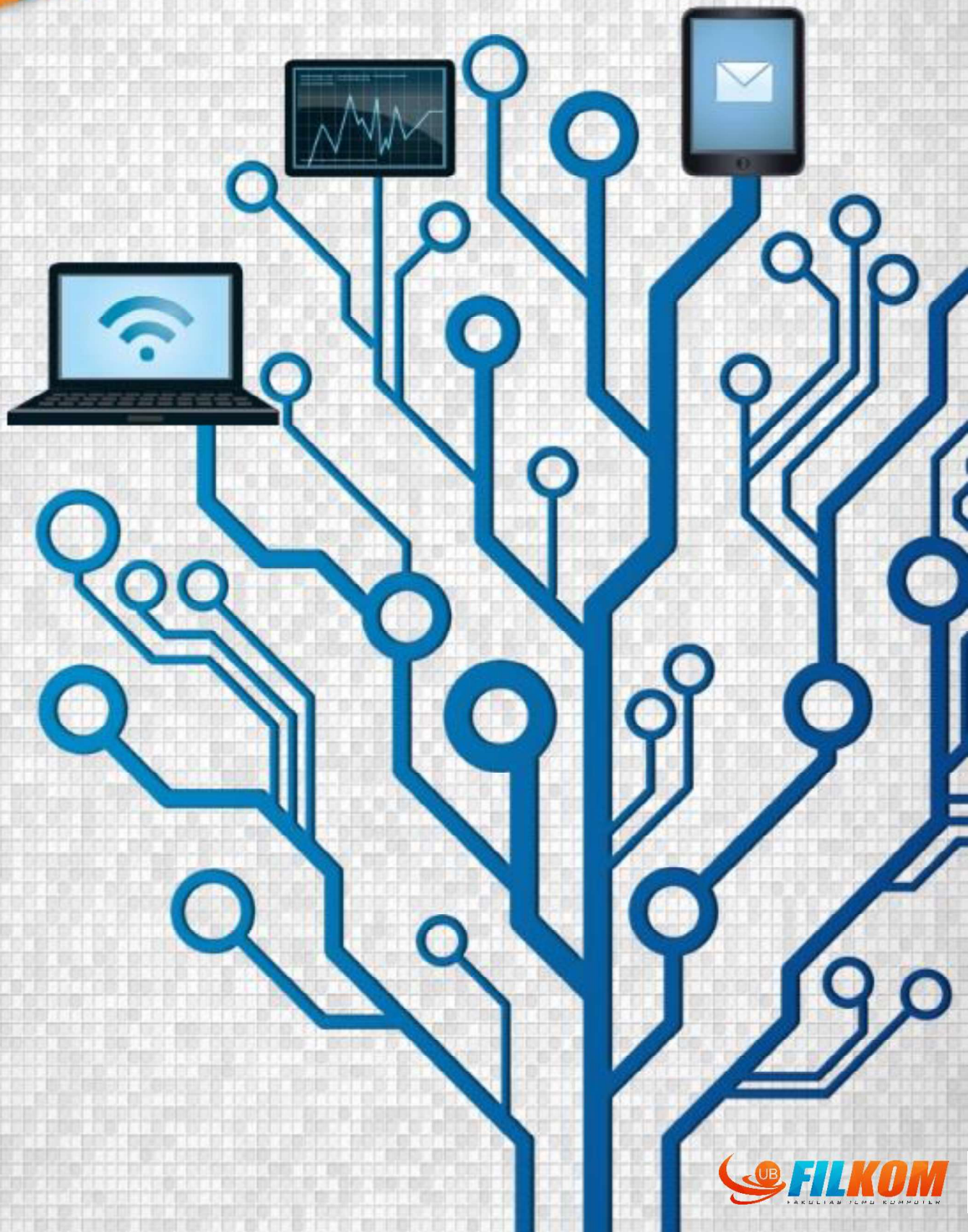


JURNAL

TEKNOLOGI INFORMASI & ILMU KOMPUTER

Volume 3 | Nomor 3 | September 2016 | Halaman 156-225



JTIK

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

Volume 3, Nomor 3, September 2016

ISSN 2355-7699

JTIK diterbitkan oleh Fakultas Ilmu Komputer (FILKOM), Universitas Brawijaya sejak April 2014. JTIK memuat naskah hasil-hasil penelitian di bidang Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.

Ketua Redaksi

Gembong Edhi Setyawan

Ketua Redaksi Pelaksana

Imam Cholissodin

Redaksi Pelaksana

Candra Dewi

M. Tanzil Furqon

Pelaksana Tata Usaha

Dwi Nur Indah Lestari

Rieftiyan David Felani

Alamat Redaksi dan Tata Usaha

Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer
Fakultas Ilmu Komputer (FILKOM), Universitas Brawijaya
Jl. Veteran No. 8 Malang, 65145
Telp./Fax (0341) 577911
Email: jtiik@ub.ac.id
Website: <http://www.jtiik.ub.ac.id>

Redaksi mengundang penulis untuk mengirimkan naskah yang belum pernah diterbitkan di media manapun. Pedoman penulisan naskah terdapat pada bagian belakang jurnal. Naskah yang masuk akan dievaluasi secara *blind-review* oleh Mitra Bestari dan Redaksi Pelaksana.

J T I I K

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

Volume 3, Nomor 3, September 2016

ISSN 2355-7699

Redaksi JTIK mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada para reviewer yang telah bersedia untuk meluangkan waktunya dalam melakukan review pada naskah-naskah yang masuk di JTIK FILKOM UB.

MITRA BESTARI

1. Arif Muntasa (Universitas Trunojoyo Madura)
2. Barlian Henryranu Prasetio (Universitas Brawijaya, Malang)
3. Budi Darma Setiawan (Universitas Brawijaya, Malang)
4. Eka Mistiko Rini (Politeknik Negeri Banyuwangi)
5. Erick Fernando (STIKOM Dinamika Bangsa Jambi)
6. Indri Sudanawati Rozas (UIN Sunan Ampel Surabaya)
7. Heliza Rahmania Hatta (Universitas Mulawarman, Samarinda)
8. Nurfiana (Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya Bandar Lampung)
9. Rahimi Fitri (Politeknik Negeri Banjarmasin)
10. Ratih Ayuninghemi (Politeknik Negeri Jember)
11. Robbi Rahim (Institut Teknologi Medan)
12. Wayan Firdaus Mahmudy (Universitas Brawijaya, Malang)

JTIK

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

Volume 3, Nomor 3, September 2016

ISSN 2355-7699

DAFTAR ISI

Perangkat Lunak Bantu Paleontologi Penentuan Usia Fosil Purba Menggunakan Pendekatan Rule Based Architecture. <i>Faulinda Ely Nastiti, Pipin Widyaningsih</i>	156-162
Pengelompokan Data Hasil Tes Kepribadian 16pf Sopir Bus Menggunakan Algoritma Genetika. <i>Luthfi Hidayat, Wayan Firdaus Mahmudy</i>	163-168
Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penentuan Batasan Fungsi Kenggotaan Fuzzy Tsukamoto Pada Kasus Peramalan Permintaan Barang. <i>Rifki Setya Armanda, Wayan Firdaus Mahmudy</i>	169-173
Rancang Bangun Sistem Informasi Dokumentasi Kegiatan Science Techno Park Berbasis Web Pada Pusat Inovasi LIPI. <i>Karno, Tri Budi Setyaningsih, Andis Prisantoro</i>	174-179
Edmodo Untuk Meningkatkan Kualitas Perencanaan Proyek Dan Efektivitas Pembelajaran Di Lingkungan Pembelajaran Yang Bersifat Asinkron <i>Admaja Dwi Herlambang, Wahyu Nur Hidayat</i>	180-187
Analisis Usability Pada Website Universitas Brawijaya Dengan Heuristic Evaluation. <i>Bella Aulia M, M Chandra Saputra, Aryo Pinandito</i>	188-192
Identifikasi Jenis Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) Pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode Neighbor Weighted K-Nearest Neighbor (NWKNN). <i>Putri Nur Fadila, Indriati, Dian Eka Ratnawati</i>	193-199
Perbandingan Metode SVM, FUZZY-KNN, Dan BDT-SVM Untuk Klasifikasi Detak Jantung Hasil Elektrokardiografi. <i>Uswatun Hasanah, Lintang Resita M, Andhica Pratama, Imam Cholissodin</i>	200-207
TF-IDF-Enhanced Genetic Algorithm Untuk Extractive Automatic Text Summarization. <i>Dhimas Anjar Prabowo, Muhammad Fhadli, Mochammad Ainun Najib, Handika Agus Fauzi, Imam Cholissodin</i>	208-215
Perbandingan Metode ANN-PSO Dan ANN-GA Dalam Pemodelan Komposisi Pakan Kambing Peranakan Etawa (PE) Untuk Optimasi Kandungan Gizi. <i>Canny Amerilyse Caesar, Latifah Hanum, Imam Cholissodin</i>	216-225

PERANGKAT LUNAK BANTU PALEONTOLOGI PENENTUAN USIA FOSIL PURBA MENGGUNAKAN PENDEKATAN *RULE BASED ARCHITECTURE*

Faulinda Ely Nastiti¹, Pipin Widyaningsih²

^{1,2} STMIK Duta Bangsa

Email: ¹faulinda.en@gmail.com ²pipinwidyaningsih@gmail.com

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Situs Sangiran merupakan situs purba digunakan untuk museum dan konservasi fosil-fosil yang ditemukan pada kawasan Sangiran. Kegiatan konservasi dilakukan oleh seksi Eksplorasi dengan melakukan analisis laboratorium menggunakan metode relatif. Metode relatif dapat memungkinkan perbedaan hasil usia fosil. Perangkat lunak bantu dibuat dengan tujuan untuk mengurangi subjektivitas dan ketidaksamaan persepsi penentuan usia fosil. Perangkat lunak dibangun berdasarkan kriteria lapisan tanah yang dimiliki oleh fosil tersebut dengan kaidah-kaidah yang di gunakan oleh seksi Eksplorasi Balai Besar Situs Manusia Purba Sangiran. Penelitian ini mengadopsi metode penelitian Software Engineering Expert System. Basis aturan yang digunakan adalah metode Forward Chaining, dimana penentuan usia fosil didapatkan dari penginputan ciri-ciri lapisan tanah dimana fosil ditemukan. Perangkat Lunak Paleontology memiliki 13 basis aturan. Basis aturan penelusuran usia fosil yang dikembangkan sesuai dengan akuisisi pengetahuan seksi Eksplorasi. Perangkat lunak membantu para ahli geologi untuk menentukan usia fosil secara objektif sesuai kaidah-kaidah penentuan umur fosil dengan metode Relatif. Pengujian tingkat kepercayaan Perangkat Lunak diukur dengan metode Certainly Factor.

Kata kunci: Sistem Pakar, Penelusuran Kedepan, Paleontology, Sangiran, Tingkat Kepercayaan

Abstract

Sangiran is an archeology site that is used as museum and fossil conservation that is found around Sangiran. Conservation activities carried out by Exploration Division by conducting laboratory analysis using relative method. Those result some contradiction between on the statement of the fossil age. Then a software is built to help reduce subjectivity and perception of inequalities determining the age of fossils. The software is built based on the criteria of layers of land owned by the fossils as ruled by Sangiran Exploration Division. This study adopts the research Software Engineering Expert System. Forward Chaining method is the basis of rules that are used, where the determination of the age of the fossils obtained from inputting the characteristics of the soil layer discovery of fossils. Paleontology software has 13 base rules to investigate the fossil age based on knowledge acquisition by Sangiran Exploration Division. The software helps the geologists to determine the age of fossils objectively as written on the fossils age determination. Software testing conducted to measure confidence level by using Certainly Factor Metode.

Keywords: Expert System, Forward Chaining, Paleontology, Sangiran, Certainly Factor

1. PENDAHULUAN

Situs Sangiran, merupakan balai konservasi Paleontologi dan merupakan museum terbesar di Asia (Wahyu, 2012). Situs Sangiran diperkirakan masih memiliki beragam fosil purba yang terkubur di dalam lapisan tanah seluas kurang lebih 78 km² (Rendra, 2013).

Kegiatan penentuan usia fosil di Situs Manusia Purba Sangiran dilakukan oleh seksi Eksplorasi dengan melakukan analisis laboratorium menggunakan metode Relatif (Nugraha, 2013). Metode Relatif merupakan penentuan usia fosil yang mengacu pada lapisan tanah dimana fosil ditemukan (Noor, 2012).

Masalah utama pada penentuan usia fosil adalah adanya perbedaan pendapat para ahli geologi pada

penilaian unsur tanah. Hal ini berdampak pada penentuan usia fosil dengan hasil yang tidak sama pada tiap ahli geologi.

Nilai subjektivitas perhitungan usia fosil pada situs sangiran tersebut dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan perangkat lunak bantu/aplikasi menggunakan pendekatan *Rule Based Architecture*. *Rule Based Architecture* dalam sistem pakar merupakan pendekatan dengan pernyataan bersyarat yang berisi kondisi, tindakan, dan hasil berdasarkan fakta-fakta dan gejala-gejala (Abraham, 2005).

Dalam kasus *Knowledge-system*, komponen *rule based* merupakan hal terpenting sebagai dasar dari penciptaan dan inferensi aturan-aturan (Ligeza, 2006). Inferensi aturan-aturan Perangkat lunak bantu ini akan membantu ahli geologi dalam menentukan usia fosil lebih objektif.

2. METODOLOGI

1. *Research & Review*, peneliti melakukan observasi pada Situs sangiran untuk melihat proses dan prosedur penentuan umur fosil yang dilakukan oleh ahli geologi Seksi Eksplorasi.
2. Identifikasi Masalah, melakukan identifikasi masalah terhadap objek yang diteliti. Pada tahap ini penelitian dilakukan dengan cara wawancara kepada Ahli geologi seksi Eksplorasi Situs Sangiran untuk mengetahui alasan keterlambatan penentuan usia fosil.
3. Analisis kebutuhan, pada tahap ini kebutuhan dan keinginan pengguna terhadap prototype aplikasi yang dikembangkan didapatkan dari wawancara. Analisis Kebutuhan akan menggali kubutuhan fungsional dan *human interaction* perangkat lunak dan penggunaanya.
4. Akuisisi pengetahuan, dilakukan dengan cara menggali pengetahuan dan aturan-aturan dalam memutuskan/menentukan usia fosil dengan metode relatif. Pada tahap ini peneliti akan menggambarkan pohon keputusan berdasarkan aturan-aturan yang di berikan oleh ahli geologi seksi eksplorasi situs Sangiran.
5. Tahap perancangan dan pembuatan program
 - a. Tahap Perancangan melakukan aktifitas untuk merancang cetak biru perangkat lunak yang akan dikembangkan berdasarkan spesifikasi kebutuhan fungsional.
 - b. Pembuatan program difokuskan untuk merealisasikan cetak biru menjadi perangkat lunak. Perangkat lunak akan memberikan 2 jenis layanan: (1) Layanan untuk bisa meng-*update* pengetahuan dilakukan oleh pakar dalam hal ini adalah seorang ahli geologi seksi Eksploitasi, (2) Layanan untuk melakukan penelusuran terhadap usia fosil dengan metode relatif berdasarkan lapisan tanah yang dimiliki oleh situs Sangiran.
6. Pengujian perangkat lunak, dilakukan untuk melihat kesesuaian perangkat lunak dengan spesifikasi kebutuhan fungsional dan non fungsional. Hasil dari tahap ini adalah jawaban apakah perangkat lunak layak digunakan dengan sempurna atau memerlukan perbaikan atau penambahan fitur
7. Distribusi, pada tahap ini prototype yang sudah dinyatakan layak oleh tim penguji akan di distribusikan ke situs Sangiran seksi Eksplorasi agar dapat digunakan sebagaimana tujuan dan manfaat yang ingin dicapai oleh peneliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Indetifikasi Masalah

Sistem penentuan umur fosil dengan metode relatif meliputi pengamatan langsung ke lokasi penemuan fosil oleh ahli geologi untuk melakukan penelitian lapisan tanah. Hasil penelitian ahli geologi dicatat dan dianalisis dalam laboratorium untuk

menentukan usia. Setelah diperoleh hasil usia fosil lalu diregistrasi dan dibuat laporan mengenai penemuan fosil dengan menggunakan *Ms. Word* atau *Ms. Excel*. Fathoni (Fathoni, 2016) mengemukakan bahwa hasil penentuan usia fosil memiliki unsur subjektifitas yang mengakibatkan perbedaan hasil umur fosil berbeda-beda oleh tiap ahli geologi. Hal ini dikarenakan tiap ahli geologi memiliki pendapat sendiri-sendiri mengenai jenis tanah yang dimiliki oleh fosil.

3.2 Analisa Kebutuhan

Tahap ini mendefinisikan layanan dan apa saja yang di dapatkan oleh pengguna aplikasi. Dibagi menjadi 2 *user* yaitu Pakar (Ahli geologi) dan Pengguna (Peneliti) :

1. Pakar (Ahli Geologi)
 - a) Pakar dapat *login* ke menu utama.
 - b) Sistem dapat memberikan peringatan saat *login* jika *password* yang dimasukan salah.
 - c) Pakar dapat melakukan pengolahan data jenis tanah meliputi tambah, hapus, dan simpan data jenis tanah.
 - d) Pakar dapat melakukan pengolahan data formasi tanah meliputi tambah, hapus, dan simpan data formasi tanah.
 - e) Pakar dapat melakukan pengolahan data lapisan tanah meliputi tambah, hapus, dan simpan data lapisan tanah.
 - f) Pakar dapat menambahkan aturan relasi data jenis, formasi dan lapisan tanah.
 - g) Pakar dapat melakukan proses penelitian usia fosil.
 - h) Sistem dapat merekam data jawaban dari pertanyaan dalam proses penelitian usia fosil.
 - i) Sistem dapat memberikan hasil penelitian usia fosil.
 - j) Pakar dapat melakukan registrasi dan menyimpan hasil usia fosil.
 - k) Sistem dapat melakukan simpan data gambar fosil.
 - l) Pakar dapat melakukan pengolahan laporan data usia fosil.
2. Pengguna (Peneliti)
 - a) Pengguna dapat melakukan proses penelitian usia fosil.
 - b) Sistem dapat merekam data jawaban dari pertanyaan dalam proses penelitian usia fosil.
 - c) Sistem dapat memberikan hasil penelitian usia fosil.
 - d) Pengguna dapat melakukan registrasi dan menyimpan hasil usia fosil.
 - e) Sistem dapat melakukan simpan data gambar fosil.
 - f) Pengguna dapat melakukan pengolahan laporan data usia fosil.

3.3 Akuisisi Pengetahuan

Sumber-sumber yang dijadikan sumber pengetahuan antara lain adalah :

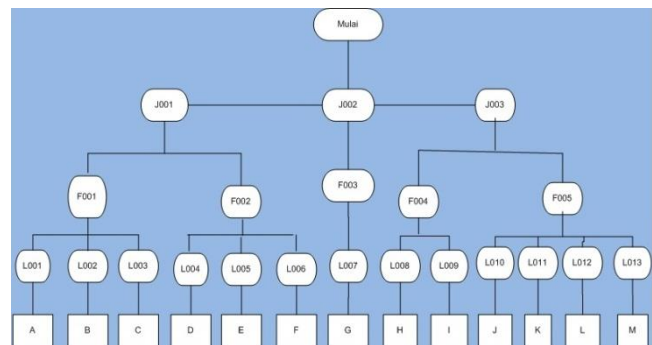
1. Bpk Muhammad Rais Fathoni, ST menjabat sebagai seksi Eksplorasi (ahli Geologi) Balai Situs Manusia Purba Sangiran yang ditunjuk sebaga Pakar dalam penelitian ini.
2. Jurnal penelitian dengan judul; ” Peningkatan Kreativitas Desan Cindramata untuk mendukung Museum Sangiran Kabupaten Sragen Jawa Tengah”
3. Geological Research and Developmen Center Directorate General of Geology and Mineral Resources Ministry of Mines and Energi, Bandung, Indones

Dengan hasil akusisi pengetahuan sebagai berikut:
Tabel 1 Akusisi Pengetahuan

No	Jenis Tanah	Ciri - ciri	Formasi Tanah	Lapisan Tanah	Ketebalan Tanah	Umur
1	Lempung	Lempung warna biru, endapan air laut	Formasi Kalibeng	Kalibeng Terbahwah	Mencapai 107 m	3.000.000 Tahun
				Kalibeng kedua	Mencapai 4 – 7 m	2.600.000 Tahun
				Kalibeng ketiga	Mencapai 1 – 2,5 m	2.200.000 Tahun
				Kalibeng keempat	Mencapai 1 Meter	1.800.000 Tahun
	Lempung warna hitam, endapan lahar dingin (breksi vulkanik)	Formasi Pucangan	Pucangan bawah	Mencapai 0,7 – 50 m	1.700.000 Tahun	
			Pucangan atas	Mencapai 100 m	800.000 Tahun	
2	Gamping	Batu gamping dan batu pasir	Formasi Grenz bank	Lapisan grenz bank	Mencapai 0,1 – 46,3 m	730.000 Tahun
3	Pasir	Pasir silang siur atau	Formasi Kabuh	Kabuh bawah	Mencapai 6 – 20 m	720.000 Tahun

No	Jenis Tanah	Ciri - ciri	Formasi Tanah	Lapisan Tanah	Ketebalan Tanah	Umur	
		berlumpur, gravel air sungai		Kabuh tengah	Mencapai 5,8 – 20 m	480.000 Tahun	
				Kabuh atas	Mencapai 3 – 16 m	250.000 Tahun	
		Pasir, terdapat batu pumis an, tufa		Formasi Notopuro	Notopuro bawah	Mencapai 2,8 – 28,9 m	240.000 Tahun
					Notopuro tengah	Mencapai 20 m	120.000 Tahun
				Notopuro atas	Mencapai 25 m	11.000 Tahun	

Berdasarkan tabel Tabel 1, akusisi pengetahuan diturunkan kedalam Representasi Pengetahuan (Subasi, 2007). Representasi digambarkan dengan pohon keputusan (Tree, n.d.) dari pembagian usia lapisan tanah. Pohon Keputusan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Pohon Keputusan

Keterangan :
Kode J001 - J003 menunjukkan jenis tanah
Kode F001 - F005 menunjukkan formasi tanah
Kode L001 - L013 menunjukkan lapisan tanah.
Kode A - M menunjukkan usia fosil.

3.4 Basis Aturan (Role Base)

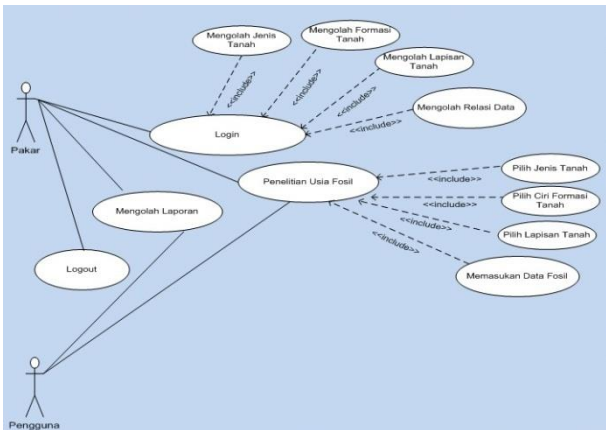
Basis Aturan merupakan representasi dari penalaran manusia terhadap suatu pemecahan masalah (Fairuz, 2005). Forward Chaining merupakan salah satu teknik dari Basis aturan (Barry, 2008). Forward Chaining menelusuri rantai fakta-fakta temuan yang menghasilkan kesimpulan (Bacchus

& Ady, 2001). Berikut Basis aturan Forward Chaining dalam menganalisis usia fosil :

1. RULE Usia Fosil 11.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes
 AND Mengandung grave, abu vulkanik dan lanau Is Yes
 AND Merupakan lapisan atas Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 25 meter Is Yes
 AND Mengandung pasir besi Is No
 THEN Lapisan Notopuro atas usia 200.000 Tahun
2. RULE Usia Fosil 120.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes
 AND Mengandung grave, abu vulkanik dan lanau Is Yes
 AND Merupakan lapisan atas Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 20 meter Is Yes
 AND Mengandung pasir besi Is No
 THEN Lapisan Notopuro tengah usia 220.000 Tahun
3. RULE Usia Fosil 240.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes
 AND Mengandung grave, abu vulkanik dan lanau Is Yes
 AND Merupakan lapisan atas Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 3,2-28,9 meter Is Yes
 AND Mengandung pasir besi Is No
 THEN Lapisan Notopuro bawah usia 240.000 Tahun
4. RULE Usia Fosil 250.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes
 AND Mengandung lumpur Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 3-16 meter Is Yes
 AND Mengandung pasir besi Is Yes
 THEN Lapisan Kabuh atas usia 250.000 Tahun
5. RULE Usia Fosil 425.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes
 AND Mengandung lumpur Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 5,8-20 meter Is Yes
 AND Mengandung pasir besi Is Yes
 THEN Lapisan Kabuh tengah usia 425.000 Tahun
6. RULE Usia Fosil 600.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes
 AND Mengandung lumpur Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 6-50 meter Is Yes
 AND Mengandung pasir besi Is Yes
 THEN Lapisan Kabuh bawah usia 600.000 Tahun
7. RULE Usia Fosil 700.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna hitam kehijauan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 0,1-46,3 meter Is Yes
 AND Merupakan lapisan pembatas Is Yes
 THEN Lapisan Grezbenk usia 700.000 Tahun
8. RULE Usia Fosil 800.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna hitam kehijauan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 100 meter Is Yes
 AND Merupakan endapan lahar dingin Is Yes
 AND Mengandung lanau Is No
 THEN Lapisan Pucangan Atas usia 800.000 Tahun
9. RULE Usia Fosil 1.700.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna hitam kehijauan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 0,7-50 meter Is Yes
 AND Merupakan endapan lahar dingin Is Yes
 AND Mengandung lanau Is No
 THEN Lapisan Pucangan bawah usia 1.700.000 Tahun
10. RULE Usia Fosil 1.800.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 1 meter Is Yes
 AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes
 AND Mengandung lanau Is Yes
 THEN Lapisan Kalibeng Atas usia 1.800.000 Tahun
11. RULE Usia Fosil 2.200.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 2,5 meter Is Yes
 AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes
 AND Mengandung lanau Is Yes
 THEN Lapisan Kalibeng Tengah usia 2.200.000 Tahun
12. RULE Usia Fosil 2.600.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 4-7 meter Is Yes
 AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes
 AND Mengandung lanau Is Yes
 THEN Lapisan Kalibeng bawah usia 2.600.000 Tahun
13. RULE Usia Fosil 3.000.000 Tahun
 IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes
 AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes
 AND Memiliki ketebalan 107 meter Is Yes
 AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes
 AND Mengandung lanau Is Yes
 THEN Lapisan Kalibeng

3.5 Perancangan dan Program

Use Case Diagram dari perangkat lunak Paleontologi dapat dilihat pada gambar 2:

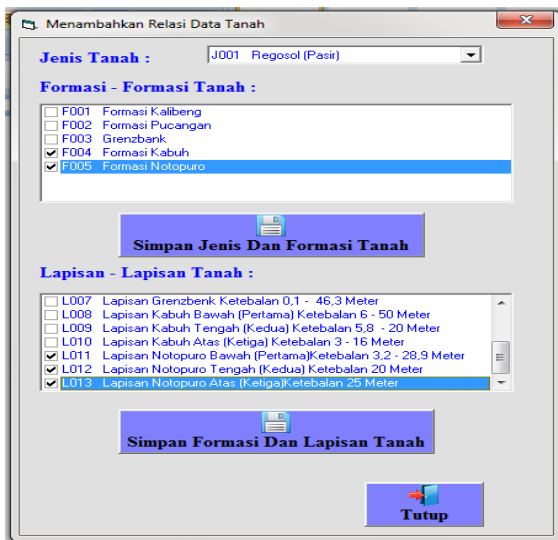


Gambar 2 Use Case Diagram Perangkat Lunak Paleontologi

Perangkat lunak Paleontologi dibangun dengan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dan database Microsoft Access. Tampilan Menu pembuka dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Halaman Login Pakar dan Non Login untuk Peneliti Fossil

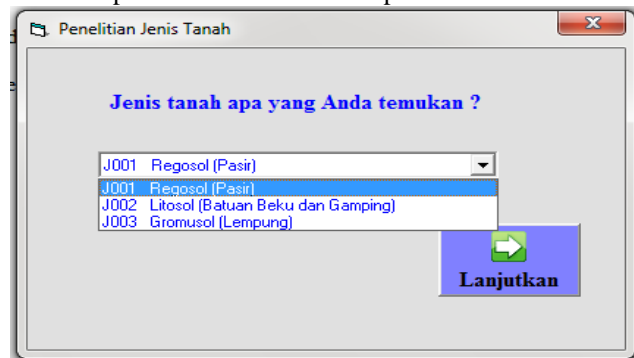


Gambar 4 Menu Relasi Data Tanah

Pada gambar 4 digunakan untuk melihat relasi data antara jenis tanah dengan formasi tanah dan formasi tanah dengan lapisan tanah. Tombol tambah digunakan untuk masuk form tambah relasi data tanah.

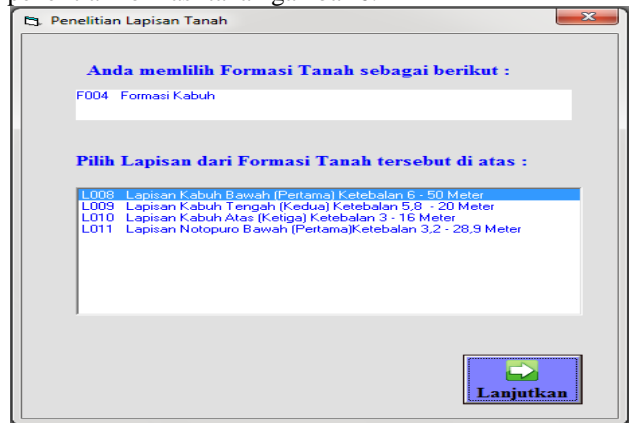
Pada form menu penelitian jenis tanah terdapat *combobox* untuk memilih jenis tanah. Form ini

digunakan oleh peneliti fosil untuk menginputkan ciri-ciri lapisan tanah sesuai lokasi penemuan fosil.

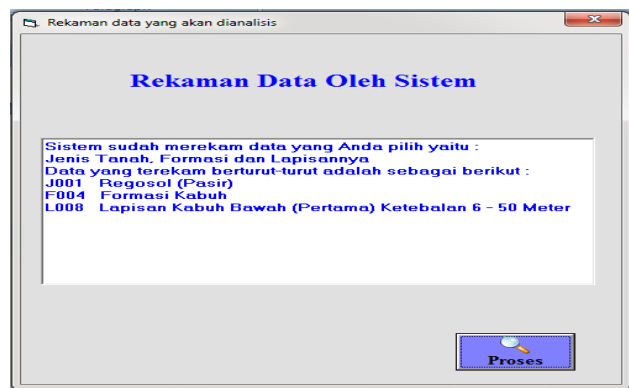


Gambar 5 Menu Penelitian Jenis Tanah

Tombol Lanjutkan gambar 5 digunakan untuk melanjutkan proses penelitian masuk ke form penelitian formasi tanah gambar 6.



Gambar 6 Menu Lapisan Tanah



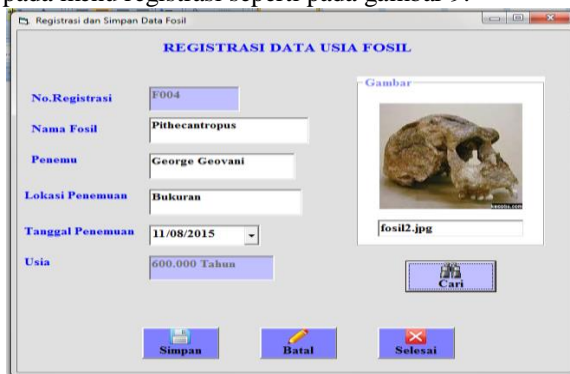
Gambar 7 Halaman Rekam Data

Gambar 7 digunakan untuk menampilkan data jenis, formasi, dan lapisan tanah yang sudah dipilih dalam penelitian. Data tersebut akan dianalisis untuk menghasilkan usia fosil seperti pada gambar 8.



Gambar 8 Halaman Hasil Usia Fossil

Setelah umur fosil dapat teridentifikasi, selanjutnya data penemuan fosil tersebut disimpan pada menu registrasi seperti pada gambar 9.



Gambar 9 Halaman Hasil Usia Fossil

3.6 Pengujian Tingkat Keyakinan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan untuk pengujian adalah *Certainly Factor* (CF). CF cocok diterapkan pada kasus yang tidak memiliki kepastian penuh. Nilai CF diberikan oleh pakar besarnya antara -1 sampai dengan 1 (Susanto, 2015). Perangkat lunak paleotologi memiliki kaidah (role) yang serupa, sehingga rumus yang digunakan adalah *similary concluded rules* (Daniel & Virginia, 2010). Berikut nilai CF yang didapatkan dari Bpk Muhammad Rais Fathoni, ST selaku pakar dalam penelitian ini. CF pakar dari ciri-ciri usia fosil 11.000 tahun seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Nilai CF Usia Fossil 11.000 tahun

No	Ciri	CF
1	Tanah lokasi penemuan berpasir	0.50
2	Mengandung grave, abu vulkanik, dan lanau	0.55
3	Merupakan lapisan atas	0.40
4	Memiliki ketebalan 25 meter	0.70
5	Tidak Mengandung pasir besi	0.35

CF Pada tabel 2 bernilai positif sehingga rumus yang digunakan adalah

$$CF_{\text{COMBINE}}(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1)$$

(Latumakulita, 2012)

Maka nilai CF Tabel 2 untuk usia fosil 11.000 tahun jika dimasukkan pada rumus diatas menjadi:

$$CF_{AB}(CF_A, CF_B) = 0.50 + 0.55(1 - 0.50) = 0.78$$

$$CF_C(CF_{\text{OLD}}, CF_C) = 0.78 + 0.40(1 - 0.78) = 0.87$$

$$CF_D(CF_{\text{OLD}}, CF_D) = 0.87 + 0.70(1 - 0.87) = 0.96$$

$$CF_E(CF_{\text{OLD}}, CF_E) = 0.96 + 0.70(1 - 0.96) = 0.97$$

Sehingga CF usia Fossil 11.000 tahun adalah 0.97 atau 97% dan usia fosil 120.000 tahun seperti dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Usia Fossil 120.000 tahun

No	Ciri	CF
1	Tanah lokasi penemuan berpasir	0.50
2	Mengandung grave, abu vulkanik, dan lanau	0.55
3	Merupakan lapisan atas	0.40
4	Memiliki ketebalan 20 meter	0.75
5	Tidak Mengandung pasir besi	0.35

Maka CF usia fosil 120.000 tahun adalah:

$$CF_{FG}(CF_F, CF_G) = 0.50 + 0.55(1 - 0.50) = 0.78$$

$$CF_H(CF_{\text{OLD}}, CF_H) = 0.78 + 0.40(1 - 0.78) = 0.87$$

$$CF_I(CF_{\text{OLD}}, CF_I) = 0.87 + 0.70(1 - 0.87) = 0.97$$

$$CF_J(CF_{\text{OLD}}, CF_J) = 0.97 + 0.75(1 - 0.97) = 0.98$$

Sehingga CF usia Fossil 120.000 tahun adalah 0.98 atau 98%.

Jika 13 rule dihitung akan menghasilkan CFcombine (CFc) usia Fossil sebesar 0.96 atau 96%.

4. KESIMPULAN

Perangkat lunak Paleontology memiliki 13 rule untuk menelusuri usia fosil sesuai dengan proses penentuan usia fosil oleh pakar yang dilakukan pada Balai Besar Situs Manusia Purba Sangiran. Perangkat lunak membantu para ahli geologi untuk menentukan usia fosil secara objektif sesuai dengan kaidah-kaidah penentuan umur fosil dengan metode relatif. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan metode *Certainly Factor* memiliki tingkat kepercayaan sebesar 96%.

Proses akuisisi dengan metode relatif masih kurang memiliki ketepatan umur yang pasti, sehingga diharapkan peneliti selanjutnya dapat mengembangkan sistem pakar menggunakan basis pengetahuan dengan perhitungan fosil Metode Absolute.

5. TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Siti Ngaisaroh Endang Sularsih yang telah membantu mencari data penelitian dan kepada Menristek Dikti yang telah memberikan dana hibah penelitian.

6. SUMBER PUSTAKA/RUJUKAN

Abraham, A. (2005). *Rule-based Expert Systems*. (P. Sydenham & R. Thorn, Eds.) *Handbook of*

Measuring System Design (pp. 910–919). John Wiley and Sons, Inc. doi:10.1002/0471497398.mm422

- Bacchus, F., & Ady, M. (2001). Planning with resources and concurrency a forward chaining approach. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 417–424. Retrieved from www.cs.toronto.edu/~fbacchus/Papers/BAIJC AI01.pdf
- Barry, A. (2008). Forward-Chaining Inferencing. US. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US7418434>
- Daniel, & Virginia, G. (2010). Impementasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainly Factor. *Jurnal Informatika*, 6(1), 25–36.
- Fairuz, M. (2005). Expert System for Car Maintenance and Troubleshooting. *Generation5*. Retrieved March 27, 2015, from <http://www.generation5.org/content/2005/Car Maintenance.asp>
- Fathoni, M. R. (2016). *Proses Penentuan umur Metode Relatif di Sangiran*. Sangiran: Balai Pelestarian Situs Manusia Purba.
- Latumakulita, L. (2012). Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Anak Menggunakan Certainly Factor (CF). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2), 120–126.
- Ligeza, A. (2006). Principles of Verification of Rule-Based Systems. In *Logical Foundations for Rule-Based Systems* (p. pp 191–198). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/3-540-32446-1_12
- Noor, D. (2012). *Pengantar Geologi* (2nd ed., p. 2). Bogor: Pakuan University Press. Retrieved from <http://www.scribd.com/doc/125112208/Pengantar-Geologi-2012-Djauhari-Noor>
- Nugraha, S. (2013). Lapisan Tanah dan Lingkungan Purba Sangiran. *BPSMPS*, 15.
- Rendra, S. (2013). Sangiran Situs Fosil Purba yang Diakui Dunia. *Sindonews.com*. Retrieved June 4, 2016, from <http://daerah.sindonews.com/read/759329/22/sangiran-situs-fosil-purba-yang-diakui-dunia-1373428660/2>
- Subasi, A. (2007). EEG Signal Classification using Wavelet Feature Extraction and a Mixture of Expert Model. *Expert Systems with Applications*, 32(4), 1084–1093. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417406000844>
- Susanto, C. (2015). Aplikasi Sistem Pakar untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Mental Anak dengan Metode Certainly Factor (Studi Kasus Rumah Sakit Batara Guru Belopa). In *Peran Multimedia dalam Industri Kreative dan Optimasi pPenggunaan eGovernment untuk Memperkuat Jati Diri Bangsa* (pp. 36–41). Yogyakarta: STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- Tree, V. B. F. D. of M. C. P. using D. (n.d.). No Title. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4040–4049. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409008689>
- Wahyu, W. P. (2012). *Dasar - Dasar Program Perencanaan Dan Perancangan Arsitektur (Dp3a) Sragen Convention Centre*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Retrieved from <http://eprints.ums.ac.id/21720/>

PENGELOMPOKAN DATA HASIL TES KEPRIBADIAN 16PF SOPIR BUS MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Luthfi Hidayat¹, Wayan Firdaus Mahmudy²

Email: ¹ mr.luthfihidayat@gmail.com, ² wayanfm@ub.ac.id

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Tes kepribadian merupakan suatu metode tes yang disusun untuk mendeskripsikan bagaimana kecenderungan seseorang dalam bertindak laku maupun berpikir. Tes kepribadian sebenarnya hanya dapat dideskripsikan secara kualitatif karena sebenarnya kepribadian tidak dapat diukur. Namun, untuk membantu menjelaskan kepribadian seseorang dapat menggunakan bantuan angka sehingga hasil dari tes tersebut dapat di deskripsikan ke dalam bentuk kualitatif. Dalam penelitian sebelumnya, pengelompokan hasil data tes kepribadian 16PF dilakukan dengan metode *K – Means Clustering* yang digabung dengan metode *Silhouette Coefficient*. Penelitian tersebut memiliki hasil maksimum SI (*Silhouette Index*) hingga 0.4341. Dalam penelitian kali ini, metode yang dapat digunakan untuk mengelompokkan dan menghitung seluruh data serta atribut yang diperoleh menggunakan Algoritma Genetika. Tahapan untuk mengelompokkan data menggunakan metode yang sama seperti penelitian sebelumnya yaitu *K – Means Clustering* dan untuk menghitung *cluster* diperlukan representasi kromosom agar dapat membangkitkan nilai *Centroid* untuk perhitungan *Silhouette Coefficient*. Representasi kromosom yang digunakan adalah *real code genetic algorithm* dimana representasi tersebut dibangkitkan secara random dengan interval tertentu. Dari pengujian yang dilakukan, sistem mampu memberikan nilai SI terbaik pada jumlah populasi 40, jumlah generasi 15, kombinasi cr 0.7 dan mr 0.3. Algoritma genetika mampu memberikan solusi optimal dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dimana dengan jumlah data yang sama menghasilkan nilai SI yang lebih baik.

