



SNTTM XVII

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2018

PROSIDING

“Peran Ilmu Teknik Mesin yang Berorientasi Global dalam Mendukung Pembangunan Nasional Berkelanjutan”

Organized by :



Program Studi

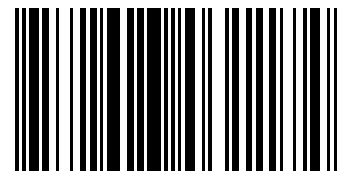
TEKNIK MESIN

4-5 Oktober 2018

Hotel Swiss Belinn Kupang, Nusa Tenggara Timur

Indonesia

Sponsored by :



9 772623 031174

Kata Pengantar

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan rahmat-Nya buku prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XVII dapat diterbitkan. SNTTM XVII dengan tema “Peran Ilmu Teknik Mesin yang Berorientasi Global Dalam Mendukung Pembangunan Nasional Berkelanjutan” merupakan kegiatan tahunan Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. SNTTM kali ini diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana (UNDANA) Kupang pada tanggal 4-5 Oktober 2018 di hotel Swiss-Belinn Kristal Kupang.

Dengan terlaksananya seminar ini, diharapkan adanya kerjasama antar Program Studi Teknik Mesin seluruh Indonesia yang semakin erat dan baik, dalam pengembangan peran ilmu teknik mesin dalam mendukung pembangunan nasional. Mulai tahun 2017, BKS-TM menggunakan sistem *Open Conference System* (OCS) dalam tahapan pengiriman abstrak dan makalah, sehingga seluruh prosiding yang dihasilkan dari SNTTM nantinya dapat diakses secara daring. Upaya ini merupakan bagian dari usaha BKS-TM untuk meningkatkan mutu publikasi karya ilmiah teknik mesin ke level yang lebih tinggi.

Perlu diketahui bahwa seleksi SNTTM XVII dilakukan dalam dua tahapan: 1) seleksi abstrak untuk kegiatan seminar dan 2) seleksi makalah lengkap untuk prosiding daring. Penyelenggaraan kali ini telah berhasil menjaring 198 abstrak untuk diseminarkan yang berasal dari berbagai institusi. Dari 198 abstrak yang diseminarkan, jumlah makalah yang sampai pada tahap prosiding adalah 162 artikel ilmiah, dengan perincian 37,04% konversi energi, 20,98% perancangan dan mekanika terapan, 15,43% proses manufaktur, 21,61% rekayasa material dan 4,94% pendidikan teknik mesin.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada BKS-TM Indonesia, para pimpinan Program Studi Teknik Mesin, *keynote speaker*, tim peninjau, sponsor, para pemakalah, serta segenap panitia yang telah berpartisipasi aktif atas terselenggaranya SNTTM XVII dan terbitnya prosiding dari acara ini. Tidak lupa kami selaku panitia pelaksana memohon maaf atas kekurangan dan ketidaksempurnaan yang terjadi dalam keseluruhan proses penyelenggaraan seminar dan penerbitan buku prosiding. Akhir kata, semoga prosiding SNTTM XVII ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Salam hangat,



Dominggus G. H. Adoe, S. T., M. Eng
Ketua Panitia Pelaksana

Profil Pembicara Utama

Dalam rangkaian acara SNTTM XVII telah diselenggarakan Sesi Pembicara Utama pada hari Kamis, 4 Oktober 2018, pukul 09.10-11.30 WIB. Acara tersebut dilaksanakan di *ballroom* Kristal, Hotel Swiss Belinn, Kupang. Lima pembicara telah hadir dan memberikan presentasinya dalam Sesi Pembicara Utama SNTTM XVII.



Prof. Dr. Ir. Tresna Priyana Soemardi,, M.Si., S.E.

Prof. Dr. Ir. Tresna Priyana Soemardi M.Sc. adalah Guru Besar di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Kelahiran Palembang, 1 September 1955. Beliau menikah dengan Diah Hariyani dan memiliki dua orang anak, yaitu Una Amanda Priharani dan Ezra Ganesha Prihardanu.

Gelar Insinyur diperoleh dari Teknik Mesin ITB - Bandung tahun 1980, memperoleh Gelar Magister Ilmu Lingkungan pada tahun 1985 dan Sarjana Ekonomi tahun 1988 dari Universitas Indonesia.

Pada tahun 1990, lulus sebagai Doktor dalam bidang Applied Mechanics & Advanced Composites Materials dari Ecole Centrale de Paris-France.

Selama lebih dari 25 tahun melakukan kegiatan mengajar, konsultasi dan riset dibidang mekanika terapan dan material komposit, perancangan dan pengembangan produk, inovasi produk, manajemen stratejik inovasi, EPC & Project Management, Project Risk Management, Kelayakkan Angkutan Udara, Transportasi Udara dan Engineering Management. Beliau juga pernah bekerja sebagai Researcher di Industri Pesawat Terbang Aerospatiale dan Industri Otomotif Renault di Perancis. Menghasilkan lebih dari 100 karya ilmiah dalam jurnal, seminar, konferensi dan lokakarya nasional maupun internasional. Berbagai pendanaan riset nasional maupun internasional berhasil ia menangkan antara lain: Hibah Bersaing, RUT, RUTI, Toray Science Foundation dan EU-Asialink Biomedical Engineering.



Prof. Yoshihiro Narita

Penasihat akademik JICA, Expert di C-BEST project

merupakan lulusan dari Universitas Hokkaido tahun 1974. Memulai karir sebagai dosen di Hokkaido Institute of Technology pada tahun 1980 – 1985. Menjabat sebagai Guru Besar di Fakultas Teknik, Universitas Hokkaido (Division of Human Mechanical Systems and Design) semenjak tahun 1991.

Bidang penelitian mencakup *Composite Structures, Optimum Design, Systems Engineering, Computational Mechanics, Engineering Education*. Beliau pernah menjabat sebagai Ketua Cabang Hokkaido

Japan Society of Mechanical Engineers (JSME) tahun 2008-2009 dan mendapat *Division award for international contribution*. Selain itu, beliau merupakan anggota asosiasi *Japan Society of Mechanical Engineers, International Symposium of Vibration on continuous Systems, International Advisory Committee, Japan Reinforced Plastics Society, International Steering Committee, Society of Automotive Engineers of Japan, Japan Society of Kansei Engineering, The Japan Society for Science Policy and Research Management, Japanese Education Research Association*.



Prof. Olivier Polit

Guru Besar di Université Paris Ouest Nanterre dan peneliti di *Laboratoire Energétique Mécanique Electromagnétisme (LEME)*. Prof. Olivier Polit memiliki keahlian di bidang *Finite Element Analysis, Structural Analysis, Finite Element Modeling, Numerical Modeling, Mechanical Testing, Numerical Analysis, Mechanics of Materials, Mechanical Engineering, Solid Mechanics, Materials Engineering, Composites, Dynamics, Finite Element Method, Computational Mechanics Elasticity, Computational Structural*

Mechanics, Structural Engineering, Piezoelectricity, Composite Structures

Laminated Composites, Shell. Beliau telah menghasilkan lebih dari 100 karya ilmiah sampai saat ini.



Dr. Eng. Nobumasa Sekishita

Peneliti dan pengajar di Departemen Teknik Mesin, Toyohashi University of Technology, dengan jabatan sebagai *Associate Professor*. Beliau juga merupakan lulusan Doktor dari universitas tersebut.

Bidang penelitiannya mencakup *Fluid Dynamics* yaitu, *Wind Tunnel Experiment of Turbulent Shear Flow, Development of Flow Measurements and Analysis*. Dimana menginvestigasi fenomena pada *Buoyancy jet, Pesawat jet dan Sphere wake* menggunakan

Terowongan Angin.

Beliau juga merupakan anggota Perhimpunan Akademik *Japan Society of Mechanical Engineers, Japan Society of Fluid Mechanics, The Physical Society of Japan, dan The Visualization Society of Japan*.



Refi Kunaefi, MSc.

Refi Kunaefi adalah Kepala Proyek Pengembangan Area Bali di Akuo Energy Indonesia. Memulai karir profesionalnya sebagai insinyur lapangan, kemudian manajer operasi lapangan untuk perusahaan layanan minyak & gas terbesar di dunia, Schlumberger.

Di Akuo Indonesia, ia mengelola portofolio pengembangan Energi Terbarukan lebih dari 300 MW di berbagai bidang teknologi. Bidang tersebut dari PV surya, hidro, angin, biomassa, dan

Konversi Energi Panas Laut (OTEC).

Refi memegang gelar Master dalam manajemen energi & lingkungan di bawah program beasiswa bergengsi dari *Total EP Indonesia* di Ecole des Mines de Nantes (Prancis), dan gelar Teknik Mesin dari Universitas Indonesia di bawah Program Kepemimpinan GE Beasiswa. Dia juga mengikuti Kursus Manajemen Kontrak di Ecole Européenne de Contract Management (Prancis). Saat ini beliau juga menjabat sebagai Dosen di Universitas Teknologi Sumbawa sejak Juni 2016.

Topik dan Sebaran Makalah

- | | |
|-------------------------------------|--------------|
| 1. Perancangan dan Mekanika Terapan | : 34 Makalah |
| 2. Proses Manufaktur | : 25 Makalah |
| 3. Konversi Energi | : 60 Makalah |
| 4. Rekayasa Material | : 35 Makalah |
| 5. Pendidikan Teknik Mesin | : 8 Makalah |

Tentang BKS-TM

Badan Kerja Sama Teknik Mesin Indonesia (BKS-TM) adalah suatu organisasi yang dibentuk pada pertemuan ketua jurusan/program studi/departemen Teknik Mesin perguruan tinggi se-Indonesia pada tanggal 29 Mei 2002 di Jurusan Teknik Mesin ITS. Anggota dari BKS-TM adalah lembaga pendidikan tinggi yang menyelenggarakan pendidikan teknik mesin atau yang sejenis.

