

RANCANG BANGUN ALAT PENGONTROLAN MOTOR DC PADA ALAT PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH BERBASIS ARDUINO MEGA

Ari Pratono *¹
Solly Aryza Lubis ²

^{1,2} Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*e-mail: arypratono73@gmail.com¹, sollyaryzalubis@gmail.com ²

Abstrak

Penelitian ini merupakan rancang bangun alat pengontrolan motor DC pada alat produksi biodiesel dari minyak jelantah berbasis arduino mega. Tujuan penelitian ini yaitu merancang dan membuat sebuah program alat pengontrolan motor DC agar alat produksi biodiesel dapat berjalan dengan otomatis. Berkembangnya teknologi yang semakin canggih dan modern seiring dengan kebutuhan manusia yang berbeda-beda kita dapat membuat sesuatu hal yang manual menjadi otomatis, sehingga akan mempermudah atau meringankan beban setiap pekerjaan. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik yang dimana arduino merupakan platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat open-source hardware. Metode penelitian yang digunakan ialah metode penelitian eksperimen yang dimana penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa motor DC yang telah diprogram ke dalam arduino mega akan berfungsi sebagai pengadukan proses pembuatan biodiesel dan pemindahan minyak dari tabung ke tabung secara otomatis.

Kata Kunci : Biodiesel, Mikrokontroler, Arduino Mega, Motor DC

Abstract

This research is the design of a DC motor control device for biodiesel production equipment from used cooking oil based on Arduino Mega. The aim of this research is to design and create a DC motor control program so that the biodiesel production equipment can run automatically. With the development of increasingly sophisticated and modern technology, along with different human needs, we can make something manual automatic, so that it will simplify or lighten the burden of every job. A microcontroller is a computer on a chip that is used to control equipment, where Arduino is an electronic prototyping platform that is open source hardware. The research method used is an experimental research method, where research is carried out to determine the consequences of a treatment given intentionally by the researcher. The results of this research show that the DC motor that has been programmed into the Arduino Mega will function to stir the biodiesel making process and transfer oil from tube to tube automatically.

Keywords: Biodiesel, Microcontroller, Arduino Mega, DC Motor

PENDAHULUAN

Sumber energi utama yang digunakan diberbagai Negara didunia saat ini adalah energi fosil. Banyaknya penggunaan energi fosil menyebabkan semakin terancam keberadaannya dan harganya akan meningkat secara terus-menerus. Hal ini disebabkan karena energi fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui.

Penggunaan energi berbasis fosil suatu saat akan habis dan akan digantikan dengan energi terbarukan. Transisi dari penggunaan energi berbasis fosil menuju penggunaan energi terbarukan perlu dipersiapkan dan banyak tantangan yang harus dihadapi. Negera-negera maju, seperti Perancis sudah memulai transisi ini melalui kebijakan transisi energi yang disahkan dalam Undang Undang Transisi Energi pada tanggal 22 Juli 2015 (Rüdinger, 2015).

Target yang akan dicapai melalui kebijakan ini adalah mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 40% pada tahun 2030 dan 75% pada tahun 2050 terhadap tahun dasar 1990, meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan menurunkan kebutuhan sebesar 20% pada

tahun 2030 dan 50% pada tahun 2050, serta melakukan diversifikasi penyediaan energi dengan mengurangi penggunaan energi nuklir dan fosil dan mempercepat pemanfaatan energi terbarukan (Agus Sugiyono, 2017).

Dalam skala nasional, Indonesia masih menghadapi permasalahan energi yang relatif kompleks. Pemanfaatan bahan bakar minyak (BBM) sebagai jenis energi dominan yang dikonsumsi, lebih besarnya laju konsumsi BBM dibandingkan laju produksi, harga minyak bumi mentah yang fluktuatif, dan cadangan minyak bumi semakin berkurang merupakan permasalahan yang selalu melekat pada jenis energi fosil ini (BPPT, 2014). Sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap BBM, pemerintah Indonesia telah membuat kebijakan sebagai bagian dari salah satu paket kebijakan ekonomi, salah satunya adalah penerbitan Peraturan Menteri ESDM No. 20 Tahun 2014 (perubahan kedua Peraturan Menteri ESDM No. 32 Tahun 2008) tentang penyediaan, pemanfaatan, dan tata niaga bahan bakar nabati sebagai bahan bakar lain (Haryono dkk, 2016).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak hewan atau minyak bekas melalui transesterifikasi dengan alkohol. Biodiesel dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel dapat ditulis B20 yang berarti dalam bahan bakar tersebut terdapat kandungan biodiesel 20% dan minyak solar 80% (Siswanti dkk, 2012). Bahan baku biodiesel berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, oleh karena itu biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui (Rosdiana Moeksin dkk, 2017).

