

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)**

**OTOMATISASI MESIN KOMPOSTER TERMOFILIK
KONTINYU UNTUK PENGOMPOSAN
SKALA RUMAH TANGGA**

Disusun oleh:

Tarisa Berliana Putri

203050041



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)**

**OTOMATISASI DESAIN MESIN KOMPOSTER TERMOFILIK
KONTINYU UNTUK PENGOMPOSAN
SKALA RUMAH TANGGA**

Disusun Oleh:

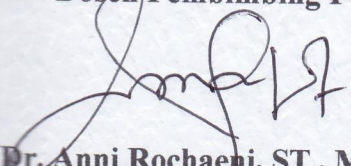
Tarisa Berliana Putri

203050041

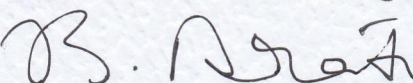


**Telah disetujui dan disahkan
Pada,**

Dosen Pembimbing I


(Dr. Anni Rochaeni, ST., MT.)

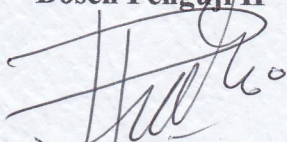
Dosen Pembimbing II


(Dr. Ir. H. Bambang Ariantara, MT.)

Dosen Penguji I


(Dr. Lili Mulyatna, ST., MT)

Dosen Penguji II


(Dr. Hary Pradiko, ST., MT)

Otomatisasi Mesin Komposter Termofilik Kontinyu Untuk Pengomposan Skala Rumah Tangga

Tarisa Berliana Putri

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan,
Bandung

Email : tarisa.icha0112@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian Tugas Akhir I sudah dilakukan pengomposan menggunakan mesin komposter penelitian sebelumnya dan didapatkan bahwa kompos sudah memenuhi standar kualitas kompos sesuai dengan (SNI 19-7030-2004), namun selama proses pengomposan ditemukan kendala di beberapa bagian mesin yaitu pada bagian mesin pencacah, pemanas, dan pintu keluar kompos dan perlu dilakukan perbaikan desain. Setelah itu dilakukan perbaikan alat sesuai dengan desain alat pada Tugas Akhir I kemudian dilakukan kembali pengujian untuk mengetahui kinerja alat setelah dilakukan perbaikan dan menguji kualitas kompos apakah sudah memenuhi standar kualitas kompos (SNI 19-7030-2004). Tugas Akhir II ini bertujuan untuk melakukan otomatisasi agar alat komposter lebih praktis dan efisien dalam penggunaannya. Namun pada proses otomatisasi alat kembali diperlukan perbaikan desain untuk menunjang proses otomatisasi, yaitu pada sistem pencacah dan pintu keluar kompos. Pada sistem pencacah dilakukan perbaikan desain pada pintu penghubung mesin pencacah dengan wadah pengomposan dengan penambahan motor agar pintu bisa terbuka dan tertutup secara otomatis. Pada sistem saluran keluar kompos desain dilakukan perbaikan desain pada pintu keluar kompos yang semula harus ditarik secara manual diganti menjadi pintu buka tutup secara otomatis dengan penambahan motor penggerak. Pada sistem pemanas otomatisasi yang dilakukan yaitu mati nyalanya pemanas yang diatur oleh *temperature controller* (TC), TC di *setting* pada suhu 60°C kemudian pemanas akan mati dan akan menyala kembali pada suhu 50°C. Pada sistem pengaduk otomatisasi dilakukan pada mati nyalanya pengaduk, pengaduk akan menyala selama 1 menit kemudian mati dan menyala kembali selama 1 menit di 12 jam kemudian. Pada sistem pencacah otomatisasi dilakukan pada pintu penghubung yang bisa terbuka dan tertutup otomatis dan *chopper* yang di *setting* menyala selama 50 detik dan pada detik 25 pintu penghubung mulai terbuka. Setelah dilakukan otomatisasi alat kembali dilakukan pengujian untuk membuktikan apakah sudah sesuai dengan *setting* program yang telah diterapkan. Dari hasil pengujian didapatkan tidak ada kendala selama proses pengomposan dan otomatisasi alat sudah berjalan sesuai dengan program. Pada pengujian pengomposan yang dilakukan selama 8 hari didapatkan konsumsi energi yang digunakan sebesar 32 kWh. Untuk rumah dengan tegangan listrik 450 – 900 VA biaya tarif listriknya sebesar Rp. 43.264, dan untuk rumah dengan tegangan listrik 1300 – 2200 VA biaya tarif listriknya sebesar Rp. 46.230.