Tujuan pendirian BKS-TM adalah sebagai:

- 1) Menciptakan kondisi yang kondusif untuk meningkatkan kerja sama antar perguruan tinggi teknik mesin dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
- 2) Meningkatkan interaksi perguruan tinggi anggota dengan lembaga lain.
- 3) Meningkatkan sumber daya anggota dalam menjawab tantangan dan persaingan.

Saat ini keanggotan BKS-TM sudah mencapai lebih dari 30 program studi Teknik Mesin yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Tentang SNTTM

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh BKS-TM sebagai sarana untuk berbagi riset dan teknologi terbaru serta berbagi pengalaman terhadap pemecahan permasalahan di bidang keilmuan teknik mesin dalam lingkup nasional. Konferensi ini juga memberi kesempatan kepada para akademisi, pihak industri, komunitas, maupun para penentu kebijakan untuk membahas aktivitas dan kolaborasi di masa depan.

SNTTM XVII bertujuan untuk mempertemukan para peneliti, profesional industri, dan mahasiswa pascasarjana dari disiplin ilmu Teknik Mesin. SNTTM XVII, yang bertepatan “Peran Ilmu Teknik Mesin yang Berorientasi Global dalam Mendukung Pembangunan Nasional Berkelanjutan“, menawarkan lingkungan yang menarik dan merangsang peserta untuk berdiskusi dan bertukar pikiran mengenai hasil penelitian ilmiah terbaru. Pada tahun 2018, seminar kali ini diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana (Undana), pada tanggal 4-5 Oktober 2018 di Hotel Swiss Belinn, Kupang.

BKS-TM telah menyelenggarakan 16 kali SNTTM dengan host yang bergantian, yakni sebagai berikut:

1. SNTTM I (2002) dilaksanakan di ITS, Surabaya.
2. SNTTM II (2003) dilaksanakan di Unand, Padang.
3. SNTTM III (2004) dilaksanakan di Unhas, Makasar.
4. SNTTM IV (2005) dilaksanakan di Unud, Denpasar.
5. SNTTM V (2006) dilaksanakan di UI, Jakarta.
6. SNTTM VI (2007) dilaksanakan di Unsyiah, Banda Aceh.
7. SNTTM VII (2008) dilaksanakan di Unsrat, Manado.
8. SNTTM VIII (2009) dilaksanakan di Undip, Semarang.
9. SNTTM IX (2010) dilaksanakan di Unsri, Palembang.
10. SNTTM X (2011) dilaksanakan di Unibraw, Malang.
11. SNTTM XI (2012) dilaksanakan di UGM, Yogyakarta.
12. SNTTM XII (2013) dilaksanakan di Unila, Bandar Lampung.
13. SNTTM XIII (2014) dilaksanakan di UI, Jakarta.
14. SNTTM XIV (2015) dilaksanakan di Unlam, Banjarmasin.
15. SNTTM XV (2016) dilaksanakan di ITB, Bandung.
16. SNTTM XVI (2017) dilaksanakan di ITS, Surabaya

Tentang Kupang

Kota Kupang adalah kota madya dan sekaligus sebagai ibu kota provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Kota Kupang adalah kota yang terbesar di Pulau Timor. Dengan jumlah penduduk lebih dari 450 ribu jiwa (perhitungan pada tahun 2014) yang terdiri dari berbagai macam suku dan bangsa yaitu Timor, Rote, Sabu, Tionghoa, Flores, Alor, Lembata serta sebagian kecil pendatang dari Ambon, Bali, Sulawesi dan Jawa. Kota Kupang merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri dan pendidikan di Nusa Tenggara Timur.

Kota Kupang sering dijuluki sebagai Kota Karang. Julukan ini disebabkan oleh kondisi geografis kota Kupang dipenuhi oleh batu karang. Nama Kupang berasal dari nama seorang raja yang memerintah Kota Kupang sebelum bangsa Portugis dan Belanda datang ke Nusa Tenggara Timur yaitu Lai Kopan. Nama Lai Kopan kemudian disebut oleh Belanda sebagai Koepan dan dalam bahasa sehari-hari menjadi Kupang.

Sebagai ibu kota provinsi Nusa Tenggara Timur, Kota Kupang memiliki sarana pendidikan milik pemerintah dan yang dikelola oleh swasta untuk pendidikan formal dan informal dari tingkat PAUD, Play Group, TK, SD, SLTP dan SLTA serta Perguruan Tinggi. Perguruan Tinggi yang ada di Kota Kupang sebanyak 19 Perguruan Tinggi yang terdiri dari 4 Perguruan Tinggi Negeri dan 15 Perguruan Tinggi Swasta.

Kupang juga memiliki beberapa objek wisata yang dapat memanjakan setiap orang yang berkunjung dengan hamparan pasir putih yang indah dan laut biru yang cantik. Sejak beberapa tahun terakhir ini menjadi langganan persinggahan peserta lomba perahu layar internasional, pemandangan yang indah serta keramahan para pedagang yang berjualan di sekitar area wisata yang tidak ternoda oleh pikiran mencari untung sebanyak-banyaknya, yang masih kental akan budaya persaudaraan antar sesama serta kekhasan budaya dan adat. Wisatawan yang berkunjung ke kota ini biasanya terkesan dengan ikan bakar yang ukurannya besar-besar dengan harga yang relatif murah. Pasar malam yang populer di Kota Kupang yang menyajikan makanan sari laut terletak di daerah Kampung Solor di sekitar bekas bioskop Raja. Dinikmati dengan sambal khas Kupang, tentu wisatawan akan langsung berjanji pada diri sendiri: "suatu saat nanti, beta akan kembali lagi".

Buku Prosiding SNTTM XVII – 2018

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN XVII

Tema Seminar

Peran Ilmu Teknik Mesin yang Berorientasi Global
Dalam Mendukung Pembangunan Nasional Berkelanjutan

Pelaksanaan

Hotel Swiss-Belinn Kristal Kupang, 4-5 Oktober 2018

Penerbit

Program Studi Teknik Mesin
Kampus UNDANA Penfui Kupang 85148

SNTTM XVII – 2018

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN XVII

Perancangan dan Mekanika Terapan, Proses Manufaktur, Konversi Energi,
Material Material, Pendidikan Teknik Mesin

Penanggung Jawab

Prof. Fredik L. Benu, Rektor Undana Kupang
Drs. Hery L. Sianturi, Dekan Fakultas Sains & Teknik, UNDANA Kupang
Dr. Jefri S. Bale, Ketua Program Studi Teknik Mesin, UNDANA Kupang

Penasehat

Dr. Arifin Sanusi, Program Studi Teknik Mesin, UNDANA Kupang
Dr. Matheus M. Dwinanto, Program Studi Teknik Mesin, UNDANA Kupang
Wenseslaus Bunganaen, M. T., Program Studi Teknik Mesin, UNDANA Kupang

Panitia Pelaksana

Ketua Umum: Dominggus G. H. Adoe, M. Eng
Bendahara: Gusnawati, M. Eng
Publikasi: Muhamad Jafri, M. Eng
Perlengkapan: Ben V. Tarigan, M. M.

Editor

Dr. Jefri S. Bale
Dr. Arifin Sanusi
Yeremias M. Pell, M. Eng
Kristomus Boimau, M. T.
Muhamad Jafri, M. Eng
Boy Bistolen, M. Eng

Reviewer

Perancangan dan Mekanika Terapan	Daud Pulo Mangesa, M. T. Rima N. Selan, M. T. Jack C. A. Pah, M. T.
Proses Manufaktur	Wenseslaus Bunganaen, M. T. Adi Y. Tobe, M. T. Defmit B. N. Riwu, M. T.
Konversi Energi	Dr. Arifin Sanusi Muhamad Jafri, M. Eng Gusnawati, M. Eng Ben V. Tarigan, M. M. Yuftriani Littik, M. Eng
Rekayasa Material	Dr. Jefri S. Bale Yeremias M. Pell, M. Eng Kristomus Boimau, M. T. Dominggus G. H. Adoe, M. Eng Boy Bistolen, M. Eng
Pendidikan Teknik Mesin	Wenseslaus Bunganaen, M. T. Daud Pulo Mangesa, M. T. Rima N. Selan, M. T. Jack C. A. Pah, M. T. Adi Y. Tobe, M. T.