Jumlah produksi minyak jelantah di Indonesia yang telah mencapai 4 juta ton/tahun memerlukan penanganan yang baik agar tidak terjadi pencemaran lingkungan. Pembuangan minyak jelantah secara langsung (tanpa pengolahan) selain dapat mengganggu badan air juga dapat merusak struktur tanah karena menghambat pergerakan air pada pori-pori tanah. Teknologi terbaik yang dapat diterapkan adalah mengolah kembali minyak jelantah yang telah menjadi limbah sehingga penelitian sebelulunya yang dilakukan oleh Joko Tri Jaryadi dkk (2018) dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengolahan Biodiesel Menggunakan Arduino" pada penelitiannya penulis menggunakan mikrokontroler arduino sebagai pengontrolannya yang dimana sumber energi utamanya berasal dari sinar matahari. Sinar matahari tersebut akan memanaskan solar heater yang sudah terhubung pada tabung air dan penelitian bertujuan untuk mempermudah produksi biodiesel skala mini dengan menerapkan semi otomatisasi dalam rancangannya.

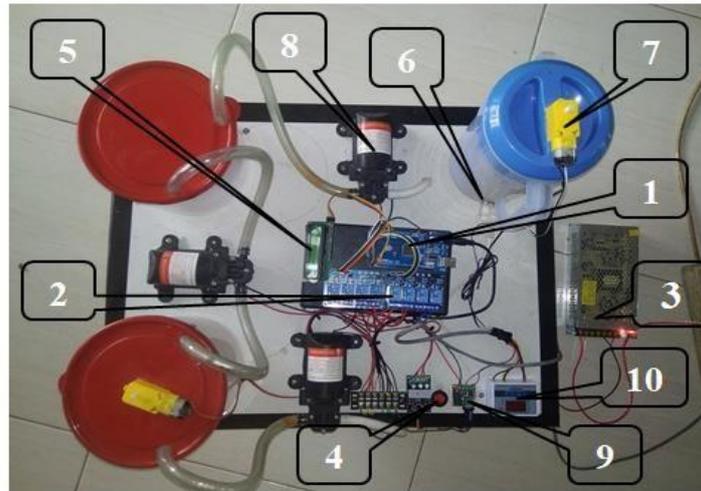
Berdasarkan hal tersebut dilakukan pengembangan penelitian terhadap prototype alat produksi biodiesel dengan menerapkan sistem otomatisasi, dimana penelitian ini terfokus pada rancangan alat pengontrolan motor DC dalam prototype alat produksi biodiesel dari minyak jelantah berbasis arduino mega. Pada penelitian ini yang ditekankan oleh penulis yaitu tentang sistem kontrolnya serta bagaimana cara kerja alat pada proses pengolahan biodiesel dari minyak jelantah.

METODE

Metode penelitian yang digunakan ialah metode penelitian eksperimen yang dimana penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti. Skema Rancangan Alat Pengontrolan Motor Dc pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari Rancang Bangun Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1 Bentuk Keseluruhan Alat Pada penelitian ini yaitu Rancang

Bangun Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega ini terdiri dari berbagai rangkaian yang kemudian digabungkan menjadi satu rangkaian alat secara keseluruhan. Adapun komponen - komponen secara keseluruhannya adalah sebagai berikut:

Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 berfungsi sebagai otak atau inti dari Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah ini, dimana arduino mega ini sebagai pengontrol program dari komponen rangkaian LCD, relay, heater dan motor – motor agar bekerja sesuai program yang diinginkan.

Relay 5 Volt DC

Pada alat ini digunakan Relay 5 volt DC 4 channel yang berfungsi sebagai komponen saklar otomatis agar tegangan output dapat digunakan, komponen tersebut juga di program melalui arduino mega.

Power supply 12 Volt DC

Power Supply berfungsi sebagai pengubah dari tegangan listrik AC (Alternating Current) menjadi tegangan (Direct Current), karena komponen yang terdapat pada alat ini menggunakan tegangan DC, maka dari itu menggunakan sumber tegangan DC.

Push button

Push button berfungsi saklar manual sebagai pemutus atau penghubung tegangan dari sumber menuju komponen rangkaian

LCD display

LCD display berfungsi untuk menampilkan atau menunjukkan proses yang sedang berjalan pada alat, dimana komponen tersebut di program di arduino.

Heater

Heater berfungsi sebagai pemanas minyak pada alat produksi biodiesel ini. Dimana waktu heater telah di program di arduino.

Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai pengaduk minyak yang mana waktu pengadukannya telah telah diprogram di arduino.

Water pump DC

Water pump DC berfungsi untuk menyedot minyak atau mentransfer minyak dari tabung ke tabung, dimana waktu penyedotan telah di program di arduino.

Dimmer DC

Dimmer DC berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran pada pengaduk atau motor

Thermostat digital

Thermostat digital berfungsi untuk mendeteksi suhu panas pada saat pemanasan minyak.

Prinsip Kerja Alat Pengontrolan Motor DC Pada Alat Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega

Setelah rancangan alat selesai, peneliti menjelaskan prinsip kerja Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega, maka prinsip kerjanya yaitu pada saat saklar ditekan ON maka tegangan dari power supply masuk ke arduino, selanjutnya arduino yang berfungsi sebagai pusat kontrol memerintahkan relay untuk membuka katub sehingga tegangan masuk melalui relay yang dihubungkan ke dimmer atau pengatur kecepatan dan tegangan motor DC. Didalam dimmer sudah disesuaikan kecepatan putaran motor DC yang dibutuhkan, berdasarkan penelitian terdahulu kecepatan pengadukan mempengaruhi proses reaksi, yang mana telah ditentukan bahwa kecepatan pengadukannya adalah 150 Rpm. Maka motor DC disesuaikan kecepatannya menggunakan dimmer sekitar 150 Rpm, Motor DC yang berperan dalam alat produksi biodiesel dari minyak jelantah sebagai alat pengadukan. Setelah tegangan masuk melalui dimmer, motor DC akan berputar sebagaimana perannya sebagai pengaduk dan sudah disesuaikan dahulu kecepatan putaran pengadukannya. Dimana waktu pengadukannya sudah di program dalam arduino sehingga motor DC akan berhenti otomatis ketika waktunya sudah selesai.

Begitu juga dengan pompa DC, dimana pompa DC ini bekerja ketika arduino memberi sinyal ke relay untuk membuka katub sehingga tegangan akan masuk melalui relay ke pompa DC, sehingga pompa akan menyala. Peran pompa DC ini pada alat produksi biodiesel adalah untuk menyedot minyak atau pemindahan minyak dari tabung ke tabung sesuai program yang telah dibuat dalam arduino. Untuk kecepatan pompa DC itu sendiri sudah tertera dalam spesifikasi yaitu kecepatan maksimalnya 3,5 liter/menit atau setara dengan 0,0583 liter/sekon.

Prinsip Kerja Alat Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega

Prinsip kerjanya yaitu pada saat saklar ditekan ON maka arus yang masuk dari power supply masuk ke arduino, selanjutnya arduino memerintahkan pada relay untuk membuka katub sehingga tegangan masuk melalui relay ke dimmer pengaduk 1 dan pemanas, dimana tegangan pemanas yaitu 220 VAC. Dalam waktu yang bersamaan pengaduk 1 dan pemanas hidup untuk periode waktu yang telah ditentukan di arduino. Pada saat pemanas mencapai suhu maksimal yang telah ditentukan melalui thermometer, maka thermometer akan mengurangi daya yang masuk sehingga suhu pemanas akan turun, dan ketika pemanas suhunya turun menjauh dari batas yang ditentukan maka otomatis thermometer akan membuka jalur daya seluruhnya sehingga pemanas kembali memanaskan minyak mencapai suhu maksimalnya. Selama periode yang telah ditentukan di arduino pemanas dan pengaduk 1 akan tetap beroperasi. Fungsi relay untuk pemanas ini adalah sebagai pemutus otomatis tegangan ketika waktu pemanasan telah selesai, begitu juga dengan pengaduk 1.

Selanjutnya setelah proses pemanasan dan pengadukan minyak selesai, pompa 1 akan ON atas perintah arduino yang dimana arduino memberi perintah ke relay untuk membuka katub

sehingga tegangan akan masuk melalui relay ke pompa 1 untuk menyedot minyak yang sudah dipanaskan tadi ke tabung pengendapan sesuai waktu yang telah diprogram dalam arduino. Selanjutnya tinggal menunggu waktu pengendapan selesai, waktu pengendapan telah di program dalam arduino selama 24 jam, setelah 24 jam maka pompa 2 akan ON atas perintah arduino yang dimana arduino memberi perintah ke relay untuk membuka katub sehingga tegangan masuk melalui relay ke pompa 2 untuk menyedot minyak yang sudah diendapkan selama 24 jam ke tabung pencucian. Setelah selesai proses pemindahan minyak yang sudah diendapkan ke tabung pencucian, pompa 3 akan ON atas perintah arduino yang dimana arduino memberi perintah ke relay untuk membuka katub sehingga tegangan masuk melalui relay ke pompa 3 untuk menyedot air ke tabung pencucian.