Kata Kunci: Algoritma genetika, *Personality Factor*, *Clustering*, *K – Means*, *Silhouette Coefficient*.

Abstract

Abstract

Personality Test is a test method developed to describe how the tendency of a person's behavior and thinking. Actually, personality tests can only be described qualitatively because actual personality cannot be measured. However, figures can be used to help explaining an individual's personality, thus test results could be described into qualitative terms. In previous research, grouping data results 16PF personality test was conducted using K - Means Clustering combined with Silhouette Coefficient methods. The study has a maximum performance in terms of SI (silhouette index) of 0.4341. In the present study, the method can be used to classify, count all the data and attributes that are obtained using Genetic Algorithms. Stages for classifying data using the same method as previous research, that K - Means Clustering and to calculate cluster, required the representation of chromosomes in order to generate value of Centroid for the calculation Silhouette Coefficient. Chromosome representation used is real code genetic algorithm which is representations generated randomly with a certain interval. From the tests, systems are able to provide the best SI values in populations of 40, the number of generations 15, combination of cr mr are 0.7 and 0.3. Genetic algorithms are able to provide optimal solutions compared to a previous study in which the same amount of data to produce better value SI.

Keywords: *Genetic algorithms*, *Personality Factor*, *Clustering*, *K – Means*, *Silhouette Coefficient*.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil dari Sensus Penduduk 2010, jumlah penduduk yang ada di Indonesia mempengaruhi jumlah pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia. Seperti yang telah dipublikasikan pada website Badan Pusat Statistik Indonesia, pada tahun 2013 tercatat jumlah unit mobil penumpang sebesar 11.484.514, bis 2.286.309, mobil barang 5.615.494 dan sepeda motor 84.732.652 (Anonymous, 2010).

Proses sertifikasi sopir dapat dilakukan dengan berbagai cara melalui tahapan seleksi dari berbagai aspek yang dibutuhkan, salah satunya adalah aspek perilaku atau kepribadian sopir (Armindya, 2015). Dengan menggunakan salah satu metode yang digunakan untuk merekrut pegawai, tes 16 PF merupakan salah satu metode yang dapat diberikan untuk mengetahui kepribadian sopir. Tes 16PF merupakan kumpulan pertanyaan yang memiliki struktur dasar kepribadian dari setiap orang yang akan menghasilkan skor dari masing – masing

faktor kepribadian dari seseorang yang mengambil tes tersebut (Boyle et al., 2008).

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan metode k-means telah dilakukan oleh Prakoso (2015) dan Blas et al. (2012). Penelitian yang dilakukan oleh Prakoso (2015) mengelompokkan data hasil tes kepribadian dengan menggunakan metode k-means. Masalah yang muncul pada pengelompokan data hasil tes tersebut adalah beberapa sopir yang lulus ataupun tidak lulus sertifikasi. Hasil dari penelitian tersebut adalah mengetahui kualitas sopir dari pengelompokan data *raw score* sehingga pada tahapan pengujian didapat nilai *silhouette coefficient* hingga 0,4341 (Prakoso, 2015).

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Blas et al. (2012). Peneliti mencoba untuk mengelompokkan Algoritma Genetika di dalam permasalahan klustering dengan pendekatan yang berbeda. Pengujian Algoritma Genetika dilakukan dengan membandingkan pendekatan pengelompokan klasik seperti k-means dan DBSCAN sehingga mendapatkan hasil yang sangat baik (Blas et al., 2012). Dari hasil kedua penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa, metode Algoritma Genetika cukup baik digunakan dalam pengelompokan data hasil tes.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, penulis mengusulkan judul penelitian yang berjudul “Pengelompokan Data Hasil Tes Kepribadian 16PF Sopir Bus Menggunakan Metode Algoritma Genetika”.

2. METODE

a. 16 PF Questionnaire

Menurut R.B Cattell (Revelle, 2014), faktor pemeriksaan kepribadian menggunakan 16 *PF Questionnaire* dapat digunakan untuk anak – anak maupun orang dewasa. Riset yang dilakukan oleh Cattell menjelaskan bahwa kamus yang dibuat oleh Allport dan Odbert (1936) yang berisi 18000 daftar kata sifat yang mendeskripsikan kepribadian dapat diringkas menjadi 4500 dengan cara menggabungkan istilah yang mempunyai makna serupa. Kemudian Cattell melakukan penelitian serupa dengan mengkombinasikan istilah sebelumnya dan setelah melalui proses analisis faktor pada ciri kepribadian, dari 171 ciri kepribadian, Cattell dapat mengurangi lagi jumlah jenis kepribadian menjadi 31 ciri kepribadian kemudian dengan penelitian yang melibatkan beberapa alat ukur kepribadian dari beberapa sumber, Cattell akhirnya merumuskan jumlah jenis kepribadian menjadi 12 ciri dan 4 yang lainnya berdasarkan penelitian sebelumnya sehingga penelitian tersebut dinamakan 16 *Personality Factor Questionnaire* (Aiken & Groth, 2006).

b. Data Uji

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ryo Cahyo P. (2015), yaitu data *raw score* yang merupakan data primer pada penelitian tersebut.

c. Konsep Pengelompokan

Di dalam proses klasifikasi data dibutuhkan syarat yang harus dipenuhi, antara lain mengelompokkan masing-masing data yang telah diurutkan sesuai dengan karakteristik kelas dari data tersebut. Untuk itu, sebuah model yang akan digunakan harus memiliki konsep prediksi agar dapat mengelompokkan data yang baru sesuai dengan kelas dari data tersebut.

Pada proses pengelompokan dibutuhkan suatu cara untuk mengidentifikasi setiap data yang akan bergabung di sebuah kelompok agar data tersebut mirip satu sama persis dengan lainnya, cara tersebut dinamakan dengan Analisis Kelompok. Analisis Kelompok merupakan suatu proses yang mencakup banyak teknik beragam untuk menemukan struktur atau karakteristik di dalam objek yang diidentifikasi. Tujuan dari analisis kelompok adalah mengidentifikasi sebuah data atau objek yang telah bergabung dengan kelompok sesuai dengan karakteristik maupun kriteria yang telah diberi keterangan sebelumnya serta data yang berbeda dapat dikelompokkan sesuai dengan kategori masing-masing (Kumar, 2013).

d. K-means clustering

k-means clustering adalah salah satu metode dalam pengelompokan data yang membagi sejumlah data ke dalam 2 kelompok atau lebih. Metode *k-means* memiliki tujuan agar dapat meminimalisir fungsi objek yang akan diatur dalam proses *clustering* pada umumnya sehingga metode tersebut dapat memaksimalkan variasi data antar *cluster* (Agusta, 2007).

Proses pengelompokan dengan menggunakan metode *k-means* memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah *cluster*/kelompok
2. Mengalokasikan data ke dalam kelompok secara *random*.
3. Menghitung *centroid* dari data yang ada pada masing – masing *cluster*
4. Mengalokasikan data ke dalam *centroid* terdekat.
5. Mengulangi langkah ke-3 apabila masih ada data yang berpindah *cluster* namun pada nilai *centroid* berada pada di atas *threshold* yang ditentukan atau jika perubahan nilai pada fungsi objektif masih berada di atas nilai *threshold* dengan batasan iterasi

maksimum.

Dalam tahapan ke-3 dalam perhitungan *centroid*, setiap kelompok dihitung nilai *mean* (nilai rata – rata) pada seluruh nilai data di setiap fitur atributnya secara berkala. Jarak antara dua titik x_1 dan x_2 dihitung dengan menggunakan *euclidean distance* pada Persamaan (1) dan untuk fungsi objektif dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) (Agusta, 2007).

$$D_{L_2}(x_2, x_1) = |x_2 - x_1|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{2j} - x_{1j})^2} \quad (1)$$

$$F = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^K a_{ji} D(x_j, C_i) \quad (2)$$

e. Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient merupakan suatu metode yang digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan *cluster* dimana pada *cluster* tersebut dapat diukur seberapa baik suatu objek ditempatkan dalam suatu cluster. Metode ini merupakan gabungan dari metode *cohesion* dan *separation* (Wahyuni dkk., 2016).. *Silhouette Coefficient* memiliki beberapa tahapan dalam perhitungannya yaitu sebagai berikut:

1. Menghitung rata – rata jarak a_i dan b_i dari data yang terpilih dengan menggunakan Persamaan (3) dan Persamaan (4).

$$a_i^j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{r=1}^{m_j} d(x_i^j, x_r^j) \quad (3)$$

$i = 1, 2, \dots, m_j$

$$b_i^j = \min \left\{ \frac{1}{m_n} \sum_{r=1}^{m_n} d(x_i^j, x_r^n) \right\}, i \quad (4)$$

$= 1, 2, \dots, m_n$

Persamaan (3) merupakan persamaan untuk pencarian nilai a_i dimana nilai a_i adalah rata-rata jarak data ke- i terhadap semua data lainnya dalam satu klaster. m_j merupakan jumlah data yang terdapat pada satu cluster.

Persamaan (4) adalah persamaan untuk mencari nilai b_i adalah hasil yang didapatkan melalui perhitungan rata-rata jarak a_i terhadap seluruh data dari cluster lain, kemudian dari hasil rata-rata dari b_i diambil perolehan nilai minimum yang akan digunakan untuk pencarian nilai S_i .

2. Setelah seluruh rata-rata jarak dari seluruh data selesai dicari, kemudian mencari nilai terkecil dari cluster yang telah dicari sebelumnya.

3. Nilai S_i dapat ditemukan dengan cara seperti pada Persamaan (5).

$$SI_i^j = \frac{b_i^j - a_i^j}{\max\{a_i^j, b_i^j\}} \quad (5)$$

Pada Persamaan (5) nilai yang digunakan dalam perhitungan $b_i - a_i$ adalah nilai minimum dari kelompok yang diselisihkan dengan jarak rata-rata a_i . Perhitungan tersebut dilakukan agar mendapatkan nilai maksimum dari kedua kelompok. Apabila hasil dari seluruh *silhouette coefficient* tiap cluster telah ditemukan, perhitungan S_i global dapat dilakukan dengan cara menghitung rata-rata dengan membagi seluruh nilai S_i dengan sejumlah data yang ada.

f. Algoritma Evolusi

Algoritma evolusi merupakan inti dari bagian yang dapat menunjang perkembangan optimasi dari data yang sedang dijadikan objek penelitian. Algoritma evolusi memiliki beberapa subset yang dapat dijadikan acuan, seperti Algoritma genetika (*Genetic algorithm*), Pemrograman genetika (*Genetic programming*), Strategi evolusi (*Evolution strategies*), dan Pemrograman evolusi (*Evolutionary programming*) (Mahmudy, 2015). Dari beberapa subset yang telah disebutkan, Algoritma genetika adalah algoritma yang paling sering diterapkan di dalam kehidupan sehari-hari serta dalam penanganan permasalahan yang kompleks (Mahmudy, Marian & Luong, 2013). Struktur awal algoritma genetika berdasarkan pada representasi kromosom (individu) yang dipilih secara acak dengan susunan tertentu. Setiap individu tersebut akan digabungkan menjadi suatu kelompok yang sering disebut dengan populasi.

Seperti yang telah dijelaskan oleh Mahmudy (2015), setiap permasalahan diubah menjadi sebuah kromosom. Kromosom tersebut disusun berdasarkan kumpulan individu yang menggambarkan setiap variabel keputusan yang akan digunakan sebagai solusi. Pada tiap kromosom memiliki nilai *fitness* yang didapatkan melalui fungsi *fitness* yang akan digunakan sebagai penilaian kriteria baik atau tidaknya nilai kromosom yang akan dimasukkan ke dalam algoritma genetika. Setelah merumuskan kromosom tersebut, algoritma genetika akan menghasilkan hasil terbaik berdasarkan perulangan yang dilakukan oleh metode tersebut dan hasil dari perulangan tersebut akan menghasilkan hasil terbaik yang akan diuraikan (*decoding*) menjadi solusi mendekati optimum.

Dalam penelitian ini, perhitungan nilai *fitness* dapat dicari dengan menggunakan perhitungan *Silhouette Coefficient* dimana perhitungan tersebut digunakan untuk mencari nilai S_i yang

dianggap sebagai nilai *fitness*. Berikut merupakan persamaan perhitungan dalam mengetahui nilai *fitness*.

$$a_i^j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{r=1}^{m_j} d(x_i^j, x_r^j) \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, m_j$$

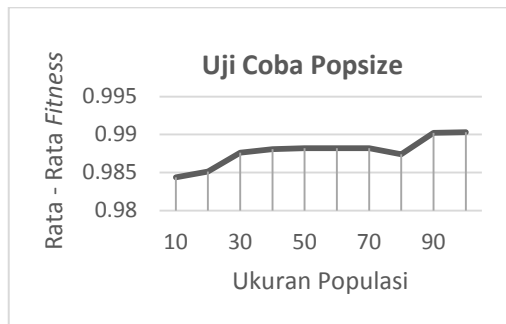
$$b_i^j = \min \left\{ \frac{1}{m_n} \sum_{r=1}^{m_n} d(x_i^j, x_r^j) \right\}, i = 1, 2, \dots, m_n \quad (7)$$

$$Fitness = \frac{b_i^j - a_i^j}{\max\{a_i^j, b_i^j\}} \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji Coba Ukuran Populasi

Uji coba pertama kali dilakukan dengan cara uji coba ukuran populasi. Pada pengujian ini jumlah generasi yang digunakan adalah 5 dengan *crossover rate* sebesar 0,6 dan *mutation rate* sebesar 0,4. Jumlah data yang digunakan adalah 20 data. Setiap ukuran populasi dilakukan pengujian sebanyak 10 kali percobaan sehingga diperoleh nilai rata – rata *fitness*. Ukuran populasi diuji pada kelipatan 10, mulai dari 10 hingga 100, sehingga terdapat 10 ukuran popsize yang berbeda. Hasil grafik uji coba ukuran populasi dapat dilihat pada Gambar 1.



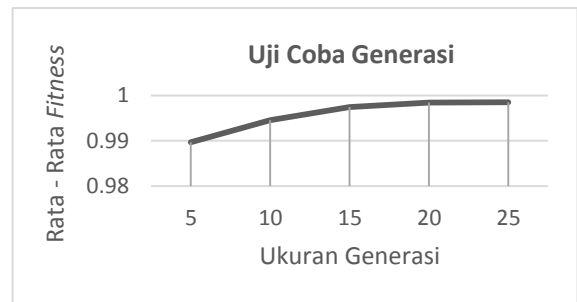
Gambar 1 Hasil Uji Coba Populasi

Titik optimal terdapat pada ukuran populasi 40 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.988077. Sedangkan nilai *fitness* terendah terdapat pada ukuran populasi 10 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.984378. Ukuran populasi yang besar belum tentu dapat menghasilkan solusi yang lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari menurunnya nilai rata-rata *fitness* yang juga mencapai titik stabil pada ukuran populasi 80.

b. Uji Coba Banyaknya Generasi

Uji coba jumlah generasi dilakukan setelah pengujian ukuran populasi dilakukan agar mendapatkan hasil perubahan nilai *fitness* yang

konvergen. Dalam uji coba jumlah generasi, penggunaan parameter generasi yang semakin banyak akan mengalami peningkatan perbaikan nilai rata – rata *fitness* sehingga nilai tersebut menjadi stabil atau konvergen hingga kelipatan jumlah generasi selanjutnya. Setiap generasi dilakukan pengujian nilai *fitness* sebanyak 10 kali, pengujian dilakukan dengan menggunakan parameter populasi optimal sebelumnya yaitu 40, nilai *crossover rate* 0.6, nilai *mutation rate* 0.4 dan jumlah data yang digunakan adalah 20. Hasil grafik uji coba jumlah generasi dapat dilihat pada Gambar 2.

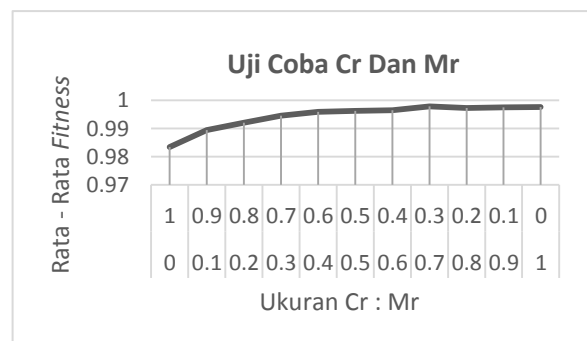


Gambar 2 Hasil Uji Coba Generasi

Titik optimal terdapat pada ukuran generasi 15 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.997446. Sedangkan nilai *fitness* terendah terdapat pada ukuran generasi 5 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.989715. Pengujian dihentikan pada ukuran generasi 25 karena tidak terjadi perubahan nilai yang signifikan.

c. Uji Coba Kombinasi Cr dan Mr

Uji coba kombinasi cr dan mr dilakukan setelah pengujian ukuran populasi dan pengujian jumlah generasi. Setiap kombinasi cr dan mr diuji coba sebanyak 10 kali. Nilai rata-rata tertinggi menunjukkan solusi yang paling mendekati optimal. Hasil grafik kombinasi cr dan mr ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil Uji Coba Cr dan Mr

Titik optimal terdapat pada kombinasi cr dan mr 0.7 dan 0.3 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.997768. Sedangkan nilai *fitness* terendah terdapat pada kombinasi 0 dan 1 dengan nilai rata – rata *fitness* 0.983357.

d. Uji Coba Parameter Terbaik

Berdasarkan pengujian parameter yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat tiga pengujian parameter untuk mendapatkan nilai parameter terbaik yaitu ukuran populasi, banyak generasi serta kombinasi Cr dan Mr. Pada ketiga uji coba tersebut terdapat hasil optimal yang menunjukkan nilai *fitness* terbaik. Parameter yang digunakan untuk mendapatkan nilai optimal sebagai berikut.

- Popsize = 40
- Jumlah generasi = 15
- cr = 0.7
- mr = 0.3

Hasil dari pengujian dengan menggunakan nilai parameter terbaik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Parameter Terbaik

Nilai <i>fitness</i> percobaan ke-										Rata-rata <i>Fitnes</i> s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.997	0.997	0.998	0.996	0.998	0.997	0.998	0.998	0.998	0.998	0.99
532	847	955	617	471	505	054	083	107	025	792

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1, tabel tersebut menunjukkan hasil rata – rata nilai *fitness* tertinggi yang didapatkan sebesar 0.99792.

3. SIMPULAN

Dalam penelitian ini, metode algoritma genetika berhasil diterapkan dalam proses pengelompokan data hasil tes kepribadian 16 PF sopir bus. Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan nilai parameter dalam algoritma genetika yang mampu memberikan hasil atau solusi yang dianggap optimal. Pada implementasi pengelompokan data hasil tes kepribadian 16PF sopir bus menggunakan algoritma genetika, solusi ukuran populasi terbaik adalah 40 popsize, solusi banyaknya generasi terbaik adalah 15, solusi kombinasi nilai *crossover rate* (cr) 0.7 dan *mutation rate* (mr) 0.3.

Pengelompokan dengan menggunakan algoritma genetika memberikan solusi yang lebih baik daripada pengelompokan dengan menggunakan *k – means clustering*. Berdasarkan nilai *Silhouette Index* (SI) yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya, nilai SI yang dihasilkan dengan metode *k – means clustering* menggunakan *Silhouette Coefficient* tertinggi hingga 0,4341. Sedangkan nilai SI yang merupakan nilai *fitness* dari algoritma genetika menghasilkan nilai tertinggi hingga 0.99792.

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan data yang lebih bervariasi karena

semakin banyak variasi data maka akan semakin banyak pula variasi pengujian agar mendapatkan hasil yang lebih optimal. Hibridisasi dengan algoritma lain juga bisa dilakukan agar didapatkan hasil yang lebih baik (Mahmudy, 2014).

4. DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, Y. 2007. “K-Means – Penerapan, Permasalahan Dan Metode Terkait.” STMIK STIKOM BALI, Denpasar, Bali 3.
- Aiken, L. R, & G. Groth. 2006. Psychological Testing and Assessment. Twelfth. Indeks.
- Anonymous. 2010. “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2012.” http://www.bps.go.id/website/tabelExcelIn.do/indo_17_12.xls. [Diakses pada tanggal 11 September 2015].
- Armindya, Y. R. 2015. “Ahok: Sertifikasi Sopir Transjakarta Wajib Hukumnya.” <http://metro.tempo.co/read/news/2015/06/25/083678174/ahok-sertifikasi-sopir-transjakarta-wajib-hukumnya>. [Diakses pada tanggal 12 September 2015].
- Blas, L.E. Agustín, Salcedo S. Sanz, S. Jimenez Fernandez, L. Carro Calvo, J. Del Ser, & J. A. Portilla Figueras. 2012. “A New Grouping Genetic Algorithm for Clustering Problems.” Journal Department of Signal Theory and Communications, Universidad de Alcalá, Madrid, Spain.
- Boyle, G. J., G. Matthews, & DH. Saklofske. 2008. “The SAGE Handbook of Personality Theory and Assessment: Personality Measurement and Testing.” New York: Sage Publications 2.
- Kumar, A. 2013. “Cluster Analysis.” Journal of I.A.S.R.I. Library Avenue, New Delhi.
- Mahmudy, W. F. 2015. *Dasar-Dasar Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS 2013, 'Modeling and optimization of part type selection and loading problems in flexible manufacturing system using real coded genetic algorithms', *International Journal of Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 251-260.
- Mahmudy, W. F. 2014, *Optimisation of Integrated Multi-Period Production Planning and Scheduling Problems in*

- Flexible Manufacturing Systems (FMS) Using Hybrid Genetic Algorithms*, School of Engineering, University of South Australia.
- Prakoso, Ryo C. 2015. "Pengelompokan Data Hasil Tes Kepribadian 16PF Sopir Bus Menggunakan Metode K-Means." DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK. Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya. Malang.
- Revelle, W. 2014. "Raymond B. Cattell." Publication of The Personality Project.
- Wahyuni, I., Auliya, Y. A., Rahmi, A., Mahmudy, W. F. (2016). "Clustering Nasabah Bank Berdasarkan Tingkat Likuiditas Menggunakan Hybrid Particle Swarm Optimization dengan K-Means." *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA (JITIKA)* 10(2): 24-33.
- Trayasiwi, G. P. 2015. "Penerapan Metode Klastering Dengan Algoritma K-Means Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Pada Program Studi Teknik Informatika Strata Satu." Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENENTUAN BATASAN FUNGSI KENGGOTAAN FUZZY TSUKAMOTO PADA KASUS PERAMALAN PERMINTAAN BARANG

Rifki Setya Armanda¹, Wayan Firdaus Mahmudy²

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang

email: ¹rifikisetyaarmanda@gmail.com, ²wayanfm@ub.ac.id

(Naskah masuk: 01 Oktober 2016, diterima untuk diterbitkan: 20 Oktober 2016)

Abstrak

Perencanaan kapasitas produksi seharusnya menyesuaikan dengan kebutuhan permintaan. Hal ini bisa dicapai dengan melakukan peramalan permintaan barang yang diproduksi. Sistem inferensi fuzzy Tsukamoto bisa diimplementasikan untuk peramalan. Salah satu permasalahan dalam penerapan metode fuzzy adalah sulitnya menentukan batasan fungsi keanggotaan yang tepat. Pada tulisan ini diusulkan penggunaan algoritma genetika untuk memperbaiki batasan fungsi keanggotaan fuzzy sehingga didapatkan hasil peramalan yang lebih akurat. Percobaan komputasi membuktikan bahwa sistem inferensi fuzzy yang telah dioptimasi mampu memberikan hasil yang lebih akurat. Dalam hal ini penerapan algoritma genetika untuk penentuan batasan fungsi pada kasus peramalan permintaan barang dilakukan dengan menggunakan teknik *extended intermediate crossover*, mutasi dengan *exchange point* dan seleksi dengan menggunakan *elitism selection*. Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan dalam menentukan nilai error yang optimal dengan menggunakan algoritma genetika sebagai batasan fungsi keanggotaan fuzzy tsukamoto. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 25 permintaan produksi dalam satuan minggu selama tahun 2015. Solusi optimal diperoleh pada ukuran populasi sebanyak 80, jumlah generasi sebesar 120, dan kombinasi crossover rate dan mutation rate sebesar 0.3 dan 0.7 dengan fitness sebesar 6.863533684.

Kata Kunci: Algoritma genetika, Peramalan, Sistem inferensi fuzzy Tsukamoto

Abstract

Production capacity planning should be based on the amount of demand needs. This objective can be achieved by using demand forecasting of the products. Tsukamoto Fuzzy Inference System can be implemented for forecasting. However, determining appropriate fuzzy membership function is not an easy task. This study proposes genetic algorithms to adjust boundaries of fuzzy membership function so more accurate results will be achieved. A computational experiment proves that the optimized Tsukamoto Fuzzy Inference System can produce more accurate predictions. In this case the application of genetic algorithm for determining the function limitation in the case of forecasting the demand for goods is done by using the technique of extended intermediate crossover, mutation and selection of the exchange point by using elitism selection. In this study, there are 4 stages in determining the optimal error value by using a genetic algorithm as a limitation of Tsukamoto fuzzy membership functions. The data used in this study were 25 requests a week of production in units for 2015. The optimal solution is obtained on the population size of 80, the amount of generation of 120, and the combination of crossover rate and mutation rate of 0.3 and 0.7 with a fitness of 6.863533684.

Keywords: genetic algorithms, forecasting, Tsukamoto fuzzy inference system

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur memiliki tingkatan persaingan yang sangat ketat. Setiap perusahaan dituntut meningkatkan kemampuan bersaingnya dengan tujuan produk yang dipasarkan dapat diterima pasar. Dalam menyikapi permasalahan tersebut setiap perusahaan harus mampu mengetahui permintaan barang produksi yang akan datang. Peramalan suatu permintaan barang merupakan hal yang diperhitungkan untuk dimasa selanjutnya atau

masa yang akan datang berdasarkan data-data permintaan yang dimiliki sebelumnya. Dengan adanya suatu peramalan dalam permintaan barang, maka suatu perusahaan dapat mencapai tujuan serta mengambil keputusan dalam memproduksi barang agar dapat memenuhi keinginan permintaan pasar.

Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008), peramalan permintaan diharapkan akan terealisasi untuk jangka waktu tertentu pada masa yang akan datang, peramalan permintaan tersebut akan menjadi masukan yang sangat penting dalam mengambil

keputusan perencanaan dan pengendalian suatu perusahaan. Namun dalam kegiatan peramalan memerlukan penerapan metode yang optimal dalam menghasilkan suatu peramalan permintaan. Hal tersebut bertujuan agar dapat mengetahui tingkat permintaan yang akan datang dan meminimumkan kesalahan pada perhitungan peramalan. Apabila nilai dalam peramalan yang kurang tepat, maka akan menyebabkan ketidaksesuaian kuantitas dan kualitas produk dengan permintaan pasar.

Pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui peramalan permintaan barang produksi semen. Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini mampu menghasilkan nilai akurasi yang tepat dalam meramalkan suatu permintaan barang. Sistem inferensi fuzzy Tsukamoto bisa diimplementasikan untuk peramalan. Salah satu permasalahan dalam penerapan metode fuzzy adalah sulitnya menentukan batasan fungsi keanggotaan yang tepat (Azizah dkk., 2015, Achnas dkk., 2015). Pada tulisan ini diusulkan penggunaan algoritma genetika untuk memperbaiki batasan fungsi keanggotaan fuzzy sehingga didapatkan hasil peramalan yang lebih akurat.

2. PENELITIAN TERKAIT

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mengenai permasalahan prediksi dan pengendalian persediaan. Misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh Indroprasto dan Suryani (2012) dengan permasalahan pengendalian persediaan produk dengan metode EOQ menggunakan Algoritma Genetika yang bertujuan agar dapat mengifisiensikan biaya persediaan.

Beberapa penelitian yang berkaitan tentang peramalan atau prediksi dengan menggunakan Algoritma Genetika telah dilakukan oleh Rahmi dan Mahmudy (2016) yang menerapkan Algoritma Genetika dalam membentuk regresi untuk memprediksi harga saham, Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Algoritma Genetika mampu memberikan hasil nilai prediksi yang mendekati nilai atau data aslinya

3. METODOLOGI

3.1. Data Uji

Dalam pengolahan data terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain:

1. Pada pengamatan langsung terdapat data jumlah permintaan barang semen di setiap minggunya.
2. Menghitung total jumlah permintaan barang yang dihasilkan pada perusahaan Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) dengan mengakumulasi jumlah permintaan dan jumlah persediaan pada setiap minggunya.

Data sampel yang didapatkan berupa data primer yaitu data permintaan barang semen yang dilakukan oleh Perusahaan Koperasi Semen Gresik (KWSG)

setiap minggunya. Data permintaan barang semen didapatkan sebanyak 25 minggu dimulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Juli 2015.

3.2. Siklus Penyelesaian Masalah Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto

Metode Fuzzy Tsukamoto merupakan metode yang sesuai dalam memprediksi jumlah permintaan selanjutnya. Dalam perhitungan Fuzzy Tsukamoto memiliki 4 kriteria, antara lain T3, T2, T1, dan T. T3 merupakan kriteria data permintaan barang 3 minggu sebelumnya, kemudian pada T2 merupakan kriteria data permintaan barang 2 minggu sebelumnya, lalu pada T1 merupakan kriteria data permintaan barang 1 minggu sebelumnya, dan pada T merupakan kriteria data permintaan barang minggu selanjutnya.

Fungsi keanggotaan permintaan barang 3 minggu sebelumnya (T3) adalah:

Rendah

$$\mu_{\text{rendah}}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 8000 \\ \frac{8500 - x}{500}, & 8000 \leq x \leq 8500 \\ 0, & x \geq 8500 \end{cases}$$

Sedang

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 8000 \\ \frac{x - 8000}{500}, & 8000 \leq x \leq 8500 \\ 1, & 8500 \leq x \leq 11000 \\ \frac{11500 - x}{500}, & 11000 \leq x \leq 11500 \\ 0, & x \geq 11500 \end{cases}$$

Tinggi

$$\mu_{\text{tinggi}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 11000 \\ \frac{x - 11000}{500}, & 11000 < x < 11500 \\ 1, & x \geq 11500 \end{cases}$$

Untuk kriteria lain bisa dibentuk serupa. Permasalahannya adalah bagaimana menentukan batasan fungsi keanggotaan yang tepat. Hal ini bisa ditentukan menggunakan algoritma genetika.

3.3. Siklus Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritma Genetika

Algoritma genetika mampu memberikan solusi dalam menyelesaikan masalah dengan mencari kemungkinan-kemungkinan dari calon solusi (populasi). Solusi yang dicari adalah satu atau lebih titik diantara solusi yang layak dalam ruang pencarian. Penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika memerlukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Membuat populasi awal secara random sebagai batasan-batasan dalam metode fuzzy tsukamoto. Pembentukan populasi awal sebanyak 4 kriteria, kemudian melakukan

pembentukan populasi awal secara berurutan sesuai dengan kriteria yang digunakan

2. Melakukan reproduksi dengan crossover extends intermediate dan mutasi exchange point pada pembentukan awal populasi.
3. Seleksi dengan metode elitism.
4. Menentukan nilai fitness agar mendapatkan solusi akhir yang optimal. Berikut merupakan persamaan perhitungan dalam mengetahui nilai fitness pada metode algoritma genetika

$$fitness = \frac{10000}{RMSE} \quad (2)$$

5. Iterasi dilakukan untuk generasi berikutnya.

3.4. Reprerentasi Kromosom dan Perhitungan Fitness

Reprerentasi kromosom merupakan proses pengkodean dari penyelesaian suatu permasalahan (Mahmudy, Marian & Luong, 2013). Reprerentasi kromosom pada penelitian ini menggunakan pengkodean real (*real code*). Pada pengkodean real memiliki hasil yang optimal dalam permasalahan optimasi, sebab pengkodean real dapat menjangkau beberapa titik solusi jika range solusi berada pada daerah kontinyu. Reprerentasi real code juga digunakan oleh Samaher dan Mahmudy (2015) dalam permasalahan memaksimalkan laba produksi.

Pembentukan kromosom inisial pada penelitian ini dengan membangkitkan nilai random yang didapatkan dari jumlah permintaan barang semen dari supplier pada setiap minggunya. Angka pada gen menunjukkan batasan fungsi keanggotaan.

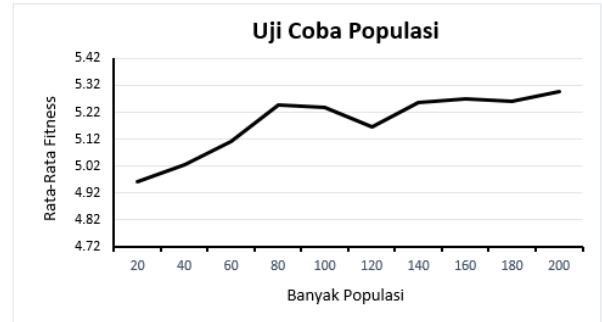
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Coba Ukuran Populasi

Uji coba yang pertama dilakukan adalah uji coba ukuran populasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Dalam pengujian ini jumlah generasi yang digunakan adalah 5 dengan *crossover rate* sebesar 0,6 dan *mutation rate* sebesar 0,4.

Jumlah data yang digunakan adalah 25 data permintaan barang perminggunya pada bulan Januari sampai dengan bulan Juni. Pada setiap ukuran populasi dilakukan sebanyak 10 kali percobaan sehingga memperoleh nilai rata-rata *fitness*.

Ukuran populasi diuji pada kelipatan 20, mulai dari 20 sampai dengan 200, sehingga terdapat 10 ukuran *popSize* yang berbeda. Hasil grafik uji coba ukuran populasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil Uji Coba Ukuran Populasi

Hasil uji coba ukuran populasi pada Gambar 1, dapat terlihat perbedaan hasil pengujian ukuran populasi terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa ukuran populasi 80 merupakan hasil ukuran populasi yang dianggap optimal dengan rata-rata nilai fitness 5.248283825, sebab setelah jumlah populasi 80 sulit untuk mendapatkan nilai fitness yang lebih baik.

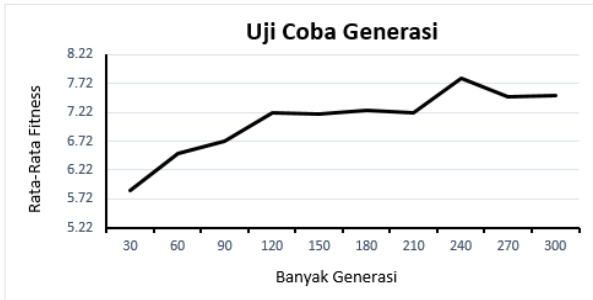
Besar nilai *fitness* dalam penelitian ini sangat dipengaruhi oleh besarnya ukuran populasi. Semakin besar ukuran populasi maka semakin besar juga nilai *fitness* yang dihasilkan. Akan tetapi jika ukuran populasi terlalu besar, kemungkinan akan sulit dalam memperoleh hasil nilai yang optimal dan terlalu besar ukuran populasi yang digunakan maka waktu dalam memproses perhitungan akan semakin lama. Kondisi seperti ini disebut juga dengan kondisi konvergensi, artinya hampir semua kromosom bernilai sama sehingga akan menghasilkan *offspring* yang hampir sama dengan induknya yang dapat menyebabkan eksploitasi dalam memberikan solusi kurang baik (Mahmudy, 2015).

4.2. Hasil dan Uji Coba Banyaknya Generasi

Uji coba yang kedua adalah uji coba jumlah generasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Setelah melakukan pengujian terhadap ukuran populasi maka hasil yang didapatkan akan digunakan dalam pengujian jumlah generasi.

Pada setiap generasi akan dilakukan pengujian nilai *fitness* sebanyak 10 kali dan didapatkan jumlah rata-rata nilai *fitness*nya. Kemudian nilai rata-rata *fitness* tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui jumlah generasi yang optimal dengan ukuran populasi optimal sebesar 80, nilai *crossover rate* 0.6, nilai *mutation rate* 0.4, jumlah generasi sebanyak 5 dan jumlah data yang digunakan sebesar 25.

Hasil grafik uji coba banyaknya generasi dapat dilihat pada Gambar 2.

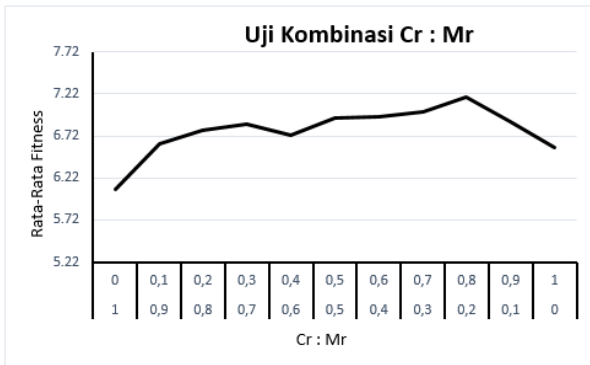


Gambar 2 Hasil Uji Coba Generasi

Hasil banyaknya generasi yang optimal didapatkan pada jumlah generasi 120 dengan nilai rata-rata fitness 7.213717573. Jumlah generasi 120 merupakan solusi yang optimal dalam uji coba jumlah generasi, sebab jumlah generasi setelah 120 sangat sulit untuk menentukan nilai fitness yang lebih besar lagi. Hal tersebut terjadi karena adanya kondisi konvergensi setelah jumlah generasi 120.

4.3. Hasil dan Uji Coba Kombinasi Cr dan Mr

Pengujian selanjutnya adalah pengujian untuk mendapatkan nilai optimal dari kombinasi Cr dan Mr. Dalam uji coba kombinasi Cr dan Mr jumlah populasi yang digunakan sebesar 80, jumlah generasi sebanyak 120 dan jumlah data yang digunakan sebesar 25 data. Hasil grafik kombinasi cr dan mr ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil Uji Coba Cr dan Mr

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai fitness dengan rata-rata terbaik ada pada kombinasi Crossover sebesar 0.3 dan mutation sebesar 0.7 dengan nilai rata-rata fitness sebesar 6.863533684. Pada nilai kombinasi crossover dengan jumlah 0 dan mutation sebesar 1 merupakan nilai rata-rata fitness yang terkecil dengan nilai rata-rata fitness sebesar 6.5761184. Dengan nilai crossover rate yang tinggi dan mutation rate dengan nilai yang rendah, maka algoritma genetika akan mengalami penurunan kemampuan dalam menjaga diversitas populasi sehingga mengalami konvergensi dini hanya dalam beberapa generasi serta kehilangan kesempatan untuk mengeksplorasi area lain dalam ruang pencairan. Akan tetapi bila nilai crossover rate yang terlalu rendah dan nilai mutation rate yang lebih tinggi maka algoritma genetika akan sangat

bergantung pada proses mutasi (Mahmudy, Marian & Luong, 2013). Kesimpulan yang didapat dalam uji coba kombinasi crossover rate dan mutation rate adalah nilai rata-rata fitness yang tertinggi ada pada nilai 0.3 : 0.7.

4.4. Hasil dan Uji Coba Parameter Terbaik

Setelah melakukan pengujian ukuran populasi, jumlah generasi, kombinasi Cr dan Mr dan jumlah data yang digunakan, maka pengujian selanjutnya adalah uji coba menggunakan parameter terbaik. Dalam uji coba menggunakan parameter terbaik menggunakan kombinasi Cr dan Mr yang sebesar 0.3 : 0.7, jumlah populasi yang digunakan sebesar 80, jumlah generasi sebanyak 120, dan jumlah data yang digunakan sebesar 25. Hasil dari pengujian dengan menggunakan nilai parameter terbaik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Parameter Terbaik

Percobaan ke-	Nilai fitness
1	7.191586222
2	6.960106285
3	7.107569854
4	7.5834942
5	7.109786478
6	7.460262386
7	6.897202871
8	6.98818738
9	7.245711885
10	7.13895194
Rata-Rata Fitness	7.168286

Tabel 1 menunjukkan hasil rata – rata nilai fitness tertinggi yang didapatkan sebesar 7.168286. Pada Tabel 2 dan Tabel 3 menjelaskan hasil perbandingan nilai error (RMSE) yang didapatkan pada metode perhitungan fuzzy tsukamoto dan metode perhitungan algoritma genetika.

Berikut pada Tabel 2 merupakan hasil perhitungan metode fuzzy tsukamoto pada studi kasus peramalan permintaan barang.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Fuzzy Tsukamoto

Minggu	Permintaan	Tsukamoto & Algoritma Genetika	Error (Data Permintaan- Hasil Prediksi)	Error (Data Permintaan- Hasil Prediksi)*2
1	13543	N/A	N/A	N/A
2	11957	N/A	N/A	N/A
3	15016	N/A	N/A	N/A
4	9990	11500	-1510	2280100
5	8785	11500	-2715	7371225
6	8389	8500	-111	12321
7	11776	8327,3	3448,7	11893531,69
8	12297	8883,5	3413,5	11651982,25
9	11067	11327,3	-260,3	67756,09
10	11239	11384	-145	21025
Total				33297941,03
Total/7				4756848.719
RMSE				2181.02011

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai error yang didapatkan dengan perhitungan fuzzy tsukamoto adalah sebesar 5770,44.