Kata Kunci: Komposter Termofilik Kontinyu, Mesin Komposter, Otomatisasi, Pengomposan.

Automation of Continuous Thermophilic Composter Machine for Household Scale Composting

Tarisa Berliana Putri

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Pasundan University, Bandung

Email : tarisa.icha0112@gmail.com

ABSTRAK

In the Final Project I research, composting has been carried out using the previous research composter machine and it was found that the compost has met the compost quality standards in accordance with (SNI 19-7030-2004), but during the composting process there were problems in several parts of the machine, namely in the chopping machine, heater, and compost exit and design improvements need to be made. After that, the tool was repaired in accordance with the tool design in Final Project I and then tested again to find out the performance of the tool after repairs and test the quality of compost whether it meets the compost quality standards (SNI 19-7030-2004). This Final Project II aims to automate so that the composter is more practical and efficient in its use. However, in the automation process, design improvements are needed to support the automation process, namely in the chopper system and the compost exit. In the chopping system, design improvements are made to the door connecting the chopping machine with the composting container by adding a motor so that the door can open and close automatically. In the compost outlet system, the design is improved on the compost exit door, which originally had to be pulled manually, replaced by an automatic opening and closing door with the addition of a motor. In the heating system, the automation carried out is the turning off of the heater which is regulated by the temperature controller (TC), the TC is set at 60oC then the heater will turn off and will turn on again at 50oC. In the stirrer system, automation is carried out on the shutdown of the stirrer, the stirrer will turn on for 1 minute then turn off and turn on again for 1 minute 12 hours later. In the chopper system, automation is carried out on the connecting door which can open and close automatically and the chopper is set to turn on for 50 seconds and at second 25 the connecting door starts to open. After automation, the tool is tested again to prove whether it is in accordance with the program settings that have been applied. From the test results, it was found that there were no obstacles during the composting process and the automation of the tool was running according to the program. In the composting test carried out for 8 days, it was found that the energy consumption used was 32 kWh. For a house with an electric voltage of 450 - 900 VA, the electricity tariff cost is Rp. 43,264, and for a house with an electric voltage of 1300 - 2200 VA, the electricity tariff cost is Rp. 46,230.

Keywords: Continuous Thermophilic Composter, Composter Machine, Automation, Composting.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang telah memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada hamba-hamba-Nya. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang senantiasa istiqomah di jalan-Nya.

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Otomatisasi Mesin Kompos Termofilik Kontinyu Skala Rumah Tangga”. Laporan ini dibuat sebagai salah satu syarat penyelesaian program S1 Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari pihak lain. Untuk itu, atas bantuan dan kerjasama semua pihak yang ikut membantu terselesaikannya laporan ini, maka dalam kesempatan ini penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan dorongan, do’a dan semangat yang selalu diberikan agar dapat menyelesaikan kuliah dengan baik.
2. Ibu Dr. Ir. Anni Rochaeni, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah selalu sabar dalam membimbing dan memberikan masukan serta arahan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Bambang Ariantra, MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah selalu sabar dalam membimbing dan memberikan masukan serta arahan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak – Ibu dosen program studi Teknik Lingkungan Universitas Pasundan yang telah senantiasa memberi ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan.
5. Kepada Hizbul Wathon, Teh Dezara, dan Kang Erik selaku partner tim CTC bawah.