Daftar Isi

KONVERSI ENERGI [KE]

KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
KE - 01	Computational Analysis of Fluid Flows Crossing Square Cylinder Dimpled Half Ball Nasaruddin Salam, Rustan Tarakka, Jalaluddin dan Andi Machfud	001-007
KE - 02	Analyse Coefficient Of Performance System To Result Of Condensation At Appliance Of Converter Portable Fathir Muhammad, Dominggus G.H.Adoe, Gusnawati	008-013
KE - 03	Analysis of heat loss of hot mix asphalt during the waiting time the overlay Muhammad Muhammad, Ahmad Syuhada, Syifaul Huzni, Zahrul Fuadi	014-021
KE - 04	Analysis of Seal Gas Supply Conditioning and Numerical Simulation of The Influence of Seal Gas Supply Pressure on the Compressor Balance Line Pressure of Labyrinth Dry Gas Seal MSK Tony Suryo Utomo, Syaiful dan Riszcky Fermansah	022-031
KE - 05	Analysis of The Effect of Temperature and Time of Distillation toward Bioethanol Alcohol content of Lontar (Borassus Flabellifer) Fruit Mesocarp Dominggus Adoe, Defmit Riwu, Musa Magang	032-036
KE - 06	Analysis Of The Utilization Of Corn Cobs Waste As An Alternative Fuel Based On Grain Variations Sallolo Suluh, Petrus Sampelawang, Frans Robert Bethony, Yafet Bontong, Gabriel Padda Pabisa	037-042
KE - 07	Analysis of Water Hyacinth Dryers Using Fluent 6.2.16 Noviyanti Nugraha, M. Alexin Putra, Aep Syaeful Rohman, Danang Pinanditio	043-048
KE - 08	Analysis On Solar Heating System Error On Public Road Lighting Power Plant In Banda Aceh And Sabang Ahmad Syuhada, M. Ilham Maulana	049-054
KE - 09	Analysis Performance of Savonius Wind Turbines with combined blade without loaded Arifin Sanusi, Nurhayati dan Hikmah	055-059
KE - 10	Analysis Type of Fluid With Thermosyphon Cooling System Against With Output Power Thermoelectric Generator Ben Vasco Tarigan, Arifin Sanusi dan Marsel Marthinus Liu	060-063
KE - 11	Application of 3-inch Hydraulic Ram Pump in Dryland Irrigation at The Baumata Village, Taebenu District, Kupang Regency Muhamad Jafri, Wenseslaus Bunganaen, Nurhayati dan Gusnawati	064-068
KE - 12	Characteristic Testing of Solar Still X Desalination Technology in Indonesia using Seawater Raldi Artono Koestoer, Ibnu Roihan, dan Valerie Deva Simangunsong, Adi Surjosatyo	069-077

KE - 13	Characteristics Of Pet Plastic Pyrolysis Products With Temperature Variations	078-082
	Hesti Istiqlaliyah, Am Mufarrih dan M. Muslimin Ilham	
KE - 14	Computational Study on the Analysis of Blowing Application Towards Flow Fields on Vehicle Models with Variations on Front Geometry	083-087
	Rustan Tarakka, Nasaruddin Salam, Jalaluddin, Muhammad Ihsan	
KE - 15	Design and Evaluation of Energy Characteristics of a Horizontal Venturi Bulb Turbine Based on Sea Current Data of The Haya Strait	088-092
	W. M. Rumaherang, R. Ufie, J. Louhenapessy, J. Latuny	
KE - 16	Design of Hydraulic Ram Pump To Help The Community Agricultural Irrigation System In Sumberrejo, Kemiling Distric, Bandar Lampung	093-097
	Jorfri Boike Sinaga, Harnowo Supriadi, Ahmad Suudi, Raja Aman Simarmata, dan Sugiman	
KE - 17	Drag Reduction Impact of Slurry by Spiral Pipe Geometry	098-102
	Yanuar dan Sealtial Mau	
KE - 18	Droplet Combustion Characteristics of Methanol-Kemiri Sunan Biodiesel Blends	103-106
	Nurkholis Hamidi, Purnami, Rizal Maulana Fahmi	
KE - 19	Effect of Diesel Engine Speed on Performance of Reciprocating Compressor	107-112
	Khairul Muhajir, I Gusti Gde Badrawada dan Agus Fajar W	
KE - 20	Energy Engineering for Agricultural Drying System based on Diesel Engine Exhaust Gases Integrated with Rice Milling Unit	113-119
	Nasruddin Aziz	
KE - 21	Experimental Study of Burning Deposition Characteristics Balinese Arak Fuel in the Engine Combustion Chamber	120-125
	I Gusti Ketut Sukadana, I Wayan Bandem Adnyana	
KE - 22	Experimental Study of Comparation of Drift Bike Tire Traction in Asphalt, Concrete, and Grass Media on Fuel Efficiency	126-129
	Ismail Thamrin dan M. Alfarabi	
KE - 23	Experimental Study on the Influence of Angle of Attack and Number of Blade on Break Power of Darrieus Wind Turbine Type H-Rotor Integrated with Cooling Tower	130-133
	Budi Santoso, Dominicus Danardono dan Miko Hadi Wijaya	
KE - 24	Improvement Of Droplet Combustion Speed Of Kapuk Randu Oil With Addition Of Cengkeh Oil As Catalyst	134-138
	Purnami, ING Wardana, Widya Wijayanti	
KE - 25	Investigation of Lifting Force of Delivery Valve and Increased Pressure in Air Chamber of Hydram Pump	139-145
	Made Suarda, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma, Made Sucipta dan Ainul Ghurri	
KE - 26	Kajian Eksperimental Komparasi Efisiensi Kolektor Surya dengan Variasi Sudut Kemiringan	146-152
	Firmansyah Burlian, Ismail Thamrin, Hendy Chairman	

KE - 27	Konsumsi bahan bakar LCGC (<i>Low Cost Green Car</i>) pada kecepatan normal dan tinggi Harwin Saptoadi	153-156
KE - 28	Modeling of Buble Flow in Horizontal Pipe Sukamta, Thoharuddin, Roy Mukhlis Irawan	157-161
KE - 29	Numerical Simulation of Cross Flow Around Four Circular Cylinders In An In-Line Square Configuration Near A Plane Wall At Laminar Boundary Layer A.Grummy Wailanduw, Priyo Heru Adiwibowo dan Budihardjo Achmadi Hasyim	162-167
KE - 30	Numerical Study on Undershot Waterwheel Performance Budiarso, Sanjaya BS. Nasution, Dendy Adanta, Warjito, Satrio AA	168-173
KE - 31	On the Effect off Tube Bank Configuration to Heat Transfer Effectiveness in Heat Pipe Heat Exchanger for Air Conditioning System Ragil Sukarno, Nandy Putra, Ridho Irwansyah	174-180
KE - 32	Optimization of a Dual-Evaporator Vapor Compression Refrigerator Matheus M. Dwinanto, Suhanan dan Prajitno	181-187
KE - 33	Pengaruh Penambahan Fix Drag Reducing Pada Bilah Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Indra Herlamba Siregar, Moch Effendy dan Akhmad Hafizh Ainur Rasyid	189-192
KE - 34	Effect of Microwave longtime of Esterification Process to Physics Properties Of Biodiesel Rubber Seed Oil (<i>Hevea Brasiliensis</i>) Slamet Wahyudi, Nurkholis Hamidi, Yuniar A Arsandi	193-197
KE - 35	Performance analysis of hybrid PV/T solar collector under the tropical climate conditions of Indonesia Amrizal, Amrul, Miftahul Aziz, Adi Suprianto	198-202
KE - 36	Physical Properties of Biodiesel from Microalgae <i>Chlorella Vulgaris</i> Adjar Pratoto, Rury Dwi Nurhadi dan Abdi Dharma	203-207
KE - 37	Planning A Condenser Type Concentric Tube Exchanger As An Instrument For Testing And The Learning Sobar Ihsan	208-211
KE - 38	Simplification Design of Nozzle and Blade of Pico Hydro Turbine type Cross-flow Dendy Adanta, Aji Putro Prakoso, A.I. Siswantara, Warjito, Budiarso	212-217
KE - 39	The Addition of Phase Change Materials in the Wall to Reduce the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Muhammad Irsyad, Amrizal dan M Dyan Susila	218-223
KE - 40	The Effect of Addtion Bioethanol From Palm Fruit to Calorific Value Gasoline and Exhaust Emissions of Vehicle 4 Stroke 125 cc Dominggus G. H. Adoe, Ben V. Tarigan, Rima Nindia Selan, Boy Bistolen	224-229

KE - 41	The Effect of Air Flow Rate on the Performance of Thermoelectric Cooling System Mega Nur Sasongko dan Franz Jipri Fernando	230-234
KE - 42	The Effects Of Mango Biodiesel Seed Oil To Diesel Engine Performance Willyanto Anggono, R. Santoso, Sutrisno, Fandi D. Suprianto dan Gabriel J. Gotama	235-241
KE - 43	Thermal Characteristic Study of Biomass for Heating Rate and Liquid Yield on Pyrolysis Process to Produce Bio-Oil Nasruddin A. Abdullah , Rachmat Rahardian , Imansyah Ibnu Hakim , Nandy Putra, Raldi A. Koestoer	242-248
KE - 44	Thermal Heating Study Of Microwave Reactor For Pyrolysis Of Vegetable Wastes Defani Alrasyidi Nugraha, Wirawan Sumbodo dan Samsudin Anis	249-252
KE - 45	Vortex Shedding Passing Through Four Cylinders Benny Dwika Leonanda	253-263
KE - 46	PRELIMINARY RESEARCH ON QUADCOPTER WITH PHOTOVOLTAIC TO INCREASE FLIGHT TIME Evi Sofia, Hery Sonawan dan Dian Kurniawan, Ahmad Iqbal	264-270
KE - 47	PROCESS OF COFFEE PROCESSING OF ARABIC POWDER AND PHYSICAL CHANGES DUE TO ADJUSTMENT TEMPERATURE Musa Bondaris Palungan , Charnia Iradat Rapa, Salma Salu	271-274
KE - 48	Sistem Pendingin Central Processing Unit (CPU) Berbasis Cascade Straight Heat Pipe Wayan Nata Septiadi, I Nyoman Budiarsa, Imanuel Adam Tnunay, IGAA Desy Wulandari dan Wayan Ainun Wildan Ula	275-281
KE - 49	Analysis of the Influence of Engineering Waste Measures on 3 inch Single Compression Hydraulic Pump Efficiency Gusnawati, Rima N Selan, Daud P Mangesa, dan Adi Tobe	282-289
KE - 50	Experimental Study of Heat Transfer on Household Scale Mini Incinerators Wahyu H. Piarah, Zuryati Djafar, Thomas Tjandinegara, Zulkifli Djafar, Putri Githa	290-294
KE - 51	Analysis of Heat and Mass Transfer on Fungi Growth Inside of Building Walls and Increasing of Energy Consumption, Case Study: Jakarta and Medan Weather Data Nasruddin, M. Rifqi Audi, Hafidho Ilham, Juno Dwi Putra, Yovan Okta Ananda	295-299
KE - 52	Efek Sudut Diffuser terhadap Tekanan Suction pada liquid-Gas Ejector Daru Sugati, Marwan Effendy dan Sugiarto	300-303
KE - 53	Experimental Study on Waste Biomass Torrefaction Using a Continuous Tubular Reactor Amrul, Agus Apriyanto, Ika Sanjaya dan Amrizal	304-309
KE - 54	Pengembangan Desain Model Prototipe Mesin Cleaner Storage Water Husen Asbanu, Yefri Chan dan Jamaludin Purba	310-314
KE - 55	Feasibility Study Of Gt Power Augmentation By Tes-Tiac Agung Subagio	315-319