Pada Tabel 3 merupakan hasil perhitungan menggunakan algoritma genetika pada studi kasus peramalan permintaan barang

Tabel 3 Hasil Perhitungan Algoritma Genetika

Minggu	Permintaan	Tsukamoto & Algoritma Genetika	Error (Data Permintaan- Hasil Prediksi)	Error (Data Permintaan- Hasil Prediksi) ²
1	13543	-	-	-
2	11957	-	-	-
3	15016	-	-	-
4	9990	10957.45	-967.45	935959.5025
5	8785	7098.9	1686.1	2842933.21
6	8389	7098.9	1290.1	1664358.01
7	11776	10437.16667	1338.833333	1792474.694
8	12297	11104.82	1192.18	1421293.152
9	11067	12243.63333	-1176.633333	1384466.001
10	11239	10957.45	281.55	79270.4025
Total				10120754.97
Total/7				1445822.139
RMSE				1202.42

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai error yang didapatkan dengan perhitungan algoritma genetika adalah sebesar sebesar 1202.42.

5. SIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, metode Algoritma Genetika dan Fuzzy Tsukamoto dapat memberikan nilai error yang lebih rendah dalam studi kasus peramalan permintaan barang. Pada Implementasi dalam peramalan permintaan barang Semen menggunakan Algoritma Genetika dan Fuzzy Tsukamoto, solusi pada ukuran populasi terbaik adalah 80 popsize, solusi pada jumlah generasi terbaik adalah 120, untuk solusi kombinasi nilai *crossover* rate (cr) dan *mutation* rate (mr) didapatkan 0.3 : 0.7.

Dalam penelitian ini, metode Algoritma Genetika mampu menghasilkan nilai yang optimal dalam hal memprediksi atau meramalkan suatu permintaan barang semen. Cara penyelesaian dalam Algoritma Genetika pada penelitian ini menggunakan beberapa metode seperti *Extended Intermediate Crossover*, *Reciprocal Exchange Mutation* dan *Elitism Selection*. Hasil dari penelitian ini pada peramalan menggunakan Algoritma Genetika dan Fuzzy Tsukamoto mendapatkan nilai error yang lebih rendah.

Dengan menggunakan metode Algoritma Genetika di dalam perhitungan Fuzzy Tsukamoto pada studi kasus peramalan permintaan barang mampu menghasilkan nilai yang optimal dibandingkan dengan melakukan perhitungan dengan metode Fuzzy Tsukamoto, sebab batasan-batasan yang digunakan dalam menentukan nilai Tinggi, Sedang, Rendah pada Fuzzy Tsukamoto dilakukan secara acak yang didapatkan dari nilai data permintaan minggu sebelumnya yang kemudian nilai yang didapatkan akan di urutkan berdasarkan

dari nilai terkecil hingga terbesar pada setiap kriteria yang digunakan.

6. SARAN

Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode selain Fuzzy Tsukamoto untuk dapat digabungkan dengan metode Algoritma Genetika dalam studi kasus peramalan atau prediksi permintaan barang.

Dalam penelitian selanjutnya juga diharapkan mampu mendapatkan jumlah data yang lebih banyak lagi dengan tujuan mendapatkan variasi pengujian yang dilakukan agar mendapatkan nilai hasil yang lebih optimal, sebab pada penelitian ini masih terbatas dalam mendapatkan data permintaan barang.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, EN, Cholissodin, I & Mahmudy, WF. 2015, 'Optimasi fungsi keanggotaan fuzzy tsukamoto menggunakan algoritma genetika untuk penentuan harga jual rumah', *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 79-82.
- Achnas, AH, Cholissodin, I & Mahmudy, WF 2015, 'Optimasi fuzzy inference system sugeno dengan algoritma hill climbing untuk penentuan harga jual rumah', *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 31-36.
- Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS. 2013, 'Modeling and optimization of part type selection and loading problems in flexible manufacturing system using real coded genetic algorithms', *International Journal of Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 251-260.
- Indroprasto & Suryani, E. 2012. 'Analisis Pengendalian Persediaan dengan Metode EOQ Menggunakan Algoritma genetika untuk Mengefisiensikan Biaya Persediaan'. *Jurnal Teknik*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Nasution, Hakim, A, & Prasetyawan, Y. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rahmi, A & Mahmudy, WF 2016, 'Pembentukan model regresi harga saham menggunakan algoritma genetika', *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA)*, Yogyakarta, 18-19 Maret.
- Samaher & Mahmudy, WF 2015, 'Penerapan algoritma genetika untuk memaksimalkan laba produksi jilbab', *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 6-11.

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI DOKUMENTASI KEGIATAN SCIENCE TECHNO PARK BERBASIS WEB PADA PUSAT INOVASI LIPI

Karno¹, Tri Budi Setyaningsih², Andis Priswanto³

¹Pusat Inovasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

²Pusat Inovasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

³Pusat Inovasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Email: ¹karno@lipi.go.id, ²tribudi.setyaningsih@yahoo.com, ³andis.priswanto@gmail.com

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Pusat Inovasi adalah satuan kerja di Lembaga Ilmu Pengetahuan yang mempunyai tugas untuk mengelola kegiatan Science Techno Park. Pengelolaan Science Techno Park di Pusat Inovasi pada umumnya memberikan penekanan pada pemberian layanan alih teknologi dari lembaga litbang maupun universitas kepada industri maupun perusahaan start up. Karena pentingnya proses layanan Science Techno Park tersebut diperlukannya sebuah sistem informasi dokumentasi dari kegiatan tersebut. Karena selama ini proses dokumentasi mengalami beberapa kesulitan yaitu sulitnya mendapatkan laporan, foto dan informasi lain dari kegiatan karena peneliti yang tersebar di masing-masing satuan kerja maupun lembaga litbang. Dengan adanya hambatan tersebut maka pengelola Science Techno Park mengalami kendala untuk mendapatkan informasi yang berupa laporan, foto maupun detail kegiatan dari peneliti. Oleh karena itu dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem informasi dokumentasi kegiatan Science Techno Park berbasis web agar mempermudah pengelola untuk mendapatkan laporan maupun informasi lain dari kegiatan. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem adalah metode waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, desain, koding, pengujian dan pemeliharaan. Sedangkan pada proses pengujian menggunakan metode blackbox dan perbandingan efisiensi waktu antara sistem manual dengan sistem berbasis web. Pada pengujian didapatkan hasil bahwa dengan metode blackbox sistem dapat berjalan sesuai modul yang direncanakan pada use case yaitu dengan melakukan inputan data ke masing-masing modul. Sedangkan pada pengujian efisiensi waktu diperoleh hasil bahwa sistem berbasis web lebih efisien karena memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan sistem manual.

Kata Kunci: science techno park, dokumentasi, sistem informasi

Abstract

Center for innovation is the unit at the Indoensian Institute of Sciences which has the task to manage Science Techno Park. Management Science Techno Park in Center fo Innovation focused to provide the service of techbology transfer from research institutions and universisty to industry or start up company. Management process of science techno park is very important, so it needs the information system for documentation. Because during the documentation process encountered some difficulties, The problems in the documentation process of STP is difficult to obtain documents, photos, and the progress of the researcher because researchers scattered in their respective work units or R & D institutions . Given these constraints, the manager of Science Techno Park have problems to get information in the form of reports, photos and details of activities of researchers. Therefore, the purpose of this research is to design and build their information system documentation of Science Techno Park to facilitate the management to obtain reports and other information of activities. The method used in the development of the system is the waterfall method which includes requirements analysis, design, coding, testing and maintenance. While in the testing process using blackbox and time efficiency comparison between a manual system with a web-based system. On blackbox testing showed that the system will be implemented as planned modules in use case. And on the test result that the time efficiency of web-based system is more efficient because it has a faster time than the manual system.

Keywords: science techno park, documentation, information system

1. PENDAHULUAN

Pusat Pusat Inovasi salah satu satuan kerja di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang mempunyai tugas dan fungsi yaitu melakukan kegiatan kerjasama yang dilakukan oleh berbagai pusat penelitian dan UPT LIPI dengan pihak di luar terutama dengan industri, dalam upaya pemanfaatan

hasil penelitian dan melakukan kajian kemungkinan perlindungan kekayaan intelektual hasil litbang LIPI serta melaksanakan proses untuk mendapatkan perlindungan tersebut. Sesuai dengan tugas dan fungsi tersebut pada tahun 2015 dan 2016 Pusat Inovasi LIPI ditunjuk untuk mengelola program *Science Techno Park* yang merupakan salah satu program nawa cita. *Science Techno Park* adalah

kawasan yang diperuntukan bagi penelitian dan pengembangan sains dan teknologi berdasarkan pada kepentingan bisnis. Pembangunan *Techno Park* diarahkan berfungsi sebagai sebagai pusat penerapan teknologi diberbagai bidang yang telah dikaji oleh lembaga penelitian, swasta dan universitas untuk diterapkan dalam skala ekonomi.

Mengingat begitu pentingnya program *Science Techno Park* dilingkungan LIPI maupun nasional maka diperlukan mekanisme dan tata kelola dokumentasi kegiatan agar kegiatan berjalan dengan baik. Tata kelola dokumentasi ini diperlukan agar monitoring pencapaian kegiaiatan dapat dilakukan secara tepat sehingga setiap kegiatan pada program *Science Techno Park* berjalan sesuai target.

Permasalahan yang dihadapi pada kegiatan dokumentasi dan monitoring pada kegiatan *Science Techno Park* adalah peneliti yang tersebar dimasing-masing unit kerja yang letak antar unit kerja berjauhan sehingga menyebabkan waktu dan biaya untuk melakukan koordinasi dokumentasi lebih lama dan mahal. Selain itu permasalahan lain yang muncul adalah sulitnya mengontrol dokumentasi kegiatan penelitian semua peneliti.

Dari permasalahan-permasalahan tersebut Pusat Inovasi LIPI sebagai pengelola program perlu membuat dan mengimplementasikan sebuah sistem informasi dokumentasi kegiatan *Science Techno Park* untuk mendukung dalam melakukan dokumentasi dan monitoring kegiatan penelitian. Dengan dibangun dan diimplementasikan sistem ini nantinya dapat meningkatkan efisiensi pada proses dokumentasi dan monitoring kegiatan penelitian pada program *Science Techno Park*.

2. METODE

Metode pengambilan data terkait dengan kebutuhan-kebutuhan dan permasalahan sistem dilakukan dengan metode observasi, wawancara dan studi pustaka. Pada metode observasi yaitu dengan pengamatan langsung mengenai proses kegiatan dokumentasi. Untuk metode wawancara yaitu dengan melakukan diskusi dengan pihak-pihak yang berkaitan langsung. Sedangkan untuk studi pustaka yaitu dengan mempelajari teori-teori pengembangan sistem melalui buku, jurnal, dan prosiding. Dari pengambilan data dan analisa permasalahan dibuat analisa kebutuhan sistem yang akan dibangun.

Sedangkan untuk pengembangan sistem menggunakan metode *waterfall* yang meliputi analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian dan pemeliharaan (Pressman, 2009). Untuk pengujian melalui 2 cara yaitu pengujian *software* melalui metode *blackbox* dan pengujian waktu untuk pemrosesan data dan penyampaian informasi. Pada metode pengujian *blackbox* yaitu dengan melakukan uji coba ke semua menu atau fungsi *software* dengan

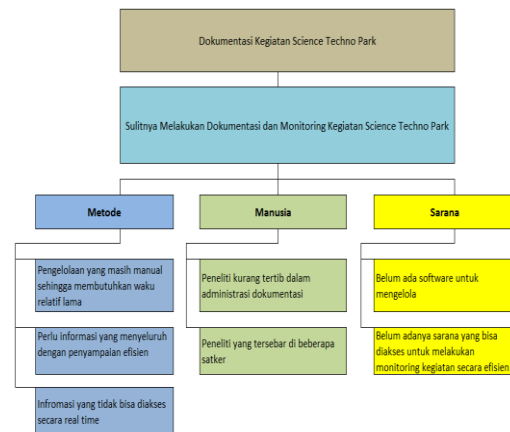
melakukan inputan kedalam sistem (Kadir, 2009). Dan untuk metode pengujian waktu yaitu dengan mencatat dan membandingkan waktu pemrosesan data dan penyampaian informasi pada sistem manual dan sistem yang dikembangkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian bab ini dibahas mengenai tahapan-tahapan pembangunan sistem menggunakan metode *waterfall* yaitu analisa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem.

3.1. Analisa Permasalahan

Dengan melakukan observasi dan wawancara diperoleh informasi mengenai permasalahan-permasalahan yang terjadi pada proses dokumentasi kegiatan *Science Techno Park*. Adapun analisa pohon permasalahan ditunjukkan gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Pohon Permasalahan

Analisa permasalahan ini diperlukan untuk menyusun *requirement* dari sistem. Pada saat melakukan analisa dalam pengumpulan dengan wawancara kepada pegawai yang bersangkutan dan menganalisa kebutuhan dokumen yang diperlukan untuk dokumentasi. Analisa permasalahan ini bertujuan agar sistem yang dibangun sesuai dengan sistem yang dibutuhkan oleh pengelola *Science Techno Park* dalam melakukan dokumentasi dan monitoring kegiatan.

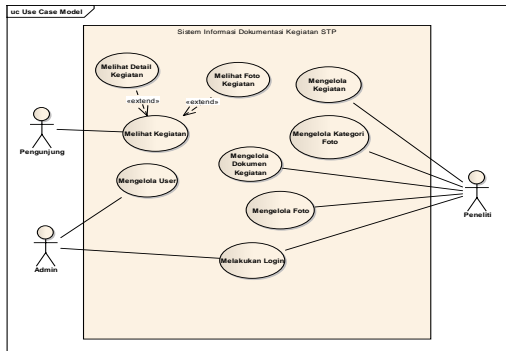
3.2. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini perlu dilakukan agar sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan user. Perancangan sistem dianalisa dari *requirement* sistem kemudian digambarkan dalam diagram. Pada tahap perancangan sistem ini menggambarkan alur dari sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem ini dimodelkan menggunakan bahasa pemodelan sistem yaitu UML (*Unified Modelling Language*) yang terdiri dari *usecase diagrams*, *sequence diagrams*, *activity diagrams* dan relasi tabel. UML adalah bahasa standar untuk memvisualisasikan, spesifikasi, membangun, dan mendokumentasikan

sistem perangkat lunak secara detail (Dennis et al, 2010).

3.3.1 Use Case Diagram

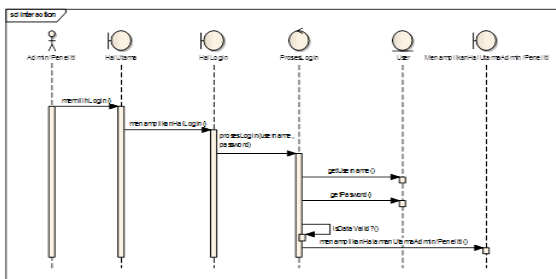
Use case diagram adalah diagram yang menggambarkan fungsional sistem (Gomaa, 2011). Pada use case diagram yang ditunjukkan gambar 2 menggambarkan fungsional dari sistem yang akan dibangun. Dimana terdapat 3 aktor yaitu pengunjung, admin dan peneliti. Dimana hak akses ketiga aktor tersebut berbeda-beda sesuai dengan use case pada sistem atau boundary.



Gambar 2. Use Case Diagrams

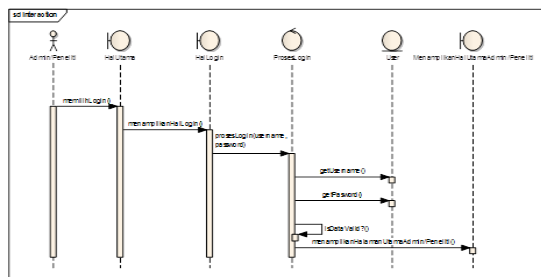
3.3.2 Sequence Diagrams

Pada halaman login yang ditunjukkan pada gambar 3 merupakan proses mengakses modul sistem sesuai dengan level actor yang terdeteksi oleh halaman login yaitu dengan memasukkan username dan password. Pada sequence diagram melakukan login terdapat actor, boundary, entity, process, dan method.



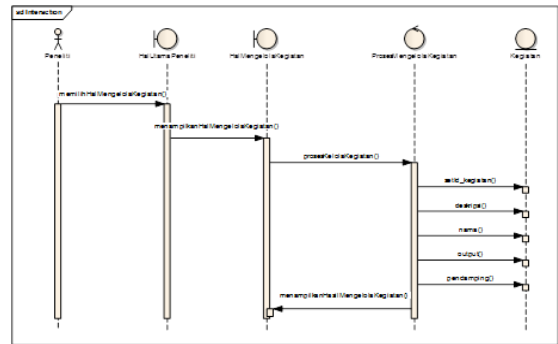
Gambar 3. Sequence Diagrams Melakukan Login

Selanjutnya adalah sequence diagram mengelola dokumen yang ditunjukkan pada gambar 4 terdapat dua boundary, satu process dan dua entity yang masing-masing hubungan antara boundary, process dan entity ditunjukkan dengan message dan method.



Gambar 4. Sequence Diagrams Mengelola Dokumen

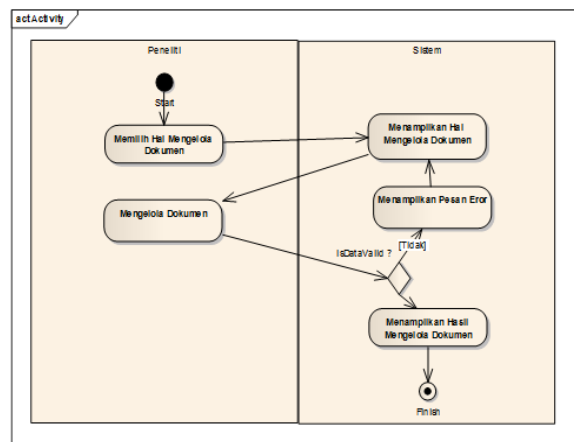
Pada gambar 5 adalah sequence diagram mengelola kegiatan. Pada sequence diagram mengelola kegiatan ditunjukkan dengan aliran process dan method dengan actor adalah peneliti. Berikut ini adalah tampilan sequence diagrams mengelola kegiatan.



Gambar 4. Sequence Diagrams Mengelola Kegiatan

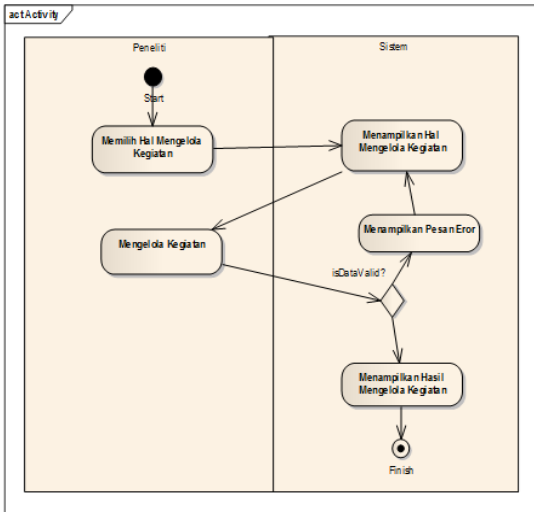
3.3.3. Activity Diagrams

Activity diagrams menggambarkan hubungan aktivitas antara sistem dengan aktor (Gomaa, 2011). Pada activity diagram mengelola dokumen yang ditunjukkan gambar 5 dimulai start kemudian aktor peneliti memilih mengelola dokumen, sistem menampilkan mengelola dokumen, aktor kemudian melakukan pengelolaan dokumen, ketika data tidak valid sistem menampilkan pesan gagal dan ketika data valid sistem menampilkan hasil dari pengelolaan dokumen.



Gambar 5. Activity Diagrams Mengelola Dokumen

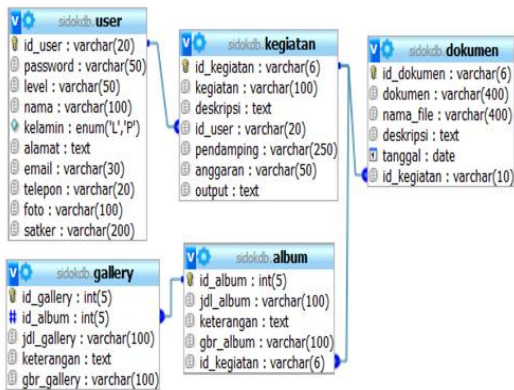
Pada gambar 6 dibawah ini adalah activity diagram mengelola kegiatan. Adapun urutannya adalah actor memilih hal mengelola kegiatan, sistem menampilkan halaman, kemudian actor mengelola kegiatan dan ketika data tidak muncul pesan gagal sedang ketika data valid menampilkan hasil kelola kegiatan.



Gambar 6. Activity Diagrams Mengelola Dokumen

3.4. Relasi Tabel

Pada relasi table yang ditunjukkan gambar 7 terdapat lima tabel antara lain user, kegiatan, dokumen, gallery, dan album. Pada relasi tabel ini tabel user dan kegiatan dihubungkan oleh id_user, tabel kegiatan dan dokumen dihubungkan oleh id_kegiatan, tabel gallery dan album dihubungkan oleh id_album, dan tabel album kegiatan dihubungkan oleh id_kegiatan. Adapun relasi tabel sistem informasi dokumentasi kegiatan STP adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Relasi Tabel

3.5. Implementasi Sistem

Setelah tahapan perancangan selesai proses selanjutnya adalah proses implementasi. Pada proses implementasi sistem ini, menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk membuat fungsi-fungsi didalamnya. Tampilan pada halaman sistem menggunakan HTML dan Bootstrap, sedangkan untuk database menggunakan MySQL. Penggunaan bootstrap berfungsi untuk mengkonversi tampilan agar responsive sehingga ketika dibuka menggunakan perangkat smartphone sistem menyesuaikan tampilan smartphone (Alatas, 2015). Berikut ini tampilan implementasi sistem informasi:

3.4.1. Penggunaan HTML dan Bootstrap

Pada gambar 8 menunjukkan pemanggilan kode bootstrap pada baris ke 17 pada kode, berfungsi untuk menggunakan fungsi-fungsi pada bootstrap seperti responsive web, tanggal, dan form. Sedangkan tag-tag html ditunjukkan dari baris 13 sampai 43 pada baris program.

```

13 <head>
14 <meta charset="utf-8">
15 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
16 <title>Sistem Informasi Dokumentasi Kegiatan STP</title>
17 <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
18 <link href="css/daterangepicker3.css" rel="stylesheet">
19 <link href="css/styles.css" rel="stylesheet">
20 <script src="js/jquery-1.11.1.min.js"></script>
21 <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
22 <script src="js/chart.min.js"></script>
23 <script src="js/chart-data.js"></script>
24 <script src="js/easypiechart.js"></script>
25 <script src="js/easypiechart-data.js"></script>
26 <script src="js/bootstrap-datepicker.js"></script>
27 </head>
28 <body>
29 <nav class="navbar navbar-inverse navbar-fixed-top" role="navigation">
30 <div class="container-fluid">
31 <div class="navbar-header">
32 <button type="button" class="navbar-toggle collapsed" data-toggle="collapse" data-target="#
33 <span class="icon-bar"></span>
34 <span class="icon-bar"></span>
35 <span class="icon-bar"></span>
36 </button>
37 <a class="navbar-brand" href="#"><span>SIDOK</span></a>
38 <ul class="user-menu">
39 <li class="dropdown pull-right">
40 <a href="#">page:profil</a>
41 <a href="#">logout.php</a>
42 </li>

```

Gambar 8. Tampilan Halaman Login

3.4.2. Tampilan Halaman Mengelola User

Pada halaman mengelola user seperti ditunjukkan gambar 9 berfungsi untuk melakukan pengelolaan user sesuai dengan hak akses. Ada 2 tipe user yang dibuat yaitu admin dan peneliti, dimana admin mempunyai hak akses untuk mengelola user sedangkan peneliti mempunyai hak akses mengelola dokumen, kegiatan, foto, kategori foto dan mengedit profil.

No	Nama	Satker	Status	Aksi
1	Aditya Wikasone, S.Ds	Pusat Inovasi	Peneliti	✎
2	A. Hery Prianto, M.Si.	P2 Biomaterial	Peneliti	✎
3	Administrator	Pusat Inovasi	Admin	✎
4	Asep Saepudin, ST MT	P2 Teknik	Peneliti	✎
5	Ananto Nugroho, S.T., M.Eng	P2 Biomaterial	Peneliti	✎
6	Andrian Wikayanto, S.Sn.	UPT Balai Informasi Teknologi Bandung	Peneliti	✎
7	Asep Nurhikmah, STP, M.P	UPT EPPTK Yogyakarta	Peneliti	✎
8	Dani Soekhravata, M.T.	UPT Balai Pengembangan Instrumentasi	Peneliti	✎
9	Dodo, S.P.	PKT Kabun Raya	Peneliti	✎
10	Dr. Achmad Dinto, M.Sc.	P2 Biologi	Peneliti	✎

Gambar 9. Tampilan Halaman Mengelola User

3.4.3. Tampilan Halaman Mengelola Kegiatan

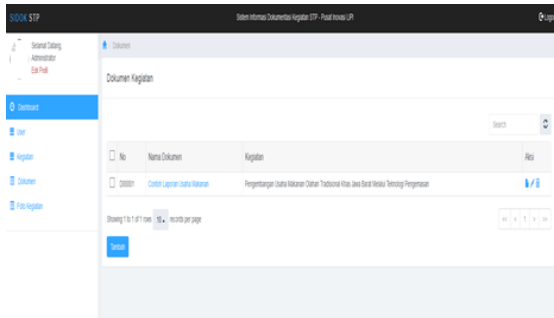
Halaman mengelola kegiatan yang ditunjukkan pada gambar 10 berfungsi untuk mengelola kegiatan Science Techno Park. Pada halaman ini terdapat informasi detail mengenai kegiatan meliputi judul kegiatan, deskripsi, peneliti, tim pembantu, anggaran, dan output dari kegiatan.

No	Kode	Nama Kegiatan STP	Peneliti	Aksi
1	K00011	Akreditasi Diseminasi Produk Inten Penerapan Cerdas Secara On Line @ Kawasan CIG 001 LPI	H. Dinar Syarif	✎
2	K00012	Akreditasi Diseminasi Teknologi Pengolahan Air Bersih Dan Air Murni Hemat Energi dan Pemakaian @ Ka	Dr. Ignatus Dwi Anindya Suljito	✎
3	K00013	Akreditasi, Praktek, dan Penemuan Baru Secara Kritis Melalui Kegiatan Online Menanam Kebutuhan Kegiatan Di	Mahmud Hidayat, M.T	✎
4	K00014	Ada Teknologi Chemikals Hasil Penelitian (Pusat Riset)...	Mahmud Hidayat, M.T	✎
5	K00015	Facilities Inhibitor dan Pengolahan Monitoring Pada Proses Perak (2015)	Dr. H. Mahyud Hidayat, M.Eng	✎
6	K00016	Facilities Pemeliharaan Mekanik LPI @ Kawasan CIG 001 LPI (2015)	Nurhikmah, S.T	✎
7	K00017	Kajian Kelayakan Investasi Dalam Mendukung Pengembangan STP dan Industri Berbasis Hasil (2015)	Dr. Mahmud Hidayat, M.T	✎
8	K00018	Kajian Praktek Pengembangan Terpadu (2015)	Dr. Mahmud Hidayat, M.T	✎
9	K00019	Kajian Tata Rona STP LPI (2015)	Tanmayi Prasad, S.T., M.Sc	✎
10	K00020	Kajian Menemukan Teknik Produksi Protein Fermentasi (2015)	Dr. Dwi Anindya Suljito	✎

Gambar 10. Tampilan Halaman Mengelola Kegiatan

3.4.4. Tampilan Halaman Mengelola Dokumen

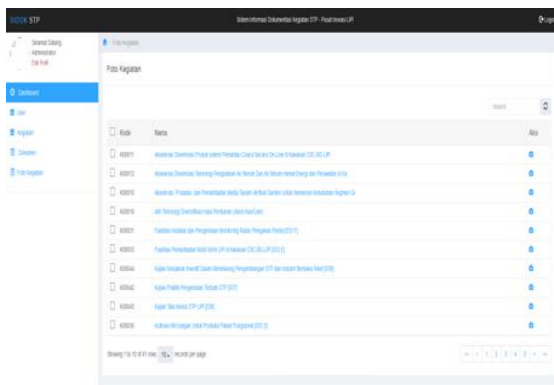
Tampilan mengelola dokumen yang ditunjukkan pada gambar 11 berfungsi untuk menampilkan dokumen-dokumen yang telah diupload peneliti ke dalam sistem. Adapun tampilan halaman mengelola dokumen adalah sebagai berikut:



Gambar 11. Tampilan Halaman Mengelola Dokumen

3.4.5. Tampilan Halaman Foto Kegiatan

Pada halaman ini yang ditunjukkan pada gambar 12 berfungsi untuk mengelola foto-foto kegiatan. Peneliti mengupload foto-foto kegiatan kedalam sistem. Pada halaman ini juga terdapat fasilitas pencarian foto kegiatan. Adapun tampilan halaman foto kegiatan adalah sebagai berikut :



Gambar 12. Tampilan Halaman Foto Kegiatan

3.5. Pengujian Sistem

Setelah dilakukan implementasi pengkodean menggunakan bahasa PHP dan database MySQL tahap selanjutnya adalah proses pengujian sistem. Pada pengujian sistem menggunakan 2 cara pengujian yaitu menggunakan metode *blackbox* dan metode perbandingan waktu komputasi. Pada pengujian menggunakan metode *blackbox* yaitu dengan menguji setiap modul. Metode ini digunakan untuk mengetahui apakah perangkat lunak berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan input kedalam sistem. Adapun hal-hal yang akan diujikan ditunjukkan pada tabel 1 adalah sebagai berikut :

Modul	Aksi	Kesimpulan
Login	Melakukan login	Berhasil
Kegiatan	Tambah, edit, hapus, dan cetak	Berhasil
Foto Kegiatan	Tambah, edit, hapus, dan cetak	Berhasil
Kategori Foto	Tambah, edit, hapus, dan cetak	Berhasil
User	Memilih berdasarkan tanggal	Berhasil
Detail Kegiatan	Tambah, edit, hapus, dan cetak	Berhasil
Profil	Tambah, edit, hapus, dan cetak	Berhasil
Logout	Tambah, edit, hapus, dan cetak	Berhasil

Pada pengujian yang kedua yaitu pengujian dengan membandingkan waktu antara sistem manual dan sistem yang dibangun dalam penyampaian informasi. Nilai-nilai yang dihasilkan dengan pengamatan langsung terhadap sistem yang lama dengan sistem yang baru sehingga diperoleh perkiraan atau rata-rata nilai. Adapun nilai-nilai yang dihasilkan dari pengujian waktu komputasi ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Penyampaian Informasi

Modul	Detail	Penyampaian Informasi (Detik)	
		Manual	Sistem
Pencarian Kegiatan	Detail	230	27
Pencairan Kegiatan	Foto	340	41
Pencarian Kegiatan	Dokumen	423	32

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian menggunakan metode *blackbox* terbukti bahwa semua modul pada sistem yang dibangun berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan pada *use case diagram*. Sedangkan untuk pengujian dengan pencatatan waktu penyampaian informasi. Sistem ini memiliki waktu yang lebih baik dibandingkan dengan sistem manual sehingga penggunaan sistem informasi terbukti lebih efisien dibandingkan sistem manual.

5. SARAN

Untuk mempermudah dalam akses, sistem informasi dapat dikembangkan dalam modul berbasis android dengan menggunakan database yang sudah ada di sistem berbasis web. Selain itu agar sistem dapat berjalan perlu dilakukan sosialisasi kepada para pihak yang menggunakan sistem informasi serta komitmen dari seluruh

peneliti untuk aktif dalam penggunaan sistem agar dokumentasi kegiatan berjalan dengan baik.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pegawai Pusat Inovasi LIPI atas kesediaan waktu dalam diskusi mengenai kebutuhan sistem yang dibangun sehingga sistem ini dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan.

7. REFERENSI

- Alatas, Husein. 2015. *Proyek Membangun Responsive Web Design dengan Bootstrap 3 dan 4*. Yogyakarta: Lokomedia
- Brookshear, J.Glenn. 2003. *Computer Science : an Overview*. Jakarta : Erlangga
- Dennis, Alan, Barbara Heley Wixcom and Roberta M. Roth. 2010. *Systems Analysis and Design with UML 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons
- Dharma, Akhmad. 2013. *Trik Mudah Menguasai OOP dengan PHP*. Yogyakarta: Lokomedia
- Gomaa, Hassan. 2011. *Software Modeling and Design: UML, Use Cases, Patterns, and Software Architectures*, New York : Cambridge University Press.
- Kadir, Abdul. 2009. *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi.
- Kristanto, Andi. 2008. *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*. Yogyakarta : Gava Media
- Kurniawan, Wahyu. 2015. *Membuat Sistem Monitoring Pelanggaran Siswa Berbasis Web dan Android*. Yogyakarta: Lokomedia.
- Kusrini. 2006. *Strategi Perancangan dan Pengelolaan Basis Data*, Yogyakarta: Andi.
- Simamora, Manaek. 2015. *Laporan Kegiatan Semester I Pengembangan Science and Technology Park CSC-BG LIPI*. Bogor : Pusat Inovasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- Pressman, Roger S. 2009. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill Science
- Sutarman. 2009. *Pengantar Teknologi Informasi*. Yogyakarta : PT. Bentang Pustaka

EDMODO UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PERENCANAAN PROYEK DAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN DI LINGKUNGAN PEMBELAJARAN YANG BERSIFAT ASINKRON

Admaja Dwi Herlambang¹, Wahyu Nur Hidayat²

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

²Politeknik Negeri Malang

Email: herlambang@ub.ac.id.

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Pengintegrasian produk Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di dalam pembelajaran asinkron merupakan langkah yang tepat untuk meningkatkan keahlian komunikasi yang efektif, memecahkan masalah, dan berpikir kritis, kreatif, adaptif, dan reflektif. E-learning adalah sebuah bentuk pembelajaran yang mengintegrasikan produk TIK. E-learning dilengkapi dengan fitur tata kelola seperti fasilitas komunikasi, pemantauan, dan evaluasi. Edmodo adalah alternatif media pembelajaran di lingkungan e-learning yang mampu memberikan tata kelola pembelajaran yang baik, mudah dioperasikan, dan memfasilitasi kelas digital yang besar. Sebuah eksperimen telah dilakukan untuk menguji Edmodo sebagai media pembelajaran yang bersifat asinkron dengan menggunakan metode penelitian pre-experimental design tipe one-group pretest-posttest. Eksperimen dilakukan pada perkuliahan matakuliah Manajemen Proyek Sistem Informasi (MPSI), Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. MPSI adalah matakuliah yang membekali mahasiswa dengan kompetensi komunikasi yang efektif, memecahkan masalah, berpikir kritis, dan kreatif dalam merencanakan sebuah proyek. Tujuan dari eksperimen yang dilakukan adalah apakah pemanfaatan Edmodo mampu meningkatkan kualitas perencanaan proyek dan apakah Edmodo merupakan media pembelajaran yang efektif untuk proses pembelajaran yang bersifat asinkron. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pemanfaatan Edmodo sebagai media e-learning yang bersifat asinkron untuk meningkatkan kualitas proyek pada matakuliah MPSI adalah sangat baik. Hal ini terbukti dengan kualitas perencanaan proyek yang meningkat dan nilai efektivitas yang sangat tinggi.

Kata Kunci: E-learning, Edmodo, asinkron, proyek

Abstract

Integrating Information and Communication Technology (ICT) product in asynchronous learning was the right step to improve the skills of effective communication, problem solving, thinking critically, creatively, and reflectively. E-learning was a form of media learning that integrates ICT products. E-learning was equipped with learning management features such as communication facilities, monitoring, and evaluation. Edmodo was an alternative medium of e-learning that provide good learning management, easy to operate, and facilitate large digital classroom. An experiment was conducted to test Edmodo as an asynchronous learning medium. The experiment used pre-experimental research design, one-group pretest-posttest type. Experiment was conducted in Project Management of Information System (PMIS) lecture, Faculty of Computer Science, Brawijaya University. PMIS was subjects that equip students with the competencies of effective communication, problem solving, critical thinking, and creativity in planning a project. The purpose of the experiment was whether the use of Edmodo could improve the quality of project planning and whether Edmodo was an effective learning media for asynchronous learning process. The experiment results showed that the use of Edmodo as an asynchronous e-learning media to improve the quality of the project in PMIS course was very good. It is proven that increased quality of project planning and the value of effectiveness was very high.

Keywords: E-learning, Edmodo, asynchronous, project

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang begitu pesat sangat berpengaruh dalam berbagai bidang kehidupan. Perkembangan tersebut secara langsung memberikan dampak yang positif terhadap

kemajuan pendidikan. Penerapan TIK dalam bidang pendidikan dapat dimanfaatkan sebagai sarana komunikasi yang tidak terbatas ruang dan waktu untuk menggali ilmu pengetahuan secara global (Dryden & Voss, 1999). Perkembangan TIK (*e-learning, digital library, e-mail*) tidak hanya dimanfaatkan oleh masyarakat pendidikan untuk pembelajaran saat ini, tetapi juga untuk

mengantisipasi perubahan model pembelajaran di masa akan datang.

Kegiatan pembelajaran merupakan suatu proses komunikasi dan informasi dari pendidik ke peserta didik yang berisi informasi-informasi pengetahuan. Pendidik sebagai sumber informasi; media sebagai sarana penyajian ide, gagasan, dan materi pendidikan; serta peserta didik sebagai penerima informasi. Salah satu produk TIK yang dapat dimanfaatkan untuk menunjang pembelajaran adalah internet. Pemanfaatan media internet telah melahirkan konsep pembelajaran jarak jauh berbasis elektronik yang disebut dengan *e-learning*. *E-learning* merupakan proses pembelajaran yang memanfaatkan fasilitas internet sebagai salah satu sarana dan media dalam pembelajaran.

Data statistik yang dihimpun oleh Word Bank pada tahun 2014 menunjukkan bahwa pengguna aktif teknologi internet di Indonesia meningkat secara drastis sejak tahun 2004 (Word Bank, 2016). Artinya, dalam kurun waktu 10 tahun jumlah pengguna teknologi internet aktif di Indonesia meningkat dari 2600 orang menjadi 17000 orang. Data tersebut membuktikan bahwa ada potensi yang tinggi untuk memanfaatkan teknologi internet dalam memajukan pendidikan. Temuan dari riset oleh Educase pada tahun 2015 menunjukkan bahwa produk-produk TIK telah menyatu dengan kehidupan mahasiswa perguruan tinggi (Arroway, Yanosky, Brooks, Thayer, & Morgan, 2015). Produk TI yang digunakan mahasiswa didominasi oleh produk berjenis *internet capable device*, yaitu produk yang terkoneksi dengan teknologi internet. Kondisi mahasiswa di tahun 2015 disebut sebagai *more well prepared condition* dalam penggunaan TIK untuk semua aktifitas di perguruan tinggi apabila dibandingkan dengan keadaan pada tahun 2012. Irisan temuan dari Word Bank dan Educase membuktikan bahwa ada peluang yang bagus untuk memanfaatkan teknologi internet di dalam proses pembelajaran perguruan tinggi. Tidak perlu ada alasan lagi bahwa sulit untuk mengintegrasikan produk TIK di dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi karena keterbatasan akses mahasiswa terhadap teknologi pendukungnya.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi pasal 14 menyebutkan bahwa proses pembelajaran melalui kegiatan kurikuler wajib menggunakan metode pembelajaran yang efektif. Efektif pada peraturan tersebut mempunyai arti bahwa proses pembelajaran harus menggunakan waktu secara optimum dan bersifat kolaboratif. Artinya, interaksi antara dosen dan mahasiswa harus tetap terjaga dan semua materi terinternalisasi dengan baik sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Kriteria yang disampaikan pada peraturan tersebut sebenarnya bisa dicapai dengan memanfaatkan produk TIK atau peran

teknologi untuk mendukung proses pembelajaran di dalam kelas.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi dengan cara bertatap muka secara langsung (*face-to-face*), seperti halnya kegiatan perkuliahan yang dilakukan di Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa model pembelajaran yang dilakukan masih didominasi dengan aktivitas bertatap muka secara langsung. Teknologi sudah berperan di dalam proses pembelajarannya, namun masih belum dominan. Pembelajaran ini yang masih cenderung disebut dengan model pembelajaran konvensional karena peran teknologi masih sangat kecil. Teknologi hanya digunakan untuk mendistribusikan informasi atau sumber belajar saja, seperti *group messenger*, *e-book*, atau *job sheet*. Survey di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran secara konvensional memiliki kelebihan dan kekurangan. Data didapatkan dengan alat ukur angket dan disebar kepada 100 mahasiswa Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya secara acak. Hasil survey menunjukkan bahwa kelebihan pembelajaran konvensional, yaitu: (1) dosen secara langsung dapat memantau perkembangan mahasiswa dari awal hingga akhir proses pembelajaran (80,25%); dosen dapat berkomunikasi secara langsung dengan mahasiswa (90,76%); dan (3) dosen dapat menilai secara langsung kemampuan setiap mahasiswa (89,81%).