Yang terakhir setelah proses penyedotan air selesai, maka pengaduk 2 akan ON atas perintah arduino melalui relay untuk membuka katub sehingga tegangan masuk melalui relay ke dimmer pengaduk 2 sehingga pengaduk 2 ON. Periode beroperasinya pengaduk 2 sudah diprogram dalam arduino yang dimana arduino sebagai pusat kontrol semua komponen.

Pengujian Komponen Alat

Pengujian komponen alat pengontrolan motor DC ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat ini berfungsi dengan baik atau tidak, maka dari itu perlu dilakukan pengujian agar alat ini bisa beroperasi sebagaimana mestinya.

Tabel 1. pengujian komponen pompa pada alat

NO	Jenis Komponen	Status
1	Pompa 1	Berfungsi
2	Pompa 2	Berfungsi
3	Pompa 3	Berfungsi

Tabel 2. pengujian komponen pengaduk pada alat

NO	Jenis Komponen	Status	Kecepatan maks (RPM)
1	Pengaduk 1	Berfungsi	388,6
2	Pengaduk 2	Berfungsi	399,6

Dari hasil pengujian diatas dapat diperoleh bahwa tiap-tiap komponen Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega berfungsi sesuai dengan apa yg telah diiput di dalam program arduino mega.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Alat Pengontrolan Motor DC

NO	Jenis alat	Tegangan (V) (Volt)	Arus (I) (Ampere)	Daya (P) (Watt)
1	<i>Power supply</i> DC	11,97	0,48	5,7456
2	Arduino	11,96	0,46	5,5016
3	Relay	4,49	0,1127	0,5060
4	<i>LCD Display</i>	4,76	0,1539	0,7325
5	Pengaduk 1	4,26	0,0838	0,3570

6	Pengaduk 2	3,98	0,0507	0,2018
7	Pompa 1	11,53	0,41	4,7273
8	Pompa 2	11,44	0,46	5,2624
9	Pompa 3	11,59	0,45	5,2155
10	Heater AC	220	0,455	100