6. Teman-teman Teknik Lingkungan 2020 yang selama kurang lebih 4 tahun ini memberikan kesan dan kenangan dalam masa perkuliahan penulis.
7. Teman baik saya, Shinta, Teh Dezara, Khansa, Dinda, Deffani, dan Noval yang selalu memberi dukungan dan telah menjadi teman yang sangat baik bagi penulis.
8. Diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan sejauh ini, meski banyak susah banyak rintangan terima kasih ya telah memilih untuk terus maju.
9. Br, terima kasih sudah banyak membantu dan memberikan dukungan walaupun sama – sama dalam masa sulit. Terima kasih untuk terus bertahan.
10. Om Nana dan Om Majid yang telah membantu banyak dalam pengerjaan otomatisasi alat.
11. Dan semua pihak yang telah banyak membantu tetapi tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap laporan ini dapat bermanfaat serta memberikan informasi bagi kepentingan akademis maupun sebagai bahan bacaan. Mohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekurangan, karena saya menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu saya berharap untuk kritik serta saran yang membangun agar menjadi lebih baik untuk kedepannya dan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya laporan ini.

Bandung, 31 Desember 2024

Tarisa Berliana Putri

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan	I-3
1.4 Ruang Lingkup.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Pengomposan.....	II-1
2.1.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengomposan.....	II-2
2.1.2 Parameter Kompos.....	II-3
2.2 <i>Continuous Thermophilic Composting (CTC)</i>	II-6
2.3 Mesin Komposter Termofilik Kontinyu	II-7
2.4 Otomatisasi	II-7
2.4.1 <i>Temperature Controller</i>	II-8
2.4.2 <i>Relay</i>	II-9
2.4.3 <i>Microcontroller PLC</i>	II-10
2.4.4 <i>Terminal Module Expansion</i>	II-11
2.4.5 <i>Adaptor Power Supply Switching</i>	II-11
2.4.6 <i>Ranging Sensor</i>	II-12
2.4.7 <i>Temperature Sensor</i>	II-13
2.4.8 <i>Coupling Coupler Bore</i>	II-14
2.4.9 <i>Motor Direct Current (DC) Gearbox</i>	II-14
2.4.10 <i>Bearing Slide Block</i>	II-15
2.4.11 <i>Linear Rail Shaft</i>	II-15
2.4.12 <i>Limit Switch</i>	II-16
2.4.13 <i>Thermocouple</i>	II-16
2.4.14 <i>Joint Universal</i>	II-17
2.4.15 Mur dan Baut	II-17

2.4.16 <i>Selector Switch</i>	II-17
2.4.17 Terminal Kabel	II-18
2.4.18 Kabel <i>Control</i>	II-19
2.4.19 Kabel <i>Duct</i>	II-19
2.4.20 <i>Long Drat</i>	II-19
2.4.21 <i>Mini Solenoid Door Bolt Lock</i>	II-20
2.4.22 <i>Push Button Lamp</i>	II-20
2.4.23 Arduino	II-21
2.4.24 Arduino IDE.....	II-22
2.4.25 <i>Outseal Studio</i>	II-22
BAB III DESAIN ALAT DAN SPESIFIKASI TEKNIS	III-1
3.1 Tahapan Penelitian	III-1
3.2 Desain Alat.....	III-2
3.2.1 Desain Alat Sebelum Diotomatisasi	III-2
3.2.2 Hasil Desain Setelah Otomatisasi	III-7
3.3 Spesifikasi Alat	III-10
3.3.1 <i>Temperature Controller</i>	III-10
3.3.2 <i>Relay</i>	III-10
3.3.3 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	III-11
3.3.4 <i>Terminal Module</i>	III-12
3.3.5 <i>Adaptor Power Supply Switching</i>	III-12
3.3.6 <i>Ranging Sensor</i>	III-13
3.3.7 <i>Temperature Sensor</i>	III-13
3.3.8 <i>Coupling Alloy Adapter</i>	III-14
3.3.9 <i>Mini Solenoid Door Bolt Lock</i>	III-15
3.3.10 <i>Module Relay</i>	III-15
3.3.11 <i>Joint Universal Mini</i>	III-16
3.3.12 <i>Thermocouple</i>	III-16
3.3.13 <i>Motor Servo</i>	III-17
3.3.14 <i>Selector Switch</i>	III-17
3.3.15 Motor Pengaduk.....	III-18
3.3.16 <i>Chopper</i>	III-19
3.3.17 <i>Heatgun</i>	III-19
3.4 Alur Kerja Alat Setelah Otomatisasi	III-20
3.5 Petunjuk Penggunaan Mesin CTC	III-21
BAB IV HASIL UJI.....	IV-1
4.1 Pengujian	IV-1
4.2 Pengujian Sistem Pencaca.....	IV-1