Di samping memiliki kelebihan, terdapat pula kekurangan dari pembelajaran konvensional, yaitu: (1) terkait sumber belajar yang digunakan terbatas sehingga pengetahuan mahasiswa hanya terpaku pada sumber belajar yang ditetapkan oleh dosen yang mengakibatkan pengetahuan atau wawasan mahasiswa terbatas (80,56%); (2) proses pembelajaran berlangsung secara monoton dan kurang menyenangkan (93,74%); dan (3) perihal pengumpulan dan pengerjaan tugas yang diberikan oleh dosen, mahasiswa sering kali kurang disiplin dan tidak tepat waktu (79,80%). Berdasarkan dari temuan tersebut, maka perlu dikembangkan proses pembelajaran yang dapat melibatkan peran perkembangan teknologi didalamnya secara maksimal. Peran teknologi di dalam proses pembelajaran diasumsikan dapat mengecikan munculnya kekurangan pada pembelajaran konvensional sehingga bisa mencapai karakter pembelajaran yang efektif dan kolaboratif.

Perkembangan teknologi yang ada juga mempengaruhi sistem tata kelola maupun pelaksanaan kegiatan perkuliahan. Pemanfaatan TIK dalam sistem pembelajaran telah mengubah sistem pembelajaran pola konvensional atau pola tradisional menjadi pola modern yang bermedia (Paryono dan Quito, 2010; Anurrahman, 2012; Dharma dkk, 2013 dan Husamah, 2014).

Pengintegrasian TIK dalam pembelajaran merupakan langkah yang tepat untuk pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*students centered*), meningkatkan keahlian komunikasi yang efektif, kemampuan memecahkan masalah, dan keahlian berpikir kritis, kreatif, adaptif, dan reflektif (Gray, 2012). Sayangnya, perkembangan TIK yang begitu pesat belum dimanfaatkan secara optimal dalam proses pembelajaran (Tamba, 2011; dan Samuel & Zaitun, 2007)

Menurut Patmanthara (2014), *e-learning* adalah pembelajaran berbantuan TIK dengan menggunakan piranti elektronik, jaringan, dan perangkat lunak pengajaran yang dilengkapi dengan fasilitas komunikasi, pemantauan, dan evaluasi. *E-learning* dapat didefinisikan sebagai sebuah bentuk dunia maya untuk membuat sebuah transformasi proses pembelajaran di sekolah atau perguruan tinggi ke dalam bentuk digital yang dijumpai teknologi internet (Clark & Mayer, 2008; Munir, 2009; dan Rusman, dkk, 2011). Hasil riset Said, Kirgis, Verkamp, & Johnson (2015) membuktikan bahwa *e-learning* mampu memberikan hasil yang lebih baik dari sisi hasil pembelajaran mahasiswa di perguruan tinggi daripada model pembelajaran *face-to-face*.

Syarat untuk membangun *e-learning* yang efektif untuk perguruan tinggi, yaitu: (1) desain konten kuliah yang baik; (2) dosen memfasilitasi diskusi; (3) dosen aktif merespon pertanyaan dari mahasiswa; (4) dosen mendesain tugas dengan tepat; dan (5) dosen mengevaluasi hasil pembelajaran mahasiswa (Sun & Chen, 2016). Eksperimen yang dilakukan oleh Hanum (2013) menunjukkan bahwa *e-learning* dapat memfasilitasi interaksi kelas sebesar 66,10%. Artinya, interaksi dosen dan mahasiswa di dalam *e-learning* sudah cukup efektif. Teknologi memang tidak bisa menggantikan peran dosen secara penuh di dalam pembelajaran. Salah satunya adalah peran dosen sebagai motivator di dalam pembelajaran. Peran dosen sebagai motivator adalah alasan mengapa interaksi antara dosen dan mahasiswa harus tetap terjaga walaupun dijumpai oleh teknologi informasi. Bahkan kualitas interaksi harus lebih tinggi karena teknologi *e-learning* memungkinkan komunikasi yang tidak terbatas oleh ruang dan waktu. Hasil riset Saade & Sharhan (2015) menunjukkan bahwa kuatnya minat mahasiswa untuk tetap menggunakan *e-learning* adalah interaksi berupa motivasi yang timbul dari sumber luar. Dosen adalah salah satu sumber luar untuk memberikan motivasi kepada mahasiswa melalui interaksi yang terjadi melalui perangkat teknologi. Selain itu, riset Kosasi (2015) menunjukkan bahwa *e-learning* sendiri juga mampu meningkatkan motivasi karena keinteraktifannya. Artinya, *e-learning* mampu menambah kualitas interaksi dosen dan mahasiswa apabila memanfaatkan fitur komunikasi yang ada di dalamnya, seperti *group chat*, *comment*, *quiz*, dan lain sebagainya.

Hasil survey di lapangan menunjukkan bahwa *e-learning* sudah dimanfaatkan untuk mendukung proses pembelajaran di dalam perkuliahan di Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Salah satu bentuk *e-learning* yang dimanfaatkan dapat diakses di vlm.ub.ac.id. Hasil survey kepada 100 mahasiswa secara acak menunjukkan bahwa keefektifan *e-learning* hanya mendapatkan skor sebesar 40,35% yang artinya pemanfaatan *e-learning* masih sangat kecil dan masih cenderung menggunakan model pembelajaran konvensional. Pemanfaatan *e-learning* tersebut hanya didominasi aktifitas untuk mendistribusikan bahan perkuliahan dan ujian dengan butir soal berbentuk pilihan ganda saja. Peneliti kemudian mencoba alternatif lain untuk meningkatkan pemanfaatan *e-learning* dengan menggunakan media lain, yaitu Edmodo. Keputusan untuk memilih Edmodo sebagai alternatif media pembelajaran di lingkungan *e-learning* adalah karena Edmodo mampu memberikan tata kelola pembelajaran yang lebih baik dan mudah. Edmodo mempunyai kemampuan untuk memfasilitasi kelas digital dan komunitas pembelajaran yang besar dan efektif (Cherner, Lee, Fegely, & Santaniello, 2016).

Peneliti melakukan eksperimen pada perkuliahan Manajemen Proyek Sistem Informasi (MPSI). Berdasarkan temuan di lapangan, matakuliah MPSI adalah matakuliah yang berkriteria proyek, dimana mahasiswa dituntut untuk merencanakan dan mengeksekusi proyek di lapangan. Pengelolaan kelas cenderung didesain agar mahasiswa lebih banyak beraktifitas di luar kelas untuk merancang proyek. Hasil observasi pada matakuliah MPSI menunjukkan bahwa model pembelajaran yang digunakan masih cenderung konvensional sehingga jam efektif perkuliahan banyak dihabiskan di dalam kelas. Artinya, perlu digunakan model lain untuk memfasilitasi matakuliah berkriteria seperti MPSI. Hasil evaluasi tengah semester juga menunjukkan bahwa rerata nilai perencanaan proyek mahasiswa adalah 58,75 yang artinya masih di bawah kategori tinggi. Kualitas perencanaan proyek dapat dinilai dari beberapa indikator, yaitu: (1) kualitas *company profile*; (2) kualitas *project charter*; (3) kualitas *team contract*; (4) kualitas *software requirement specification*; (5) kualitas *financial analysis*; (6) kualitas *project schedule*; dan (7) kelengkapan dokumen pendukung.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *pre-experimental design* dengan model *one-group pretest-posttest design* yaitu desain eksperimen dengan cara membandingkan keadaan sebelum dan sesudah perlakuan pada satu kelas eksperimen (Creswell 2009:158-159; Fraenkel dan Wallen, 2009:265; Sugiyono, 2009:110; dan Emzir,

2010:96). Keefektifan sistem manajemen pembelajaran diukur dengan cara membandingkan kompetensi peserta sesudah perlakuan (O_2) dengan kemampuan peserta sebelum perlakuan (O_1). Perbedaan skor O_1 dengan O_2 dianalisis menggunakan uji-t.

Penelitian pre-eksperimen ini dilakukan di Program Studi Sistem Informasi, Universitas Brawijaya pada semester genap tahun ajaran 2015/2016. Subjek penelitian adalah satu kelas pada matakuliah MPSI berjumlah 45 mahasiswa dan pemberi perlakuan (instruktur) adalah dosen.

Instrumen penelitian dibagi menjadi dua yaitu instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan ini berupa instrumen perangkat pembelajaran yang terintegrasi dengan sistem e-learning pada matakuliah MPSI. Instrumen pengukuran digunakan untuk mengukur hasil belajar mahasiswa setelah melakukan pembelajaran menggunakan media *e-learning* dan untuk mengetahui efektivitas perkuliahan menggunakan *e-learning*. Sistem *e-learning* menggunakan edmodo sebagai *Learning Management System* (LMS). Instrumen pengukuran dalam penelitian ini terdiri dari dua macam, yaitu: tes objektif dan angket respon mahasiswa untuk mengetahui efektivitas sistem.

Sesuai dengan teknik pengumpulan data, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes objektif dan angket. Instrumen dikembangkan berdasarkan variabel penelitian dengan prinsip garpu tala dengan cara menelaah konstruk variabel penelitian, menerjemahkan dalam bentuk kisi-kisi, dan menelaah kondisi di lapangan. Sebelum digunakan untuk mengambil data, instrumen terlebih dahulu divalidasi isi oleh ahli (*expert judgement*) dan dilakukan validasi konstruk secara empirik di lapangan. Hasil validasi ahli masuk dalam kriteria sangat tinggi, sedangkan hasil uji validasi konstruk (validasi butir) menunjukkan bahwa keseluruhan butir masuk dalam kriteria valid. Analisis selanjutnya adalah uji reliabilitas instrumen, dengan hasil reliabilitas masuk dalam kategori sangat reliabel. Tes objektif berupa tugas proyek dan angket respon mahasiswa menggunakan skala likert dengan empat alternatif jawaban, yaitu tidak baik (1), kurang baik (2), baik (3), dan sangat baik (4).

Sesuai dengan tujuan penelitian dan jenis data yang ada, teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis uji beda (uji-t) dan analisis deskriptif kuantitatif. Analisis uji-t digunakan untuk memperoleh informasi peningkatan hasil belajar mahasiswa melalui uji perbedaan nilai pretest dan

posttest. Analisis deskriptif memberikan gambaran secara sistematis data yang faktual dan akurat mengenai fakta-fakta tentang efektivitas penggunaan *e-learning* pada mata kuliah pembelajaran berbantuan komputer yang disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau diagram. Langkah-langkah untuk menganalisis data kuantitatif yaitu: memberikan skor pada setiap indikator; menentukan nilai rerata; menentukan nilai modus; dan menafsirkan makna. Berdasarkan data yang diperoleh dari kuesioner, analisis dan interpretasi dilakukan pada tiap indikator. Teknik analisis deskriptif yang digunakan adalah dengan pemakaian tabel frekuensi, persentase rerata masing-masing butir digunakan Persamaan (1). Pada Persamaan (1) P adalah persentase yang dicari, F adalah skor tiap indikator, dan N adalah skor ideal (Sudjana, 2005).

$$P = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil perhitungan persentase kemudian dikonsultasikan pada kategori penafsiran skor dalam analisis deskriptif data sebagaimana pada Tabel 1. Tabel 1 dihasilkan berdasarkan teori skor distribusi normal.

Tabel 1 Kategori Penafsiran Skor dalam Analisis Deskriptif

No.	Persentase (%)	Kategori
1	$83,34 < P \leq 100,00$	Sangat baik/ Sangat tinggi
2	$79,17 < P \leq 83,34$	Baik/ tinggi
3	$50,00 < P \leq 79,17$	Kurang Baik/ rendah
4	$0,00 < P \leq 50,00$	Tidak Baik/ sangat rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data ini merupakan kemampuan awal peserta sebelum mengikuti kegiatan pembelajaran matakuliah MPSI yang diperoleh dari nilai *pretest* dan data hasil belajar yang didapat dari nilai *posttest* setelah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan *e-learning*. Data *pretest* dan *posttest* mahasiswa selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Deskripsi Data *Pretest* dan *Posttest*

	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Skor rerata	Std deviasi
<i>Pretest</i>	75,00	45,00	61,00	17,79
<i>Posttest</i>	100,00	70,00	82,00	12,65

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa pada matakuliah MPSI skor rerata *pretest* sebesar 61,00 dan *posttest* sebesar 82,00. Sedangkan untuk standar deviasi untuk nilai *pretest* sebesar 17,79 dan nilai *posttest* sebesar 12,65. Berdasarkan data tersebut

dapat diketahui bahwa nilai *posttest* lebih besar daripada nilai *pretest*.

Hasil pengujian hipotesis yang dipaparkan dalam penelitian ini adalah hasil uji beda hasil belajar mahasiswa pada matakuliah MPSI sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran berbasis *e-learning* menggunakan Edmodo sebagai media pembelajaran yang bersifat asinkron. Hasil uji beda nilai *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 3. Penerimaan atau penolakan terhadap hipotesis didasarkan pada besarnya nilai t_{hitung} dibandingkan t_{tabel} atau angka signifikansi (*Sig.*).

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai t_{hitung} dari data mahasiswa Program Studi Sistem Informasi lebih besar daripada t_{tabel} ($-10,396 > 2,014$), sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara data *pretest* dan *posttest*. Sedangkan jika dilihat dari nilai *Sig.* (*Sig.* = 0,000) yang kurang dari 0,05, mempunyai arti bahwa pembelajaran dengan menggunakan media *e-learning* lebih dapat meningkatkan kualitas perencanaan proyek daripada model pembelajaran yang selama ini berlangsung pada matakuliah MPSI. Dengan kata lain, pemanfaatan Edmodo sebagai media pembelajaran *e-learning* memberikan dampak yang positif terhadap kualitas perencanaan proyek matakuliah MPSI. Temuan ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Fry, Steve, & Marshall (2009). Fry, Steve, & Marshall (2009) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis *e-learning* yang efektif dapat memberikan tuntunan sukses untuk peserta didik, baik melalui pembelajaran reguler maupun pembelajaran mandiri.

Tabel 3 Hasil Uji Beda Data *Pretest* dan *Posttest* pada Uji Coba Lapangan

MPSI	N	\bar{x}	Sig.	t_{hitung}	t_{tabel}
<i>Pretest</i>	45	61,00	0,000	-10,396	2,014
<i>Posttest</i>	45	82,00			

Setelah diketahui bahwa pemanfaatan Edmodo sebagai media *e-learning* mampu meningkatkan kualitas perencanaan proyek matakuliah MPSI, maka analisis dilanjutkan dengan penilaian mahasiswa terhadap efektivitas media *e-learning* yang digunakan dalam pembelajaran. Penilaian terhadap efektivitas media *e-learning* didasarkan kepada delapan aspek seperti yang tertuang pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 diketahui bahwa rata-rata efektivitas media *e-learning* adalah 83,61 dengan kategori sangat baik. Pembelajaran menggunakan media *e-learning* ini memungkinkan keleluasaan individu yang berbeda. Mahasiswa melakukan aktivitas belajar dengan gaya dan cara yang berbeda (*individual differences*). Keadaan ini dapat dijelaskan dari berbagai alternatif yang harus ditempuh oleh mahasiswa selama mengikuti matakuliah MPSI, misalnya dalam melakukan

interaksi antar-mahasiswa, mahasiswa dengan dosen, maupun forum satu kelas. Pembelajaran ini juga mensinergikan antara modus dan cara belajar yang mampu menumbuhkan kreativitas dan kemandirian belajar.

Tabel 4 Data Hasil Uji Efektivitas Media *E-learning*

No	Aspek	Persentase (%)	Kategori
1	A	88,25	Sangat Baik
2	B	84,35	Sangat Baik
3	C	82,60	Baik
4	D	85,50	Sangat Baik
5	E	80,20	Baik
6	F	86,45	Sangat Baik
7	G	82,30	Baik
8	H	79,20	Baik
Rata-rata		83,61	Sangat Baik

Keterangan:

- A Kemudahan dalam penggunaan media *e-learning*
- B Kesesuaian desain tampilan media *e-learning*
- C Media *e-learning* bersifat interaktif
- D Media *e-learning* dapat digunakan sebagai sarana belajar secara mandiri
- E Tingkat fungsionalitas *e-learning* untuk meningkatkan minat dan perhatian mahasiswa dalam proses perkuliahan
- F Kejelasan isi materi pada media *e-learning*
- G Penggunaan gambar dan data pada media *e-learning* memperjelas materi
- H Kuis/latihan sesuai dengan materi yang ditampilkan pada media *e-learning*

Temuan penelitian menunjukkan bahwa kemudahan dalam penggunaan Edmodo sebagai media *e-learning* masuk dalam kategori sangat baik ($mean=88,25$). Hal ini berarti bahwa media tersebut sangat *user friendly* dengan kelengkapan fitur yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Mahasiswa juga memberikan respon yang sangat baik ($mean=84,35$) terhadap kesesuaian desain dan tampilan media *e-learning*. Selain sesuai dengan jenis mata kuliah, juga sesuai dengan perkembangan psikologis mahasiswa.

Mahasiswa memberikan respon baik ($mean=82,60$) terhadap sifat media *e-learning* sebagai media interaktif. Hasil temuan tersebut selaras dengan pendapat Bates dan Wulf (dalam Siahaan, 2002) yang menjelaskan manfaat dari pembelajaran *online* adalah dapat meningkatkan kadar interaksi pembelajaran antara dosen dan mahasiswa, dan memungkinkan terjadinya interaksi pembelajaran dimanapun dan kapanpun. Dosen berperan sebagai pengelola yang “mengorkestrakan” aktivitas belajar melalui media *e-learning*. Hal ini terefleksikan pada skenario pembelajaran yang menempatkan peran dosen sebagai fasilitator dalam aktivitas pembelajaran. Representasi peran fasilitator dalam hal ini ditunjukkan dengan adanya komitmen yang selalu siap untuk memfasilitasi interaksi mahasiswa melalui fitur-fitur yang tersedia pada media *e-learning*.

Hasil empirik penelitian ini menunjukkan bahwa Edmodo sebagai media *e-learning* sangat baik

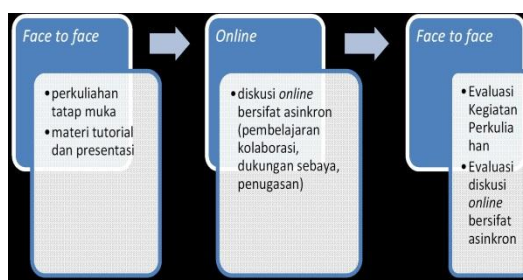
digunakan sebagai sarana belajar mandiri ($mean=85,50$) dan baik untuk meningkatkan minat dan perhatian mahasiswa dalam proses perkuliahan ($mean=80,20$). Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Hiemstra (2006) yang menyatakan bahwa *web* mendukung kemandirian belajar dan diperkuat dengan hasil penelitian Sakdiah, dkk (2015) yang menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri berbasis *web* dapat meningkatkan kemandirian belajar mahasiswa. Melalui media *e-learning*, mahasiswa dapat memperkaya pengetahuan dan menggali pengetahuan lebih dalam melalui materi yang telah disajikan dalam media. Selain itu, melalui *e-learning* mahasiswa juga dapat berinteraksi antar mahasiswa atau mahasiswa dengan dosen.

Penilaian mahasiswa pada aspek kejelasan materi yang *diupload* dosen pada media *e-learning* masuk dalam kategori sangat baik ($mean=86,45$). Hal ini mempunyai makna bahwa materi yang dipersiapkan kemudian disajikan dalam media telah disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran matakuliah MPSI. Selain itu, penggunaan gambar sebagai bahan ilustrasi dan penggunaan data sebagai penguat materi pembelajaran masuk dalam kategori baik ($mean=82,30$). Penggunaan gambar dan data sebagai penguat materi pembelajaran sangat dimungkinkan untuk ditampilkan pada media *e-learning* mengingat *space* media ini sangat besar. Bahkan melalui Edmodo, dosen dapat membuat perpustakaan pembelajaran sebagai tempat bahan referensi yang berhubungan dengan materi perkuliahan.

Respon mahasiswa terhadap fitur kuis/latihan yang terdapat pada Edmodo masuk dalam kategori baik ($mean=79,20$). Aktivitas belajar mahasiswa dalam memanfaatkan kuis *online* sangat bervariasi. Menurut Rouf (2011) aktivitas peserta didik dalam kuis *online* dapat menjadi alat ukur kemandirian belajar peserta didik. Fasilitas kuis *online* pada Edmodo masih memiliki kelemahan, sehingga respon dan aktivitas belajar mahasiswa menggunakan kuis *online* tergolong belum memuaskan. Salah satu hal yang menjadi kelemahan adalah tidak adanya fitur umpan balik (*feedback*). Penilaian dan catatan latihan dalam kuis *online* mempengaruhi ketertarikan mahasiswa dalam mengerjakan kuis.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa efektivitas pemanfaatan LMS pada perkuliahan pembelajaran berbantuan komputer ditinjau dari hasil belajar mahasiswa dan angket, masuk dalam kategori sangat baik. Dengan hasil tersebut maka dalam mata kuliah lainnya, konsep pemanfaatan LMS dalam perkuliahan dapat digunakan sebagai diversifikasi pembelajaran dengan model *e-learning* menggunakan edmodo. Pemanfaatan LMS dalam perkuliahan dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui metode pengajaran dari metode pasif menjadi metode partisipatif dengan bantuan teknologi.

Edmodo merupakan jejaring sosial untuk pembelajaran berbasis *Learning Management System* (LMS). Edmodo memberi fasilitas bagi dosen dan mahasiswa, tempat yang aman untuk berkomunikasi, berkolaborasi, berbagi konten dan aplikasi pembelajaran, tugas bagi mahasiswa, diskusi dalam kelas virtual, ulangan secara *online*, nilai dan diskusi. Pada intinya edmodo menyediakan semua yang bisa dilakukan di kelas dalam kegiatan pembelajaran. Edmodo pada dasarnya merupakan sebuah situs yang diperuntukan bagi pendidik untuk membuat kelas virtual. Situs tersebut bersifat gratis dan gampang digunakannya selama dosen dan mahasiswa terhubung dengan internet. Proses pembelajaran menggunakan Edmodo ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Desain Proses Pembelajaran Menggunakan Edmodo sebagai LM

Seiring dengan skenario pembelajaran yang tercantum di atas, pembelajaran memanfaatkan situs jejaring sosial, seperti Edmodo, menawarkan kesempatan unik untuk menghubungkan dosen dengan mahasiswa dan membantu mahasiswa menciptakan norma-norma pembelajaran. Sintaks pembelajaran berbantuan edmodo sebagai LMS merupakan cerminan model pembelajaran *blended learning*. Model ini mensinergikan pembelajaran tatap muka (*face to face*) dengan pembelajaran (*online*) yang saling melengkapi. Pada gambar 1 ditunjukkan bahwa pembelajaran tatap muka dimulai dengan penjelasan materi oleh dosen sesuai dengan intruksional pembelajaran dengan metode presentasi. Selanjutnya dilanjutkan dengan pembelajaran *online* yang berisi kegiatan pembelajaran mandiri, diskusi, dan kolaborasi antara dosen dan mahasiswa melalui serangkaian kegiatan *online*, seperti *sharing* materi, diskusi terbatas, dan pengerjaan evaluasi. Sintaks terakhir dilengkapi dengan kegiatan tatap muka sebagai tahapan evaluasi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan, baik evaluasi kegiatan perkuliahan dan pembelajaran *online*. Sintaks model pembelajaran menggunakan edmodo sebagai LMS ini digunakan untuk meningkatkan hasil belajar dan efektivitas pembelajaran yang dilihat dari kemudahan, kesesuaian, dan tingkat fungsionalitas LMS.

Faktor pendukung penerapan LMS dalam perkuliahan juga harus didukung oleh kompetensi TIK yang dimiliki oleh dosen. Investasi pengembangan diri dosen dalam pemanfaatan TIK

dapat memberikan kontribusi positif, baik peserta didik maupun bagi dosen sendiri (Sujiyanto, Mukhadis, dan Isnandar, 2012; dan Munadi, 2009). Melalui pemanfaatan TIK dalam pembelajaran dosen dan mahasiswa dapat bekerjasama dalam belajar, diskusi, berbagi informasi, dan menemukan pengetahuan.

Sebagian besar dosen sebenarnya telah menggunakan TIK dalam perkuliahan yang digunakan untuk menyiapkan perkuliahan, melakukan presentasi, dan melaksanakan evaluasi mahasiswa (Singh & Samili, 2014; dan Samuel & Zaitun, 2007). Dosen sebenarnya sudah memanfaatkan TIK khususnya komputer pada tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi secara sederhana, namun untuk pemanfaatan TIK secara lebih canggih dan spesifik belum diterapkan. Oleh karena itu keterampilan dosen dalam bidang TIK khususnya dalam pemanfaatan LMS perlu ditingkatkan (Keengwe & Onchwari, 2011; dan Simonson, 2008).

4. SIMPULAN

Simpulan yang dapat dirumuskan dari eksperimen yang telah dilakukan adalah pemanfaatan Edmodo sebagai media *e-learning* yang bersifat asinkron untuk meningkatkan kualitas proyek pada matakuliah MPSI sangat baik. Hal ini terbukti dari peningkatan kualitas proyek mahasiswa dan nilai efektivitas media *e-learning* yang sangat tinggi. Dari simpulan yang ada, dapat disarankan bagi dosen untuk meningkatkan kompetensi TIK yang mendukung konsep integrasi TIK dalam proses perkuliahan. Salah satu integrasi TIK dalam yang dapat diterapkan dalam perkuliahan adalah pemanfaatan media *e-learning*. Peningkatan kompetensi tersebut dapat dilakukan dengan cara belajar otodidak, mengikuti sistem magang pada rekan sesama dosen yang telah memanfaatkan media *e-learning* dalam perkuliahan, dan mengikuti pelatihan. Universitas dituntut untuk dapat memfasilitasi dosen dalam rangka peningkatan kompetensi TIK dengan cara menyelenggarakan kegiatan pelatihan TIK secara berkala. Dengan demikian, jika penyelenggaraan pelatihan TIK secara rutin dan berkelanjutan dilaksanakan di sekolah, tingkat integrasi TIK dalam pembelajaran dapat meningkat dan berpengaruh pada hasil belajar mahasiswa dan membentuk dosen yang profesional.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arroway, P., Yanosky, R., Brooks, D.R., Thayer, T.L., & Morgan, G. 2015. *Analytics in Higher Education*, laman web: <https://library.educause.edu/resources/2015/5/analytics-in-higher-education-2015> [diakses 1 Agustus 2016].
- Aunurrahman. 2012. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Cherner, T., Lee, C-Y., Fegely, A., & Santaniello, L. 2016. "A Detailed Rubric for Assessing the Quality of Teacher Resource Apps". *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*. Vol. 15, 2016, laman web: <http://www.informingscience.org/Publications/3527> [diakses 1 Agustus 2016].
- Clark, R.C. & Mayer, R.E. 2008. *E-Learning and The Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning, Second Edition*. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Creswell, J.W. 2009. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approach*. California: Sage Publications.
- Dryden & Voss. 1999. *The Learning Revolution: To Change the Way the World Learn. The Learning Web*, laman web: <http://www.thelearningweb.net> [diakses 1 Agustus 2016]
- Emzir. 2010. *Metodologi Penelitian Pendidikan: Kuantitatif & Kualitatif*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Fraenkel, J.R dan Wellen, N.E. 2009. *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- Fry, H, Steve, K, & Marshall, S. 2009. *A Handbook for Teaching and learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice (Third Edition)*. New York: Routledge.
- Gray, Tessa. 2012. *Rich ICT Learning Experiences: What Do They Look Like?*, laman web: <http://elearning.tki.org.nz/> [diakses 16 Mei 2016].
- Hanum, N.S. 2013. "Keefektifan *E-learning* sebagai Media Pembelajaran". *Jurnal Pendidikan Vokasi*, Vol. 3, Nomor 1, Februari 2013.
- Husamah. 2014. *Pembelajaran Bauran (Blended Learning)*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Keengwe, J. & Onchwari, G. 2011. Computer Technology Integration and Student Learning: Barriers and Promise. *Journal of Science Education and Technology*. 17: 560-570.
- Kosasi, S. 2015. "Perancangan *E-learning* untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Guru dan Siswa". *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, Singaraja, Bali, 12 September 2015.
- Marchewka, J.T. 2015. *Information Technology Project Management: Providing Measurable Organizational Value*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Munadi, S. 2009. *Implementasi Transformasi Teknologi dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Kejuruan Bidang Teknik*,

- laman <http://staff.uny.ac.id/>, [diakses 1 Agustus 2016].
- Munir. 2009. *Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung: Alfabeta.
- Paryono & Quito, B. 2010. *Meta-analysis of ICT Integration in Vocational and Technical Education in Southeast Asia*, laman web: <http://www.voctech.org.bn/> [diakses 1 Agustus 2016].
- Patmanthara, Syaad. 2014. *Pembelajaran Berbantuan Komputer*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Badan Standar Nasional Pendidikan, laman web: <http://bsnp-indonesia.org/> [diakses 1 Agustus 2016].
- Rouf, A. 2011. "Assesment of Self Directed Learning by Comprehensive Online Test". *International Journal of Biology Education*. Vol. 1, No. 1. 2011.
- Rusman, dkk. 2011. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi, Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.
- Saade, R.G., & Sharhan, J.A. 2015. "Discovering the Motivations of Students when Using an Online Learning Tool". *Journal of Information Technology Education: Reasearch*. Vol. 14, 2015, laman web: <http://www.informingscience.org/Publications/2271> [diakses 1 Agustus 2016].
- Said, H., Kirgis, L., Verkamp, B., & Johnson, L. 2015. "Online vs. Face-to-Face Delivery of Information Technology Courses: Students' Assessment". *Journal of Information Technology Education: Reasearch*. Vol. 14, 2015, laman web: <http://www.informingscience.org/Publications/2274> [diakses 1 Agustus 2016].
- Sakdiah, S, dkk. 2015. "Efektivitas Metode Pembelajaran Inkuiri Berbais Web dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar Mahasiswa". *Jurnal Pendidikan Humaniora*. Vol. 3 No. 1, 2015.
- Samuel, R. & A. Zaitun. 2007. "Do Teachers have Adequate ICT Resources and the Right ICT Skills in Intergrating ICT Tools in the Teaching and Learning of English Language in Malaysia Schools?". *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*. 29 (2): 1-15.
- Schwalbe, K. 2014. *Information Technology Project Management, Seventh Edition*. USA: Course Technology, Cengage Learning.
- Seok, Soonhwa. (2008). "The Aspect of E-Learning". *International Journal on E-learning*, Proquest, 7(4), 725-741.
- Singh, T. K. R. & Samili, Chan. 2014. Teacher Readiness On ICT Integration In Teaching-Learning: A Malaysian Case Study. *International Journal of Asian Social Science*. 4(7): 874-885.
- Siahaan, S. 2002. *Pola Penyelenggaraan Pendidikan dan Pelatihan Jarak Jauh bagi Peningkatan Kompetensi Guru*. Jakarta: Seamolec.
- Simonson, M. 2008. Technology use of Hispanic Bilingual Teachers: A Function of their Beliefs, Attitudes and Perceptions on Peer Technology Use in the Classroom. *Journal of Instructional Technology*. 31 (3): 257-266.
- Sudjana, N. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sujianto, Mukhadis, dan Isnandar. 2012. Pengembangan Profesionalitas berkelanjutan Guru Bersertifikast Pendidik di SMK Rumpun Teknologi. *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*. 35 (1): 1-16.
- Sun, A., & Chen, X. 2016. "Online Education and Its Effective Practice: A Research Review". *Journal of Information Technology Education: Reasearch*. Vol. 15, 2016, laman web: <http://www.informingscience.org/Publications/3502> [diakses 1 Agustus 2016].
- Tamba, M. 2011. *Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi pada Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Medan*. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Word Bank. 2016. *International Telecommunication Union, World Telecommunication/ICT Development Report and database, and World Bank Estimates*, lamanweb: <http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.P2?locations=ID> [diakses 1 Agustus 2016].

ANALISIS USABILITY PADA WEBSITE UNIVERSITAS BRAWIJAYA DENGAN HEURISTIC EVALUATION

Bella Aulia M¹, M. Chandra Saputra S.Kom., M.T., M.Eng²,
AryoPinandito S.T., M.MT³

¹ Bella Aulia M

² M. Chandra Saputra S.Kom., M.T., M.Eng

³ AryoPinandito S.T., M.MT

Email: ¹bellamustikaningtyas@gmail.com, ²andra@ub.ac.id, ³aryo@ub.ac.id

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Usability merupakan sejauh mana kelayakan suatu sistem berdasarkan efektivitas, efisiensi, dan satisfaction pada konteks tertentu. Pentingnya *usability* untuk mengukur kualitas kelayakan suatu sistem yang mengarah pada beberapa metode pengujian. Website resmi Universitas Brawijaya dengan domain ub.ac.id adalah media informasi online yang berisikan informasi tentang UB. Berdasarkan Pelayanan Informasi dan Komplain (PIDK) UB terdapat keluhan tentang dokumentasi resmi UB yang belum diperbarui, selain itu menurut Pusat Jaminan Mutu belum terdapat adanya standar khusus, dan TIK UB belum pernah melakukan evaluasi website. Oleh karena itu, dibutuhkan evaluasi *usability* untuk mengetahui permasalahan yang ada pada sistem dan supaya mencapai tujuan tertentu secara efektif, efisien, dan mencapai kepuasan *user*. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diangkatlah penelitian dengan judul Analisis *Usability* pada *Website* Universitas Brawijaya dengan *Heuristic Evaluation (HE)*. HE adalah metode untuk mencari masalah *usability* dengan *Nielsen's heuristic* dengan melibatkan para ahli.

Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data, pengujian website, dan analisis hasil heuristik dan uji preferensi user. Dengan berpedoman pada sekumpulan heuristik, para ahli mencari dan menilai *usability* pada *website* UB. Kemudian uji preferensi user dengan PSSUQ juga dilakukan untuk mengetahui respon user umum terhadap website UB, dan didapatkan hasil berupa perbandingan hasil analisis antara HE dengan uji preferensi *user*.

Kata kunci: *Usability, Heuristic Evaluation, Uji Preferensi User*

Abstract

Usability is part of user experience to know how properness a system based on effectiveness, efficiency, and satisfaction in specific context. The importance of *usability* is to measure quality of a system which tends to evaluation methods. Official website of University of Brawijaya (ub.ac.id) is online media containing information regarding to UB. Based on the problems such as complaint about official documentation that has not been updated, no specific standard for the website, UB website has never been evaluated. Thus, it is a necessary to do *usability* evaluation to know defects in the system and to achieve better in terms of effectiveness, efficiency, and user satisfaction. Based on the problems mentioned, this research is named Analysis of *Usability* on Official Website University of Brawijaya using *Heuristics Evaluation*. HE is a method to look for *usability* defects by involving expert perspectives.

Research starts from collecting data, evaluating data, and analyzing result of evaluations. *Heuristics* evaluation is a method to look for *usability* defects/problems using *Nielsen's heuristic* by involving experts as evaluators in this research. Then, *User Preference Evaluation* with PSSUQ is needed to know responses of general users about UB website. From the result, it will be obtained and mapped result from *Heuristic Evaluation* and *user preference testing* concerning *usability*.

Keywords: *Usability, Heuristic Evaluation, User Preferences Testing*

1. PENDAHULUAN

Website sebagai media penyebaran informasi dibutuhkan agar informasi tersampaikan secara luas dan baik. Salah satunya adalah insititusi pendidikan, Universitas Brawijaya (UB) yang memanfaatkan *website* sebagai media informasi *online* yang bisa diakses oleh siapapun, kapanpun, dan dimanapun. Untuk mengetahui kualitas kelayakan sebuah *website* dibutuhkanlah evaluasi *usability* yang menjadi solusi untuk mengetahui masalah *usability*.

Menurut Layanan dan Komplain PIDK di UB yang menangani komplain seputar UB secara *online* (*e-complaint*) terdapat keluhan dari seorang *user website* UB yaitu data dokumen resmi UB pada *website* tersebut belum diperbarui. Lalu Pusat Jaminan Mutu (PJM) juga menyampaikan bahwa belum terdapat standar khusus terkait *website* UB. Kemudian menurut TIK UB bahwa belum pernah dilakukannya evaluasi pada *website* UB. Melihat hal tersebut, *website* UB belum mencukupi aspek *usability* dari segi *satisfaction*.

Menurut Zimmermann (2008) *usability* berfokus pada atribut dari sistem dan usaha untuk menghindari error atau masalah *usability*. Sedangkan fokus dari UX ada pada user dan respon baik user terhadap sistem hal tersebut dapat dilihat dari emosi, perilaku dan nilai yang dihasilkan dari interaksi dengan sistem tersebut.

Agar sistem dapat mencapai tujuan tertentu secara efektif, efisien, dan mencapai kepuasan user dibutuhkanlah evaluasi *usability*. Salah satunya adalah *Heuristic Evaluation* (HE) yaitu sebuah metode evaluasi *usability* untuk memperbaiki sebuah rancangan secara efektif dengan menggunakan sekumpulan heuristik sederhana yang berhubungan. Proses dari HE memungkinkan *evaluator* yang secara independen untuk melakukan evaluasi dan menilai sistem dari setiap heuristik yang menunjukkan masalah *usability* (Alan Dix, 2004). HE memiliki kelebihan yaitu pengujian yang menyediakan pengujian dengan *feedback* yang cepat dan relatif murah dan dapat digunakan bersamaan dengan metode evaluasi *usability* yang lain. Sekumpulan heuristik pada HE mencakup aspek-aspek *usability* yang digunakan sebagai pedoman untuk mengevaluasi *website* UB.

Dengan mengacu pada permasalahan tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan judul "Analisis *Usability* pada *Website* Universitas Brawijaya dengan *Heuristic Evaluation*." Dengan melakukan HE diharapkan menghasilkan keluaran untuk mengetahui masalah *usability* yang ada dan menjadi acuan untuk perbaikan selanjutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan *Heuristic Evaluation*

sebagai metode evaluasi *website* Universitas Brawijaya, mengetahui hasil uji preferensi *user* pada *website* Universitas Brawijaya, mengetahui analisis hasil dari *Heuristic Evaluation* dan uji preferensi *user* pada evaluasi *website* Universitas Brawijaya.

2. METODE

Alur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur penelitian

Pengumpulan data untuk evaluasi *usability* yaitu memberikan panduan tentang tata cara melakukan HE untuk memudahkan evaluator dalam melakukan evaluasi, lembar penilaian dan lembar persetujuan menjadi evaluator. Penilaian menggunakan skala likert 1-4, dengan 1 sebagai masalah *usability* terendah hingga 4 sebagai masalah *usability* tertinggi.

Pengumpulan data sebagai bahan kuisioner uji preferensi *user* dilakukan dengan 2 langkah yaitu menyusun kuisioner dari kuisioner jenis *Post-Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ) dan melakukan uji validitas untuk keabsahan data kuisioner dengan melibatkan *user*. Proses pengujian dengan menggunakan *Heuristic Evaluation* adalah sebagai berikut:

1. Moderator memperkenalkan diri dan menjelaskan alur HE beserta tata cara penilaian.
2. Evaluator menerima berkas yang berisi guideline HE, lembar persetujuan evaluator, dan lembar penilaian evaluasi dengan HE.
3. Evaluator mengisi data pada lembar persetujuan evaluator.
4. Evaluator melakukan eksplorasi awal *website* UB agar terbiasa dengan *interface website* terkait sebelum pengujian dilakukan.

5. Pengujian dimulai, evaluator melakukan eksplorasi dan *usability inspection* HE *website* UB. Pada langkah ini tidak boleh ada interupsi dari moderator atau pihak lain.
6. Setelah selesai mengevaluasi, evaluator mengisi dan memberi penilaian serta nilai (*severity rating*) pada permasalahan *usability* yang muncul.
7. Evaluator memberikan kembali berkas yang sudah diisi ke peneliti/moderator.