KE - 56	Pressure Drop and Void Fraction of Two-phase Evaporative Propane in 7.6mm Horizontal Circular Tube Agus S. Pamitran, Sentot Novianto, Raldi A. Koestoer, Nasruddin, M. Idrus Alhamid	320-324
KE - 57	Ulasan Perkembangan <i>Pulsating Heat Pipe</i> dengan bentuk penampang <i>circular</i> Evi Sofia, Nandy Putra, Adi Winarta	325-330
KE - 58	Potential of Cost Savings in the Rotary Kiln with a Capacity of 130 ton/hr by Means of Fuel Diversification Imansyah Ibnu Hakim, Hidayah	331-340
KE - 59	Error estimation of a function based on uncertainty of measurement results using error propagation method Ridho Irwansyah	341-344
KE - 60	Development of Gas Distribution Pipelines for Households Warjito, Ikhsan Lazuardi Imani	345-350

REKAYASA MATERIAL [RM]

KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
RM - 01	Application Of Graphene Material As A Co₂ Gas Sensor Maula Nafi, Edi Santoso dan Ichlas Wahid	001-004
RM - 02	Behavior Analysis of Widuri Fiber Effluence of NaOH Treatment to Wettability and Adhesiveness with Polyester Resin Yeremias M. Pell, Wenseslaus Bunganaen , Vinsensius Wowa	005-010
RM - 03	Characterization of Babbitt in Steam Turbine Sliding Bearings Mohammad Reza Hermawan, Bukti Tatigan dan Dedi Lazuardi	011-017
RM - 04	Effect of Bamboo Fiber Volume Fraction on The Density, Bending and Compressive Strength of Sandwich Composite with Opened Cell Bamboo-Polyurethane Foam Core Paryanto Dwi Setyawan, Sugiman dan Agus Setiawan	018-022
RM -05	Effect Of Temperature And Casting Composition Of Al-Bottom Ash Composite To The Grain Deformation In The Footstep Casting Ichlas Wahid, Maula Nafi	023-026
RM - 06	Effect of Zeolite Addition on The Tensile Strength of Polypropylene as Injection Molding Product Teguh Dwi Widodo, Rudianto Raharjo, Redi Bintarto, Fikrul Akbar Alamsyah dan Danar Sulistyio Adi	027-031
RM - 07	Enhancement of Osteoconductivity of TNTZ by Hydrothermal Treatment Zuldesmi, Masazumi Okido	032-036
RM - 08	Finite Element Modeling of Pit Growth on Stainless Steel Materials Syifaul Huzni, Haris dan S. Fonna, A.K. Ariffin	037-041
RM - 09	Improving The Physical And Mechanical Properties Of Al-Si Hypoeutectic Alloys With Carbide Particle Addition (SiC/p) Juriah Mulyanti,	042-048

RM - 10	Increased Surface Hardness Of Aluminum Matrix Composite Through The Ceramic Coating Process Hendri Sukma, Dwi Rahmalina, Bambang Sulaksono, Erlanda A.Pane, Ibnu Asyifa R.	049-055
RM - 11	Low Cycle Fatigue Analysis of an Annealed AISI 4140 Steel Mohammad Badaruddin, Purnadi Sri Kuncoro, Ahmad Suudi dan Sugiyanto	056-061
RM - 12	Modification of Coconut Shell Polypropylene Composite as Pipe Material Rudianto Raharjo, Teguh Dwi Widodo, Redi Bintarto, Haslinda Kusumaningsih, Mirza Pramudia dan Nama M. Irkham Mamungkas	062-067
RM - 13	Peat Firing Foaming Agent Selection from Fatty Acid Palm Oil Saponification Results with Simple Additive Weighting Method Purwo Subekti, Erliza Hambali, Ani Suryani, Prayoga Suryadarma, Bambang Hero Saharjo, Mira Rivai	068-071
RM - 14	Potential Used Finite Element Indentation Modeling approach for Characterization strength and behavior Material in Non Standard Conditions I Nyoman Budiarsa, I Nyoman Gde Antara, I Made Gatot Karohika, I Wayan Widhiada	072-077
RM - 15	Synthesis and Characterization of Mechanical Properties of Sand Mold Metal Casting Based on Recycle Sand with Addition of Resin Viktor Naubnome Aa Santosa, Eri Widiyanto dan Marno	078-081
RM - 16	TENSILE STRENGTH TEST OF MATERIAL COMPOSITE OF COCONUT COIR FIBER BY USING POLYESTER RESIN BQTN 157 (ASTM D 1037-99) Syurkarni Ali, Murhaban, Herdi Susanto dan Seulamat Handalansah	082-088
RM - 17	The Effect of Pour Temperature and Cooling Media on Porosity and Hardness of Al-12.6%Si Alloy Using Wet Sand Mold Casting Rudi Siswanto dan Muhammad Dhahsyad	089-093
RM - 18	The Effect of Welding Trip on Weld Strength of Friction Stir Welded of Butt Joint AA5052-AA5052 and Lap Joint AA1100-Acrylic Devi Chandra, Rahmat Fajar ² dan Jon Affi	094-099
RM - 19	The effectiveness of sound absorption levels of coir sheet without adhesive elements added Sabri, Zahrul Fuadi, Samsul Rizal, Hiroomi Homma	100-105
RM - 20	The Influence of Time and Temperature of Electroplating Process Steel with Copper on Coating Hardness and Thickness. Jon Affi, Afriando, dan Yuli Yentri	106-109
RM - 21	Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Tarik Asroni, Sulis Dri Handono	110-112
RM - 22	Water Filter Using Ceramic Natural Zeolite Water Hyacinth (<i>Eichhornia crassipes</i>) Sri Mulyo Bondan Respati, Ahmad Choirun Na'im, Imam Syafa'at	113-117

RM - 23	Variations Of Temperature Pack Carburizing And Comparisons Between Media Composition Bone Cows And Coconut Across Of Low Carbon Steel Tumpal Ojahan Rajagukguk, Slamet Sumardi	118-124
RM - 24	Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Datar Akibat Variasi <i>Biaxial Pre-Loading</i> pada <i>reinforcement fiber</i> Tjuk Oerbandono, Dewangga Irwan Siregar	125-129
RM - 25	Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Produk <i>Stir Casting</i> Komposit Daur Ulang Aluminium Dengan Penambahan 26, 30 dan 34 wt % <i>FLY ASH</i> Amir Arifin, Gunawan, Mirsya Rahmawan	130-136
RM - 26	Fabrikasi Keramik Hidroksiapatit Berpori Dengan Menggunakan <i>Space Holder</i> Alami Gunawan, Amir Arifin dan Aditya Nur Hidayat	137-143
RM - 27	Effect of fly ash powder size on the mechanical properties of Aluminum Matrix Composite Strengthened by fly ash Using the Stir Casting Method Muhammad Syahid, Swendy Junisius Basso	144-148
RM - 28	Influence Number Of Fiberglass Layers The Sugar Palm Fiber-Fiberglass Composite With Matrix Epoxy On Impact Strength And Macrostructure Ezra Ramadhan, Rahmat Doni Widodo	149-154
RM - 29	Shooting Angle WC12Co Coating Effect to Impeller Pump's Material for Hardening and Wear with High Velocity Oxy-Fuel (HVOF) Method Gunawan Dwi Haryadi, Deni Fajar, Dimas Adib Karomi	155-160
RM - 30	Analysis Of The Effect Of Cooling Media Variation And Variation Of Cooling Media Temperature On T6 Process Solution Treatment On Shape And Propeler Dimension Changes From Coal Based Aluminum-Ash Composite Materials Zainun, Edi Santoso, Abdul Jalil	161-165
RM - 31	Effect Of Treatment Of King's Pineapple Fiber Fibers (<i>Agave Cantala Roxb</i>) On Epoxy Matrix Wettability Musa Bondaris Palungan, Benyamin Tangaran	166-170
RM - 32	Peat Firing Foaming Agent Selection from Fatty Acid Palm Oil Saponification Results with Simple Additive Weighting Method Purwo Subekti, Erliza Hambali, Ani Suryani, Prayoga Suryadarma, Bambang Hero Saharjo, Mira Rivai	171-174
RM - 33	Effect of Alkaline and Hydrogen Peroxide Treatment on Changes in Coconut Fiber Diameters As Environmentally Friendly Composite Materials Muhammad Arsyad dan Rudy Soenoko	175-178
RM - 34	Analysis of Tensile Strenght, Hardness and Microstructure on SMAW Welding Using E 6013 Electrodes with Variation in Electrodes Motion Andri Santoso, Awal Syahrani, Mustafa	179-183

RM – 35	Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume terhadap Kekuatan Impact Komposit yang Diperkuat Serat Daun Gwang Boy Bistolen, Muhamad L. Habibi	184-186
RM-36	Pengontrolan Pori dan Uji Permeabilitas Keramik Sulistyo, Musa Akbar	187-190

PERANCANGAN DAN MEKANIKA TERAPAN [PMT]

KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
PMT - 01	Algorithm For Determining The Feasibility Of Braking Systems Operation Of Passengers Car In Matlab Simulink Danardono A. Sumarsono, Mohammad Adhitya, Rolan Siregar	001-005
PMT - 02	Fracture Analysis of Rear Axle Shaft Vehicles Truck HINO 500 Achmad Kusairi Samlawi, Syauqi Rahmat Firdaus	006-012
PMT - 03	Analysis of Frame Structure a Moving Gantry type NC Router Machine for Wood Carving Rachmad Hartono, Sugiharto, dan Bukti Tarigan	013-017
PMT - 04	Analysis of the Combustion Engine Component Structure Using The Finite Element Method Sangriyadi Setio, Wiranto Arismunandar, Adi Setiakarsa, Claudia Kurniawan	018-028
PMT - 05	Analytical and Numerical Studies of Dynamic Finite Element Analysis of Coaxial Dual Rotor Systems with Pseudo Modal Method Using Matlab Zulhendri H, Alexander Sembiring dan Asnawi Lubis	029-038
PMT - 06	Automatization roaster hopper coffee Mochamad Edoward Ramadhan, Hari Arbiantara Basuki, D A R Wulandari	039-043
PMT - 07	Averaged logarithmic ratio of filtered vibration signal for wear indicator of gearbox A. Widodo, D. Ogie Nugroho, I. Haryanto, Dj. Satrijo dan T. Prahasto	044-048
PMT - 08	Karakteristik dan respon dinamik struktur platudukan motor dengan kekakuan non-linier lokal (Characteristic and dynamic response structure of an engine mounting plate with local non-linear stiffness) Claudia Kurniawan, Sangriyadi Setio	049-055
PMT - 09	Computer-Based Simulation and Stress Analysis of Constructability Study for Shell Column Repair Using Finite Element Method Muki Satya Permana	056-059
PMT - 10	Crash Analysis Of Double Foam Filled Circular Tube Under Axial Impact Using Finite Element Method Ilyas Renreng, Fauzan Djamaluddin, Thomas Tjandinegara	060-064
PMT - 11	Design and Manufacture a Tool Post for Turning the Fatigue Test Standard Specimen Profile for Plastic Materials Syamsul Hadi, Anggit Murdani, Agung Wicaksono	065-072

PMT - 12	Design of Autogluing Conveyor Composer Machine for Music Industry Paryana Puspaputra, Dzikri Ilman Fadhillah, Syamsuddin D.S., M. Syafatahillah	073-076
PMT - 13	Design of Data Acquisition-based Anemometer Trihono Sewoyo, Budiono, Setiawan Wahyu N	077-081
PMT - 14	Design of Mechanical Component of Forced Vibration Apparatus R Heni Hendaryati, Ardi Lesmawanto, Trihono Sewoyo, Budiono, Falah AK	082-085
PMT - 15	Design of Solar Tracking System BRM Djoko Widodo, Mohamad Sahid Abdullah dan Gatot Santoso	086-091
PMT - 16	Equipment Design to Enumerate Oil Palm Empty Fruit Bunch M. Ithram Maulana, Tono Sukarnoto, Soeharsono ¹ , Desyana	092-098
PMT - 17	Evaluation Of Force And Torque Measurement Uncertainties Of The Three-Component Dynamometer Of The Biomimetic Fin Propulsion System Arie Sukma Jaya, Muljo Widodo Kartidjo, Lavi Rizki Zuhul, dan Irsan Soemantri Brodjonegoro	099-104
PMT - 18	Failure Analysis On The Mini Pile Hammer Toto Supriyono, Bukti Tarigan dan Tatang Nurjaman	105-111
PMT - 19	Flexibility of S-Shaped Pipe Bends under Thermal and Mechanical Loads Asnawi Lubis dan Novri Tanti dan Rizki Rian Toni Tambunan	112-117
PMT - 20	Improving The Work Efficiency in Production Process By Making An Automatic Welding Insert Nut Machine. Case Study in Music Industry Paryana Puspaputra, Ferdi Arrahman, Syamsuddin D.S. , M. Syafatahillah	118-123
PMT - 21	Modification of Counter Machine Type PET (Polyethylene terephthalate) Nuha Desi Anggraeni, Noviyanti Nugraha dan Rizal Syahid Ramadhan	124-128
PMT - 22	Numerical Simulation of Salt Particle in Low-Speed Horizontal Screw Conveyor of Solar Salt Harvester Sukmaji Indro Cahyono	129-134
PMT - 23	Perancangan dan Analisis Kekuatan Mekanisme Alat Pemindah <i>Feed Pump</i> Berkapasitas 8 ton Muki Satya Permana	135-138
PMT - 24	Simulation of Quadcopter With Pid Controller And Parameters Tuning Using Direct Synthesis Method R. Lullus Lambang G. Hidayat, Tri Nur Syaifudin	139-144
PMT - 25	Static Load Analysis of Bolster Frame Component in <i>Metro Kapsul</i> Train using Finite Element Method Bagus Budiwantoro, Abdul Hakim Masyhur dan Kreshna Mukti	145-148
PMT - 26	Study of Carbon Fiber And Sulfur Reinforced Geopolymers Composite for Train's Brake Blocks Jamiatul Akmal, Zulhendri H, Ahmad Su'udi dan Taufik Hidayatullah	149-154
PMT - 27	The Application of VDI 2221 Method on Embodiment Design of Pin on Disk Wear Test Jefri S. Bale, Rima N. Selan, Dominggus G.H. Adoe dan Daniel	155-162

	Situmorang	
PMT - 28	The Effect of Saddle Web Plate Thickness to Maximum Stress of Horizontal Pressure Vessel	163-168
	Krisdiyanto	
PMT - 29	The Selection Method of A Monorail Bogie Frame Design Model	169-178
	Sugiharto, Gatot Prayogo, Tresna P Soemadi dan Danardono AS	
PMT - 30	Performace Prediction of Steel Square Tube with Crush Initiators as An Impact Energy Absorber using Numerical Methods	179-184
	Mohammad Malawat, Danardono A. Sumarsono, Jamasri, Gatot Prayogo, Jos Istiyanto, Sugeng Supriyadi, Adi Winarta, dan Felix Dionisius	
PMT - 31	Evaluation of force and torque measurement uncertainties of the three-component dynamometer of the biomimetic fin propulsion system	185-190
	Arie Sukma Jaya, Muljo Widodo Kartidjo, Lavi Rizki Zuhul, dan Irsan Soemantri Brodjonegoro	
PMT - 32	Influence of Forming Parameter in Metal Gasket Manufacture by using Finite Element Method	191-194
	I Made Gatot Karohika, I Nyoman Gde Antara, I Nyoman Budiarsa dan I Made Dwi Budiana Penindra	
PMT - 33	Pengembangan Sistem <i>Power Train</i> Sepeda Menuju Terciptanya Sepeda yang Dapat Menyesuaikan dengan Volume Paru-Paru Pengendara Sepeda	195-203
	Hendri D.S. Budiono, Rheza Daniswara, Erlangga Lutfi	
PMT - 34	Parametric Design Of Hull Toward Load Capacity On Small Scale LNG Carrier	204-208
	Muhammad Arif Budiyanto, Devi Adlyani, Agus Sunjarianto Pamitran ¹	
PMT - 35	Numerical Analysis Based on Finite Element Method to Determine A Stiffness of U-Shaped Steel Damper in Variation of Loading Direction	209-215
	Eka Satria, Lovely Son, Mulyadi Bur dan Muhammad Dzul Akbar	
PMT - 36	Analysis of Rib and Spar Configuration to the Deformation and Stress on the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Wing Structure	216-221
	Lovely Son, Dendi Adi Saputra dan Harsenofal	
PMT - 37	Sound Source Position Estimation by Four Microphones Array for Machine Condition Monitoring	222-230
	Meifal Rusli, Hendra Silman, Lovely Son, dan Mulyadi Bur	

PROSES MANUFAKTUR [PM]

KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
PM - 01	Analysis of Tool Wear of Two Flute Endmill with Initial Hole in ST60 Dry Machining Ahmad Yusran Aminy, Lukmanul Hakim Arma, Mukhtar Rahman	001-004
PM - 02	Effect of Tool Tilt Angle on the Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Aluminum AA5083 Wisnu Wijayanto, Kuncoro Diharjo dan Triyono	005-009
PM - 03	Effect of Variation Number of Flutes and Cutting Parameters In Conventional Milling Process of Aluminum 6063 Redi Bintarto, Rudianto Raharjo, Teguh Dwi Widodo	010-017
PM - 04	Evaluating the role of friction time in dissimilar metals friction welded joints Djarot B. Darmadi, Muttaqien Tashirulumur dan Achmad As'ad Sonief ¹	018-022
PM - 05	Geometric Accuracy Tests of Reconditioned Turning Machine and Its Effect on the Accuracy of the Finished Workpieces Rusnaldy, S. A. Widyanto, Paryanto dan Z. S. Azmy	023-027
PM - 06	Implementasi Metode Taguchi pada Pemesinan Bor Material Ringan Magnesium AZ31 Gusri Akhyar Ibrahim, Arinal Hamni, Hari Subagio	028-035
PM - 07	Meningkatkan Performa dan Mempertahankan Keandalan Pabrik Asam Nitrat Ex-Relokasi PT. Multi Nitrotama Kimia Hendra Gunawan, Catur Waluyo Hadi	036-043
PM - 08	Parametric Design: A Case Study in Helical Gear Designing Ilham Andrizaral Siregar, Muhamad Faroqi Jayadi, Ilham Firmansyah, Franklin Geraldi Utomo, Mulki Rahmat Muhammad, Sri Raharno dan Martawirya Yatna Yuwana	044-050
PM - 09	Pengaruh Gerak Makan dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Magnesium pada Pemesinan Frais dengan Teknik MQL Gusri Akhyar Ibrahim, Arinal Hamni, Tarkono, Muchlis Mutaqqin, Ahmad Su'udi	051-056
PM - 10	Pengaruh Jenis Perekat Alam Terhadap Karakteristik Mekanik Sambungan Kayu Balsa dan Kayu Pinus Moch. Syamsul Ma'arif, Khairul Anam, Resza Tania Putri dan Muhammad Fadlurahman	057-062
PM - 11	Pengaruh Variasi Waktu Pengelasan dan Kecepatan Putar pada Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>) terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 6061 Iis Siti Aisyah, Yusuf Amin Nurdin, Dimas Faidurrahman, Trihono Sewoyo, dan Mochammad Syamsul Maarif	063-069