4.2 Pengujian Sistem Pengaduk.....	IV-4
4.3 Pengujian Sistem Pemanas.....	IV-5
4.4 Pengujian Saluran Keluar Kompos	IV-6
4.5 Pengujian Daya Listrik.....	IV-8
4.5.1 Perhitungan Daya Listrik	IV-9
4.5.2 Perhitungan Konsumsi Energi	IV-10
4.6 Pengujian Kebisingan Alat.....	IV-11
4.6.1 Pengujian Kebisingan Mesin Pencacah	IV-12
4.6.2 Pengujian Kebisingan Mesin Pengaduk.....	IV-14
4.6.3 Pengujian Kebisingan Mesin Pemanas	IV-16
BAB V RANCANGAN ANGGARAN BIAYA.....	V-1
5.1 Anggaran Biaya Penelitian Tugas Akhir I	V-1
5.2 Anggaran Biaya Penelitian Tugas Akhir II.....	V-2
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang No. 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau dari proses alam yang berbentuk padat. Sampah menjadi masalah yang sulit terutama di Indonesia, di mana sampah belum dikelola dengan baik dan populasi yang kian meningkat terutama di daerah perkotaan. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2023 Indonesia menghasilkan 26,2 juta ton/tahun dengan komposisi sampah berupa sisa makanan (41,75%), plastik (18,47%), kayu/ranting (11,56%), dan kertas/karton (10,59%). Sementara sampah yang berupa logam, kain, kaca, karet, kulit, dan lain-lainnya persentasenya lebih kecil dengan kisaran 2-6%. Timbulan sampah yang tercatat paling banyak berasal dari rumah tangga (44,31%), pusat perniagaan (18,02%), dan pasar (13,62%). Jika tidak dikelola dengan baik, penumpukan sampah organik dapat menyebarkan penyakit dan mencemari lingkungan. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan metode pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, seperti pengomposan.

Pengomposan adalah proses alami mendaur ulang bahan organik, seperti daun dan sisa makanan, menjadi pupuk berharga yang dapat menyuburkan tanah dan tanaman. Pengomposan melibatkan beberapa fase yang berbeda dalam proses menguraikan bahan organik menjadi kompos yang berguna yang terdiri dari fase mesofilik, termofilik, dan fase pendinginan dan pematangan. Dari beberapa fase tersebut fase termofilik memiliki peran yang sangat penting dalam proses pengomposan karena, pada fase ini mikroorganisme termofilik seperti bakteri dan jamur mulai mendegradasi sampah organik.

Lamanya pengomposan tergantung pada beberapa faktor seperti suhu, kelembapan, pH, dan ukuran tumpukan. Selain faktor tersebut bahan organik yang

digunakan dalam pengomposan juga mempengaruhi lamanya pengomposan sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas kompos. Oleh karena itu dibutuhkan analisis parameter fisik dan kimia untuk memastikan kualitas kompos. Hal ini penting untuk memastikan kompos yang siap diaplikasikan tidak berbahaya bagi tanaman, manusia maupun lingkungan (Isroi & Yuliarti, 2009). Namun sebagian besar peralatan pengomposan yang digunakan saat ini masih menggunakan sistem pengomposan tradisional sehingga kurang efisien. Proses pengomposan relatif lama (2-3 bulan) dan seringkali kurang optimal karena suhu tidak terkontrol dengan baik (Nugroho, 2013).