Tabel 1 Aspek Heuristik Evaluation

No	Heuristik	Definisi
1.	<i>Visibility of system status</i>	Antarmuka pada sistem memberikan informasi pada <i>user</i> tentang kondisi suatu proses dalam jangka waktu tertentu.
2.	<i>Match between system and the real world</i>	Sistem menggunakan bahasa <i>user</i> , dengan kata dan frase yang akrab pada <i>user</i> .
3.	<i>User control and freedom</i>	<i>User</i> memiliki kebebasan untuk mengontrol kondisi tertentu dan dapat keluar dari suatu kondisi tertentu yang dikarenakan salah memilih fungsi sistem
4.	<i>Consistency and standards</i>	Konsistensi antarmuka pada sistem dan sesuai dengan standar.
5.	<i>Error prevention</i>	Penanggulangan kesalahan yang mungkin dilakukan

		oleh <i>user</i> .
6.	<i>Recognition rather than recall</i>	Komponen antarmuka pada sistem yang mudah dikenali <i>user</i> dan meminimalisasi <i>user</i> untuk mengingat kembali.
7.	<i>Flexibility and efficiency of use</i>	Penggunaan sistem secara fleksibel dan efisien.
8.	<i>Aesthetic and minimalist design</i>	Tampilan memiliki estetika/keindahan dan tidak mengganggu <i>user</i> sewaktu berinteraksi dengan sistem.
9.	<i>Help users recognize, diagnose, and recover from errors</i>	Sistem memudahkan <i>user</i> dapat mengenali, mendiagnosa, dan keluar dari <i>error</i> .
10.	<i>Help and documentation</i>	Sistem menyediakan fitur bantuan dan dokumentasi.

Pengambilan kuisioner PSSUQ didasarkan pada mencari tahu respon *user* terhadap *website* UB. Pada tahap ini perlu dilakukan uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan SPSS. Tujuannya untuk mengetahui butir pernyataan pada PSSUQ dapat digunakan lagi untuk penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Heuristic Evaluation didapatkan 53 masalah *usability* yang ditemukan oleh 5 evaluator. Tiap heuristik terdapat banyaknya masalah yang muncul dan total nilai dari masing-masing nomor heuristik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Heuristic Evaluation

No. Heuristik	Permasalahan	Nilai Skala Likert
H8	<i>Layout</i> halaman dokumen resmi kampus dan <i>term of service</i> tidak nyaman.	1
	Tampilan <i>website</i> tidak responsif.	3
	<i>Call to action</i> masih berupa teks semua.	3
	Penggunaan ukuran <i>font</i> dan <i>line height</i> tidak proporsional.	3
	Ikon terlalu kecil, <i>usability</i> rendah pada <i>button print</i> atau <i>save</i> .	2
	Estetika desain tidak up-to-date.	2
	Tombol <i>print</i> pada <i>landing page</i> terlalu kecil.	2
	<i>Brand</i> desain tidak konsisten antar halaman.	3

	Informasi <i>link</i> pada <i>footer</i> lebih banyak daripada informasi di badan halaman utama.	2
H9	<i>Error 404</i> , ketika kembali ke <i>page</i> sebelumnya. <i>Link back to home, going to index a-z, google search</i> tidak berfungsi.	2
	Hasil dari <i>link header card</i> dan RSS berbeda	3

Tahapan untuk uji preferensi user yaitu untuk mengetahui jumlah sampel, terlebih dahulu menentukan jumlah populasi. Jumlah populasi diambil dari banyaknya user yang mengakses website UB 54.397 user selama sebulan terhitung dari tanggal 1-31 Maret 2016.

Kemudian dengan menggunakan rumus slovin dengan memasukkan jumlah populasi (N) sebesar 54397 menggunakan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 didapatkan hasil sampel sejumlah 397 (dibulatkan 400).

Tahap selanjutnya menggunakan uji validitas isi yaitu *expert judgment* untuk memvalidasi kuisisioner PSSUQ yang digunakan. *Expert judgment* dilakukan untuk menganalisis isi instrumen sesuai untuk digunakan sebagai instrumen yang digunakan dalam penyebaran kuisisioner. Setelah 19 butir pernyataan pada PSSUQ divalidasi oleh expert (ahli).

Kuisisioner disebarkan kepada sampel hingga mencapai jumlah sampel yang telah ditentukan.. Penilaian pada PSSUQ yaitu dengan memilih satu diantara 7 nilai, dengan 1 yang berarti sangat setuju dan 7 yaitu sangat tidak setuju.

Hasil reliabilitas pada kuisisioner ini sebesar 0,959 pada 19 butir pernyataan, cronbach's alpha sebesar 0,957. Sedangkan untuk mencapai nilai yang reliabel dibutuhkan minimal 0,6. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil kuisisioner ini reliable.

Tabel 3 Tabel nilai akumulasi tiap heuristic

No. Heuristik	Heuristik	Akumulasi nilai	Nilai
H1	<i>Visibility of system status</i>	2,75	Mayor
H2	<i>Match between system and real world</i>	2,83	Mayor
H4	<i>Consistency and standards</i>	1,7	Minor
H5	<i>Error Prevention</i>	1,6	Minor
H6	<i>Recognition rather than recall</i>	2,6	Mayor
H7	<i>Flexibility and efficiency of use</i>	3,4	Mayor
H8	<i>Aesthetic and minimalist design</i>	2,3	Minor
H9	<i>Help users recognize, diagnose, and recover from errors.</i>	2	Minor
H10	<i>Help and documentation.</i>	2	Minor

Permasalahan *usability* pada Tabel 3 terdiri dari permasalahan dengan tingkat perbaikan prioritas tinggi (mayor) pada 4 heuristic yaitu H1, H2, H6, H7, tingkat perbaikan prioritas rendah (minor) pada 5 heuristic yaitu H4, H5, H8, H9,

H10, dan tidak ditemukan masalah *usability* pada H3.

Pada hasil uji preferensi user dengan menggunakan PSSUQ didapatkan 400 responden. Dari tiap butir pertanyaan kemudian dilakukan akumulasi. Kemudian dikelompokkan kedalam distribusi frekuensi.

Untuk melakukan analisa hasil kuisisioner uji preferensi user dilakukan pengukuran variasi kelompok. Variasi kelompok dilakukan untuk mengelompokkan karakteristik-karakteristik dengan panjang rentang data tertentu. Untuk mengetahui tingkat variasi kelompok dapat dilakukan dengan melihat rentang datanya (range). Dengan menentukan sebanyak 5 kelas pada tabel distribusi pada Tabel 4, sehingga interval (selisih pada satu kelas) yang didapatkan sebesar 480.

Tabel 4 Tabel distribusi frekuensi

Akumulasi nilai	Frekuensi	Nilai
2800 – 2320	0	Sangat buruk
2319 – 1839	0	Buruk
1838 – 1358	3	Cukup
1357 – 877	16	Baik
876 – 396	0	Sangat baik

Dari Tabel 4 didapatkan 3 pernyataan nomor 9, 16, dan 17 mendapatkan nilai cukup dan 16 butir pernyataan lainnya mendapatkan nilai baik dari mayoritas *user*. Rekomendasi perbaikan hanya diberikan pada pernyataan yang mendapatkan nilai cukup. Poin nomor 9 (sistem memberikan pesan eror yang jelas) dinilai cukup oleh *user*. Hal tersebut dapat dilihat pada H9 pada Tabel 4.1. Dari hal tersebut dapat dilakukan perbaikan yaitu memperbaiki pesan error seperti memberi dialog box sesuai kebutuhan. Poin nomor 16 (tampilan antarmuka *website* UB menarik) dan 17 (saya senang menggunakan tampilan antarmuka *website* UB ini) memiliki kemiripan pernyataan sehingga rekomendasi yang diberikan juga sama. Poin 16 dan 17 mendapatkan nilai cukup. Hal tersebut dapat dengan cara menyusun *layout*, *font*, *button* dan elemen lainnya secara proporsional.

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan hasil analisis yang dilakukan peneliti, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada evaluasi usability HE terdapat permasalahan sebanyak 53 masalah usability yang ditemukan oleh para evaluator (*expert*). Permasalahan usability terdiri dari permasalahan dengan tingkat perbaikan prioritas tinggi (mayor) pada 4 heuristik yaitu H1, H2, H6, H7, tingkat perbaikan prioritas rendah (minor) pada 5 heuristik yaitu H4, H5, H8, H9, H10, dan tidak ditemukan masalah usability pada H3.
2. Pada uji preferensi user dengan menggunakan PSSUQ didapatkan penilaian dari 400 responden. Dari semua responden didapatkan 3 butir pernyataan yang menunjukkan nilai cukup pada respon user dan 16 butir pernyataan lainnya menunjukkan nilai yang baik.
3. Perbandingan antara masalah yang ditemukan pada HE tidak semuanya menjadi masalah pada uji preferensi user. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai cukup pada butir pernyataan nomor 9, 16, dan 17 yang dipetakan pada heuristik H5, H8, H9 yang memiliki masalah minor.

5. DAFTAR PUSTAKA

Bab dalam Buku dengan Editor

Dix, Alan, Finlay, Janet, M., 2010. Human-Computer Interaction Third Edition. UK: Pearson.

Fruhling, Ann, 2005. Assessing the Reliability, Validity and Adaptability of PSSUQ. Omaha: AMCIS.

Lazar, Jonathan, Feng, Jinjuan Heidi, Hochheiser, Harry, 2010. Research Methods in Human-Computer Interaction. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.

Rogers, Yvonne., Sharp, Helen., dan Preece, Jennifer J., 2011. Interaction Design: Beyond-Human Computer Interaction. West Sussex: John Wiley & Sons.

Rubin, Jeff, 2008. Handbook of Usability Testing Second Edition. Indiana: Wiley Publishing, Inc.

Sugiono, 2011. Metodologi Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono, 2015. Metodologi Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D. Bandung: Alfabeta.

Suharso, Retnoningsih, Ana. 2005. Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Lux. Semarang: CV Widya karya.

Tullis, T., Albert, B., 2008. Measuring the User Experience: Collecting, Analysing, and Presenting Usability Metrics. Morgan Kaufmann.

Jurnal, Prosiding, Majalah, dan/atau Buletin

Dillman, Don. 2000. Constructing the questionnaire. Mail and internet surveys. New York: John Wiley & Sons.

Lewis, R., 2002. Psychometric Evaluation of the PSSUQ Using Data from Five Years of Usability Studies. James R. Lewis. IBM Corporation

Jurnal Online

ISO 9241-210, 2010. Tersedia diakses <<https://www.iso.org>> [diakses pada tanggal 20 April 2016]

National Disability Authorization, 2014. Tersedia diakses <<http://universaldesign.ie/Technology-ICT/Universal-Design-for-ICT/User-Testing/>> [diakses tanggal 26 Agustus 2016]

Nielsen, 1995. Tersedia diakses <<https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>> [diakses tanggal 20 April 2016]

Raharjo, Sahid, 2014. Tersedia diakses <<http://www.spssindonesia.com/2014/01/uji-validitas-product-momen-spss.html>> [diakses tanggal 11 Agustus 2016]

Raharjo, Sahid, 2014. Tersedia <<http://www.spssindonesia.com/2014/01/uji-validitas-product-momen-spss.html>> [diakses tanggal 11 Agustus 2016]

Sivaji, Ashok, 2011. Usability Testing Methodology: Effectiveness of Heuristic Evaluation in E-Government Website Development, [e-journal] tersedia melalui IEEE Digital Library <<http://iee.org>> [diakses 5 Februari 2016]

IDENTIFIKASI JENIS *ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER* (ADHD) PADA ANAK USIA DINI MENGGUNAKAN METODE NEIGHBOR WEIGHTED K-NEAREST NEIGHBOR (NWKNN)

Putri Nur Fadila¹, S.Kom, Indriati, S.T., M.Kom², Dian Eka Ratnawati, S.Si, M.Kom³

¹⁾ Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

²⁾ Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

³⁾ Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email: fadilaputrifadila@gmail.com, indriati.tif@ub.ac.id, dian_ilkom@ub.ac.id

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Fase pertumbuhan dan perkembangan merupakan fase terpenting pada manusia, khususnya pada anak usia dini. Pertumbuhan dan perkembangan pada anak mempengaruhi bagaimana seorang anak tersebut ketika mencapai dewasa baik dari segi mental, fisik, maupun kecerdasannya. Tentunya tidak semua anak mengalami perkembangan yang normal, bisa saja ada yang mengalami gangguan perkembangan. Salah satu gangguan perkembangan yang sering dialami pada anak usia dini adalah ADHD (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder*). Untuk ADHD sendiri terdapat tiga jenis yaitu *Inattention*, *Impulsif*, dan *Hyperactivity*. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi jenis ADHD berdasarkan gejala yang muncul menggunakan metode klasifikasi *Neighbor Weigted K-Nearest Neighbor (NWKNN)*. Metode *NWKNN* merupakan metode perkembangan dari metode *KNN*, yang membedakan adalah pada *NWKNN* terdapat proses pembobotan terhadap setiap jenis yang akan di klasifikasikan. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi jenis yang terdiri atas 4 jenis meliputi *Inattention*, *Impulsif*, *Hyperactivity*, dan *Tidak ADHD*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *NWKNN* dapat melakukan identifikasi jenis ADHD dengan baik ketika data latih yang digunakan sebanyak 80 data dengan data uji sebanyak 20 data, nilai $K=10$, dan nilai $E=4$ dengan hasil akurasi mencapai 95%. Pada penelitian ini juga membuktikan bahwa metode *NWKNN* memiliki rata-rata akurasi 2% lebih baik dibandingkan metode *KNN* dalam melakukan identifikasi jenis ADHD

Kata Kunci: Perkembangan, Anak Usia Dini, ADHD, dan Metode *NWKNN*

Abstract

Growth and development are the most important fase for human, especially for early age children. Growth and development indeed give an influence on how the child in mentalism, physical and shrewdness aspect when they are getting older. Not every children has a normal development, some of them can have development disruption. One of development disruptions that happen often for early age children is ADHD (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder*). For ADHD, it has three kinds, which are *inattention*, *impulsif* and *hyperactivity*. In this research, the researcher will detect the kind of ADHD based on symptom arise using *Neighbor Weigted K-Nearest Neighbor (NWKNN)* method. *NWKNN* method is one of development methods from *KNN* method, the different is on *NWKNN* there is integrity process on every kind which being classified. In this research, there will be done some identification kind which consist of 4 kinds, *Inattention*, *Implusif*, *Hyperactivity* and not ADHD. The result of this research shows that *NWKNN* method able to done the ADHD identification well when data consist of 80 data training, 20 data testing, K score=10, and E score=4 with accuracy result that reach 95%. In this research also prove that *NWKNN* method have an accuracy of 2% better than *KNN* method to detect kind of ADHD.

Keywords: Development, Early Age Children, ADHD, and *NWKNN* Method

1. PENDAHULUAN

Setiap manusia yang telah terlahir ke dunia pasti mengalami fase pertumbuhan dan perkembangan. Perubahan secara fisiologi pada jangka waktu tertentu pada anak disebut dengan pertumbuhan, sedangkan perkembangan merupakan

proses penyempurnaan fungsi sosial dan psikologis dengan kangka waktu yang berlangsung sepanjang hidup (Ikalor,2013). Fase usia yang selalu menjadi sorotan dan perhatian orang tua adalah fase ketika anak berada di usia dini. Seorang anak dikatakan berada pada usia dini ketika mereka berada di rentan usia 0-8 tahun (Habibi, 2015) dan fase tersebut bisa disebut sebagai golden age. Pada fase pertumbuhan

dan perkembangan dapat juga disimpulkan bahwasannya orang tua tidak begitu memahami pertumbuhan dan perkembangan anaknya tersebut normal atau tidak. Hal itu bisa saja terjadi karena orang tua terlalu senang ketika sang buah hati tumbuh dan berkembang dengan cepat karena setiap tingkah lakunya yang menggemaskan dan lucu, atau bisa jadi orang tua menganggap biasa saja ketika tumbuh dan berkembangnya sang buah hati terkesan lambat karena menganggap belum waktunya belum saatnya (Limbong,2015).

Salah satu perilaku yang tidak normal atau bisa disebut dengan perilaku abnormal disebut dengan ADHD. ADHD merupakan singkatan dari Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder merupakan gangguan motorik yang bisa membuat seseorang sulit dalam memperhatikan atau konsentrasi dan berperilaku yang berlebihan (Aini,2013).

Pada umumnya yang lebih banyak teridentifikasi terkena ADHD adalah laki-laki dibandingkan perempuan dengan rasio 2:1 pada anak kecil dan 1,6 : 1 pada orang dewasa, dan berdasarkan hasil survei populasi ditunjukkan bahwa ADHD 5% terjadi pada anak kecil dan 2,5% pada orang dewasa (DSM V, 2013). Selain itu menurut SV Faraone dkk, 2003 dan JB Schweitzer dkk, 2012 serta J.Biederman, 2005 yang disampaikan oleh Luz Bar ona-Lleo dkk, 2016 dalam jurnalnya bahwa ADHD diperkirakan 5-10% mempengaruhi anak usia sekolah dan 3-5% mempengaruhi orang dewasa berdasarkan kriteria diagnostik yang digunakan (Barona-Lleo et al,2015).

Seperti yang disampaikan sebelumnya, karena kurangnya pemahaman orang tua bisa jadi seorang anak mengalami perilaku yang abnormal, salah satunya adalah ADHD. Atau orang tua telah menyadari bahwa anaknya mengalami ADHD namun tidak mengetahui secara pasti jenis ADHD yang diderita sang anak.

Terdapat 3 jenis ADHD yakni Inattention, Impulsif, dan Hyperactivity. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi jenis ADHD pada anak usia dini dengan melakukan proses perhitungan berdasarkan gejala yang muncul. Jenis yang diidentifikasi atau diklasifikasikan bukan hanya 3 jenis tersebut melainkan juga terdapat jenis yang tergolong Tidak ADHD. Data yang digunakan pada penelitian ini bersifat data tidak seimbang, karena jumlah sebaran setiap jenis tidak merata sehingga terlihat adanya kelas mayoritas dan kelas minoritas.

Pemecahan masalah untuk data yang tidak seimbang, seperti halnya data untuk identifikasi ADHD ini, bisa menggunakan metode Neighbor Weighted K-Nearest Neighbor (NWKNN) yang dikenalkan oleh Sangbo Tan pada tahun 2005

melalui penelitiannya terkait corpus berbahasa Inggris dan bahasa Mandarin (Arissaputra, 2015).

Berdasarkan beberapa permasalahan yang telah disebutkan, maka penulis mengusulkan penelitian dengan judul “Identifikasi Jenis Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) pada Anak Usia Dini menggunakan Metode Neighbor Weighted K-Nearest Neighbor (NWKNN)”

2. METODE

2.1 Langkah Penelitian

Sumber yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari House Of Fatima. House Of Fatima merupakan salah satu tempat terapi untuk anak berkebutuhan khusus baik dari segi pertumbuhan maupun perkembangannya yang berlokasi di Jl. Sumbing No.10 Kota Malang.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengumpulkan data hasil kuisioner yang diperoleh dari House of Fatima untuk digunakan sebagai data latih
2. Menjawab setiap pernyataan yang ada pada kuisioner pada sistem sebagai data uji
3. Melakukan identifikasi menggunakan metode *Neighbor Weighted K-Nearest Neighbor* (NWKNN)
4. Melakukan analisis terhadap hasil identifikasi yang dihasilkan sistem dengan melakukan pengujian akurasi.

2.2 Deskripsi Data

Data yang digunakan baik data uji maupun data latih berasal dari hasil kuisioner yang terdiri atas 45 pernyataan gejala dengan 4 alternatif pilihan jawaban yang mempunyai bobot berbeda-beda. Sebagai contoh data dan bobot yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

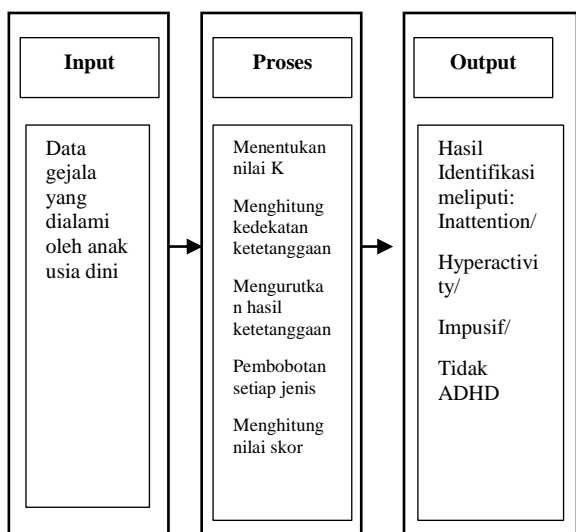
Tabel 1. Data Gejala dan pembobotannya

No	Kode	Gejala	Opsi	Nilai
1	G01	Ananda kurang memperhatikan benda yang ditunjukkan	Selalu	50
			Kadang-Kadang	35
			Tidak pernah	15
2	G02	Ananda mudah mengalihkan pandangan pada	Selalu	50

		sesuatu ketika dalam pembicaraan (masih terjadi kontak mata)	Kadang-Kadang	35
			Tidak pernah	15
.....				
45	G45	Ananda tampak terburu-buru dalam beraktifitas	Selalu	50
			Kadang-Kadang	35
			Tidak pernah	15

2.3 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem merupakan diagram yang berbentuk blok-blok yang menggambarkan aliran proses yang menjelaskan cara kerja sistem secara terstruktur. Diagram blok sistem akan disajikan pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Proses Identifikasi Jenis ADHD pada Anak Usia Dini menggunakan Metode NWKNN

pada gambar 1 menjelaskan diagram blok yang mewakili beberapa komponen sistem identifikasi jenis ADHD dengan menggunakan metode NWKNN yang akan dibangun mulai dari proses input hingga output yang dihasilkan.

2.4. Metode KNN

KNN (K-Nearest Neighbor) merupakan salah satu metode klasifikasi yang didasarkan atas kedekatan ketetangaan nilai kelas, klasifikasi

dilakukan berdasarkan kesamaan atau jarak yang telah disimpan pada data latih (Adeniyi et al, 2016). Menurut D.A Adeniyi et al (2016) dan Valerian (2015) langkah pada algoritma KNN diawali dengan menentukan nilai parameter K kemudian menghitung nilai kedekatan ketetangaan antara data uji dengan data latih dengan menggunakan persamaan *Euclidean Distance* atau *Cosine Similarity (CosSim)*.

Perhitungan *Euclidean Distance* dapat diformulasikan pada persamaan

$$d(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i})^2} \tag{1}$$

Dimana :
 X_1 : nilai dari tiap data latih
 X_2 : nilai dari tiap data uji
 n : banyaknya data
 i : data ke-i

Sedangkan untuk perhitungan *CosSim* dapat diformulasikan pada persamaan

$$CosSim(q, d_j) = \frac{\vec{d}_j \cdot \vec{q}}{|\vec{d}_j| \cdot |\vec{q}|} = \frac{\sum_{i=1}^m (w_{ij} \cdot w_{iq})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m w_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^m w_{iq}^2}} \tag{2}$$

Dimana :
 $CosSim(X, d_i)$: nilai CosSim, similitas data uji X dengan data latih i
 q : data uji
 d_j : data latih
 $\vec{d}_j \cdot \vec{q}$: hasil total perkalian vektor antara data latih dengan data uji
 $|\vec{d}_j| \cdot |\vec{q}|$: hasil total perkalian vektor antara norm data latih dengan data uji
 w_{ij} : bobot nilai i pada data latih j
 w_{iq} : bobot nilai i pada data uji
 m : banyaknya jumlah nilai

Setelah didapatkan hasil kedekatan ketetangaan, kemudian dilakukan pengurutan hasil *Euclidean Distance* dari hasil terkecil ke terbesar atau mengurutkan hasil *CosSim* dari terbesar ke terkecil. Ketika telah didapatkan hasil K tetangga terdekat dari hasil penurutan tersebut maka dihitung nilai skornya berdasarkan nilai yang ada, perhitungan skor tersebut dapat di formulasikan kedalam persamaan

$$Score(X, C_i) = \sum_{djKNN(X)} \left(\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i})^2} \right) * \delta(d_j, C_i) \right) \tag{3}$$

atau

$$Score(X, C_i) = \sum_{djKNN(X)} \left((Sim(q, d_j) * \delta(d_j, C_i)) \right) \tag{4}$$

Dimana :

$djKNN(x)$: data latih d_j pada kumpulan tetangga

terdekat dari data uji X

$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i})^2}$: jarak antara data uji dan data latih

$\delta(d_j, C_i)$: akan bernilai 1 jika nilai jarak $\in C_i$ dan

bernilai 0 jika nilai jarak $\notin C_i$

C_i : jenis atau kelas i

$Sim(q, d_j)$: nilai *CosSim* antara data uji dan data

latih.

2.5. Metode NWKNN

Metode NWKNN merupakan metode yang hampir mirip dengan metode KNN. Metode NWKNN muncul karena adanya permasalahan data tidak seimbang pada data latih. Yang membedakan antara metode NWKNN dengan metode KNN adalah adanya pemberian bobot pada kelas/jenis yang berasal dari kategori mayoritas maka diberi nilai bobot kecil, sedangkan pada kategori minoritas akan diberi nilai bobot besar (Ridok dkk,2015).

Langkah algoritma pada metode NWKNN tidak jauh berbeda dengan langkah algoritma KNN, yang membedakan adalah perhitungan bobot dan score untuk menentukan klasifikasi terhadap data uji (Feizar, 2014).

Perhitungan bobot dapat dilakukan dengan persamaan :

$$Weight_i = \frac{1}{\left(\frac{Num(C_i^d)}{Min\{Num(C_n^d) | n=1, \dots, K^*\}} \right)^{1/exp}} \tag{5}$$

Dimana

$Num(C_i^d)$ = banyaknya data latih d pada kelas i

$Num(C_j^d)$ = banyaknya data latih d pada kelas j , dimana j terdapat dalam himpunan k tetangga terdekat

Exp = Eksponen (nilai exp lebih dari 1)

Setiap nilai bobot yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung nilai skor data uji terhadap setiap kelas/jenis. Perhitungan score pada metode NWKNN dapat dilakukan dengan persamaan :

$$Score(X, C_i) = Weight_i * \left(\sum_{djKNN(X)} \left(\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i})^2} \right) * \delta(d_j, C_i) \right) \right) \tag{6}$$

Atau

$$Skor(X, C_i) = Weight_i * \left(\sum_{djNWKNN(X)} \left((Sim(q, d_j) * \delta(d_j, C_i)) \right) \right) \tag{7}$$

Dimana:

$Weight_i$: Bobot jenis/kelas i

$djNWKNN(x)$: data latih d_j pada kumpulan tetangga

terdekat dari data uji X

$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i})^2}$: jarak antara data uji dan data latih

$\delta(d_j, C_i)$: akan bernilai 1 jika nilai jarak $\in C_i$

dan bernilai 0 jika nilai jarak $\notin C_i$

$Sim(q, d_j)$: nilai *CosSim* antara data uji dan data

latih.

C_i : jenis atau kelas i

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas terkait pengujian dan analisis yang dilakukan terhadap sistem. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian akurasi, pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kevalidan identifikasi dengan menggunakan metode NWKNN. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung nilai kebenaran setiap melakukan pengujian pada data.

3.1 Pengujian dan Analisis Pengaruh Perubahan Nilai K

Pengujian ini dilakukan dengan mengubah nilai K secara acak dengan nilai 2, 4, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, dan 40. Hasil pengujian pengaruh nilai K dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengaruh Nilai K

Jumlah Data Uji	Nilai E	Nilai K	Akurasi Untuk Data Latih (%)		
			80 data	70 data	60 data
20	4	2	80%	80%	70%
		4	85%	85%	75%
		8	90%	80%	65%
		10	95%	90%	70%
		15	80%	90%	55%
		20	85%	80%	65%
		25	75%	70%	65%
		30	75%	65%	50%
		35	60%	50%	45%

		40	50%	45%	45%
--	--	----	-----	-----	-----

Berdasarkan tabel hasil pengujian pengaruh nilai K didapatkan hasil hubungan antara perubahan nilai K dengan akurasi yang dihasilkan untuk identifikasi jenis ADHD dengan menggunakan metode NWKNN. Hasil akurasi yang dihasilkan cenderung tidak stabil akan tetapi hasil akurasi terbaik dihasilkan saat $K=10$, setelah $K=10$ dan nilai K semakin besar hasil akurasi cenderung menurun. Penurunan hasil akurasi terjadi karena ketika semakin besarnya nilai K tetangga yang digunakan maka semakin banyak data yang mempunyai jumlah jenis yang mendominasi masuk kedalam ketetangaan yang telah ditentukan. Sehingga ketika dilakukan deteksi, data uji akan sering masuk kedalam jenis yang salah. Pada deteksi ADHD menggunakan metode NWKNN ini, data yang ada lebih didominasi dengan Tidak ADHD, sehingga ketika dilakukan proses deteksi dengan metode NWKNN, Tidak ADHD yang paling sering muncul dan dituju bila terjadi kesalahan deteksi.

3.2 Pengujian dan Analisis Perubahan Nilai E

Pengujian ini dilakukan dengan mengubah nilai E secara acak dimulai dari $E=2$, $E=4$, $E=8$ dan $E=16$. Perubahan nilai E ini dilakukan pada metode NWKNN dengan menggunakan Euclidean Distance.

Hasil pengujian pengaruh nilai E dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengaruh Nilai E

Jumlah Data Uji	Nilai K	Nilai E	Akurasi Untuk Data Latih (%)		
			80 data	70 data	60 data
20	10	2	85%	80%	60%
		4	95%	90%	70%
		8	95%	80%	70%
		16	90%	80%	70%

terlihat bahwa perubahan nilai E pada pengujian cenderung memberikan hasil yang stabil dan sama terhadap hasil akurasi pada beberapa nilai E, walaupun data latih yang digunakan berbeda-beda pada varian nilai E. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan nilai E tidak begitu memberikan pengaruh yang besar terhadap lebih baik atau buruknya hasil akurasi pada identifikasi jenis ADHD pada sistem.

3.3 Pengujian dan Analisis Perubahan Jumlah Data Latih

Pengujian pengaruh perubahan jumlah data latih dilakukan sebanyak tiga kali. Data latih yang digunakan bersifat tidak seimbang disetiap kelasnya

(Tidak ADHD, Inattentiom, Impulsif, dan Hyperactivity). Pengujian dilakukan dengan cara mengetahui hasil akurasi pada saat jumlah data uji sebanyak 20 data dengan data latih sebanyak 80 data, 70 data dan 60 data. Hasil pengujian pengaruh jumlah data latih dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Pengaruh Perubahan Jumlah Data Latih

Jumlah Data Uji	Nilai K	Nilai E	Jumlah Data Latih	Akurasi
20	10	4	80	95%
			70	90%
			60	70%

Berdasarkan tabel terlihat bahwa hasil akurasi yang diperoleh pada pengujian ini bervariasi. Semakin banyak jumlah data yang digunakan pada data latih, akurasi yang diperoleh juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan ketika semakin banyak data latih yang digunakan maka akan semakin banyak data yang akan dibandingkan dengan data uji dan memungkinkan untuk memperoleh hasil *CosSim* yang mempunyai *similarity* yang mendekati data uji yang akan diidentifikasi cenderung tinggi untuk masuk kedalam ketetangaannya.

3.4 Pengujian dan Analisis Perbandingan Akurasi antara metode NWKNN dan KNN

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil akurasi antara metode KNN dengan metode NWKNN. Perbandingan hasil akurasi tersebut dilakukan dengan melihat selisih hasil akurasi yang diperoleh antara metode KNN dengan metode NWKNN. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data latih sejumlah 80 data dan data uji sebanyak 20 data. Hasil pengujian perbandingan akurasi metode NWKNN dan KNN dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Perbandingan KNN dan NWKNN

Jumlah Data Uji	Jumlah Data Latih	Nilai K	KNN	NWKNN
20	80	2	80%	80%
		4	85%	85%
		8	95%	90%
		10	95%	95%
		15	95%	80%
		20	90%	85%
		25	70%	75%
		30	50%	75%
		35	55%	60%
		40	45%	50%
Hasil Rata-Rata Akurasi			76%	78%

Pada tabel tersebut terlihat bahwasanya metode NWKNN cenderung menghasilkan hasil akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode KNN khususnya pada saat K besar untuk kasus identifikasi jenis ADHD dengan data latih yang digunakan tidak seimbang. Hal tersebut dikarenakan pada NWKNN terdapat proses pembobotan yang dapat membantu data uji yang berasal dari kelas minoritas dapat dikenali dan teridentifikasi kedalam jenis yang tepat. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa pada kasus identifikasi jenis ADHD ini lebih baik menggunakan metode NWKNN dibandingkan metode KNN dengan hasil metode NWKNN lebih baik 2% rata-rata hasil akurasinya.

3.5. Pengujian dan Analisis Perbandingan Hasil Akurasi antara NWKNN dengan menggunakan Euclidean Distance dan CosSim

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil akurasi antara metode NWKNN dengan menggunakan *Euclidean Distance* atau *CosSim* untuk mengetahui kedekatan ketetanggaan antara data uji dan data latihnya. Hasil pengujian perbandingan akurasi metode NWKNN menggunakan Euclidean Distance dan CosSim dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Perbandingan Akurasi Metode NWKNN menggunakan *Euclidean Distance* dan *CosSim*.

Jumlah Data Uji	Jumlah Data Latih	Nilai E	Nilai K	NWKNN dengan	
				Euclidean Distance	CosSim
20	80	4	2	90%	80%
			4	70%	85%
			8	50%	90%
			10	45%	95%
			15	45%	80%
			20	40%	85%
			25	0%	75%
			30	0%	75%
			35	0%	60%
			40	0%	50%
Hasil Rata-Rata Akurasi				34 %	78%

Terlihat pada tabel bahwa hasil akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan *Euclidean Distance* saat nilai K kecil akurasinya lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode NWKNN. Ketika K semakin besar dengan menggunakan *CosSim* hasil akurasi yang dihasilkan cenderung lebih baik walaupun hasil akurasi tersebut tidak stabil dibandingkan dengan *Euclidean Distance* yang bahkan menunjukkan akurasi 0% ketika K bernilai besar pada identifikasi jenis ADHD ini.

Oleh karena itu, untuk kasus identifikasi jenis ADHD menggunakan metode NWKNN ini, untuk menentukan kedekatan ketetanggaannya lebih baik

menggunakan perhitungan *CosSim* dengan rata-rata hasil akurasi sebesar 78% dibanding *Euclidean Distance* sebesar 34%.

3.6 Pengujian dan Analisis Pengaruh Variasi Nilai Data Uji dan Data Latih yang Berubah-Ubah terhadap Akurasi

Pengujian dilakukan pada data latih sejumlah 80 data dan data uji sejumlah 20 data yang diambil secara acak dan nilainya berubah-ubah dengan menggunakan nilai K terbaik yakni K = 10 dengan nilai eksponen 4. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Perubahan nilai pada data uji dan data latih.

Pengujian Ke	Data Uji	Data Latih	Nilai K	Nilai E	Akurasi (NWKNN)	Akurasi (KNN)
1	20	80	10	4	95	95
2					60	65
3					60	60
4					65	60
5					50	50

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa perubahan nilai pada data uji dan data latih sangat mempengaruhi hasil akurasi. Hal tersebut terjadi karena pemilihan data yang digunakan sebagai data latih maupun data uji sangat mempengaruhi dalam proses identifikasi ADHD.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap identifikasi jenis *Attention Deficit Disorder Hyperactivity* (ADHD) dengan menggunakan metode *Neighbor Weighted K-Nearest Neighbor* (NWKNN), dapat disimpulkan bahwa metode NWKNN dapat melakukan identifikasi jenis ADHD dengan hasil akurasi terbaik pada saat K=10, E=4 dan data latih sebanyak 80 data dengan hasil 95%. Dan untuk menentukan kedekatan ketetanggaan menunjukkan bahwa metode NWKNN dengan menggunakan *CosSim* memberikan hasil rata-rata akurasi lebih baik dari pada metode NWKNN dengan menggunakan *Euclidean Distance* pada kasus identifikasi jenis ADHD.

5. SARAN

Saran yang dapat diberikan pada kelanjutan penelitian identifikasi jenis ADHD dengan menggunakan metode NWKNN, yakni pada penelitian ini data yang digunakan hanya 100 data dan bersifat tidak seimbang dengan 1 kriteria berupa 45 pernyataan gejala tentang ADHD dengan batasan usia pada anak usia dini maksimal 7 tahun, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat

meningkatkan hasil akurasi dengan menambah jumlah data yang digunakan serta menambah kriteria seperti pengaruh usia maupun hasil prestasi disekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- DAO, S. D. & MARIAN, R. 2011. Optimisation of precedence-constrained production sequencing and scheduling using genetic algorithms. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*, 16-18 March, Hong Kong.
- GEN, M. & CHENG, R. 2000. *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- LILIANA, D. Y. & MAHMUDY, W. F. 2006. Penerapan Algoritma Genetika pada Otomatisasi Penjadwalan Kuliah. *Laporan Penelitian DPP/SPP*. FMIPA Universitas Brawijaya, Malang.
- MARIAN, R. M., LUONG, L. & DAO, S. D. 2012. Hybrid genetic algorithm optimisation of distribution networks—a comparative study. *Dalam: AO, S. I., CASTILLO, O. & HUANG, X. (editor.) Intelligent Control and Innovative Computing*. Springer, US.
- PHANDEN, R. K., JAIN, A. & VERMA, R. 2013. An approach for integration of process planning and scheduling. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(4), 284-302.
- RIDOK, A. 2014. Peringkasan dokumen Bahasa Indonesia berbasis non-negative matrix factorization. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 1(1), 39-44.
- TALA, F. Z. 2003. A Study of Stemming Effects on Information Retrieval in Bahasa Indonesia. *Ph.D. Thesis*. Universiteit van Amsterdam.
- WANG, L. 2007. *Process planning and scheduling for distributed manufacturing*. Springer, London.
- WIBAWA, A. P., NAFALSKI, A. & MAHMUDY, W. F. 2013. Javanese speech levels machine translation: improved parallel text alignment based on impossible pair limitation. *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Cybernetics*, 3-4 December, Yogyakarta, Indonesia. 16-20.

PERBANDINGAN METODE SVM, FUZZY-KNN, DAN BDT-SVM UNTUK KLASIFIKASI DETAK JANTUNG HASIL ELEKTROKARDIOGRAFI

Uswatun Hasanah¹, Lintang Resita M.², Andhica Pratama³, Imam
Cholissodin⁴

¹Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

²Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

³Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email: ¹uswah94line@gmail.com

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) semakin pesat terutama dalam bidang kesehatan. Elektrokardiografi (EKG) merupakan salah satu metode untuk menentukan kondisi jantung manusia yang direpresentasikan dalam bentuk gelombang. Jantung merupakan organ vital manusia dan merupakan pertahanan hidup terakhir manusia selain otak. Di Indonesia berdasarkan data dari Kementerian RI tahun 2013, kematian akibat penyakit jantung ini diperkirakan sebesar 0.5% atau 883.447 orang dan berdasarkan gejala sebanyak 1.5% atau sekitar 2.650.340 orang. Kelas dari klasifikasi ini terdiri dari normal dan aritmia. Dimana aritmia terdiri dari atrial fibrillation, PVC bigeminy, dan ventricular tachycardia. Data didapatkan dari MIT-BIH Arrhythmia Database. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan klasifikasi dari sinyal gelombang EKG tersebut dengan membandingkan metode Support Vector Machine dengan strategi One Against All, Fuzzy K-Nearest Neighbor, dan menggunakan metode Binary Decision Tree - Support Vector Machine. Hasil klasifikasi yang didapatkan dengan metode SVM memiliki rata-rata akurasi sebesar 81.30% menggunakan dataset dari fitur 3601 MLII dengan kernel Polynomial, metode Fuzzy-KNN 81.25% menggunakan jarak Manhattan, dan BDT-SVM sebesar 70.00% menggunakan kernel Polynomial dengan menggunakan data sebesar 140 dataset.

Kata Kunci: Support Vector Machine, Binary Decision Tree, Fuzzy-KNN, Detak Jantung, Elektrokardiografi

Abstract

The development of Science and Technology growing rapidly, especially in the health field. Electrocardiography (ECG) is one method for determining the condition of the human heart rate that is represented in the form of waves. The human heart is a vital organ and is the last surviving human defense other than the brain. In Indonesia based on data from the Ministry of Indonesia in 2013, the death from heart disease is estimated about 0.5% or 883.447 people and is based on the symptoms as much as 1.5%, or about 2.65034 million people. Class of this study such as normal and arrhythmias. Arrhythmias consists of atrial fibrillation, PVC bigeminy, and ventricular tachycardia. Data collected from the MIT-BIH Arrhythmias Database. This study aims to determine the classification of the ECG waveform signal by comparing SVM algorithm is supported by One Against All of the strategies, Fuzzy K-Nearest Neighbor, and Binary Decision Tree - Support Vector Machine. The average results of classification using SVM have an accuracy of 81.30% by using a dataset from 3601 MLII features with the polynomial kernel, 81.25% with Fuzzy-KNN by Manhattan Distance, and 70.00% with BDT-SVM using polynomial kernel using data of 140 datasets.

Keywords: Support Vector Machine, Binary Decision Tree, Fuzzy-KNN, Heart Rate, Electrocardiography.