PM - 12	Simulation of Sand Casting Process in a Machine Tool Component Indrawanto, Yatna Yuwana Martawirya dan Xengmoua Vaneng	070-075
PM - 13	The Effect Of Current Flows On Surface And Micro Structure On Aisi 1045 Materials From Process Electrical Discharge Machining (EDM) Nidia Lestari, Joko Waluyo, Muhammad Rois	076-080
PM - 14	The Effect of Pressure on Fiber Orientation and Tensile Strength in Fiberglass Laminate Composite Khairul Anam dan Anindito Purnowidodo	081-085
PM - 15	The Effect of Rubber Mold Temperature in Spin Casting Process Risdiyono, Ridwan Budi Santoso, Dwi Suheryanto	086-090
PM - 16	The Influence of Mesh Ratio in Simulating Potential Distribution on Cathodic Protection of Reinforced Concrete Using BEM Syarizal Fonna, Syifaul Huzni, Fran Toni dan Rudi Kurniawan	091-095
PM - 17	Tool Path Planning Selection For 5-Axis Rough Machining Strategy Based On Faceted Models Gandjar Kiswanto, Himawan Hadi Sutrisno dan Jos Istiyanto	096-102
PM - 18	Design Of Micro-Edm Machines Bagus Sukoco, Zeffry Sinaga Otniel, Jou Vanka, M. Irfan Naufal, Triyono	103-109
PM - 19	Development of Virtual Manufacturing Using Wearable Sensor, Image Processing and 3D CAD System Gandjar Kiswanto, Adjeng Ayu Setiani, Dody Rakhmat Ramadhan, Ferdiansyah Zhultriza, Muhammad Fathin Juzar, Rachmad Muhammad Suryantoro	110-115
PM - 20	Improve Performance and Maintenance Reliability Of Nitric Acid Plant As Ex-Relocation PT Multi Nitrotama Kimia Hendra Gunawan, Catur Waluyo Hadi	116-123
PM - 21	Planning and Heating Analysis of Squeeze Casting Die Devices for Preparation of Basic Materials for Magnesium AZ31 Bone Bolts Yanuar Burhanuddin, Nur Wakhid, Irza Sukmana, Tarkono, A. Yudi Eka Rosano	124-130
PM - 22	Pengaruh Arus Pengelasan dan Waktu Siklus Terhadap Diameter Nugget Las dan Kekuatan Tarik SS 304 Pada Pengelasan <i>Resistance Spot Welding</i> (RSW) Ario Sunar Baskoro, Fatahilah Putra Kustiawan, Agus Widyianto, Mohammad Azwar Amat, Gandjar Kiswanto, Winarto	131-134
PM - 23	Utilisation of Screen Printing Technique for Mini Electrodes Application Hisyam Farhansyah Lubis, Abram Dionisisus Antory, Shabrina Fadhilah, Radon Dhelika, Yudan Whulanza	135-140
PM - 24	Dampak Fluktuasi <i>Dwelling Time</i> Impor Pada Proses Manufaktur Otomotif Achmad Riadi, Agung Shamsuddin Saragih	141-145

PM - 25	Fabrication of Micro Pump Using Micro-Milling Method Yudan Whulanza, Kent Chester, Mohamad Safhire, Mustafa Kamal, Reza Afrianto, Shabrina Fadhilah ³ , Muhammad S Utomo, Gandjar Kiswanto	146-155
---------	---	---------

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN [PTM]

KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
PTM - 01	Analysis Of Effectiveness Of The Application Of E-Learning Schoology In Kupang Vocational Schools Fahrizal, Damianus Manesi, Wofrid E. Bianome	001-005
PTM -02	Blend Formulation of Learning Outcomes from SN-Dikti / KKNI, IABEE, and Ulil Albab: Experience in Formulating Learning Outcomes of Mechanical Engineering Department of Universitas Islam Indonesia Agung Nugroho Adi, Purtojo	006-014
PTM - 03	Decision Support for Quality Control in Brick Production (Case Study in Kupang) Fahrizal, Damianus Manesi and Asrial	015-020
PTM - 04	Integration of Face-to-face Lectures and Practicum to Optimize the Learning System in CAD Modeling Subjects Arif Budi Wicaksono, Faisal Arif Nurgesang dan Irfan Aditya Dharma	021-026
PTM - 05	Forensic Analysis of a Mini Hydro Power Plant Failure using Failure Mode And Effects Analysis Claudia Kurniawan, Hendra Maidani, dan Sangriyadi Setio	027-036
PTM - 06	Innovation in University in the era of Industry 4.0 Ardiyansyah Yatim, Nurkholis, Fathkul Mujib, Ade Setiawan	037-043
PTM - 07	Social Impact of Installing Solar Home Systems with Energy Saving Lights in Dusun Niskolen Yossie M.Y. Jacob dan Matheus M. Dwinanto	044-047
PTM-08	A study on research collaboration patterns via co-authorship data: a case study in Faculty of Engineering, Universitas Indonesia Radon Dhelika, Sugeng Supriadi, Yudan Whulanza, Agung Shamsuddin Saragih	048-052
PTM-09	How to Select An Appropriate Teaching Aid for Subject of Buckling of Column using Weighted Objectives Method Eka Satria, Jhon Malta dan Arief Rahmat Hakim	053-059

Design of Solar Tracking System

BRM Djoko Widodo^{1,*}, Mohamad Sahid Abdullah² dan Gatot Santoso³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan - Bandung

²Prodi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan – Bandung

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan -

*Corresponding author: gatot.santoso@unpas.ac.id

Abstract. The technology of utilizing solar energy can be grouped into two, namely (1) thermal solar energy technology and (2) photovoltaic solar energy technology. Thermal solar energy in Indonesia is generally used for the drying process of agricultural products and marine products, while photovoltaic solar energy is used to meet electricity needs, especially in remote areas. Photovoltaic solar energy technology is the technology of utilizing solar energy by converting solar energy into electrical energy by using a semiconductor device called a solar cell. Usually, solar panels are permanently installed with fixed elevating angles. This causes the solar panel cannot absorb solar radiation optimally because the position of the sun always changes according to its rotation i.e. in the east-west and north-south directions. Absorption of solar radiation will be optimum if the direction of solar radiation is perpendicular to the surface of the solar panel. Therefore, efforts are needed to direct the surface of the solar panel so that it is always perpendicular to sunlight. In this paper will be explored (1) How to get maximum sunlight intensity, (2) What system is chosen to get maximum intensity, (3) What equipment should be added to the solar panel device so that the mechanism for tracking the position of the sun can be functional, and (4) How big difference of the solar energy that can be collected when compared to a permanent solar panel.

Abstrak. Teknologi pemanfaatan energi surya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu (1) teknologi energi surya termal dan (2) teknologi energi surya photovoltaic. Energi surya termal di Indonesia pada umumnya digunakan untuk proses pengeringan hasil pertanian dan hasil kelautan, sedangkan energi surya photovoltaic digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik terutama di daerah terpencil. Teknologi energi surya photovoltaic adalah teknologi pemanfaatan energi surya dengan cara mengkonversikan energi surya menjadi energi listrik dengan menggunakan piranti semikonduktor yang disebut sel surya (solar cell). Pada umumnya panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (fixed elevating angles). Hal ini menyebabkan panel surya tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena posisi matahari selalu berubah sesuai peredarannya, yaitu pada arah timur-barat dan utara-selatan. Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya. Diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Pada makalah ini akan di dalam (1). Bagaimana mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal, (2). Sistem apa yang dipilih untuk mendapatkan intensitas yang maksimal, (3). Peralatan apa yang harus ditambahkan pada perangkat panel surya sehingga mekanisme pelacak posisi matahari dapat berfungsi, dan (4). Seberapa besar selisih energi matahari yang dapat dikumpulkan bila dibandingkan dengan panel surya permanen..

Keywords: panel surya, solar tracking, energi matahari, energi terbarukan

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Setelah ratusan tahun membakar bahan bakar fosil, "jejak karbon" yang besar telah ditinggalkan pada lingkungan, dan banyak organisasi pemerintah, organisasi swasta, bahkan individu mulai melirik ke arah sumber energi terbarukan yang bersih untuk membebaskan diri dari penjajahan sumber karbon tradisional yang telah mendominasi di masa lalu. Dengan meningkatnya kekhawatiran akan isu-isu seperti pemanasan global

dan penipisan lapisan ozon, sudah saatnya dikembangkan teknologi "hijau". Keinginan untuk menjadi bagian dari revolusi hijau mendorong dilakukannya penelitian ini. Saatnya untuk berubah sekarang, ras manusia tidak bisa tinggal lama lagi apabila kondisi saat ini tidak dihentikan.

Tersedia beberapa jenis sumber energi terbarukan yang saat ini sedang dikembangkan dan diimplementasikan antara lain listrik hidro, angin, dan energi matahari. Air telah dipergunakan sebagai sumber energi terbarukan utama di

Indonesia, Angin sudah mulai dibangun dalam skala besar, sementara energi matahari belum berkembang secara luas, padahal sumber energi matahari dapat dibangun di atas gedung atau di halaman belakang rumah. Energi matahari adalah bidang yang sedang meningkat dan kemungkinan akan diintegrasikan ke dalam banyak aspek kehidupan sehari-hari seiring berjalannya waktu. Energi matahari akan menjadi primadona setidaknya 25 tahun ke depan dan untuk lulusan perguruan tinggi dapat berkarir di bidang pemanfaatan energi surya yang menjanjikan tersebut.