Salah satu metode yang dapat mempercepat proses pengomposan dengan memanfaatkan fase termofilik ini dikenal sebagai metode *Continuous Thermophilic Composting* (CTC), yang meningkatkan stabilitas kompos dan memperpendek siklus pengomposan. Untuk mengolah limbah makanan menjadi kompos berkualitas tinggi dalam waktu yang singkat, metode *Continuous Thermophilic Composting* (CTC) menggunakan reaktor tertutup untuk mencegah kehilangan panas dan menjalankan suhu tinggi (Xiao dkk, 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengomposan pada suhu tinggi dapat mempersingkat waktu pengomposan menjadi 8 hingga 13 hari pada suhu 40-60°C (Waqas dkk, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir 1 yang telah dilakukan mesin CTC yang ada dari penelitian terdahulu sudah mampu menghasilkan kompos yang baik, namun mesin tersebut masih diperlukan optimalisasi desain dan sistem kerja agar mesin CTC ini bisa lebih praktis dan efisien dalam penggunaan skala rumah tangga yaitu dengan melakukan otomatisasi pada mesin CTC.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas rumusan masalah yang dapat diambil dalam Tugas Akhir 2 mengenai otomatisasi mesin komposter termofilik kontinyu skala rumah tangga adalah sebagai berikut:

1. Kekurangan apa yang masih terdapat pada mesin komposter termofilik kontinyu skala rumah tangga?
2. Apakah setelah dilakukan otomatisasi alat bisa bekerja sesuai dengan program yang diterapkan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari Tugas Akhir mengenai otomatisasi mesin komposter termofilik kontinyu untuk pengomposan skala rumah tangga adalah untuk melakukan otomatisasi pada mesin CTC yang telah dilakukan perbaikan desain dari Tugas Akhir 1.

Sedangkan tujuan dari Tugas Akhir 2 mengenai Otomatisasi Mesin Komposter Termofilik Kontinyu Skala Rumah Tangga adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perbaikan desain pada alat untuk proses otomatisasi
2. Melakukan otomatisasi mesin CTC agar lebih praktis dan efisien dalam penggunaannya.
3. Melakukan pengujian apakah alat yang sudah di otomatisasi berkerja sesuai dengan program yang telah diterapkan.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Komposter yang dibuat adalah komposter aerobik rancangan dari Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pasundan Bandung
2. Bahan yang digunakan dalam pengujian hasil kompos sama seperti bahan kompos pada penelitian Tugas Akhir 1 yang meliputi (sampah sisa sayuran, buah-buahan, dan sisa makanan)
3. Otomatiasi mesin pencacah, mesin pemanas, dan mesin pengaduk.
4. Otomatisasi menggunakan alat *Autonics relay solid state relay (ssr) Sr1-1425r-N*, *Autonics temperature controller TC4Y-14R*, *Coupling alloy*, *Push button lamp*, *Temperature Sensor Probe Arduino Uno DS18B20*, *Ultrasonic ranging module HC-SR04*, *Bearing slide blok*, *Motor Dc & Gearbox*, *Rail shaft support*, *Limit switch*, *PLC nano v.5 board support outseal studio*, *Arduino nano ATMEGA168P*, *Adaptor power supply switching*, *Modul relay*, *Mini solenoid door bolt lock*, *Joint universal mini*, *Thermocouple*, *Kabel*, *Terminal Kabel*, *Selector switch*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan solusi pengelolaan sampah organik rumah tangga ramah lingkungan
2. Menghasilkan pupuk organik (kompos) dari sampah organik
3. Mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA
4. Menghasilkan alat CTC yang lebih praktis dan efisien setelah di otomatisasi

1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Universitas Pasundan Kampus IV dan penyusunan laporan penelitian tugas akhir ini direncanakan selesai $\pm$ dalam 5 bulan, terhitung setelah dilaksanakannya sidang Tugas Akhir 1.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir, adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup, lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai dasar teori yang berkaitan komposter termofilik kontinyu yang didapat setelah mempelajari studi pustaka baik berupa literature maupun jurnal penelitian - penelitian terdahulu

BAB III DESAIN ALAT DAN SPESIFIKASI TEKNIS

Bab ini berisikan tentang desain alat baru yang digunakan untuk mengoptimalkan mesin CTC terdahulu dan spesifikasi teknis dari alat dan komponen yang digunakan.

BAB IV HASIL UJI

Bab ini berisi tentang data hasil penelitian yang telah diperoleh disertai analisis. Serta membahas dari data-data yang telah

didapat tersebut untuk memperoleh suatu hasil yang dapat mendukung tujuan penelitian.