1. PENDAHULUAN

Elektrokardiografi (EKG) adalah tes yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik detak jantung [American Heart Association, 2015]. Jantung adalah organ vital dan merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak dan sebagai salah satu bagian dari tubuh manusia yang memiliki peran sebagai pusat beredarnya darah [Shympto Diagnosis, 2016]. Pada tahun 2008, diperkirakan lebih dari 3 juta kematian akibat penyakit jantung. Kematian dini sebesar 4% di

negara berpenghasilan tinggi dan 42% di negara berpenghasilan rendah. Berdasarkan diagnosis dokter, jumlah penderita penyakit jantung koroner di Indonesia pada tahun 2013 yaitu sebesar 0,5% atau diperkirakan sekitar 883.447 orang, sedangkan berdasarkan diagnosis dokter/gejala sebesar 1,5% atau diperkirakan sekitar 2.650.340 orang. Berdasarkan diagnosis/gejala, estimasi jumlah penderita penyakit jantung koroner terbanyak terdapat di daerah Provinsi Jawa Timur sebanyak 375.127 orang (1,3%) [Nico, 2015]. Menurut data dari WHO bahwa penyumbang kematian akibat

penyakit jantung, sekitar 30,5% kematian warga dunia dan 30% sebagai penyumbang kematian di Indonesia [Kesehatan, Kementerian RI, 2013]. Pemeriksaan denyut jantung adalah langkah awal yang digunakan setiap tenaga medis. Denyut jantung atau denyut nadi adalah tanda penting dalam bidang medis yang bermanfaat untuk mengevaluasi dengan cepat kesehatan atau mengetahui kebugaran seseorang secara umum. Sehingga dengan mengetahui irama denyut jantung akan membantu tenaga medis dalam pemeriksaan.

Aritmia yang dikenal sebagai suatu kondisi di mana laju detak jantung berdetak terlalu cepat, terlalu lambat atau tidak teratur. Aritmia jantung umumnya tidak berbahaya. Namun, beberapa jenis aritmia jantung dapat menyebabkan gangguan kesehatan atau bahkan sampai mengancam nyawa [Adnamazida, Rizqi, 2013]. Data statistik menunjukkan bahwa 5 dari 1.000 orang mengalami aritmia. Jika ini terjadi, maka periksakanlah ke dokter dan jalani tes EKG. Saat ini pemeriksaan EKG sudah merupakan bagian pemeriksaan rutin untuk setiap pemeriksaan kesehatan dasar untuk karyawan baru, melanjutkan sekolah, atau masuk asuransi [Amazine.co, 2016]. Tidak hanya dokter, saat ini perawat pun dituntut untuk bisa membaca hasil perekaman EKG. Fakta yang ada di lapangan, bahwa persentase perawat yang bisa melakukan hal tersebut masih kecil, padahal sebagian besar layanan kesehatan, baik rumah sakit maupun klinik, sudah dilengkapi dengan fasilitas EKG [JJ, 2013]. Membaca EKG harus dengan sifat tenang dan konsentrasi, bahkan ahli kardiologi jika tidak tenang dalam membaca hasil EKG maka akan memberikan analisa yang salah. Banyak yang perlu dipersiapkan terlebih dahulu sebelum menganalisa hasil EKG yaitu harus menentukan iramanya dengan menghitung RR Interval serta harus menghitung nilai normal tiap gelombang, kemudian menentukan berapa aksis jantungnya dan pembesaran jantung sehingga mendapatkan hasil analisa terakhir. Selain itu kadang-kadang ditemukan adanya gambaran EKG yang tidak khas dan dapat membingungkan [Merdeka, Suara, 2015].

Dalam penelitian ini menggunakan metode yaitu SVM, Fuzzy-KNN, dan BDT-SVM. Prinsip dasar dari metode SVM adalah mencari hyperplane pemisah antara kelas positif dan kelas negatif [FK Universitas Hasanudin, 2009]. Salah satu kelebihan dari metode SVM adalah mampu menangani kasus dengan input space yang berdimensi tinggi. Namun, SVM juga memiliki kelemahan, salah satunya adalah komputasi yang lama untuk proses klasifikasi [Imaduddin, Zaki, Abidzar T., Hilmy, 2015.]. Seiring berkembangnya teknologi, muncul beberapa perkembangan metode SVM yang mampu menyelesaikan kasus multi kelas, salah satunya adalah dengan strategi One Against All dan metode Binary Decision Tree SVM (BDT-SVM). Dimana

metode BDT-SVM ini memiliki kelebihan yaitu mendapatkan penentuan kelas yang lebih dinamis yang didasarkan pada jarak euclidean. Selain itu juga menggunakan metode Fuzzy-KNN untuk penentuan klasifikasi ini.

Pada penelitian sebelumnya yaitu berjudul "Prediction Based on Support Vector Machine for Travel Choice of High-Speed Railway Passenger in China" membahas tentang prediksi kereta api yang dipilih penumpang dimana hal ini dapat meningkatkan daya saing pada pasar transportasi sehingga pelayanan kereta api kecepatan tinggi menjadi lebih baik. Prediksi ini menggunakan metode SVM dimana hasil akurasi yang didapatkan adalah 91.44% [Madzarov, Gjorgji, Gjorgjevikj, Dejan, & Chorbev, Ivan, 2008]. Kemudian penelitian lainnya yaitu "Detect Pedestrian Orientation by Integrating Multiclass SVM Utilizing Binary Decision Tree" [Shu, K., Jing, L., Mei, L., Xin, Z., 2011]. Penelitian ini untuk memprediksi kemungkinan terjadi tabrakan dengan mendeteksi arah pejalan kaki menggunakan metode yang sama yaitu binary decision tree-SVM menggunakan dataset INRIA yang terdiri dari 2000 gambar. Hasil akurasi untuk Non-Ped (Bukan pejalan kaki) sebesar 100%, depan dan kiri sebesar 99%, kanan sebesar 95%, dan belakang sekitar 90%. Selain penelitian diatas, juga melakukan kajian terhadap penelitian dengan judul Penelitian kedua mengenai penerapan metode Fuzzy K-NN untuk menentukan kualitas hasil rendemen tanaman tebu oleh Rahmi, dkk, menunjukkan bahwa FK-NN merupakan metode yang baik untuk memecahkan masalah klasifikasi, dimana pada penelitian ini akurasi tertinggi mencai 98% dengan penggunaan 175 data latih dan 80 data uji [Santoshi, G., Pushpa, G. Gowri, 2015].

Dari beberapa permasalahan diatas, perlunya dibuat suatu sistem yang mampu mengklasifikasikan kondisi detak jantung berdasarkan hasil pemeriksaan elektrokardiografi (EKG) menggunakan binary decision tree-support vector machine untuk membantu pemeriksaan pada jantung sehingga diharapkan bisa menjadi salah satu bentuk penanggulangan dengan langkah kecil dalam masalah Jantung di Indonesia serta dapat membantu para medis dari perawat hingga dokter dalam mengklasifikasikan hasil pemeriksaan EKG.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

Jantung (dalam bahasa Latin yaitu *cor*) adalah rongga organ berotot yang memiliki tugas untuk memompa darah melalui pembuluh darah oleh kontraksi berirama yang terjadi secara berulang [Shofia, Rahmi Amiratus, dkk. 2013]. Denyut jantung yang normal merupakan tanda kesehatan pada tubuh yang baik secara keseluruhan. Detak jantung yang normal akan terasa lebih cepat berdetak atau lebih lambat tergantung dari aktifitas yang sedang dikerjakan. Berdasarkan namanya,

aritmia (a yaitu tidak, ritmia yaitu ritmik atau irama). Sehingga aritmia (gangguan irama jantung) adalah kondisi di mana irama jantung tidak normal. Pada kasus ini penderita bisa memiliki irama jantung yang terlalu cepat atau lambat yang tidak sesuai dengan aktifitas yang sedang dikerjakan [Sindo, 2010]. Dibawah ini merupakan klasifikasi dari aritmia.

a. Atrial Fibrillation

Fibrilasi bilik jantung atrium (*Atrial fibrillation* (AF) merupakan suatu kondisi ritme jantung tidak normal yang paling umum dan menyerang jutaan manusia di seluruh dunia. Kondisinya meliputi aktifitas yang sangat cepat dan tidak beraturan dalam atria dan menimbulkan gejala-gejala seperti jantung berdebar, sakit kepala, kehilangan kesadaran, sesak nafas dan rasa letih. Fibrilasi bilik jantung atrium (AF) juga merupakan penyebab umum dari stroke yang rata-rata menyerang 5 % mereka dengan fibrilasi bilik jantung atrium (AF) setiap tahunnya [Pendidikan, Dosen, 2014].

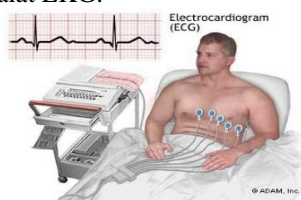
b. PVC Bigeminy

PVC *Bigeminy* adalah terjadinya PVC pada setiap detaknya. PVC (*Premature Ventricular Contractions*) atau ventrikel kontraksi prematur adalah denyut jantung yg terjadi sebelum waktunya yang berasal dari ventrikel jantung. Pada *ventricular bigeminy* keadaan PVC lebih sering dialami dan dinyatakan sedikit berbeda dari jenis PVC lainnya. Sehingga jika perubahan terbaru dalam irama detak jantung terjadi, harus dilakukan pemeriksaan jantung dan fungsi hati serta tes darah [The Harley Street Clinic, 2012].

c. Ventricular Tachycardia

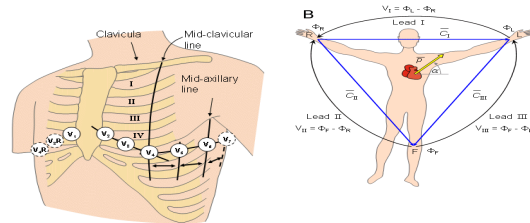
Takikardia adalah denyut jantung yang terjadi lebih cepat daripada denyut jantung normal. Takikardia disebabkan oleh suatu kelainan di dalam jantung sehingga menghasilkan sinyal listrik yang cepat. Dalam beberapa kasus, takikardia tidak menimbulkan komplikasi. Namun, takikardia yang parah dapat mengganggu fungsi normal jantung, meningkatkan risiko stroke, atau menyebabkan serangan jantung mendadak atau kematian [Cardiac Health, 2016].

Rekaman listrik jantung yang dihasilkan EKG dapat memberi petunjuk adanya beberapa kelainan jantung seperti Gangguan irama jantung, Penyakit jantung koroner, Serangan jantung, Penebalan otot jantung dan pembesaran rongga jantung [Dr. Tryzelaar, 2016.]. Dibawah ini pada Gambar 1 merupakan alat EKG.



Gambar 1. Alat EKG.

Dalam pemeriksaan elektrokardiografi (EKG), untuk mendapatkan hasil pemeriksaan yang lebih akurat dibutuhkan 12 sadapan hasil rekam EKG. 12 sadapan itu antara lain *I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6*.



Gambar 2. 12 Sadapan EKG.

Pada penelitian ini digunakan sadapan dari kanal *MLII* dan *V1*. *MLII* atau *modified lead II* merupakan penempatan elektroda di lengan kanan dan tungkai kiri, dengan tungkai kiri positif. *V1* digunakan untuk memeriksa sinyal rendah, dan untuk sinyal atas elektroda juga ditempatkan di dada. *V1* merupakan sadapan pada sela iga keempat sebelah kanan dari *sternum* seperti yang terlihat pada Gambar 2 di atas [Moody, G.B., 2010].

Klasifikasi adalah salah satu aspek dalam data mining. Klasifikasi merupakan proses untuk menemukan model yang menggambarkan kelas data atau konsep dengan tujuan agar dapat memprediksi kelas dari objek yang label kelas tidak diketahui. Dimana dapat menemukan model yang menggambarkan dan membedakan kelas data atau konsep [Point, Tutorials (I), pvt.LTD, 2014].

Support Vector Machine (SVM) adalah sebuah metode klasifikasi biner yang dikembangkan oleh Vapnik dan rekan-rekannya di Laboratorium Bell, yang merupakan algoritma lanjutan pada perbaikan yang dilakukan pihak lain [Imaduddin, Zaki, Abidzar T., Hilmy, 2015]. Algoritma ini bertugas untuk memisahkan hyperplane terbaik yang terdiri dari 2 kelas yaitu positif dan negatif [FK Universitas Hasanudin, 2009].

1. SVM Non-Linear

Pada umumnya masalah dalam domain dunia nyata (*real world problem*) jarang yang bersifat *linear separable*. Kebanyakan bersifat *non linear*. Untuk menyelesaikan *problem non linear*, SVM dimodifikasi dengan memasukkan fungsi *Kernel* [Point, Tutorials (I), pvt.LTD, 2014].

2. Sequential Training SVM

Metode *sequential training* SVM yang digunakan sebagai alternatif sederhana untuk menemukan hyperplane optimal. Algoritmanya yaitu sebagai berikut [Satriyo Nugroho, Anto, Budi Witarti, Arief, & Handoko, Dwi, 2003].

- a. Inialisasi $\alpha_i = 0$ dan parameter lain, misalnya $\lambda = 2$, konstanta $\gamma = 2$, $C=1$, Iterasi Maksimum = 1000000, dan $\varepsilon = 0.0001$. Kemudian menghitung matriks Hessian.

$$D_{ij} = y_i y_j (K(x_i, x_j) + \lambda^2) \text{ untuk } i, j = 1, \dots, l$$

Keterangan :

- x_i = data ke-i
- x_j = data ke-j
- y_i = kelas data ke-i
- y_j = kelas data ke-j
- l = jumlah data

$K(x_i, x_j)$ = fungsi kernel yang digunakan.

- b. Kemudian memulai proses iterasi mulai dari data ke-i sampai ke-j, untuk setiap pola $i=1$ sampai ke l ,

$$E_i = \sum_{j=1}^l \alpha_j D_{ij}$$

$$\delta \alpha_i = \min\{\max[\gamma(1 - E_i), -\alpha_i], C - \alpha_i\}$$

$$\alpha_i = \alpha_i + \delta \alpha_i$$

Keterangan :

γ = learning rate = konstanta $\gamma / \max_{ij} D_{ij}$.

$\max_{ij} D_{ij}$ = Nilai maksimum dari diagonal matriks hessian.

- c. Ulangi langkah ke-b hingga kondisi iterasi maksimum telah tercapai atau $\max(|\delta \alpha_i|) < \epsilon$.

Kemudian didapatkan nilai *support vector (sv)*, $SV = (\alpha_i > \text{threshold})$. Nilai *threshold sv* didapatkan dari beberapa percobaan, biasanya digunakan $\text{threshold} \geq 0$.

3. One Against All

Strategi *One-Against-All* membangun sejumlah k SVM biner klasifikasi, dimana setiap satu kelas terpisah dari kelas lainnya. Data *training* dari kelas ke- i di *training* dengan diberi tanda positif dan semua *training* yang bukan dari kelas- i diberi tanda negatif [Cholissodin, Imam, Kurniati, Maya, Indriati, dan Arwani, Issa, 2014.]. Penggunaan pengklasifikasian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh SVM dengan strategi *One Against All*.

$y_i = 1$	$Y_j = -1$	Fig. 1. hipotesis	H
Kelas 1	Bukan kelas 1	$f^1(x) = (w^1)x + b^1$	
Kelas 2	Bukan kelas 2	$f^2(x) = (w^2)x + b^2$	
Kelas 3	Kelas 4	$f^3(x) = (w^3)x + b^3$	

4. Fuzzy-K-Nearest Neighbor

FK-NN merupakan metode gabungan dari metode logika fuzzy dengan metode K-Nearest Neighbor. *Fuzzy K-Nearest Neighbor* memiliki dua keunggulan utama daripada algoritma k-nearest neighbor. Pertama, algoritma ini mampu mempertimbangkan sifat ambigu dari tetangga jika ada. Algoritma ini telah dirancang sedemikian rupa agar tetangga yang ambigu tidak memainkan peranan penting dalam klasifikasi saat ini. Keunggulan kedua yaitu sebuah instance akan memiliki derajat nilai keanggotaan pada setiap kelas sehingga akan lebih memberikan kekuatan atau kepercayaan suatu instance berada pada suatu kelas [Liu, Y., Zheng, Y.F., 2005.]. Tahapan *Fuzzy K-*

Nearest Neighbor adalah sebagai berikut.

- a. Normalisasi data, metode normalisasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah *Min Max Normalization*.

- b. Untuk data uji x dicari K tetangga terdekat menggunakan persamaan berikut

$$d(x_i, x_j) = \left(\sum_{l=1}^N |x_{il} - x_{jl}|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

Keterangan:

N = jumlah fitur data

p = penentu jarak

- jika $p=1$ jarak yang digunakan adalah *Manhattan*

- jika $p=2$ jarak yang digunakan adalah *Euclidean*

- jika $p=\infty$ jarak yang digunakan adalah *Chebyshev*

- c. Menghitung nilai keanggotaan dengan persamaan berikut untuk setiap i , dimana $1 \leq i \leq C$.

$$u(x, c_i) = \frac{\sum_{k=1}^K u(x_k, c_i) * d(x, x_k)^{\frac{-2}{m-1}}}{\sum_{k=1}^K d(x, x_k)^{\frac{-2}{m-1}}}$$

Keterangan:

$u(x, c_i)$ = nilai keanggotaan data x ke kelas c_i

K = jumlah tetangga terdekat

$u(x_k, c_i)$ = nilai keanggotaan data tetangga

dalam K tetangga pada kelas c_i

$d(x, x_k)$ = jarak dari data x ke data x_k dalam K

tetangga terdekat

m = bobot pangkat

- d. Mengambil nilai terbesar dari nilai keanggotaan untuk semua $1 \leq i \leq C$.

- e. Memberi label kelas c ke data uji x .

5. Binary Decision Tree (BDT)

Metode ini menggunakan SVM yang dibuat kedalam struktur pohon biner. Sebuah SVM di setiap node dari pohon ini dilatih menggunakan dua kelas. Kemudian memproses kemungkinan *output* untuk mengukur kesamaan antara sampel yang tersisa dan dua kelas yang digunakan untuk pelatihan. Semua sampel di node ditugaskan untuk dua *subnodes* yang berasal dari kelas yang dipilih sebelumnya. Langkah ini berulang pada setiap simpul sampai setiap node hanya dapat sampel dari satu kelas [Imaduddin, Zaki, Abidzar T., Hilmy, 2015]. Langkah-langkah perhitungan algoritma dengan metode BDT-SVM yaitu sebagai berikut (Heena Farooq B. & Mohd Arif W., 2014).

- a. Identifikasi label dari data uji dan data latih.
- b. Tentukan *center point* dari semua kelas atau label.
- c. Hitung jarak dengan menggunakan *Euclidean Distance* diantara dua kelas (i, j).

- d. Jika jarak euclidean dari pasangan kelas adalah maksimum, maka kedua kelompok kelas didapatkan dengan i sebagai kelompok atau kelas pertama (*subtree* kiri) dan j sebagai kelompok atau kelas kedua (*subtree* kanan).
- e. Menetapkan sisa kelas untuk kelompok terdekat mereka.
- f. Mendapatkan *classifier* SVM untuk setiap pasangan kelas.

Ulangi prosedur ini sampai simpul daun mencapai yang mewakili kelas itu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisikan mengenai hasil-hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode yang telah diterangkan dalam bagian sebelumnya. Bagian ini dapat berisikan tabel, gambar, dan persamaan.

Jumlah data yang digunakan adalah sebanyak 140 data. Dimana terdapat 35 data setiap kelas. Dari data tersebut dibagi kedalam 2 data yaitu data *training* dan data *testing*. Selain itu juga terdapat beberapa fitur yang digunakan yaitu gabungan dari MLII dan VI (7202 fitur), MLII atau VI (3601 fitur), MLII atau VI (2161 fitur).

a. Pengujian Variasi Fitur atau Parameter

Berdasarkan hasil grafik pada Gambar 11 diketahui bahwa rata-rata tingkat akurasi terbesar yaitu 70.00% yang terdapat pada fitur 2161 atau pengambilan hasil EKG pada 6 detik. Sehingga didapatkan variasi jumlah fitur pada pengujian selanjutnya yaitu pada fitur 2161 (6 detik).

Jumlah fitur terbaik yaitu sekitar 10 detik pada kanal MLII. Untuk fitur 3601 yang merupakan pemeriksaan dari kanal VI menghasilkan akurasi sebesar 52.20% pada metode SVM. Hasil tersebut masih kecil dikarenakan pola yang terdapat pada hasil EKG untuk pemeriksaan kanal VI menghasilkan pola yang kecil karena lokasi pengambilan untuk VI terdapat di bagian dada manusia sehingga pola yang digambarkan tidak terlalu besar dengan kata lain alat EKG tidak mendeteksi denyut jantung dengan jelas. Begitu pula untuk fitur 2161 pada kanal VI dengan akurasi 30.00% pada metode BDT-SVM. Untuk fitur 7202 juga mendapatkan akurasi kecil sebesar 52.20% pada SVM karena merupakan gabungan dari kanal MLII dan VI yang menghasilkan pola yang berbeda. Akurasi terbaik pada 3601 untuk kanal MLII sebesar 81.25% pada metode SVM karena pada kanal MLII memberikan pola yang terlihat dengan jelas. Kemudian pada fitur 3601 pada kanal MLII menghasilkan akurasi 63.75% pada metode BDT-SVM yang menandakan untuk pengenalan pola lebih baik pada kanal MLII. Karena MLII ini diambil di lengan dan kaki dan denyut jantung sehingga denyut jantung bisa terekam dengan jelas pada kanal MLII.

Tabel 2. Variasi Fitur

Variasi Fitur	Metode (Rata-rata akurasi (%))		
	SVM	F-KNN	BDT-SVM
7202 (MLII dan VI) 20 detik	52.20	45.00	42.50
3601 (MLII) 10 detik	81.25	80.00	63.75
3601 (VI) 10 detik	25.00	41.25	41.25
2161 (MLII) 6 detik	-	-	70.00
2161 (VI) 6 detik	-	-	30.00

b. Pengujian Terhadap Perbandingan Data Latih dan Data Uji

Pada pengujian perbandingan ini, rasio yang digunakan yaitu 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60%, 30%:70%, 20%:80%, dan 10%:90%.

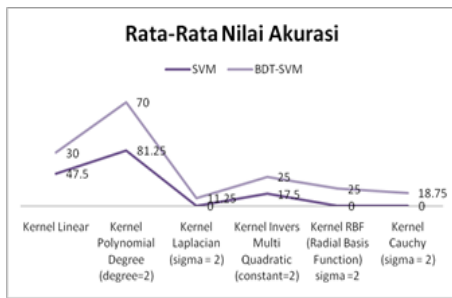
Tabel 3. Rasio Data Latih dan Uji.

Rasio Data (%)	Metode (Rata-rata akurasi (%))		
	SVM	F-KNN	BDT-SVM
90 : 10	81.25	81.25	70.00
80 : 20	56.43	45.12	42.86
70 : 30	45.45	42.17	37.93
60 : 40	41.85	38.00	31.43
50 : 50	34.24	28.67	30.29
40 : 60	26.67	25.00	31.66
30 : 70	25.42	28.45	28.54
20 : 80	25.36	15.83	28.57
10 : 90	30.32	17.25	29.84

Dengan didapaknya nilai akurasi pada perbandingan data *training* yang lebih dominan maka dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai perbandingan data *training* maka akan semakin tinggi nilai akurasinya. Sehingga proses *learning* atau pembelajaran pada sistem bisa lebih banyak sehingga bisa mengenali pola dengan lebih baik. Pada permasalahan ini, akurasi yang didapatkan sebesar 81.25% pada metode SVM dan Fuzzy-KNN, 70.00% pada metode BDT-SVM, karena jumlah perbandingan data latih yang hanya 140 data dengan 2161 parameter masih belum bisa mengenali dengan baik pola yang ada. Pada setiap kelas pun bisa terdapat beberapa pola yang berbeda, sedangkan data setiap kelas hanya 35.

c. Pengujian Terhadap Kernel

Pengujian terhadap kernel dilakukan untuk mengetahui kernel terbaik dan pengaruh terhadap nilai akurasi. Proses pengujian dengan memasukkan 6 fungsi kernel berbeda ke dalam sistem yaitu, *kernel* linear, *kernel* polynomial degree d , *kernel* invers multi quadratic, *kernel* laplacian, *kernel* RBF, dan *kernel* cauchy.

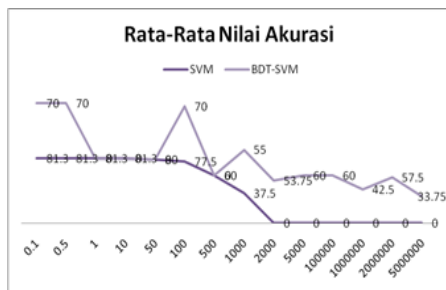


Gambar 3. Halaman Hasil Pengujian Kernel.

Dari hasil pengujian diatas didapatkan bahwa akurasi terbaik terdapat pada jenis *kernel polynomial degree* dengan nilai rata-rata akurasi sebesar 81.25% pada metode SVM dan 70.00% pada metode BDT-SVM. Kernel polynomial adalah kernel yang baik dan cocok untuk permasalahan dimana semua data dinormalisasi. Selain itu kernel ini juga merupakan kernel *non-stationary* yang berarti kernel ini baik jika memiliki sebaran data dengan pola yang tidak tetap atau pola yang naik turun untuk datanya [Jowik, A. 2013].

d. Pengujian Terhadap *Lambda*

Inisialisasi parameter yang digunakan yaitu $\epsilon = 0.00001$, $iterasiMax = 100$, $C = 1$, rasio perbandingan 90%:10%, $gamma = 0.01$ dan nilai $d = 2$. Adapun hasil dari pengujian konstanta γ ($gamma$) dapat dilihat pada gambar 4.



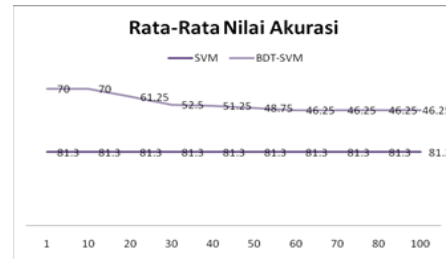
Gambar 4. Halaman Hasil Pengujian *Lambda*.

Gambar 4 merupakan hasil dari pengujian nilai λ (*lambda*), yang mana skenario pengujian *lambda* memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 81.30% pada metode SVM dan 70.00% pada metode BDT-SVM. Semakin besar nilai nilai λ (*lambda*) maka akurasi cenderung semakin kecil, dikarenakan jika nilai λ (*lambda*) semakin besar akan membuat proses perhitungan komputer atau komputasi pada tahap perhitungan matriks *hessian* cenderung lebih lama. Saat nilai *lambda* kecil, maka akan membuat lebar *margin* menjadi mengecil dan titik bergerak dari dalam *margin* menuju ke luar *margin* sehingga mendapatkan perpotongan atau *hyperplane* yang baik [Souza, Caesar R. 2010].

e. Pengujian Terhadap *Complexity*

Inisialisasi parameter yang digunakan yaitu $\epsilon =$

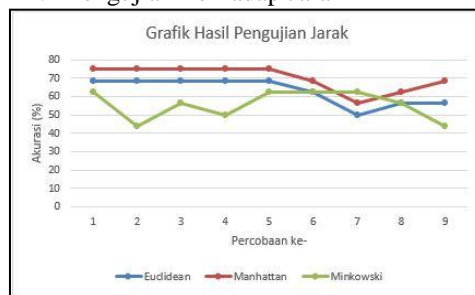
0.00001 , $iterasiMax = 100$, $lambda = 0.1$, rasio perbandingan 90%:10%, $gamma = 0.01$ dan nilai $d = 2$. Adapun hasil dari pengujian konstanta γ ($gamma$) dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5. Halaman Hasil Pengujian *Complexity*.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 diketahui bahwa rata-rata tingkat akurasi tertinggi sebesar 81.30% pada metode SVM dan 70.00% pada metode BDT-SVM. Tujuan adanya parameter C (*complexity*) adalah untuk meminimalkan nilai *error*. Jika nilai C (*complexity*) mendekati nilai 0 maka lebar *margin* pada bidang pemisah (*hyperplane*) menjadi maksimum, hal tersebut disebabkan karena nilai C (*complexity*) digunakan untuk memperkecil nilai *error* pada proses *training* pada perhitungan nilai w (*weight*) dan nilai bias, semakin kecil nilai C (*complexity*) maka *error* yang terjadi pada α_i akan semakin kecil begitu pula dengan sebaliknya. Selain itu nilai C (*complexity*) > 0 relatif penting untuk memaksimalkan *margin* dan meminimumkan jumlah *slack* [Karatzoglou, Alexandros, Meyer David, dkk, 2006.]. Parameter C yang nilainya terlalu besar juga akan membuat waktu komputasi lebih lama untuk proses *training data* sehingga menyebabkan kurangnya konvergen (algoritma dibatalkan sebelum konvergen) [C.Cortes dan V. Vapnik, 1995].

f. Pengujian Terhadap Jarak



Gambar 6. Halaman Hasil Pengujian Jarak.

Pada pengujian ini digunakan 124 data latih, 16 data uji, nilai $k=120$ dan nilai $m=2$. Pengujian ini menggunakan metode *Fuzzy-KNN*. Berdasarkan hasil grafik di atas persentase akurasi penggunaan jarak *Manhattan* lebih tinggi dibandingkan jarak *Euclidean* maupun *Minkowski*, hal ini disebabkan dikarenakan dataset yang digunakan memiliki dimensi yang besar yaitu 3601. Jarak *Euclidean* menghitung jarak antara data uji dengan data latih dengan cara menarik garis diagonal antara titik pada

data uji dan data latih, sedangkan jarak *Manhattan* menarik garis antara data uji dan data latih dari sumbu pusatnya (0,0). Dimana, jika jarak ditarik dengan menggunakan garis diagonal secara langsung akan terjadi kemiripan hasil jarak data satu dengan data lainnya. Jarak *Manhattan* lebih tepat dan optimal saat digunakan pada data berdimensi besar menghasilkan rata-rata tertinggi yaitu sebesar 70.138% dibandingkan jarak *Euclidean* sebesar 63.194% dan jarak *Minkowski* sebesar 55.556%.

g. Pengujian Terhadap K



Gambar 7. Halaman Hasil Pengujian K.

Pengujian ini menggunakan metode *Fuzzy-KNN*. Berdasarkan hasil grafik di atas disimpulkan bahwa semakin bertambahnya nilai k maka akan menghasilkan nilai akurasi yang semakin tinggi tetapi akurasi akan mengalami naik turun pada nilai k tertentu, namun naik turun nilai akurasi tidak stabil. Akurasi nilai k tidak stabil dipengaruhi oleh sebaran data pada suatu kelas yang tidak beraturan (sebaran data tetangga pada suatu kelas yang sama dapat tersebar secara jauh maupun dekat), sehingga pemilihan nilai k yang diambil akan mempengaruhi jumlah tetangga beserta sebaran dekat atau jauhnya suatu data uji terhadap data latih. Berdasarkan grafik di atas, akurasi tertinggi didapatkan dengan menggunakan 124 data latih dan 16 data uji, serta penggunaan jarak manhattan, nilai $m=2$, nilai k optimal berada pada nilai $k=8$, $k=11$, $k=16$ sampai 50 yaitu sebesar 81.25%.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu Metode SVM adalah metode yang paling terbaik dari 3 metode yang digunakan dengan memberikan hasil akurasi sebesar rata-rata 81.30%. Proses klasifikasi kondisi detak jantung menggunakan ini menggunakan banyaknya data latih yang masih terbatas yaitu sebesar 140 untuk semua kelas sehingga terdapat 35 data untuk setiap kelas, sedangkan parameter dari penelitian ini sebanyak 7202 (selama 20 detik), 2161 (selama 6 detik), dan 3601 (selama 10 detik). Untuk pengujian untuk parameter λ (lambda) = 0.5, konstanta γ (gamma)=0.01, ϵ (epsilon)=0.00001, C (complexity)=1, variasi fitur 2161, dan iterasi maksimal =100. Sehingga diperoleh nilai akurasi terbaik sebesar 81.30% pada metode SVM.

5. DAFTAR PUSTAKA

- American Heart Association, 2015. Electrocardiogram (ECG) or (EKG). [online] Tersedia di : <<http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/HeartAttack/>>
- SymptomsDiagnosisofHeartAttack/Electrocardiogram-ECG EKG_UCM_309050_Article.jsp#.VrMx_bKLTDc> [Diakses 4 Februari 2016].
- Nico, 2015. Pentingnya Menjaga Kesehatan Jantung. [online] Ahli Kolesterol. Tersedia di: <<http://ahlikolesterol.com/jantung/pentingnya-menjaga-kesehatan-jantung>> [Diakses 27 Januari 2016].
- Kesehatan, Kementerian RI, 2013. Info Datin - Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. Badan Litbangkes : Kementerian Kesehatan RI.
- Adnamazida, Rizqi, 2013. Kardiak aritmia, Kelainan Jantung yang Mengancam Jiwa. [online] merdeka.com. Tersedia di: <<http://www.merdeka.com/sehat/kardiak-aritmia-kelainan-jantung-yang-mengancamnyawa.html>> [Diakses 9 Februari 2016].
- Amazine.co, 2016. Tips Sehat : Definisi & 8 Gejala Aritmia (Arrhythmia) Jantung. [online] Amazine.co. Tersedia di: <<http://www.amazine.co/4859/tips-sehat-definisi-8-gejala-aritmia-arrhythmia-jantung/>> [Diakses 4 Februari 2016].
- JJ, 2013. Apa itu EKG - Elektroardiografi. [online] SeputarJantung. Tersedia di: <<http://seputarjantung.com/apa-itu-ekg/>> [Diakses 27 Januari 2016].
- Merdeka, Suara, 2015. Perawat Dituntut Bisa Membaca Hasil Rekam EKG. [online] Suara Merdeka.com. Tersedia di: <<http://berita.suaramerdeka.com/smcetak/perawat-dituntut-bisa-membaca-hasil-rekam-ekg/>> [Diakses 4 Februari 2016].
- FK Universitas Hasanudin, 2009. Buku Acuan Pemeriksaan EKG. [online] Skills Lab. Sistem Kardiovaskuler. Tersedia di <<http://dokumen.tips/download/link/50207312-cara-membaca-ekgpdf>> [Diakses pada 20 Maret 2016].
- Imaduddin, Zaki, Abidzar T., Hilmy, 2015. Thesis Project: Aplikasi Mobile untuk Deteksi dan Klasifikasi Daun Secara Real Time. Depok : Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri.
- Madzarov, Gjorgji, Gjorgjevikj, Dejan, & Chorbev, Ivan, 2008. Thesis projects: A Multi-class SVM Classifier Utilizing Binary Decision

- Tree. Macedonia : Department of Computer Science and Engineering.
- Shu, K., Jing, L., Mei, L., Xin, Z., 2011. Prediction Based on Support Vector Machine for Travel Choice of High-Speed Railway Passenger in China, [e-journal] 10.1109/ICMSE.2011.6069938. Tersedia melalui : IEEE Xplore Digital Library <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6069938>> [Diakses 9 Februari 2016].
- Santoshi, G., Pushpa, G. Gowri, 2015. Thesis Project : Detect Pedestrian Orientation by Integrating Multiclass SVM Utilizing Binary Decision Tree. India : ANITS Engineering College.
- Shofia, Rahmi Amiratus, dkk. 2013. Penerapan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN) untuk Menentukan Kualitas Hasil Rendemen Tanaman Tebu. S1. Universitas Brawijaya Malang.
- Sindo, 2010. Kenali Irama Jantung Anda. [online] Okezone.com. Tersedia di: <<http://lifestyle.okezone.com/read/2010/09/02/27/369207/kenali-irama-jantung-anda>> [Diakses 9 Februari 2016].
- Pendidikan, Dosen, 2014. Pengertian Jantung dan Fungsinya pada Manusia. [online] Dosen Pendidikan.com. Tersedia di: <<http://www.dosenpendidikan.com/pengertian-jantung-dan-fungsinya-pada-manusia/>> [Diakses 28 Januari 2016].
- The Harley Street Clinic, 2012. Gangguan Ritme Jantung. [online] The Harley Street Clinic. Tersedia di: <<http://heartandcancercentre.com/id/heart-disease/types-of-heart-disease/heart-rhythm-disorders/>> [Diakses 4 Februari 2016].
- Cardiac Health, 2016. Bigemini. [online] Tersedia di :<<http://www.cardiachealth.org/bigemini>> [Diakses 4 Februari 2016].
- Dr. Tryzelaar, 2016. Bigemini. [online] cardiachealth.org. Tersedia di: <<http://www.cardiachealth.org/bigemini>> [Diakses 27 Juni 2016].
- Moody, G.B., 2010. MIT-BIH Arrhythmia Database Directory. [online] Tersedia di : <<https://physionet.org/physiobank/database/html/mitdbdir/intro.htm>> [Diakses 8 Agustus 2016].
- Point, Tutorials (I), pvt.LTD, 2014. Data Mining Data Pattern Evaluation. [e-book] pvt. LTD : Tutorials Point. Tersedia di Tutorials Point <http://www.tutorialspoint.com/data_minin_g/data_mining_tutorial.pdf> [Diakses 3 Februari 2016].
- Satriyo Nugroho, Anto, Budi Witarti, Arief, & Handoko, Dwi, 2003. Support Vector Machine-Teori Aplikasinya dalam Bioinformatika. IlmuKomputer.com.
- Cholissodin, Imam, Kurniati, Maya, Indriati, dan Arwani, Issa, 2014. Classification of Campus E-Complaint Documents using Directed Acyclic Graph Multi-Class SVM Based on Analytic Hierarchy Process. Malang : Universitas Brawijaya.
- Liu, Y., Zheng, Y.F., 2005. One-Against-All Multi-Class SVM Classification Using Reliability Measures, [e-journal] Volume 2. Tersedia melalui : IEEE Xplore Digital <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1555963 > [Diakses 10 Februari 2016]
- Jowik, A. 2013. A Learning scheme for A Fuzzy K-NN Rule. Pattern Recognition Letters, vol 1, pp. 287-289
- Souza, Caesar R. 2010. Kernel Function for Machine Learning Application. [online] crsouza.com. Tersedia di <http://crsouza.com/2010/03/kernel-functions-for-machine-learning-applications/#inverse_multiquadric> [Diakses 27 Juni 2016].
- Karatzoglou, Alexandros, Meyer David, dkk, 2006. Support Vector Machines in R. Jerman : Technische Universit"at Wien, Wirtschaftsuniversit"at Wien.
- C.Cortes dan V. Vapnik, 1995, Machine Learning, Support Vector Networks, Vol. 20, Hal 273-297.
- Bucher, Gaspard, 2011. SVM Varying C and Sigma. [online] feature-space.com. Tersedia di : <<http://feature-space.com/2011/11/26/svm-varying-c-and-sigma/>> [Diakses 10 Agustus 2016].

TF-IDF-ENHANCED GENETIC ALGORITHM UNTUK EXTRACTIVE AUTOMATIC TEXT SUMMARIZATION

Dhimas Anjar Prabowo¹, Muhammad Fhadli², Mochammad Ainun Najib³, Handika Agus Fauzi⁴, Imam Cholissodin⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: dhimasanjar@gmail.com, muhammadfhadli@ymail.com, m.ec2.a.najib@gmail.com,
handika830@gmail.com, imamcs@ub.ac.id

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan sebuah implementasi terkait dengan automasi peringkasan teks bertipe ekstraktif dengan menggunakan metode TF-IDF-EGA. Dimana dalam permasalahan peringkasan teks dibutuhkan suatu solusi untuk meringkas teks dengan kalimat ringkasan yang dapat merepresentasikan keseluruhan teks yang ada. Algoritma TF-IDF dikenal mampu untuk menghasilkan ringkasan teks berdasarkan skor yang didapat pada setiap kalimat dalam teks. Namun hasil dari TF-IDF terkadang didapati hasil ringkasan yang terdiri dari kalimat yang tidak deskriptif, hal ini dikarenakan dalam peringkasan TF-IDF hanya memilih beberapa kalimat yang memiliki skor tertinggi dan biasanya kalimat dengan skor tertinggi merupakan kalimat yang berisi kata-kata penting/kata-kata ilmiah tertentu sehingga kalimatnya tidak deskriptif. Algoritma EGA mampu untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan cara memilih kalimat ringkasan yang memiliki nilai probabilitas tertentu sebagai hasil peringkasan teks.

Kata kunci: peringkasan teks, automasi ekstraktif, TF-IDF, EGA, algoritma evolusi, meta-heuristik.

Abstract

This research proposed an implementation related to extractive automatic text summarization using TF-IDF-EGA method. Which in summarization problem required a solution to summarize text with a sentence summary that could represent the whole data text. TF-IDF algorithm was usually known to be used for generating summary by its sentence scores. However the result from TF-IDF tends to generate a summary that consist of non descriptive sentences, this is due its summarize that only choose sentences with maximum score and usually sentences with maximum score is consist of significant words on a form of scientific word. EGA could solve this problem by choosing summary by its sentence probability values as a the whole text summary.

Keywords: text summarization, extractive automation, TF-IDF, EGA, evolutionary algorithm, meta-heuristic.