Penelitian energi matahari sudah banyak dilakukan, bahkan panel surya yang dilengkapi pelacak matahari banyak menarik peneliti untuk mencari efisiensi net energi yang dihasilkan dibandingkan sistem tanpa pelacak. Jadi bukanlah sebuah ide yang unik dan baru penelitian yang akan dilakukan, Pada makalah ini akan didalami (1). Bagaimana mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal, (2). Sistem apa yang dipilih untuk mendapatkan intensitas yang maksimal, (3). Peralatan apa yang harus ditambahkan pada perangkat panel surya sehingga mekanisme pelacak posisi matahari dapat berfungsi, dan (4). Seberapa besar selisih energi matahari yang dapat dikumpulkan bila dibandingkan dengan panel surya permanen.

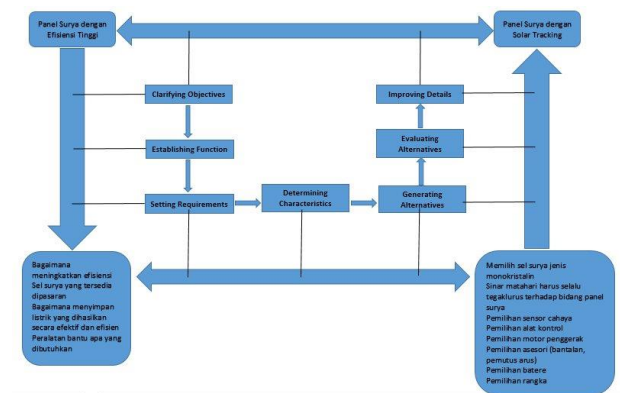
Penelitian ini akan melibatkan desain dan optimasi perangkat penyerap energi matahari, menyimpannya, dan mempergunakannya seefisien mungkin. Sasaran dan tujuan utama untuk perangkat ini meliputi:

- Memenuhi standar keamanan dan kualitas internasional
- Efisiensi tinggi
- Berkelanjutan dalam menghasilkan energi
- Handal
- Biaya rendah tapi berkualitas
- Memiliki daya tahan yang baik pada berbagai kondisi cuaca
- Mudah penggunaannya
- Mudah diproduksi
- Mudah perawatannya

Demi memenuhi tujuan utama yaitu memiliki efisiensi yang tinggi dibutuhkan perangkat yang akan melacak jalur matahari di langit untuk menjaga sinar matahari jatuh normal (tegak lurus) terhadap permukaan panel fotovoltaik. Energi yang diserap akan disimpan dan dipergunakan untuk sumber energi perangkat elektronik pendukung. Energi yang tersimpan juga akan dipantau dan ditampilkan dalam format yang mudah dibaca pada layar LCD.

Metode Penelitian

Permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah merancang bangun sebuah panel surya yang dapat menghimpun energi surya sebesar-besarnya, parameter yang menjadi pertimbangan a) Jenis sel surya yang tersedia di pasar, b) bagaimana menyimpan listrik yang dihasilkan secara efisien, c) peralatan bantu yang perlu ditambahkan, dan d) bagaimana meningkatkan efisiensi sistem. Luaran produk yang ingin dihasilkan adalah sebuah sistem penghimpun energi surya yang dilengkapi dengan *solar tracker*, untuk mencapai tujuan tersebut dipilih metode *seven stages of the design process* yang diperkenalkan oleh Nigel Cross [1].



Gambar 1. Metodologi

Tahap 1 Clarifying objectives

Penghimpunan informasi mengenai masalah yang akan diselesaikan dan parameter yang mempengaruhinya, menghimpun energi surya sebesar-besarnya dipengaruhi oleh a) Jenis solar sel yang dipergunakan, b) Jenis batere yang dipergunakan, c) Apakah batere terisi penuh di siang hari, d) Kapasitas batere penyimpan energi surya terlalu kecil, e) Panel Surya menghadap pada satu posisi, dan f) Peralatan untuk menghindari arus balik dari batere ke panel surya.

Tahap 2 Establishing function

Melakukan studi pustaka dan lapangan untuk mengumpulkan informasi spesifikasi peralatan yang menjadi pendukung sistem, geometri, kapasitas, harga, dan material yang ada dipasaran. Keseimbangan input dan output harus diperhatikan sehingga peralatan yang dipilih sesuai dengan kapasitas yang diinginkan, kumpulkan informasi alternatif komponen yang akan membangun sistem.

Tahap 3 Setting requirements

Memilih dan menetapkan komponen yang ada dipasaran untuk membangun sistem dengan kapasitas yang diinginkan, pilih jenis sel surya, jenis dan kapasitas batere, motor penggerak, bantalan, controller, rangka, kabel dan relay.

Membuat dan merakit komponen menjadi sebuah sistem yang dapat berfungsi.

Tahap 4 Determining characteristics

Menyusun gambar teknik sistem, analisis statik, analisis dinamik, menghitung efisiensi sistem dengan peralatan yang dipilih, membuat komponen pendukung sistem, merakitnya, memeriksa fungsi masing-masing komponen, melakukan pengujian dan membandingkan hasilnya dengan perhitungan numerik.

Tahap 5 Generating alternatives

Melakukan pemilihan komponen alternatif dengan tujuan memperbaiki efisiensi sistem

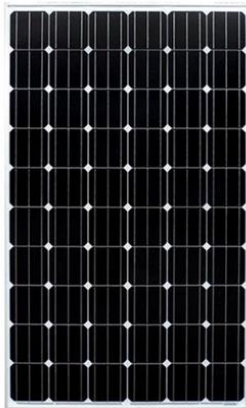
Tahap 6 Evaluating alternatives

Menghitung dan menguji sistem dengan komponen alternatif

Tahap 7 Improving details

Memutuskan sistem dengan komponen yang teroptimal sehingga Panel surya dengan solar tracker siap diproduksi secara massal.

Pemilihan komponen dari Solar Tracking system mempertimbangkan komponen yang tersedia di pasaran.



Gambar 2. Sel Surya

Type	: Mono Crystalline
Pmax	: 50WP
Dimensi	: 670 x 530 x 30 mm
Vmax	: 18,1V
Imax	: 2.73A
VOC	: 22,2V
ISC	: 3.00A
VSmax	: 700V



Gambar 3. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino UNO R3 Clone. 100% Compatible	
Microcontroller	: ATmega328
Operating Voltage	: 5V
Input Voltage (rec)	: 7-12V
Input Voltage (limits)	: 6-20V
Digital I/O Pins	: 14
Analog Input Pins	: 6
DC Current Per I/O pin	: 40 mA
DC Current for 3.3V pin	: 50 mA
Flash Memory	: 32KB
SRAM	: 2 KB
EEPROM	: 1 KB
Clock Speed	: 16 MH



Gambar 4. Motor Servo

Motor servo standard (servo rotation 180⁰) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90⁰ kearah kanan dan 90⁰ kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180⁰

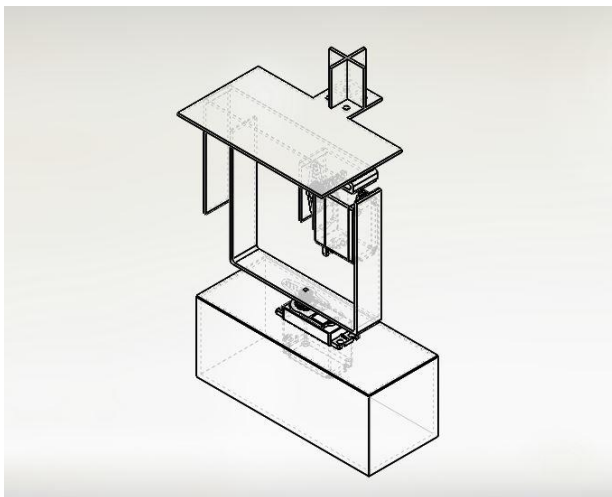
Putaran	: 4.8V: 130.54 oz-in (9.40 kg-cm)
Arus	: <500 mA
Kecepatan	: 4.8V: 0.20 sec/60
Berat	: 1.94 oz (55.0 g)
Dimensi	: L: 1.60 in (40.7 mm)
	: W: 0.78 in (19.7 mm)
	: H: 1.69 in (42.9 mm)
Tipe Gir	: Metal



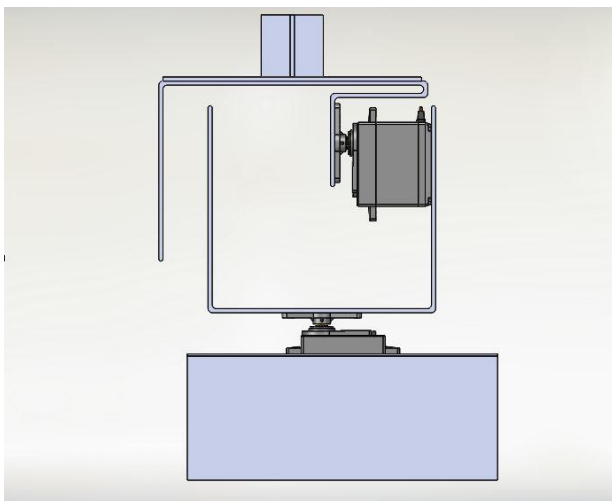
Gambar 5. Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya

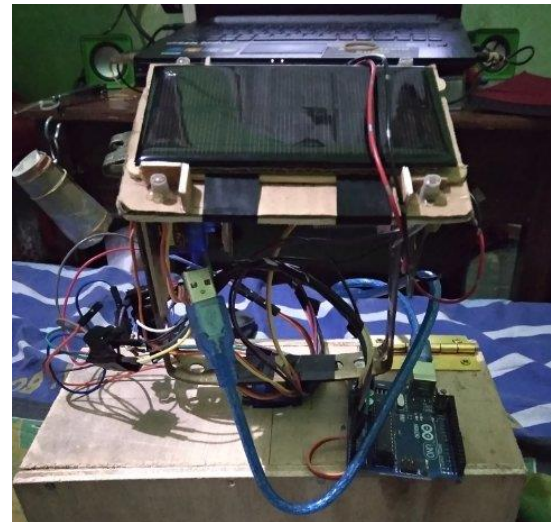
Komponen terpilih dirakit pada rangka seperti pada Gambar 6



Gambar 6. Gambar Model Solar Tracker

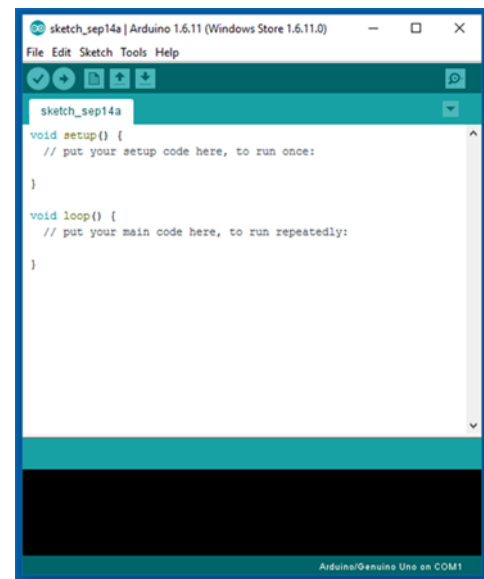


Gambar 7. Gambar Tampak Depan Model Solar Tracker



Gambar 8. Model Solar Tracker

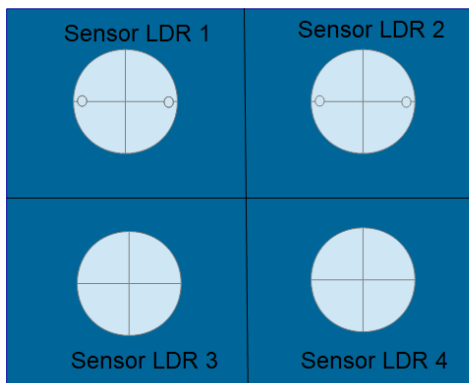
Model yang telah dirakit dilengkapi Light Dependent Resistor (LDR) jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap.



Gambar 9. Gambar Model Solar Tracker

Arduino software sketch ini merupakan program dari arduino yang digunakan untuk membuat sketch dari rangkaian yang terhubung ke arduino agar dapat berjalan sesuai perintah yang digambarkan pada program sketch.

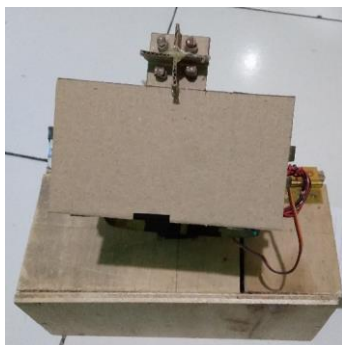
Hasil dan Pembahasan



Gambar 10. Posisi Sensor LDR

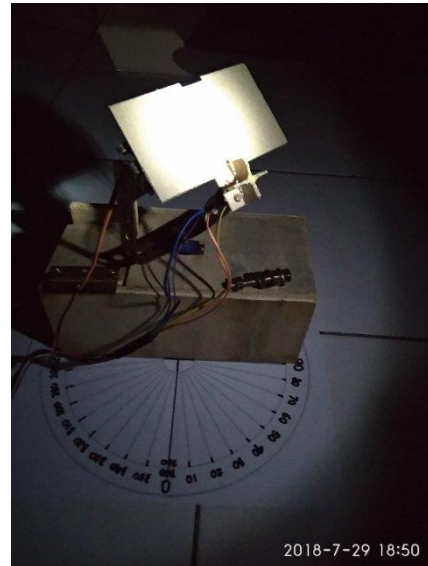
Masing-masing Sensor LDR terhubung ke Arduino dengan menggunakan kabel jumper, Sensor LDR 1 kabel jumper menggunakan warna Orange (+) dan Kuning (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Merah 1 (+) dan Coklat 1 (-), untuk kabel Coklat 1 terhubung ke kabel Abu-abu yang dihubungkan pada Analog In Arduino A1, Sensor LDR 2 kabel jumper menggunakan warna Biru (+) dan Hijau (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Ungu (+) dan Abu-abu (-), untuk kabel Abu-abu terhubung ke kabel Putih yang akan dihubungkan pada Analog In Arduino A3, Sensor LDR 3 kabel jumper menggunakan warna Ungu (+) dan Hitam (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Putih (+) dan Hitam (-), untuk kabel Hitam terhubung ke kabel Hijau yang akan dihubungkan pada Analog In Arduino A0, Sensor LDR 4 kabel jumper menggunakan warna Kuning (+) dan Orange (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Merah 2 (+) dan Coklat 2 (-), untuk kabel Coklat 2 terhubung ke kabel Ungu yang akan dihubungkan pada Analog In Arduino A2.

Kabel jumper (+) digabungkan dengan kabel (+) dari Motor Servo 1 dan 2 lalu disambung dengan kabel jumper Kuning yang terhubung ke Power Arduino 5V. Sensor LDR 3 dan LDR 2 diperintahkan untuk menggerakkan Motor Servo 1 penggerak sumbu Vertikal dan Sensor LDR 1 dan LDR 4 diperintahkan untuk menggerakkan Motor Servo 2 penggerak sumbu Horizontal.



Gambar 11. Model Solar Tracker

Hasil pengujian menunjukkan bahwa apabila sensor LDR tidak diberi penghalang, cahaya yang diterima oleh masing-masing sensor LDR akan mengganggu sinyal yang dikirim ke Arduino dan mempengaruhi pergerakan motor servo.



Gambar 12. Model Solar Tracker

Model yang telah dirakit diuji dengan memberikan cahaya dari sumber cahaya yang diletakkan pada posisi sudut tertentu untuk menguji mekanisme penggerak, apakah posisi panel akan selalu tegak lurus dengan sumber cahaya. Pengujian Sensor LDR ini bertujuan untuk mengetahui dan mendapatkan sensitifitas sensor terhadap intensitas cahaya dan waktu respon yang dikirim ke mikrokontroler untuk menggerakkan motor servo.

Tabel 1 Respon sensor terhadap sumber cahaya langsung

No.	Jarak Sumber Cahaya ke Sensor	Waktu Respon
1.	30 cm	0.6 detik
2.	30 cm	0.7 detik
3.	30 cm	0.6 detik
4.	30 cm	0.8 detik
5.	30 cm	0.5 detik
6.	30 cm	0.5 detik
7.	30 cm	0.5 detik
8.	30 cm	0.7 detik
9.	30 cm	0.6 detik
10.	30 cm	0.6 detik
Rata-rata Waktu Respon		0.61 detik

Pengujian 1 ini bertujuan untuk mendapatkan hasil waktu respon sensor LDR dengan sumber cahaya langsung mensimulasikan cahaya matahari tidak terhalang apapun.

Tabel 2 Respon sensor terhadap sumber cahaya terhalang

No.	Jarak Sumber Cahaya ke Sensor	Waktu Respon
1.	30 cm	0.8 detik
2.	30 cm	0.8 detik
3.	30 cm	0.9 detik
4.	30 cm	0.9 detik
5.	30 cm	0.8 detik
6.	30 cm	0.7 detik
7.	30 cm	0.9 detik
8.	30 cm	0.7 detik
9.	30 cm	0.7 detik
10.	30 cm	0.8 detik
Rata-rata Waktu Respon		0.8 detik

Pengujian 2 ini bertujuan untuk mendapatkan hasil waktu respon sensor LDR dengan sumber cahaya yang terhalang oleh benda berupa cover transparan yang diletakkan ditengah-tengah jarak antara sumber cahaya sejauh 15 cm dengan sensor LDR sebagai simulasi matahari tertutup awan sehingga intensitas cahaya yang diterima sensor LDR berkurang untuk jarak yang sama.

Tabel 3 Respon Posisi Sudut sensor terhadap sumber cahaya

No.	Posisi Sudut Sumber Cahaya ke Sensor (derajat)	Pengukuran Sudut (derajat)
1.	45	45
2.	45	45
3.	45	45
4.	45	45
5.	45	45
6.	45	45
7.	45	45
8.	45	45
9.	45	45
10.	45	45
Rata-rata		45

Pengujian 3 ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan merespon sinyal sehingga didapat ketepatan sudut sehingga posisi panel selalu tegaklurus dengan sumbercahaya.

Kesimpulan

Sensor LDR harus diberi penghalang satu dengan yang lainnya agar sinyal yang dikirimkan ke perangkat pengolah merupakan sinyal unik dan dapat diolah untuk memerintahkan motor servo bergerak ke posisi yang dikehendaki.

Respon sensor dipengaruhi oleh intensitas sumber cahaya, intensitas yang tinggi memberikan respon yang lebih cepat.

Ketepatan dalam merespon posisi sumber cahaya sangat baik, perintah yang disusun dalam script pemrograman berjalan sesuai yang direncanakan.

Referensi

- [1] Cross, N. 2005. Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, John Wiley & Sons, England.
- [2] Monk, S. 2012. Programming Arduino Getting Started with Sketches 1st Ed., The McGraw-Hill Company, New York.
- [3] Mayfield, R. 2010. Photovoltaic Design and Installation For Dummies, Chichester, United Kingdom.
- [4] McRoberts, M. 2010. Beginning Arduino, pringer Science+Business Media, New York