BAB V RANCANGAN ANGGARAN BIAYA

Bab ini berisi tentang rancangan anggaran biaya yang diperlukan dari awal sampai akhir penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dibahas serta beberapa saran sehubungan dengan hasil penelitian yang dapat dijadikan pertimbangan penelitian selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, A. (2022). Desain Komposter Sampah Pasar sebagai Solusi Persampahan di Negara Berkembang (Studi Kasus: Jakarta, Indonesia). JURNAL ILMU LINGKUNGAN: 356-364.
- Ardelia Astriany Rizky (2023) Perancangan kunci pintu otomatis pada ruang sentral telekomunikasi (sto) di telkom menggunakan *solenoid door lock* dan *touch sensor* berbasis arduino uno Vol. 10, Is
- An Zhang (2014) *Secure solenoid driven deadbolt lock*
- Anggy Pradiftha Junfithrana dkk (2019) Identifikasi Gas terlarut Minyak Transformator dengan Menggunakan Logika Fuzzy Menggunakan Metode TDCG untuk Menentukan Kondisi Transformator 150 KV Jurnal Teknik Elektro Vol. 1, No. 1, Mei 2019, page 11-15
- Ashraf Said & Ahmad AlMadhoun (2023) *Arduino Serial Monitor* (Apress) - pp 163-176
- David Setiawan (2017) *Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System*
- Dewi Diniaty (2017) Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Waktu Standar dengan Metode Work Sampling di Stasiun Repair Overhoul Gearbox (Studi Kasus: PT. IMECO Inter Sarana)
- Grizly Adam,Leonardus Heru Pratomo,Arifin Wibisono (2022) Desain dan Implementasi PLC Outseal untuk Menggerakkan Motor DC dengan Berbagai Variasi Kecepatan Vol. 1, Iss: 1
- Indriani, Y. H., (2011). “Membuat Kompos Secara Kilat”. Jakarta Penebar Swadaya
- Irawan, Bambang dan Padmawati M. (2014). Pengaruh Susunan Bahan terhadap Waktu Pengomposan Sampah Pasar pada Komposter Beraerasi. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST). Akademi Kimia Industri St. Paulus Semarang

- Isro dan Yuliarti. 2009. "Kompos Cara Mudah, Murah Dan Cepat Menghasilkan Kompos". Lily Publisher. Yogyakarta
- Jiang Dehong, Yao Zhengcheng (2016) *Long bolt processing equipment* Jo Kensei
- (2021) *Ranging device and light reception method therefor* Jones Robert S, Chen Tao (2021) *Temperature sensor*
- J Takayuki, O Yasuhiro, El Fahsi Elhosain (2021) *Ranging sensor, signal processing method, and ranging module*
- Kim Hak Sik, Kim Do Wan, Park Chan Yul (2019) *Limit switch and Apparatus for controlling electric power equipment using thereof*
- Kurnia, V. C., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Open Windrow. Jurnal Teknik Mesin: 58-62.
- L Li, A Yu, F Cao, L Zheng, H Sun (2012) *Input/output (I/O) module of serial peripheral interface (SPI) bus expanding embedded programmable logical controller (PLC)*
- Liang Zhiqiang (2017) *Power Switching and Controlling Circuit*
- Martin Pollak, Dominik Sabol, Marek Kočiško, Jozef Svetlík, Juraj Kováč (2023) *Design of PLC Control System by Micro-Automation Equipment*
- Marcelo Musci et.al (2023) Vol. 3 No. 10 (2023) *Introduction To Arduino*
- Miftakhul Huda, Arfan Haqiqi Sulasmoro, M. Humam, Yerry Febrian Sabanise (2024) *Pengenalan penerapan aplikasi pemrograman berbasis gui outseal studio pada arduino nano sebagai pengendali berbasis PLC - JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri) Muhammadiyah University of Surakarta*
- Nada Yasser Ibrahim Hassan, Nora Hany Abd El wahed, Abdallah Nagah Abdelhamid, M. Ashraf, Eman A. Abdelfattah (2023) *Composting: An Eco-Friendly Solution For Organic Waste Management To Mitigate The Effects Of Climate Change Cairo University Innovare Journal Of Social Sciences*
- Navarro Ferronato, Haniyeh Jalalipour, Ashish Khanal (2024) *A Review Of Plastic Waste Circular Actions In Seven Developing Countries To Achieve Sustainable Development Goals* Volume 42, Issue 6