1. PENDAHULUAN

Bersama dengan pertumbuhan data dokumen di internet yang semakin besar, user menginginkan data relevan dalam satu tempat tertentu tanpa perlu membaca terlebih dahulu sekian banyak dokumen yang ada, dimana hal ini merupakan sebab dari munculnya *Automatic Text Summarization* (Meena & Gopalani, 2015). Problem ini juga ditemui di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, dimana *biosystem* disana memerlukan suatu fitur peringkasan teks untuk meringkas dokumen penelitian dari berbagai hasil pencarian terhadap senyawa dalam tumbuhan herbal tertentu. Peringkasan teks ini akan mampu memudahkan peneliti/pembacanya untuk mendapatkan inti dari dokumen penelitian terkait dari senyawa dalam tumbuhan herbal yang diteliti (Fhadli et al., 2016).

Dalam *biosystem* yang telah ada, peringkasan teks yang digunakan adalah dengan metode *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF).

Metode ini mampu untuk mengukur skor/berat dari setiap kalimat dalam dokumen, dimana 2 kalimat dengan nilai skor/bobot tertinggi akan dipilih sebagai ringkasan dari keseluruhan dokumen (Fhadli et al., 2016). Namun, pemilihan berdasarkan data terbesar ini membuat kalimat dari ringkasan yang dihasilkan terkadang terbaca tidak nyambung. Hal ini disebabkan karena kebanyakan kalimat yang memiliki skor tertinggi merupakan kalimat yang mengandung kata yang penting, dimana dalam dokumen berupa penelitian yang digunakan sering berisi dengan simbol ilmiah tertentu yang akan terbaca oleh sistem sebagai kata penting. Sehingga kalimat pertama dari ringkasan akan sering terbaca tidak nyambung dengan kalimat selanjutnya.

Dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir telah dikemukakan beberapa metode atau teknik untuk mengatasi *problem* peringkasan teks, seperti *clustering*, *swarm intelligence*, *evolutionary algorithm* (EA), serta metode *hybrid* tertentu. Sebagai contoh untuk bidang EA adalah *Hybrid fuzzy GA-GP*, dimana GA digunakan untuk bagian *string*

(*membership functions*), dan GP digunakan untuk bagian struktural, sedangkan *fuzzy inference* digunakan untuk menghilangkan ketidakpastian atau keambiguan dalam menyeleksi nilai (Kiani & Akbarzadeh, 2006). Kemudian ada *Differential Evolution Algorithm*, dimana metode ini digunakan untuk mengoptimasi proses *clustering* data dan untuk meningkatkan kualitas dari ringkasan teks yang dihasilkan (Abuobieda et al., 2013). Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh (Meena & Gopalani, 2015) tentang algoritma evolusi dalam automasi ekstraksi peringkasan teks, yang membuktikan bahwa algoritma evolusi mampu untuk meningkatkan kualitas dari hasil peringkasan teks menggunakan metode *Genetic Algorithm* (GA). Dimana fungsi fitness dalam GA dapat menemukan kalimat dengan bobot yang lebih optimal dibandingkan dengan metode peringkasan teks biasa. Penelitian lain dilakukan oleh (Ghareb et al., 2015) tentang *enhanced GA* berbasis *hybrid feature selection* (FS) untuk pengkategorisasian teks dokumen, yang membuktikan bahwa algoritma yang dikemukakan tersebut mampu *generate* hasil yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma kategorisasi biasa dan algoritma GA sendiri. Dimana kombinasi *hybrid FS* dengan EGA ini mampu untuk mereduksi dimensi dengan *reduction rate* serta *categorization rate* yang lebih tinggi/baik.

Dalam projek akhir ini akan mencoba memperbaiki hasil dari metode TF-IDF yang telah ada pada *biosytem* Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dengan melibatkan metode *Enhanced Genetic Algorithm* (EGA) dalam menghasilkan ringkasan teks dari dokumen hasil pencarian yang ada. Dimana dalam prosesnya terdapat 2 tahap utama, yaitu penghitungan nilai skor dari setiap kalimat dalam dokumen menggunakan metode TF-IDF, lalu selanjutnya akan dilakukan pemilihan kalimat ringkasan dengan menggunakan metode EGA. Dimana diharapkan peringkasan teks hasil dari metode ini dapat terbaca lebih baik dibandingkan dengan hasil ringkasan teks menggunakan metode TF-IDF saja.

2. DASAR TEORI

2.1 Penjelasan Dataset

Pada studi kasus ini, digunakan data teks abstrak penelitian yang berasal dari hasil pencarian *biosystem* terhadap senyawa dalam tumbuhan herbal tertentu. Dimana data teks ini berbasis bahasa inggris, dikarenakan *biosystem* menggunakan *query* berbahasa inggris dengan data sumber dari NCBI.

2.2 *Extractive Automatic Text Summarization*

Secara umum, peringkasan teks dapat diartikan sebagai sebuah cara untuk meringkas sekumpulan informasi teks besar menjadi bentuk yang ringkas/singkat dengan proses seleksi informasi

penting dengan menyisihkan informasi yang tidak penting dan berlebihan (Saranyamol & Sindhu, 2014). *Extractive Automatic Text Summarization* merupakan suatu proses untuk memilih beberapa kalimat tertentu dari sekumpulan data teks dokumen yang dimana nantinya kalimat yang terpilih ini akan digunakan sebagai ringkasan dari keseluruhan dokumen (Babar & Patil, 2015). Namun, dalam prosesnya diperlukan suatu persiapan data terlebih dahulu atau lebih dikenal sebagai *text preprocessing*, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

2.2.1 *Text Preprocessing*

Text preprocessing merupakan suatu proses untuk merubah data teks menjadi sebuah *term* indeks yang akan digunakan dalam proses *weighting/pembobotan*. Dimana pada umumnya meliputi 4 tahap yaitu:

1. Tahap 1, *Parsing*: suatu proses untuk menentukan data teks apa yang akan digunakan. Dimana dalam *penelitian* ini data yang akan digunakan sebagai dokumen adalah setiap kalimat yang terdapat dalam abstrak dokumen hasil dari pencarian *biosystem*, yang bisa didapatkan dengan membagi setiap kalimat dalam abstrak menjadi dokumen.
2. Tahap 2, *Lexing/Tokenization*: suatu proses untuk memisahkan setiap string kata dalam kalimat, dan juga termasuk proses untuk menghapus duplikasi kata, angka, tanda baca, karakter-karakter lain selain huruf alfabet & simbol ilmiah, serta merubah setiap huruf kapital yang ada menjadi huruf kecil/dasar.
3. Tahap 3, *Filtering/Stopword Removal*: suatu proses untuk menghapus kata-kata tidak penting dalam kalimat dan hanya menyimpan kata-kata yang penting saja, dimana dalam proses ini digunakan sebuah kumpulan data teks berisi kata-kata penting yang telah ditetapkan sebelumnya.
4. Tahap 4, setelah 3 tahap sebelumnya telah selesai dilakukan maka setiap kata yang tersisa akan di-*set* sebagai *term* indeks, dimana *term* indeks ini akan digunakan untuk proses *weighting/pembobotan*.

2.3 Algoritma *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF)

TF-IDF merupakan suatu proses *weighting/pembobotan* dimana akan dilakukan perhitungan *weight/bobot* terhadap setiap *term* indeks yang dihasilkan pada tahap *text preprocessing*.

Dimana terdapat 7 tahap dalam pengerjaannya, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap 1, *Document Indexing*: suatu proses untuk menentukan *term* indeks (*t*) mana yang akan digunakan sebagai representasi dari dokumen, dimana dalam *penelitian* ini setiap kata yang tersisa hasil tahap *preprocessing* akan digunakan sebagai *term* indeks.
2. Tahap 2, *Term Weighting*: suatu proses untuk *generate* sebuah nilai pada setiap *term* dengan cara menghitung frekuensi kemunculan *term* dalam dokumen (*d*).
3. Tahap 3, *Log-Frequency Weighting*: suatu proses untuk menghitung nilai bobot hasil dari nilai kemunculan *term weighting*, dimana digunakan rumus yang dapat dilihat dalam persamaan 2.1.

$$W_{tf_{t,d}} = \begin{cases} 1 + \log_{10} tf_{t,d}, & \text{jika } tf_{t,d} > 0 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.1)$$

dengan keterangan:

- $W_{tf_{t,d}}$ merupakan *log-frequency weighting* pada *term* ke *t*, dokumen ke *d*,
- $tf_{t,d}$ merupakan nilai dari *term weighting* pada *term* ke *t*, dokumen ke *d*.

4. Tahap 4, *Document Frequency*: suatu proses untuk menghitung banyaknya dokumen yang mengandung *term* ke *t*.
5. Tahap 5, *Inverse Document Frequency*: suatu proses untuk menghitung nilai *inverse* dari *document frequency*, dimana digunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$idf_t = \log_{10} \frac{N}{df_t} \quad (2.2)$$

dengan keterangan:

- idf_t merupakan *inverse document frequency* pada *term* ke *t*,
 - N merupakan jumlah keseluruhan dokumen yang ada,
 - df_t merupakan nilai dari *document frequency* pada *term* ke *t*.
6. Tahap 6, *TF-IDF*: suatu proses untuk mendapatkan nilai skor setiap terhadap dokumen, dimana digunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$W_{t,d} = W_{tf_{t,d}} \times idf_t \quad (2.3)$$

dengan keterangan:

- $W_{t,d}$ merupakan *TF-IDF* pada *term* ke *t*, dokumen ke *d*,
- $W_{tf_{t,d}}$ merupakan *log-frequency weighting* pada *term* ke *t*, dokumen ke *d*,
- idf_t merupakan *inverse document frequency* pada *term* ke *t*.

7. Tahap 7, menghitung nilai skor akhir setiap dokumen, dimana digunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$Ws_j = \sum_{i=1}^{N_{term}} Wtd_{i,j} \quad (2.4)$$

dengan keterangan:

- Ws_j merupakan skor dari dokumen ke *j*,
- N_{term} merupakan jumlah banyaknya *term*,
- $Wtd_{i,j}$ merupakan nilai dari *TF-IDF* pada *term* ke *i*, dokumen ke *j*,

Dan perlu diingat bahwa setiap kalimat dari kumpulan data teks dianggap sebagai dokumen dalam perhitungan.

2.4 Algoritma Enhanced Genetic Algorithm (EGA)

EGA merupakan suatu metode pengembangan lanjut dari *Genetic Algorithm* (GA) yang termasuk dalam bidang meta-heuristik *Evolutionary Algorithm* (EA). Secara umum alur tahap pengerjaan dalam EGA cukup mirip dengan GA, hanya saja terdapat perbedaan yaitu terletak pada operator reproduksi mutasinya. Dalam *penelitian* ini operator reproduksi mutasi akan dikembangkan guna untuk mengatasi problem randomisasi nilai *string chromosome* terpilih yang dianggap beresiko untuk memberikan efek negatif terhadap keragaman populasi dan juga memberikan hasil randomisasi yang tidak baik (Ghareb et al., 2015).

2.4.1 Inisialisasi populasi

Tahap dimana akan dilakukan randomisasi *string chromosome* sejumlah banyak populasi yang ditetapkan (*popSize*), dimana setiap *string chromosome* ini akan merepresentasikan solusi akhir dari permasalahan. *String chromosome* terdiri atas sejumlah *subset* nilai skor hasil proses perhitungan metode *TF-IDF*, sehingga setiap *subset* merupakan representasi dari nilai skor kalimat yang ada dalam dokumen. Dimana dalam problem peringkasan teks ini akan dihasilkan 3 kalimat tertentu yang akan terpilih sebagai hasil ringkasan teks. Jadi, yang dirandomisasi adalah posisi letak kalimat dalam *string chromosome*. Sebagai gambaran, setiap *string chromosome* dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

	<-----string chromosome----->		
P1 =	[Ws_j ,	Ws_j ,	Ws_j]

Gambar 2.1 Contoh representasi *string chromosome*

2.4.2 Fungsi fitness

Sebuah fungsi *fitness* diperlukan untuk mengevaluasi kualitas dari *chromosome* dalam populasi. Dimana jika nilai *subset* dalam *chromosome* baik maka akan memiliki kemungkinan yang lebih tinggi untuk dapat lolos kedalam populasi berikutnya.

Rumus *fitness* yang digunakan dapat dilihat apa persamaan 2.5.

$$fitness_i = \sum_{j=1}^{N_{subset}} (x_j \times W_{s_j}) \quad (2.5)$$

dengan keterangan:

- N_{subset} merupakan banyaknya *subset* dalam *chromosome*
- x_j merupakan sebuah nilai x pada *subset* ke j dengan ketentuan jumlah keseluruhan dari x_j adalah 1
- W_{s_j} merupakan nilai skor kalimat pada *subset* ke j

2.4.3 Operator reproduksi

Sebuah operator yang digunakan untuk mempertahankan keragaman dari populasi, terdapat dua operator yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. *Crossover*: teknik yang digunakan adalah teknik *one-cut-point crossover*, yaitu dengan cara memilih dua *chromosome* induk dalam populasi lalu menukarkan isi nilai subset *chromosome*-nya mulai dari titik indeks tertentu. Hal ini dilakukan secara berulang hingga jumlah *offspring* memenuhi jumlah banyaknya *offspring* yang diperlukan dari hasil *crossover rate*.
2. Mutasi: teknik yang digunakan adalah mutasi yang telah di-*enhanced*, yaitu dengan cara memilih satu *chromosome* induk dalam populasi lalu mengganti nilai subset terendah dalam *chromosome* induk dengan nilai subset tertinggi dari *chromosome* terbaik dari populasi sebelumnya. Hal ini dilakukan secara berulang hingga jumlah *offspring* memenuhi jumlah banyaknya *offspring* yang diperlukan dari hasil *mutation rate*. Enhance mutasi ini kami adaptasi dari penelitian milik (Ghareb et al., 2015).

2.4.4 Selection

Sebuah proses seleksi yang dilakukan setelah proses evaluasi *fitness* dari hasil reproduksi. Teknik seleksi yang digunakan adalah dengan menggunakan *Roulette Wheel Selection* (RWS), teknik ini dilakukan dengan menghitung nilai probabilitas seleksi (*prob*) setiap *chromosome* berdasarkan nilai *fitness*-nya. Dari nilai *prob* ini dapat dihitung nilai probabilitas kumulatif (*probCum*) yang akan digunakan dalam proses seleksi. Rumus perhitungannya dapat dilihat pada persamaan 2.6 & 2.7.

$$prob_k = \frac{fitness_k}{totalFitness} \quad (2.6)$$

dengan keterangan:

- $prob_k$ merupakan probabilitas untuk *chromosome* ke k
- $fitness_k$ merupakan nilai *fitness* pada *chromosome* ke k
- $totalFitness$ adalah jumlah keseluruhan *fitness chromosome* dalam populasi

$$probCum_k = \sum_{j=1}^k prob_k \quad (2.7)$$

dengan keterangan:

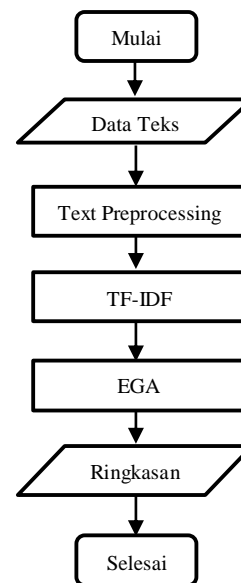
- $probCum_k$ merupakan probabilitas kumulatif untuk *chromosome* ke k
- $prob_k$ merupakan nilai probabilitas pada *chromosome* ke k

Setelah didapatkan nilai *probCum* untuk setiap *chromosome* maka dilakukan seleksi dengan meng-generate nilai random r dengan batas $r[0, 1]$, lalu memilih dan cek *chromosome* ke 1 hingga ke k *popSize*, dengan kondisi jika memenuhi $r \leq probCum_k$ maka *chromosome* ke k tersebut terpilih untuk masuk ke populasi berikutnya. Proses randomisasi dan pengecekan ini dilakukan hingga terbentuk populasi baru sebanyak inisialisasi *popSize*.

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Perancangan Alur Proses Algoritma

Dengan dasar teori dari poin 2, maka rancangan alur proses dari *extractive automatic text summarization* dengan TF-IDF-EGA dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Diagram Alur Proses TF-IDF-EGA
 Dengan detail prosesnya adalah sebagai berikut:
 1. Menentukan data teks input
 2. Melakukan *preprocessing* teks

- a) Melakukan *parsing*
 - b) Melakukan *lexing/tokenisasi*
 - c) Melakukan *filtering/stopword removal*
 - d) Menentukan term indeks
3. Proses TF-IDF
- a) Menghitung nilai *term frequency*
 - b) Menghitung nilai *log-term frequency*
 - c) Menghitung nilai *document frequency*
 - d) Menghitung nilai *inverse document frequency*
 - e) Menghitung nilai TF-IDF
 - f) Menghitung nilai skor kalimat
4. Proses EGA
- a) Inisialisasi populasi awal
 - b) Evaluasi nilai *fitness*
 - c) Reproduksi *crossover* dan mutasi
 - d) Evaluasi nilai *fitness* keseluruhan individu populasi dan individu hasil reproduksi
 - e) Seleksi *roulette wheel selection* (RWS)
 - f) Menentukan *global best* sebagai solusi terpilih
5. Menampilkan hasil ringkasan dengan urutan indeks kalimat dari *global best*

3.2 Perancangan Uji Coba

Setelah tahap implementasi selesai akan dilakukan serangkaian uji coba untuk dapat mengevaluasi dan menganalisis hasil yang ditemukan oleh sistem, dimana uji coba tersebut adalah sebagai berikut:

3.2.1 Uji Coba Batas Parameter Iterasi

Uji coba batas parameter iterasi adalah uji coba yang dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak iterasi yang dibutuhkan agar dapat dihasilkan solusi peringkasan yang optimal. Dimana nilai *fitness* akan menjadi tolak ukur utama dalam menentukan nilai optimalnya. Rancangan uji coba parameter populasi dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Rancangan Uji Coba Parameter Iterasi

Jumlah Iterasi	Jumlah Populasi	Nilai <i>Fitness</i> Percobaan Ke-i			Rata Rata <i>Fitness</i>
		1	2	3	
10	10				
	30				
25	10				
	30				
50	10				
	30				

3.2.2 Uji Coba Kombinasi Parameter Reproduksi

Uji coba kombinasi parameter reproduksi adalah uji coba yang dilakukan untuk mengetahui kombinasi nilai *crossover rate* (cr) dan *mutation rate*

(mr) terbaik untuk menghasilkan kombinasi jumlah *offspring* terpilih guna mendapatkan hasil yang optimal. Rancangan uji coba kombinasi parameter reproduksi dapat dilihat pada Tabel 3.2:

Tabel 3.2 Rancangan Uji Coba Kombinasi Parameter Reproduksi

Nilai mr	Nilai cr	Nilai <i>Fitness</i> Percobaan Ke-i			Rata Rata <i>Fitness</i>
		1	2	3	
0,1	0,3				
	0,8				
0,2	0,3				
	0,8				
0,3	0,3				
	0,8				

3.3 Implementasi

3.3.1 Implementasi Preprocessing Teks

Implementasi proses *preprocessing* teks akan dilakukan dengan mengikuti prosedur alur tahapan pengerjaan *preprocessing* teks dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Prosedur alur tahapan pengerjaan *preprocessing* teks

Tahap 1: Lakukan <i>parsing</i> data teks dengan memisahkan setiap kalimat yang ada menjadi dokumen
Tahap 2: Lakukan <i>lexing/tokenization</i> dengan memisahkan setiap string kata dalam kalimat, menghapus duplikasi kata, angka, tanda baca, karakter-karakter lain selain huruf alfabet & simbol ilmiah, merubah setiap huruf kapital yang ada menjadi huruf kecil/dasar
Tahap 3: Lakukan <i>filtering/stopword removal</i> dengan menghapus kata-kata tidak penting dari teks hasil <i>lexing</i>
Tahap 4: Membuat <i>term</i> indeks dengan menggunakan setiap kata yang tersisa hasil <i>filtering</i>

3.3.2 Implementasi TF-IDF

Implementasi proses TF-IDF akan dilakukan dengan mengikuti prosedur alur tahapan pengerjaan TF-IDF dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Prosedur alur tahapan pengerjaan metode TF-IDF

Tahap 1: Hitung nilai <i>term frequency</i> /kemunculan setiap <i>term</i> indeks pada setiap kalimat
Tahap 2: Hitung nilai <i>log-term frequency</i> setiap <i>term</i> indeks pada setiap kalimat
Tahap 3: Hitung nilai <i>document frequency</i> /banyak kalimat yang mengandung <i>term</i> indeks
Tahap 4: Hitung nilai <i>inverse document frequency</i> dari hasil <i>document frequency</i>

Tahap 5: Hitung nilai TF-IDF dari hasil *log-term frequency* dan hasil *inverse document frequency*
 Tahap 6: Hitung nilai skor setiap kalimat dengan menjumlahkan nilai TF-IDF dari setiap kalimat

3.3.3 Implementasi EGA

Implementasi proses EGA akan dilakukan dengan mengikuti prosedur alur tahapan pengerjaan EGA dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Prosedur alur tahapan pengerjaan metode EGA

Tahap 1: Inisialisasi populasi sebanyak *popSize*
 Tahap 2: Evaluasi nilai *fitness* dari setiap *chromosome* dalam populasi
 Tahap 3: Lakukan proses reproduksi dengan cara sebagai berikut:

- a) Untuk operator *crossover*:
 - Hitung jumlah *offspring* yang akan dihasilkan dari *crossover rate*
 - Pilih dua *chromosome* induk dari populasi dengan *subset* yang berbeda
 - Tukar nilai *subset* kedua *string chromosome* induk mulai dari indeks yang terpilih
 - Lakukan hingga didapatkan jumlah *offspring* yang memenuhi jumlah hasil *offspring* dari *crossover rate*
- b) Untuk operator mutasi:
 - Hitung jumlah *offspring* yang akan dihasilkan dari *mutation rate*
 - Pilih satu *chromosome* induk dari populasi
 - Ganti nilai *subset* terendah dalam *chromosome* induk dengan nilai *subset* tertinggi dari *chromosome* terbaik dari populasi sebelumnya
 - Jika *subset* yang didapati sama atau keseluruhan *subset*-nya sama maka ganti keseluruhan *subset* dengan *subset* milik *chromosome* terbaik populasi sebelumnya
 - Lakukan hingga didapatkan jumlah *offspring* yang memenuhi jumlah hasil *offspring* dari *mutation rate*

Tahap 4: Masukkan *chromosome* hasil reproduksi kedalam populasi *chromosome* induk

Tahap 5: Update populasi dengan *roulette wheel selection* (RWS) hingga didapatkan populasi baru sebanyak *popSize*

Tahap 6: Ambil *chromosome* dengan nilai *fitness* tertinggi sebagai hasil akhir peringkasan teks

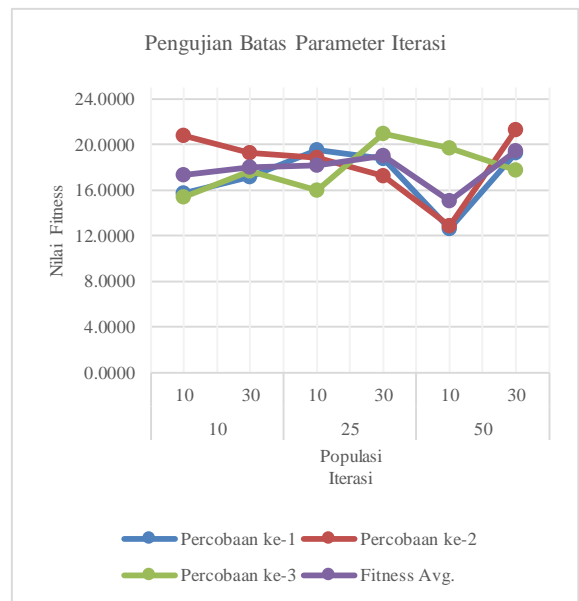
4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Batas Parameter Iterasi

Pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan program dalam beberapa kondisi parameter iterasi dan populasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1, lalu dalam setiap kondisi tersebut dilakukan percobaan penjalanan program sebanyak 3 kali percobaan, dimana dari ketiga percobaan setiap kondisi tersebut akan dihitung nilai rata-rata *fitness*-nya. Hasil pengujian batas parameter populasi dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan sebagai ilustrasi gambaran hasil pengujian batas parameter iterasi dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Batas Parameter Iterasi

Nilai Iter.	Nilai Pop.	Nilai <i>Fitness</i> Percobaan Ke-i			Rata-Rata <i>Fitness</i>
		1	2	3	
10	10	15.7409	20.8163	15.3994	17.3189
	30	17.1392	19.2701	17.6866	18.0320
25	10	19.5576	18.8977	15.9740	18.1431
	30	18.7898	17.2668	20.9458	19.0008
50	10	12.6497	12.8629	19.6743	15.0623
	30	19.2701	21.2810	17.7628	19.4380



Gambar 3.2 Grafik Hasil Pengujian Batas Parameter Iterasi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa dalam setiap percobaan nilai *fitness* cenderung naik turun dengan alur yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan dalam perhitungan fungsi *fitness* digunakan semua nilai acak yang berbeda-beda untuk setiap subsetnya namun berjumlah 1. Dan dapat dilihat pula bahwa nilai rata-rata *fitness* tertinggi didapatkan dalam kondisi parameter jumlah iterasi sebesar 50 dan jumlah populasi sebesar 30, sedangkan nilai rata-rata *fitness* terendah didapat dalam kondisi parameter jumlah iterasi sebesar 50 dan jumlah populasi sebesar 10.

Jika jumlah iterasi besar dan jumlah populasi kecil maka *fitness* akan menghasilkan nilai yang

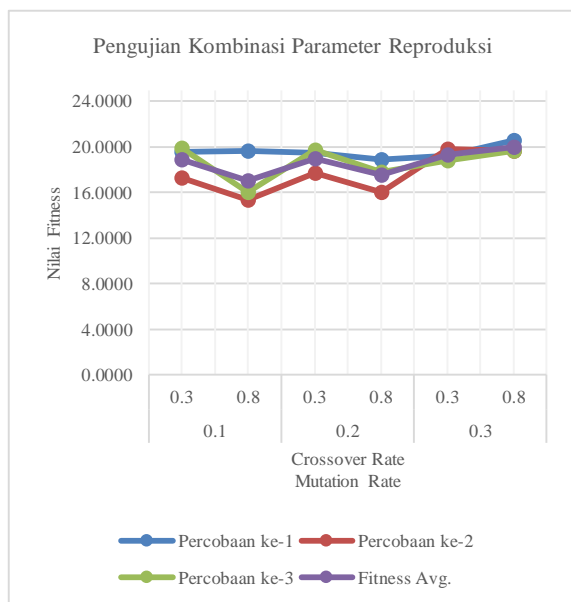
kecil. Berdasarkan analisis penulis, nilai *fitness* akan semakin besar jika interval nilai antara jumlah iterasi dan jumlah populasi tidak terlalu jauh. Untuk meningkatkan nilai *fitness*, jumlah iterasi dan jumlah populasi harus diperbesar.

4.2 Pengujian Kombinasi Parameter Reproduksi

Pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan program dalam beberapa kondisi parameter *mr* dan *cr* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.2, lalu dalam setiap kondisi tersebut dilakukan percobaan penjalanan program sebanyak 3 kali percobaan, dimana dari ketiga percobaan setiap kondisi tersebut akan dihitung nilai rata-rata *fitness*-nya. Dan untuk parameter iterasi serta populasi dalam pengujian ini menggunakan jumlah besar iterasi dan populasi terbaik dari pengujian batas parameter iterasi. Hasil pengujian batas parameter populasi dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan sebagai ilustrasi gambaran hasil pengujian batas parameter iterasi dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Kombinasi Parameter Reproduksi

Nilai <i>mr</i>	Nilai <i>cr</i>	Nilai <i>Fitness</i> Percobaan Ke-i			Rata-Rata <i>Fitness</i>
		1	2	3	
0.1	0.3	19.5400	17.3422	19.8957	18.9260
	0.8	19.6743	15.3929	16.0351	17.0341
0.2	0.3	19.5184	17.7185	19.7170	18.9846
	0.8	18.8977	16.0350	17.7781	17.5703
0.3	0.3	19.2701	19.8021	18.8233	19.2985
	0.8	20.6107	19.6763	19.6989	19.9953



Gambar 3.3 Grafik Hasil Pengujian Kombinasi Parameter Reproduksi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa dalam setiap percobaan nilai *fitness* cenderung naik turun dengan alur yang sama, hal ini dikarenakan nilai parameter populasi yang digunakan adalah hasil terbaik dari pengujian sebelumnya, dimana parameter tersebut akan mempengaruhi jumlah besar *offspring*

masing-masing operator reproduksi. Dan dapat dilihat pula bahwa nilai rata-rata *fitness* tertinggi didapatkan dalam kondisi parameter jumlah *mr* sebesar 0.3 dan jumlah *cr* sebesar 0.8, sedangkan nilai rata-rata *fitness* terendah didapat dalam kondisi parameter jumlah *mr* sebesar 0.1 dan jumlah *cr* sebesar 0.8.

Nilai *fitness* pada *cr* sebesar 0.3 selalu lebih besar daripada nilai *fitness* pada *cr* 0.8 kecuali pada saat nilai *mr* 0.3. Penggunaan nilai *cr* 0.8 menghasilkan *fitness* yang naik naik setiap kali nilai *mr* ditingkatkan. Sehingga kita bisa meningkatkan nilai *cr* dan *mr* jika menginginkan nilai *fitness* yang besar. Nilai *fitness* yang maksimal adalah pada saat *cr* 0.3 dan *mr* 0.1

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Algoritma TF-IDF-EGA mampu untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan kalimat ringkasan pada TF-IDF yang sebelumnya hanya mengambil kalimat dengan skor tertinggi (dimana terkadang kalimat dengan skor tertinggi bukan merupakan kalimat deskriptif) menjadi pengambilan kalimat ringkasan dengan nilai *fitness* tertinggi namun dengan ringkasan kalimatnya dapat berupa kalimat dengan skor rendah (yang biasanya merupakan kalimat deskriptif).

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan bahwa parameter yang dapat menghasilkan nilai *fitness* terbaik adalah dengan jumlah iterasi sebesar 50, jumlah populasi sebesar 30, nilai *crossover rate* sebesar 0.3, dan nilai *mutation rate* sebesar 0.8. Dimana semakin tinggi nilai parameter iterasi dan populasi dengan parameter yang tidak terlalu jauh akan semakin meningkatkan nilai rata-rata hasil *fitness*, begitu pula untuk parameter reproduksi.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan penggunaan *random injection* yang dapat mengatasi problem solusi *subset chromosome* yang terkadang cenderung mengalami konvergensi dini. Kemudian penelitian ini dapat dikembangkan pula dengan cara *me-repair* operasi *crossover* untuk menghindari terpilihnya kalimat yang sama dalam hasil peringkasan. Lalu penelitian ini juga dapat dikembangkan dengan cara mengubah alur proses peringkasan menjadi bersifat abstraktif, dimana setiap kalimat yg panjang dapat dipisah menjadi beberapa kalimat tertentu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- MEENA, K.Y. & GOPALANI, D., 2015. Evolutionary Algorithms for Extractive Automatic Text Summarization. *Intelligent Computing, Communication & Convergence*, (48), pp.244-49.
- KIANI, A. & AKBARZADEH, M.R., 2006. Automatic Text Summarization Using:

- Hybrid Fuzzy GA-GP. *Fuzzy Systems*, pp.977-83.
- GHAREB, A.S., BAKAR, A.A. & HAMDAN, R.A., 2015. Hybrid feature selection based on enhanced genetic algorithm for text categorization. *Expert Systems With Applications*, (49), pp.31-47.
- FHADLI, M., PRABOWO, D.A. & PRASETYA, A., 2016. *Pencarian Senyawa Dalam Tumbuhan Herbal dan Search Engine Senyawa Tumbuhan Dengan Summarization Menggunakan Metode TF-IDF*. Laporan KKN. Malang: Universitas Brawijaya Program Studi Teknik Informatika.
- ABUOBIEDA, A., SALIM, N., BINWAHLAN, M.S. & OSMAN, A.H., 2013. Differential Evolution Cluster-based Text Summarization Methods. *International Conference On Computing, Electrical and Electronic Engineering (ICCEEE)*, pp.244-48.
- BABAR, S.A. & PATIL, P.D., 2015. Improving Performance of Text Summarization. *International Conference on Information and Communication Technologies (ICICT 2014)*, (46), pp.354-63.
- SARANYAMOL, C.S. & SINDHU, L., 2014. A Survey on Automatic Text Summarization. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(6), pp.7889-93.

PERBANDINGAN METODE ANN-PSO DAN ANN-GA DALAM PEMODELAN KOMPOSISI PAKAN KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE) UNTUK OPTIMASI KANDUNGAN GIZI

(Studi Kasus pada UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang)

Canny Amerilyse Caesar¹, Latifah Hanum², Imam Cholissodin³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: camerilyse@outlook.com, hanum_latifah@ymail.com, imamcs@ub.ac.id

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

Abstrak

Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang mengandung semua zat yang dibutuhkan tubuh. Ternak penghasil susu utama di Indonesia yaitu sapi perah, namun produksi susunya belum dapat mencukupi kebutuhan masyarakat. Alternatifnya adalah kambing peranakan etawa (PE). Tingginya kualitas kandungan gizi susu sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya, yaitu faktor pakan. Bagian peternakan kambing PE di UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang masih menghadapi permasalahan, yaitu rendahnya kemampuan dalam memberikan komposisi pakan terhadap kambing PE. Kekurangan tersebut berpengaruh terhadap kualitas susu yang dihasilkan. Diperlukan pengetahuan rekayasa kandungan gizi susu untuk menentukan komposisi pakan dalam menghasilkan susu premium dengan kandungan gizi optimal. Penulis membandingkan dua metode yang sudah diteliti yaitu Artificial neural network (ANN) dan Particle Swarm Optimization (PSO) serta metode Artificial Neural Network (ANN) dan Genetic Algorithm (GA) dalam membuat pemodelan pakan kambing dalam mengoptimasi kandungan gizi susu kambing. Dalam analisa pengujian menggunakan metode ANN-PSO yang dilakukan dengan kasus untuk berat badan kambing 36 kg, serta jenis pakan yang digunakan yaitu rumput Odot 70% dan rumput Raja 30%, rata-rata kandungan protein naik 0.707%, sedangkan rata-rata kandungan Lemak turun 0.879%. Dengan menggunakan metode ANN-GA, rata-rata kandungan Protein naik sebesar 0.0852%, sedangkan rata-rata kandungan Lemak turun sebesar 2.3254%.

Kata kunci: Susu Kambing, Optimasi, Artificial Neural Network (ANN), Particle Swarm Optimization (PSO), Genetic Algorithm (GA), Kandungan nutrisi pakan.

Abstract

Milk is one of the animal protein sources which it contains all of the substances needed by human body. The main milk producer cattle in Indonesia is dairy cow, however its milk production has not fulfilled the society needs. The alternative is the goat, the Etawa crossbreed (PE). The high quality of milk nutrients content is greatly influenced by some factors one of them, is the food factor. The PE goat livestock division of the UPT Cattle Breeding and the Cattle Food Greenery in Singosari-Malang still faces the problem, it is the low ability in giving the food composition for PE goat. This flaw affects the quality of the produced milk. It needs the artificial science of the milk nutrients contain in order to determine the food composition to produce premium milk with the optimum nutrients contain. The writer uses the method of the Artificial Neural Network (ANN) and the Particle Swarm Optimization (PSO) to make the modeling of goat food in optimizing the content of goat milk nutrients. In the analysis of the examination that is done with the case of 36 kg goat weight, also the food type used is the 70 % Odot grass and 30% Raja grass can increase the nutrients contain of the protein milk for 0.707% and decrease the fat nutrients contain for 0.879%. If uses the method of Artificial Neural Network (ANN) and Genethic Algorithm (GA) can increase the nutriens contain of the protein for 0.0852% and decrease the fat nutients contain for 2.3254%.

Keywords: Goat Milk, Optimization, Artificial Neural Network (ANN), Particle Swarm Optimization (PSO), Genetic Algorithm (GA), the food nutrients contain.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Susu merupakan bahan makanan yang dapat dikatakan sebagai makanan yang sempurna karena pada susu terdapat kandungan gizi yang sangat

diperlukan oleh tubuh, seperti protein, karbohidrat, lemak dan vitamin (Mulyanto, 2006). Tingginya produksi susu dan kualitas kandungan gizi susu sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya, yaitu faktor pakan (Fernanda, 2012). Bagian

peternakan kambing peranakan etawa (PE) di UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang masih menghadapi permasalahan, yaitu rendahnya kemampuan dalam memberikan *treatment* komposisi pakan terhadap kambing peranakan etawa. Kekurangan tersebut selain mengakibatkan lambatnya pertumbuhan produksi susu juga berpengaruh terhadap kualitas susu yang dihasilkan (Nugroho, 2010).

Permasalahan rekayasa kandungan gizi susu kambing agar dapat optimal tersebut dapat diselesaikan dengan beberapa metode pemodelan. Perkembangan terakhir pemodelan prediksi dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan salah satu pemodelan yang banyak digunakan dalam prediksi ekonomi, keuangan, bisnis dan industry (Shibata, (2009).). Kemampuan ANN untuk pelatihan data *training* dilakukan dengan menggunakan *backpropagation*, namun lambatnya laju konvergensi dan terjebak dalam minimum local merupakan beberapa kelemahan dari metode *backpropagation* (Shibata, (2009).). Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dapat digunakan beberapa pendekatan optimasi seperti *genetic algoritma* (GA), *particle swarm optimization* (PSO) dan *ant colony optimization* (ACO) (Edo, 2014).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode ANN-PSO dan ANN-GA. Dalam penelitian yang membahas optimasi parameter dalam pembuatan genteng pada sebuah pabrik yang menggunakan metode ANN dan PSO oleh Thitipong Navalertporn dan Nitin V. Afzulpurkar (2011) dan optimasi dosis pupuk untuk tanaman jagung dengan ANN dan IPSO oleh Cholissodin (2016) membuktikan bahwa dengan menggunakan kombinasi ANN dan PSO menghasilkan parameter-parameter yang optimal sehingga meningkatkan hasil produksi dari 60% menjadi 97% serta mendapatkan hasil yang lebih akurat daripada hanya menggunakan metode *backpropagation* saja.

Pada penelitian sebelumnya telah membahas permasalahan mengenai pemodelan *time series* untuk meramalkan suatu nilai karakteristik tertentu pada periode mendatang menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA). Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa penerapan model ANN dan GA mampu memberikan hasil prediksi yang cukup akurat yang diperlihatkan dari kedekatan antara *target* dengan *output* (Yuliandar, Warsito, & Yasin, 2012).

1.2 Batasan masalah

Batasan masalah yang dijadikan pedoman dalam pelaksanaan dan penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis kambing yang diteliti adalah kambing perah, yaitu kambing peranakan etawa (PE) betina pada masa laktasi dengan bobot badan 32 kg, 34 kg, 36 kg, 38 kg dan 40 kg.

2. Jenis pakan yang digunakan adalah 10 jenis bahan pakan hijauan yaitu rumput taiwan, rumput odot, rumput setaria, rumput raja, rumput B.Decumbens, kaliandra, gamal, lamtoro, turi dan tarum.
3. Jenis pakan yang dapat dimodelkan hanya dua jenis.
4. Terdapat 4 output kandungan gizi susu yang diteliti, yaitu protein, lemak (*fat*), laktosa dan *density* (berat jenis).
5. Kandungan gizi susu yang dapat dioptimalkan adalah protein, laktosa dan *density* (berat jenis).
6. Kandungan gizi susu yang dapat diminimalkan adalah lemak (*fat*).
7. Kandungan nutrisi dari pakan hijauan berupa Abu, PK, LK dan SK.

2. DASAR TEORI

2.1 Jenis Kambing

Kambing terdiri dari 2 jenis, yaitu kambing potong dan kambing perah (Gunawan, 2013).

a. Kambing Potong

Kambing potong adalah kambing yang ditenak dengan tujuan utama adalah produksi daging.

b. Kambing Perah

Kambing perah adalah kambing yang ditenak dengan tujuan utama adalah produksi susu.

2.2 Kambing Peranakan Etawa (PE)

Kambing Peranakan Etawa (PE) adalah salah satu penyedia protein hewani asal ternak berupa daging dan susu. Kambing PE merupakan hasil persilangan antara kambing kacang dengan kambing etawah yang keberadaannya sudah adaptif dengan topografi di Indonesia (Fitriyanto, Astuti, & Utami, 2013). Berikut adalah gambar dari hewan kambing PE yang ada di UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang.



Gambar 2.1. Kambing Peranakan Etawa (PE)

2.3 Bahan Pakan Kambing

Bahan pakan adalah setiap bahan yang dapat dimakan, disukai, dicerna sebagian atau seluruhnya,

diabsorpsi dan bermanfaat bagi hewan ternak yang memakannya (Subekti, 2009). Pakan merupakan salah satu faktor terbesar guna menghasilkan produksi susu dan pertumbuhan kambing yang tinggi (Hidayati, 2012).