- Nugroho, P. (2013). "Panduan Membuat Kompos Cair." Jakarta: Pustaka baru Press
- O.E. Amestica, P.E. Melin, C.R. Duran-Faundez, G.R. Lagos (2019) *An Experimental Comparison of Arduino IDE Compatible Platforms for Digital Control and Data Acquisition Applications* Valparaiso, Chile
- Ren Dajiang, dkk (2018) *Cable duct penetrating device*
- R.Prem Chand, Vishal S. Sharma, Rajeev Trehan, Manish Gupta (2022) *A physical investigation of dimensional and mechanical characteristics of 3D printed nut and bolt for industrial applications* Rapid Prototyping Journal - Vol. 28, Iss: 5, pp 953-966
- Shi-Peng Wang, Zhao-Yong Sun, Mingzhe An, Ting Wang, Zi-Yuan Xia, Yue-Qin (2024) *Continuous Thermophilic Composting Of Distilled Grain Waste Improved Organic Matter Stability And Succession Of Bacterial Community* Tang sichuan University
- SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik.
- S Stankovski; G Ostojić; I Baranovski; M Babić; M Stanojević (2020) *The Impact of Edge Computing on Industrial Automation*
- Sun Xun (2015) *Long arm bolt*
- Tanvi Taneja, Indu Sharma, Bikram Jit Singh, Arun Kr. Singh, Mukesh Kumar, Raj Singh (2024) *Composting as a sustainable option for converting undesirable weeds like Parthenium hysterophorous, Solanum nigrum, Calotropis procera and Trianthema portulacastrum into organic manure.* Biosciences, Biotechnology Research Asia - Vol. 21, Iss: 2, pp 645-654
- T.J.Claggett, R.Worrall, Bela G. Liptak (2022) *Thermocouples* pp 95-118
- Waqas, M. Almeelbi, T. Nizami, A. S. (2017). "Resource Recovery of Food Waste Through Continuous Thermophilic In-Vessel Composting". Jeddah: King Abdulaziz University.
- V.S. da Costa ,et al (2024) *Arduino: a simple and economical solution to electrify acoustic batteries* Brazilian Journal of Production Engineer. (Federal University of Espírito Santo) - Vol. 10, Iss:2, pp. 349-357
- Wael A. Altabey (2024) *Sliding bearings* (Elsevier BV) - pp 331-353
- Wei Jianrong, Liu Shou, Zou Pu, Zhang Pengyue (2020) *Thermocouple and multi-*

order differential signal synchronous acquisition device thereof

Wu Jun (2019) *Linear guide rail*

Xiao, Y. Zeng, G, M. Yang, Z, H. Shi, W, J. Huang, C. Fan, C, Z. Xu, Z, Y. (2009)
“*Continuous Thermophilic Composting (CTC) For Rapid Biodegradation
AndMaturation Of Organic Municipal Solid Waste*” China: Human
University.

Xiao, Y. Zeng, G, M. Yang, Z, H. Shi, W, J. Huang, C. Fan, C, Z. Xu, Z, Y. (2011).
“*Microbial Ecology Effect of Continuous Thermophilic Composting (CTC)
on Bacterial Community in the Active Composting Process*”. China: Human
University.

Xiao xiao Luo, Qian Wang, Mingming Du, Ying Kai Long, Si Li, Xiangxin Jian
(2022) *Study on Insulation Tension and Damage of Control Cable* pp 798-
801

Yang Xinlong (2018) *Slide block device*

Z Guoguang, W Mingyu, X Hong, L Xiang, H Huai (2020) *Light Detection and
Ranging Sensors with Optics and Solid-State Detectors, and Associated
Systems and Methods*

Zuliskandar, R. (2018). Pengomposan sebagai Solusi Pengolahan Sampah Organik
di Indonesia. *Jurnal Air Indonesia*: 61-68.