Kambing adalah hewan ternak ruminansia dimana hijauan adalah pakan utama yang harus diberikan pada kambing. Semakin berkualitas pakan hijauan yang diberikan, mengakibatkan reproduksi hewan ternak ruminansia menjadi semakin baik (Koten, Wea, Soetrisno, Ngadiyono, & Soewignyo, 2014).

Selain pakan hijauan, ada konsentrat atau makanan penguat yang juga harus diberikan pada kambing. Konsentrat diberikan pada kambing agar kambing dapat memperoleh kandungan gizi yang tinggi dari konsentrat yang tidak ada pada pakan hijauan. Perpaduan antara pakan hijauan dan konsentrat dalam satu hari dijadikan sebagai panduan pemberian pakan kambing yang baik dan tidak beresiko tinggi (Susilawati & dkk, 2011).

2.4 Kebutuhan Nutrisi Pakan Kambing PE

Beberapa bahan makanan memiliki kandungan nutrisi yang beragam. Kandungan gizi susu kambing peranakan etawa (PE) seperti protein, lemak, laktosa dan mineral dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang terdapat pada pakan yang diberikan pada kambing PE (Susilowati, Utami, & Suratim, 2013). Berikut adalah macam-macam kandungan nutrisi bahan pakan yang dibutuhkan oleh kambing PE untuk penelitian :

1. Abu, yaitu kandungan nutrisi yang mengandung unsur-unsur berupa Mg, Fe, Ca, Na, K, CL dan P yang terkandung dalam zat pakan anorganik.
2. Protein kasar (PK), yaitu kandungan nutrisi yang terdapat pada pakan yang berupa zat pakan organik kompleks dengan berat molekul yang tinggi.
3. Lemak kasar (LK), yaitu kandungan lemak yang ada di dalam pakan yang berupa total lipida dalam jumlah yang sebenarnya.
4. Serat kasar (SK), yaitu kumpulan sisa-sisa sel bahan pakan yang tahan terhadap reaksi hidrolisis enzim-enzim pada saluran pencernaan hewan ternak yang tersusun dari karbohidrat.

Berikut adalah tabel kandungan nutrisi dari 10 jenis bahan pakan kambing PE berupa pakan hijauan dan *leguminose*.

Tabel 2.1. Kandungan Nutrisi Bahan Pakan

No	Bahan Pakan	Abu (%)	PK (%)	LK (%)	SK (%)
1	Rumput Taiwan	18.78	16.90	1.20	26.45
2	Rumput odot	16.97	17.03	1.76	24.84
3	Rumput setaria	11.5	8.5	1.76	32.5
4	Rumput raja	18.6	13.5	3.5	24.84
5	Rumput <i>brachiaria decumbens</i>	10.6	8.3	1.2	38.3
6	Kaliandra	7.27	21.55	2.99	13.96

7	Gamal	9.60	19.96	3.85	17.59
8	Lamtoro	0	24.2	3.7	21.5
9	Turi	0	29.2	3.4	17.2
10	Tarum	6.42	24.17	0	0

Sumber : Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur

2.4 Kandungan Gizi Susu Kambing

Analisis karakteristik kualitas susu segar yang dilakukan meliputi berat jenis, kadar protein, kadar lemak, kadar bahan kering dan bahan kering tanpa lemak. Kandungan gizi susu kambing ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Susu Kambing

No	Kandungan	Susu Kambing
1	Protein (g)	3,6
2	Lemak (g)	4,2
3	Karbohidrat (g)	4,5
4	Kalori (g)	69
5	Fosfor I (g)	111
6	Kalsium (g)	134
7	Magnesium (g)	14
8	Besi (g)	0,05
9	Natrium (g)	50
10	Kalium (g)	204
11	Vitamin A (IU)	185
12	Thiamin (mg)	0,05
13	Riboflavin (g)	0,14
14	Niacin (mg)	0,28
15	Vitamin B6 (mg)	0,05

Sumber: Balai Penelitian Veteriner, Bogor (2008)

Berikut ini merupakan tabel kualitas susu kambing ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Kualitas Susu

Karakteristik	Kriteria Berkualitas		
	Premium	Baik	Standar
Protein (%)	>3,70	>3,40-3,70	3,10-3,40
Lemak (%)	>4,00	>3,50-4,00	3,25-3,50
Bahan Kering (%)	>13,00	>12,00-13,00	11,70-12,00

Sumber: Thai Agricultural Standard (2008)

2.5 Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) adalah suatu sistem yang bekerja untuk memproses informasi yang masuk ke dalam sistem dimana cara kerja dari ANN memiliki kemiripan dengan cara kerja pada jaringan syaraf biologi manusia, yaitu bersifat adaptif, bekerja secara dinamis dan mampu mempelajari informasi-informasi yang belum diketahui sebelumnya. Terdapat dua tahapan pemrosesan informasi, yaitu tahapan pelatihan ANN dan tahapan pengujian ANN (Yuliandar, Warsito, & Yasin, 2012).

Tahapan pelatihan ANN adalah tahap pemrosesan informasi dengan cara melakukan pelatihan, yaitu memasukan data latih yang tersedia ke dalam jaringan. Tahapan pengujian ANN adalah

tahap pemrosesan informasi dengan cara memasukan data uji dengan menggunakan bobot terakhir dari hasil tahapan pelatihan ANN. Bobot-bobot hasil tahapan pelatihan ANN diharapkan mampu menghasilkan nilai *error* yang minimal pada tahapan pengujian ANN (Yuliandar, Warsito, & Yasin, 2012). Pada ANN juga terdapat beberapa tahapan yang berupa tahap *feedforward* dan *backpropagation*.

1. Feedforward

Feedforward memiliki struktur yang tersusun atas satu *input layer*, satu atau lebih *hidden layer* dan satu *output layer*. Langkah-langkah yang dijalankan pada proses *feedforward* sebagai berikut (Fernanda & Otok, 2012) :

- Setiap unit *input* (x_i , $i = 1, \dots, n$) bertugas untuk menerimal sinyal *input* x_i dan menyebarkan ke semua unit pada *hidden layer*.
- Setiap unit *hidden* (z_j , $j = 1, \dots, p$) bertugas untuk menjumlahkan bobot yang diperoleh menggunakan Persamaan 2.1.

$$z_{inj} = v_{0j} + \sum_i^n x_i v_{ij} \quad 2.1$$

- Menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output* dan mengirimkan ke *output layer* menggunakan Persamaan 2.2.

$$z_j = f(z_{inj}) \quad 2.2$$

- Setiap unit *output* (Y_k , $k = 1, \dots, m$) bertugas untuk menjumlahkan bobot dari sinyal *output* menggunakan Persamaan 2.3.

$$y_{ink} = w_{0k} + \sum_j^p z_j w_{jk} \quad 2.3$$

- Menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output* menggunakan Persamaan 2.4.

$$y_k = f(y_{ink}) \quad 2.4$$

2. Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma yang umumnya digunakan pada model ANN dengan tujuan untuk melakukan proses pelatihan jaringan dengan menggunakan beberapa *layer* (Raharjo, 2013). Langkah-langkah yang dijalankan pada proses *backpropagation* sebagai berikut (Fernanda & Otok, 2012) :

- Setiap unit *output* (Y_k , $k = 1, \dots, m$) bertugas menerima pola *target* berdasarkan pola yang ada pada pelatihan *input*.
- Melakukan proses perhitungan informasi *error* menggunakan Persamaan 2.5.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{ink}) \quad 2.5$$

- Menghitung bobot koreksi untuk meng-*update* W_{jk} yang sebelumnya dengan Persamaan 2.6.

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad 2.6$$

- Setiap unit *hidden* (z_j , $j = 1, \dots, p$) bertugas menjumlahkan *input delta* yang berasal dari *layer* diatasnya menggunakan Persamaan 2.7.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad 2.7$$

- Mengalikan koreksi bobot untuk meng-*update* V_{ij} yang sebelumnya dengan Persamaan 2.8.

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad 2.8$$

- Meng-*update* bobot dan biasnya dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) Setiap unit *output* (Y_k , $k = 1, \dots, m$) bertugas untuk meng-*update* bobot dan biasnya menggunakan Persamaan 2.9.

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad 2.9$$

- 2) Setiap unit *hidden* (z_j , $j = 1, \dots, p$) bertugas untuk meng-*update* bobot dan biasnya menggunakan Persamaan 2.10.

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad 2.10$$

- 3) Melakukan pengujian untuk kondisi berhenti.

2.5 Normalisasi Data

Normalisasi data merupakan suatu proses untuk melakukan skala data sehingga suatu data berada dalam suatu rentang nilai tertentu yang dilakukan untuk masing-masing data latih dan data uji yang akan digunakan (Sabati, Dania, & Putri, 2014). Jenis metode normalisasi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah normalisasi data *Min-Max*. Persamaan matematika dari metode normalisasi data *Min-Max* diperlihatkan pada Persamaan 2-11 (Chamidah, Wiharto, & Salamah, 2012) :

$$x' = \left(0.8 * \frac{x - \text{min_value}}{\text{max_value} - \text{min_value}} \right) + 0.1 \quad 2.11$$

2.6 Denormalisasi

Denormalisasi merupakan tahapan dimana *output* dikembalikan ke kondisi aslinya setelah *input* mengalami normalisasi pada saat proses *preprocessing*. Persamaan matematika dari denormalisasi diperlihatkan pada persamaan 2.12 sebagai berikut (Gema, 2014) :

$$x = \frac{(\text{max_value} - \text{min_value}) * (x' - 0.1)}{0.8} + \text{min_value} \quad 2.12$$

2.7 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) pada ANN adalah metode yang biasanya digunakan untuk melakukan proses evaluasi kesalahan dan meningkatkan optimasi dari proses yang telah dilakukan sebelumnya. Persamaan matematika dari MSE diperlihatkan pada persamaan 2.13 (Edo, 2014) :

$$MSE = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^n (y_k - t_k)^2 \quad 2.13$$

2.6 Parameter PSO

Parameter yang dibutuhkan pada algoritma particle swarm optimization antara lain (Engelbrecht, 2007):

1. Swarm size

Swarm size atau jumlah partikel. Sebenarnya dalam sebagian besar masalah 5-10 partikel sudah cukup, namun untuk masalah yang sangat sulit atau khusus, bagus untuk mencoba 100 atau 200 particle.

2. Problem dimension

Problem dimension atau dimensi solusi dari partikel ini ditentukan dari masalah yang akan dioptimasi.

3. Range

Batas pencarian partikel ini juga ditentukan dari masalah yang akan dioptimasi. Dapat menspesifikasikan range yang berbeda untuk dimensi yang berbeda dari partikel.

4. Inertia weight atau bobot inersia (w)

Bobot inersia dikenalkan oleh Shi dan Eberhart (1998) yang dalam algoritma particle swarm optimization digunakan sebagai keseimbangan antara kemampuan eksplorasi global dan lokal secara utama dan merupakan parameter penurunan kecepatan untuk menghindari stagnasi partikel di lokal optimum (Engelbrecht, 2007). Bobot inersia (w) pada dasarnya akan mengontrol seberapa besar pengaruh pengetahuan dari arah terbang sebelumnya yang akan mempengaruhi kecepatan baru.

Inersia akan mengecil sesuai dengan bertambahnya iterasi sehingga kemampuan PSO dalam pencarian lokal akan lebih efisien dan konvergensi ke solusi optimum global, dimana nilai minimum dan maksimum w yang digunakan berada dalam range 0 sampai 1 (Engelbrecht, 2007). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai w adalah

$$w = w_{min} + (w_{max} - w_{min}) * \frac{(t_{max}-t)}{t_{max}} \tag{2.15}$$

2.7 Penerapan PSO

1. Inisialisasi Partikel

Proses pertama adalah inisialisasi partikel.

$$x_i(0) = x_{min,d} + r_d(x_{max,d} - x_{min,d}), \forall d = 1, \dots, n_x, \forall i = 1, \dots, n_s$$

x_{id} adalah posisi partikel ke- i pada dimensi ke- d , dimana $r_d \sim U(0,1)$ merupakan nilai acak (random) dengan range [0,1]. Kecepatan awal dapat diinisialisasi menjadi nol.

$$V_{id}(0) = 0 \tag{2.17}$$

Posisi terbaik individu ke- i ($pBest_i$) awal untuk setiap partikel diinisialisasikan dengan posisi partikel pada waktu $t = 0$

$$pBest_i(0) = x_i(0) \tag{2.18}$$

2. Menghitung fungsi obyektif (f(x))

Algoritma genetika dapat menyelesaikan masalah kompleks, yaitu permasalahan optimasi. Untuk mendapatkan nilai fitness, suatu individu harus dievaluasi berdasarkan suatu nilai fungsi objektif tertentu. Jika permasalahannya adalah optimasi untuk memaksimalkan fungsi h , maka digunakan fungsi objektif $f(x)=h$ untuk mencari nilai fitnessnya. Akan tetapi, jika permasalahannya adalah optimasi untuk meminimalkan fungsi h , maka digunakan fungsi objektif $f(x)=1/h$ untuk mencari nilai fitnessnya. Rumus fitness diperlihatkan pada persamaan 2.19 (Mahmudy W. F., 2014).

$$f(x) = \frac{1}{(h+a)} \tag{2.19}$$

3. Mencari Local Best (pBest) dan Global Best (gBest)

Komponen kognitif ($pBest$) merupakan posisi terbaik individu atau partikel yang telah dikunjungi sejak waktu pertama. Untuk masalah minimalisasi $pBest$ dihitung sebagai berikut (Engelbrecht, 2007):

$$pBest_i(t+1) = \begin{cases} pBest_i(t) & \text{jika } f(x_{id}(t+1)) \geq f(pBest_i(t)) \\ x_{id}(t+1) & \text{jika } f(x_{id}(t+1)) < f(pBest_i(t)) \end{cases} \tag{2.20}$$

Sedangkan nilai terbaik global ($gBest$) berasal dari hasil social learning dari swarm yang ditemukan sebagai posisi individu terbaik dari keseluruhan partikel yang pernah ditemukan. Mencari $gBest$ untuk kasus minimalisasi dihitung sebagai berikut [14]:

$$f(gBest_i(t)) = \min\{f(x_{id}(t)), \dots, f(x_{nd}(t+m))\} \tag{2.21}$$

4. Memperbarui atau Update Kecepatan dan Posisi

Berdasarkan $pBest$ dan $gBest$ yang diperoleh, maka kecepatan (v_{id}) dan posisi dari particle (x_{id}) diubah. Persamaan untuk perubahan kecepatan (V_{id}) [11][2]:

$$v_{id}^{t+1} = w * v_{id}^t + c_1^t * r_1 * (pBest_i^t - x_{id}^t) + c_2^t * r_2 * (gBest^t - x_{id}^t) \tag{2.22}$$

Kecepatan akan ditambahkan pada posisi partikel sekarang untuk mendapatkan posisi baru partikel, dengan kata lain individu bergerak menuju posisi baru sesuai dengan kecepatan. Persamaan untuk perubahan posisi (x_{id}) adalah sebagai berikut

$$x_{id}^{t+1} = x_{id}^t + V_{id}^{t+1} \tag{2.23}$$

Untuk mengontrol eksplorasi global partikel, perlu adanya pembatasan kecepatan maksimum. Teknik ini disebut velocity clamping untuk mencegah partikel bergerak terlalu jauh melampaui ruang pencariannya. Dalam penelitian ini, batasan kecepatan atau threshold yang digunakan adalah sebagai berikut (Marini & Walczak, 2015):

$$\begin{aligned} \text{jika } v_{id}^{t+1} > v_d^{max} & \text{ maka } v_{id}^{t+1} = v_d^{max} \\ \text{jika } v_{id}^{t+1} < -v_d^{max} & \text{ maka } v_{id}^{t+1} = -v_d^{max} \end{aligned} \quad 2.24$$

Strategi *velocity clamping* telah terbukti lebih efektif dalam meredam osilasi dengan menyediakan keseimbangan yang baik antara eksplorasi global dan eksploitasi lokal (Engelbrecht, 2007). Namun dalam menentukan nilai v_d^{max} bergantung pada bentuk permasalahan yang diselesaikan.

$$v_d^{max} = k * (x_d^{max} - x_d^{min}) , k \in (0,1) \quad 2.25$$

5. Random Injection

Pada ruang pencarian yang tidak terlalu besar, sering dijumpai pencapaian konvergensi dini. Hal ini disebabkan karena partikel lebih cepat menemukan posisi terbaik global dalam ruang pencarian yang kecil dan disebabkan oleh kurangnya diversitas populasi setelah melewati sekian generasi (Mahmudy W. , 2015). Untuk mengatasi hal tersebut dan membuat partikel lebih teliti atau bertahap dalam melakukan eksploitasi lokal dan eksplorasi global, maka diterapkan sistem *random injection* (Mahmudy W. , 2015). Random injection dilakukan dengan menginisialisasi kembali posisi n partikel setiap g interval iterasi. Penentuan n dan g yang sesuai dilakukan berdasarkan beberapa percobaan sebelumnya pada sistem PSO.

Pada kasus ini ditentukan jumlah partikel yang diinjeksi adalah semua partikel dengan ukuran *swarmsize* serta interval *injection* adalah setiap kelipatan 3 iterasi. Random injection dilakukan dengan mengevaluasi nilai fitness partikel saat memasuki interval injeksi. Jika nilai local best sam dengan nilai fitness maka kondisi akan diinjeksi secara random.

6. Kondisi berhenti

Merupakan kriteria yang digunakan untuk mengakhiri iterasi atau perulangan dan mendapatkan solusi optimum. Kondisi berhenti tidak boleh menyebabkan PSO konvergen dini karena solusi suboptimal akan diperoleh.

Dalam kasus optimasi ini, kondisi berhenti adalah ketentuan saat mencapai nilai iterasi maksimum.

2.8 Penerapan Genetic Algorithm (GA)

1. Membangkitkan Populasi Awal

Langkah pertama yang dilakukan adalah membangkitkan populasi awal dengan cara membangkitkan bilangan acak sehingga didapatkan solusi awal (Ariboowo, Lukas, & Gunawan, 2008).

2. Representasi Kromosom

Representasi kromosom adalah proses pengkodean yang merupakan kunci pokok persoalan menggunakan GA dari penyelesaian asli suatu permasalahan (Mahmudy, 2013).

3. Inisialisasi Populasi Awal

Inisialisasi populasi awal adalah proses pembangkitan populasi awal secara acak sebanyak

popsiz yang telah ditentukan (Mahmudy, 2013). Misalkan ditentukan *popsiz* = 10.

4. Reproduksi

Proses reproduksi terdiri dari 2 operator genetika, yaitu tukar silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*) yang masing-masing digunakan untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) dari individu-individu yang ada di populasi (Mahmudy, 2013).

a. Crossover

Crossover adalah salah satu proses reproduksi yang dilakukan dengan cara menyilangkan dua kromosom yang dipilih secara acak sehingga didapat kromosom yang mempunyai karakteristik yang mirip dengan induknya (Ariboowo, Lukas, & Gunawan, 2008). Metode *crossover* yang digunakan dalam kasus ini adalah *extended intermediate crossover*. *Offspring* yang dihasilkan dari proses *extended intermediate crossover* dapat dibangkitkan menggunakan Persamaan 2.26 dan 2.27 sebagai berikut (Mahmudy, 2013) :

$$C_1 = P_1 + \alpha(P_2 - P_1) \quad 2.26$$

$$C_2 = P_2 + \alpha(P_1 - P_2) \quad 2.27$$

Dengan ketentuan nilai alpha (α) yang dipilih secara acak pada interval [-0.25, 1.25].

Jika ditentukan *crossover rate* = 0.4, maka ada $0.4 \times 10 = 4$ *offspring* yang dihasilkan. Setiap satu kali proses *crossover* akan menghasilkan dua buah *offspring*, sehingga proses *crossover* akan dilakukan sebanyak 2 kali (Mahmudy, 2013).

b. Mutasi

Proses mutasi merupakan proses dimana suatu gen akan mengalami penyimpangan dari kromosom induknya sehingga sifat kromosom anak tersebut akan mengalami perbedaan dari kromosom induknya (Ariboowo, Lukas, & Gunawan, 2008). Metode mutasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *random mutation*. *Offspring* yang dihasilkan dari proses *random mutation* dapat dibangkitkan menggunakan Persamaan (2-16) sebagai berikut (Mahmudy, 2013) :

$$x'_i = x_i + r(\max_i - \min_j) \quad 2.28$$

Jika ditentukan *mutation rate* = 0.2, maka ada $0.2 \times 10 = 2$ *offspring* yang dihasilkan. Setiap satu kali proses mutasi akan menghasilkan satu buah *offspring*, sehingga proses mutasi akan dilakukan sebanyak 2 kali (Mahmudy, 2013).

5. Perhitungan Fitness

Untuk mendapatkan nilai *fitness*, suatu individu harus dievaluasi berdasarkan suatu nilai fungsi objektif tertentu. Jika permasalahannya adalah ingin mengoptimalkan satu fungsi $h1$ dan meminimalkan satu fungsi $h2$, maka digunakan fungsi objektif menggunakan Persamaan 2.29 untuk mencari nilai *fitness*-nya.

$$f = h1 + \frac{1}{h2} \quad 2.29$$

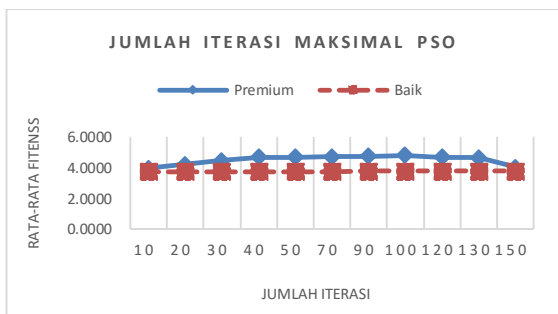
6. Seleksi

Proses seleksi adalah proses pemilihan individu dari keseluruhan populasi yang ada untuk dipertahankan pada generasi selanjutnya. Metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini adalah *elitism selection*, yaitu proses seleksi yang dilakukan dengan cara mengumpulkan semua individu kemudian diseleksi dengan mencari individu yang nilai *fitness*-nya tertinggi untuk dipertahankan hidup pada generasi selanjutnya (Mahmudy, 2013).

3 PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Hasil Pengujian terhadap maksimal iterasi PSO

Pengujian maksimal iterasi dilakukan dengan menggunakan data yang sudah diuji sebelumnya, yaitu dengan iterasi ANN 10000 iterasi, nilai *wMax* 0.6 *wMin* 0.3, nilai *c1* adalah 1 sedangkan nilai *c2* adalah 1.5 serta nilai *k* adalah 0.6, dan jumlah partikel adalah 30 partikel.

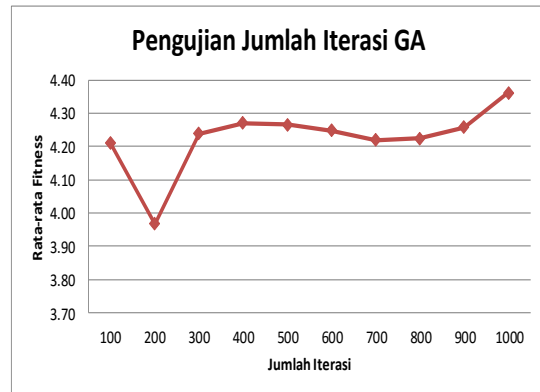


Gambar 3.1 Grafik Pengujian Maksimal Iterasi PSO

Hasil pengujian maksimal iterasi divisualisasikan pada Gambar 3.1 dengan rata-rata nilai fitness terbesar didapatkan dengan jumlah iterasi maksimal 100 iterasi. Semakin besar nilai iterasi maksimal akan didapatkan nilai fitness yang semakin tinggi juga. Penentuan jumlah maksimum iterasi bergantung pada permasalahan yang dihadapi, sehingga pada penelitian ini, iterasi 100 dianggap cukup memberikan hasil fitness yang terbaik.

3.2 Hasil Pengujian terhadap maksimal iterasi GA

Pengujian jumlah iterasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah generasi terbaik yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Jumlah iterasi ANN = 1000, jumlah *hidden layer* = 9, nilai *learning rate* = 0.9 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya terhadap parameter ANN dan epsilon = 0.001. Ukuran populasi = 100 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya, *crossover rate* = 0.5 dan *mutation rate* = 0.1. Berikut adalah grafik hasil pengujian jumlah iterasi GA yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.

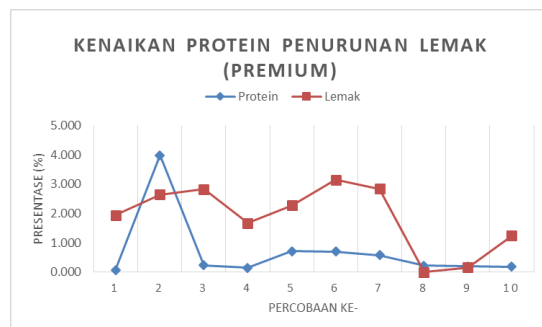


Gambar 3.2 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Iterasi GA

Berdasarkan grafik hasil pengujian, rata-rata *fitness* terbesar diperoleh pada parameter dengan jumlah iterasi sebesar 1000 dengan rata-rata nilai *fitness* yang didapatkan sebesar 4.36114961. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa jumlah iterasi berpengaruh terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan. Akan tetapi, jumlah generasi yang tinggi tidak bisa dikatakan sebagai generasi terbaik dikarenakan belum tentu nilai *fitness* yang dihasilkan adalah nilai *fitness* yang paling optimal dan jumlah generasi yang tinggi juga akan membutuhkan waktu komputasi yang lama juga.

3.3 Pengujian terhadap kombinasi variasi output yang dioptimalkan menggunakan ANN-PSO

Pengujian kombinasi variasi output dilakukan dengan menggunakan data yang sudah diuji sebelumnya, yaitu dengan iterasi ANN 10000 iterasi, nilai *wMax* 0.6 *wMin* 0.3, nilai *c1* adalah 1 sedangkan nilai *c2* adalah 1.5 serta nilai *k* adalah 0.6, dan jumlah partikel adalah 30 partikel serta 100 iterasi. Kandungan gizi susu yang dioptimalkan adalah Protein, sedangkan yang diminimalkan adalah Lemak.



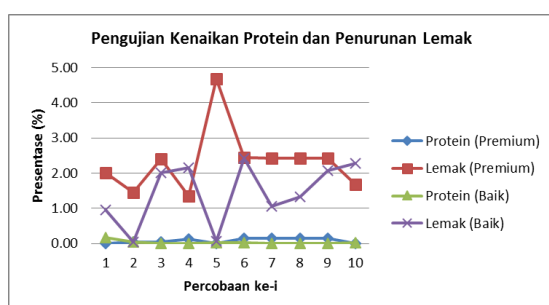
Gambar 3.3 Hasil Kenaikan Protein dan Penurunan Lemak menggunakan ANN-PSO

Dari Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa dalam 10 percobaan dapat menghasilkan kenaikan protein dan penurunan lemak yang ditunjukkan pada percobaan ke-2 Protein naik sebesar 3.984% sedangkan Lemak turun 2.642%. Sedangkan rata-rata kenaikan Protein

sebesar 0.707% dan penurunan rata-rata Lemak sebesar 0.879%.

3.4 Pengujian terhadap kombinasi variasi *output* yang dioptimalkan menggunakan ANN-GA

Pengujian jumlah iterasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah generasi terbaik yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Jumlah iterasi ANN = 1000, jumlah *hidden layer* = 9, nilai *learning rate* = 0.9 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya terhadap parameter ANN dan epsilon = 0.001. Ukuran populasi = 100 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya, *crossover rate* = 0.5 dan *mutation rate* = 0.1. Berikut adalah grafik hasil kenaikan Protein dan penurunan Lemak menggunakan ANN-GA yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hasil Kenaikan Protein dan Penurunan Lemak menggunakan ANN-GA

Berdasarkan Gambar 3.4 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Kenaikan Protein dan Penurunan Lemak, maka diperoleh rata-rata presentase kenaikan protein dan penurunan lemak untuk kualitas susu Premium sebesar 0.0852% dan 2.3254%. Sedangkan, rata-rata presentase kenaikan protein dan penurunan lemak untuk kualitas Baik sebesar 0.0292% dan 1.4372%.

4 PENUTUP

KESIMPULAN

1. Pengujian iterasi maksimal ANN-PSO menghasilkan 100 iterasi maksimal dengan menghasilkan fitness terbesar dan waktu yang cepat, sedangkan dengan menggunakan ANN-GA menghasilkan jumlah iterasi sebesar 1000 iterasi.
2. Perbandingan hasil *output* dalam kasus pengujian yaitu mengoptimalkan protein dan meminimalkan lemak menggunakan metode ANN-PSO dan ANN-GA. Sebelum optimasi, kandungan protein dengan kualitas susu Premium untuk berat badan 36 adalah 3.984%. Sedangkan kandungan Lemak adalah 8.465. Setelah dioptimasi menggunakan ANN-PSO rata-rata kandungan protein naik 0.707% sehingga menjadi 4.691%, sedangkan rata-rata

kandungan Lemak turun 0.879 sehingga menjadi 7.586%. Dengan menggunakan metode ANN-GA, rata-rata kandungan Protein naik sebesar 0.0852% sehingga menjadi 4.0692%, sedangkan rata-rata kandungan Lemak turun sebesar 2.3254% sehingga menjadi 6.1397%.

SARAN

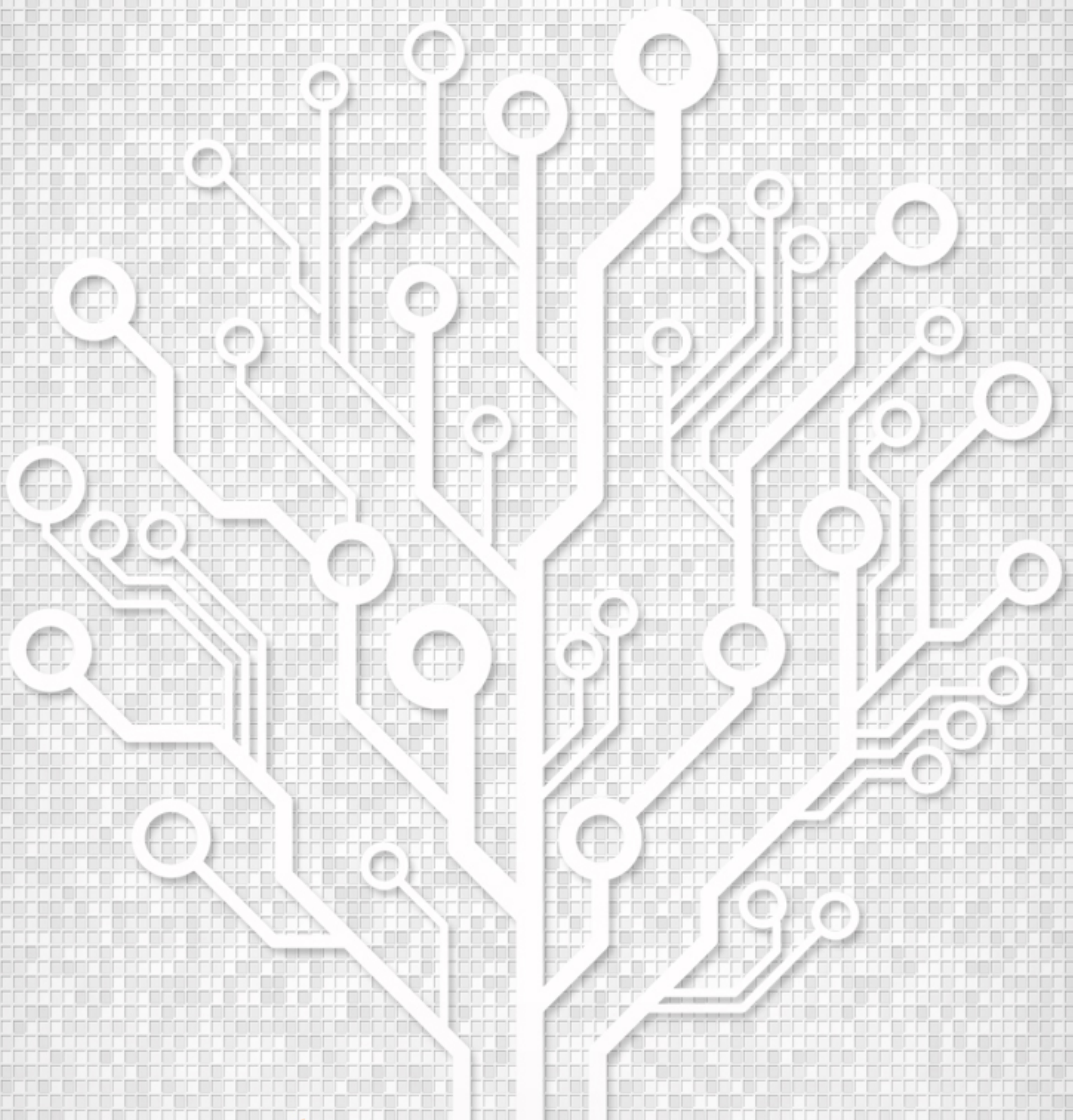
3. Pada penelitian ini terdapat masalah dalam pencarian jumlah iterasi ANN untuk mencapai konvergen, sehingga terdapat saran untuk mencoba algoritma *nguyen-widrow* untuk dijadikan sebagai perbandingan dalam pencarian konvergensi serta bobot yang didapatkan.
4. Pada metode ANN sebaiknya menggunakan GPU Programming agar dapat melakukan training data secara bersamaan. Hal ini berpengaruh pada proses pendistribusian data oleh ANN, yaitu *distributed and parallel processing*.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Ratnaweera, S. Halgamuge, H. Watson. (2004). Self-organizing hierarchical particle. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 8 (3), 240–255.
- Alam, S., Dobbie, G., Koh, Y. S., Riddle, P., & Rehman, S. U. (2014). Research on particle swarm optimization based clustering: A systematic review of literature and techniques. *Swarm and Evolutionary Computation*, 17, 1-13.
- Aliaga, I. M. (2003). Study of Nutritive Utilization of Protein and Magnesium in Rats With Resection FF The Distal Small Intestine. *Beneficial Effect of Goat Milk, J. Dairy Science*, vol 86: 2968-2966.
- Aribowo, A., Lukas, S., & Gunawan, M. (2008). Penerapan Algoritma Genetika pada Penentuan Komposisi Pakan Ayam Petelur. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, B-21 - B-24.
- Atmiyati. (2001). Potensi Susu Kambing Sebagai Obat dan Sumber Protein Hewani Untuk Meningkatkan Gizi Petani. *Balai Penelitian Ternak, Bogor*.
- Chamidah, N., Wiharto, & Salamah, U. (2012). Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi. *Jurnal ITSMART, Vol.1, No.1*, 28-33.
- Chen, H.-L. e. (2011). A novel bankruptcy prediction model based on an adaptive fuzzy k-nearest. *Knowledge-Based Systems*, 24, 1348–1359.

- Edo, R. Z. (2014). Implementasi Backpropagation Neural Network dalam Pembangkitan Otomatis Fungsi Keanggotaan Fuzzy pada Penderita Penyakit Hepatitis. *Skripsi Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya.*
- Engelbrecht, A. P. (2007). *Computational Intelligence: An Introduction 2nd ed.* West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Fadilah, A. N. (2015). Implementasi Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Algoritma Genetika untuk Rekomendasi dan Optimasi Pemupukan Berimbang Tanaman Hortikultura. *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, 5, no.14.*
- Fernanda, J. W. (2012). Boosting Neural Network dan Boosting Cart pada Klasifikasi Diabetes Militus Tiper II. *Jurnal Matematika, 2(2), 33-49.*
- Fitriyanto, Astuti, T. Y., & Utami, S. (2013). Kajian Viskositas dan Berat Jenis Susu Kambing Peranakan Ettawa(PE) pada Awal, Puncak dan Akhir Laktasi. *Jurnal Ilmiah Peternakan, 299-306.*
- Gema, R. L. (2014). Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik dalam Prediksi Persediaan Ternak Sapi Potong (Studi Kasus di Wilayah Sumatera Barat) . *Jurnal KomTekInfo, Fakultas Ilmu Komputer, 1(2), 21-27.*
- Gunawan, H. (2013). Prospek Usaha Penggemukan Kambing Potong. *Pustaka Baru Press.*
- Gunawan, H. (2013). *Prospek Usaha Penggemukan Kambing Potong.* Jakarta: Pustaka Baru Press.
- H.-L. Chen et al. (2011). A novel bankruptcy prediction model based on an adaptive fuzzy k-nearest. *Knowledge-Based Systems 24, 1348-1359.*
- Hidayati, A. (2012, Mei 30). *Pakan Kambing Perah.* Dipetik Januari 20, 2016, dari Universitas Muhammadiyah Malang: <http://peternakan.umm.ac.id/id/umm-news-2862-pakan-kambing-perah.html>
- Cholissodin, I., Dewi C., Surbakti E. E., (2016). Integrated ANN And Bidirectional Improved PSO For Optimization Of Fertilizer Dose On Palawija Plants. *2nd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech).*
- Mahmudy, W. (2015). Improved particle swarm optimization untuk menyelesaikan permasalahan part type selection dan machine loading pada flexible manufacturing system (FMS). *Konferensi Nasional Sistem Informasi.*
- Mahmudy, W. F. (2013). *Algoritma Evolusi.* Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Mahmudy, W. F. (2014). Optimasi Part Type Selection And Machine Loading Problems Pada FMS Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization. *Konferensi Nasional Sistem Informasi 2014, Makassar.*
- Marini Putri Marwah, Y. Y. (2010). Produksi Dan Komposisi Susu Kambing Peranakan Ettawa Yang Diberi Suplemen Daun Katu (*Sauropus androgynus (L.) Merr*) Pada Awal Masa Laktasi . *Buletin Peternakan, Vol. 34(2): 94-102.*
- Marini, F., & Walczak, B. (2015). Particle swarm optimization (PSO). A tutorial. *IEEE Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 13.*
- Mulyanto, S. (2006). Identifikasi Laktoferin Pada Kolostrum Dan Susu Kambing Dengan Metode Single Radial Immunodifusi Dan SDS-PAGE. *Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.*
- Nugroho, B. A. (2010). Pasar Susu Dunia dan Posisi Indonesia.
- Pramesti, D., Mahmudy, W. F., & Indriati. (2015). Optimasi Komposisi Pakan Kambing Potong Menggunakan Algoritma Genetika. *DORO : Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, Vol. 5, No. 13.*
- Prihatminingsih, G. E. (2015). Hubungan antara Konsumsi Protein dengan Produksi, Protein dan Laktosa Susu Kambing Peranakan Ettawa. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan 25, Vol.2, 20-27.*
- Purbayanto, A. T. (2009). Efek Pengaturan Suhu Outlet Pada Pengerings Semprot Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Dan Mikrobiologi Susu Kambing Bubuk. *Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.*
- Raharjo, J. S. (2013). Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization untuk Prediksi Laju Inflasi. *Jurnal Sistem Komputer, Vol. 3, No. 1, 10-21.*
- S.-C. Chu, R. J. (2004). Ant colony system with communication strategies. *Information Sciences, vol.167. pp.63-76.*
- Sabati, D., Dania, W. A., & Putri, S. A. (2014). Peramalan Permintaan Sari Apel dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) di KSU Brosems, Batu. *Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, 1-10.*

- Setyorini, D., Widowati, L. R., & Rochay, S. (2008). Teknologi Pengelolaan Hara lahan Sawah Intensifikasi.
- Shibata, K. &. ((2009).). Effect of Number of Hidden Neurons on Learning in Large-Scale Layered Neural Networks . in *Proceedings of the ICRPS-SICE International Joint Conference 2009 (ICCAS-SICE '09)*, 5008-5013.
- Soemarno. (2013). *Pupuk dan Pemupukan Ramah Lingkungan*. Malang.
- Subekti, E. (2009). Ketahanan Pakan Ternak Indonesia. *Mediagro, Vol.5, No.2*, 63-71.
- Susilowati, D. R., Utami, S., & Suratim, H. A. (2013). Nilai Berat Jenis dan Total Solid Susu Kambing Sapera di Cilacap dan Bogor. *Jurnal Ilmiah Peternakan, Vol. 1, No. 3*, 1071-1077.
- Yayu Zuriati, R. M. (2011). Karakteristik Kualitas Susu Segar Dan Yoghurt Dari Tiga Bangsa Kambing Perah Dalam Mendukung Program Ketahanan Dan Diversifikasi Pangan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.
- Yuliandar, D., Warsito, B., & Yasin, H. (2012). Pelatihan Feed Forward Neural Network Menggunakan Algoritma Genetika dengan Metode Seleksi Turnamen untuk Data Time Series. *Gaussian, Vol. 1, No.1*, 65-72.
- Zerda , E. R. (2009). *Analisis dan Penerapan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) pada Optimasi Penjadwalan Sumber Daya Proyek*. Bandung.



JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



9 772355 769000