Data keluaran pada Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega diambil tujuannya untuk mengetahui tegangan, arus dan daya pada saat alat ini dioperasikan. Berikut dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran keluaran daya pada Rancang Bangun Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari Rancang Bangun Alat Pengontrolan Motor DC pada Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega mulai dari segi teori ataupun pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, maka penulis telah menarik beberapa kesimpulan dari hasil perancangan ini, antara lain yaitu: Sistem kontroler motor DC berada di dalam Arduino Mega, yang diprogram dengan bahasa C menggunakan perangkat lunak Arduino I.D.E Versi 8.9. Program kemudian diunggah pada board Arduino Mega. Program dibuat agar motor DC dapat berkerja atau beroperasi sesuai dengan tahapan proses pembuatan biodiesel. Cara kerja sistemnya yaitu pada saat saklar ditekan ON maka tegangan dari power supply masuk ke arduino, selanjutnya arduino yang berfungsi sebagai pusat kontrol memerintahkan relay untuk membuka katub sehingga tegangan masuk melalui relay yang dihubungkan ke dimmer atau pengatur kecepatan dan tegangan motor DC. Didalam dimmer sudah disesuaikan kecepatan putaran motor DC yang dibutuhkan, berdasarkan penelitian terdahulu kecepatan pengadukan mempengaruhi proses reaksi, yang mana telah ditentukan bahwa kecepatan pengadukannya adalah 150 Rpm. Maka motor DC disesuaikan kecepatannya menggunakan dimmer sekitar 150 Rpm. Setelah tegangan masuk melalui dimmer, motor DC akan berputar sebagaimana perannya sebagai pengaduk dan sudah disesuaikan dahulu kecepatan putaran pengadukannya. Dimana waktu pengadukannya sudah di program dalam arduino sehingga motor DC akan berhenti otomatis ketika waktunya sudah selesai. Begitu juga dengan pompa DC, dimana pompa DC ini bekerja ketika arduino memberi sinyal ke relay untuk membuka katub sehingga tegangan akan masuk melalui relay ke pompa DC, sehingga pompa akan menyala. Begitulah seterusnya sampai proses produksi selesai. Pembuatan alat ini cukup menyediakan motor DC sebagai penggerakannya, dan arduino Mega sebagai pusat sistem kontrol keseluruhan alatnya. Dimana motor DC dihubungkan ke power supply DC dan ke relay yang sebagai katub pembuka atau penutup otomatis, karena relay telah terhubung oleh arduino mega, dan program telah diinput kedalam arduino mega dengan tahapan proses sesuai dengan tata cara pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. harus mengindikasikan hasil yang diperoleh, kelebihan dan kekurangan, serta kemungkinan selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH (Bila Perlu)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada xxx yang telah memberi dukungan **financial** terhadap pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allu, N., & Toding, A. (2018). Teori Dan Cotoh Soal Dilengkapi Dengan Penyeselaian Menggunakan Matlab. Yogyakarta: Deepublish. Ed.1, Cet.1
- Arifin, J., & Zulita, L. N. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*, 12(1).
- Ayu Lestari, Try (2014) Handwasher Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16 (Hairdryer Pada Pengering Tangan Dan Motor Dc Sebagai Keluaran Tissue). Other Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya
- Birdayansyah, R., Soedjarwanto, N., & Zebua, O. (2015). Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Electrician*, 9(2), 97-108.
- Buchori, L., & Widayat, W. (2007). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking. *Teknik*, 28(2), 83-92.
- Bustaman, S. (2017). Strategi pengembangan industri biodiesel berbasis kelapa di Maluku. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 28(2), 46-53.
- Dharmawan, H. A. (2017). MIKROKONTROLER Konsep Dasar Dan Praktis. Malang: UB ress. Cet.1
- Evalina, N., Azis, A., & Zulfikar, Z. (2020). The Use of MQ6 and Microcontroller of ATMega 2560 as a Leaks Detection Device of Liquid Petroleum Gas (LPG). *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 389-393.
- Hadrah, H., Kasman, M., & Sari, F. M. (2018). Analisis Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 16-21.
- Harahap, P., Oktrialdi, B., & Cholish, C. (2018). Perancangan Conveyor Mini untuk Pemilahan Buah Berdasarkan Ukuran yang Dikendalikan oleh Mikrokontroller Atmega16. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 37
- Harahap, U., Pasaribu, F. I., & Suroso. (2018). Sistem Kontrol Buka Tutup Valve Pada Proses Pemanasan Air Jacket Control System Open Valve Caps on Jacket Water Heating Process. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 1(2), 60-71.
- Haryono, H., Rahayu, I., & Yulyati, Y. B. (2016). Biodiesel dari Minyak Goreng Sawit Bekas dengan Katalis Heterogen CaO: Studi Penentuan Rasio Mol Minyak/Metanol dan Waktu Reaksi Optimum. *Eksergi*, 13(1), 1-6.
- Hasan, F. H. (2017). Rancang Bangun Mppt Dengan Dc-Dc Buck Converter Pada Panel Surya Dengan Beban Pompa Air Dc.
- Hendra, D., Wibowo, S., & Wibisono, H. S. (2018). Biodiesel Dari Beberapa Jenis Tanaman Hutan. Bogor : IPB Press.
- Indra Darmawan, F. (2013). Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(01).
- Jaryadi, J. T. Rancang Bangun Alat Pengolahan Biodieselmenggunakan Arduino. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Kurniawan, A. (2019). Arduino Mega 2560 A Hands-On Guide For Beginner. PE press
- Luqman, A. (2015). Aplikasi Motor DC-Shunt untuk Laboratory Shaker Menggunakan Metode PWM (Pulse Width Modulation) Berbasis Mikrokontroler ATMega 32. *Media Elektrikal*, 8(1).
- Mahfud. (2018).BIODIESEL Perkembangan Bahan Baku & Teknologi. Surabaya: CV. Putra Media Nusantara (PMN)
- Moeksin, R., Shofahaudy, M. Z., & Warsito, D. P. (2017). Pengaruh Rasio Metanol Dan Tegangan Arus Elektrolisis Terhadap Yield Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 39-47.

- Muslimin, M. I. (2019). Rancang Bangun Alat Pretreatment Biodiesel Dari Minyak Jelantah (Proses Pembuatan). (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Nidhom, A. M. (2019). Komputer Terapan Jaringan Serta Pengaplikasiannya. Malang: Ahlimedia Book.
- Nusyura, Fauzan, et al. (2015). Pengendalian Suhu Pada Prosesor Laptop Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 3(1).
- Nuva, N., Fauzi, A., Dharmawan, A. H., & Putri, E. I. K. (2019). Ekonomi politik energi terbarukan dan pengembangan wilayah: Persoalan pengembangan biodiesel di Indonesia.
- Pasaribu, F. I., & Yogen, S. (2019). Perancangan Prototype Troli Pengangkut Barang Otomatis Mengikuti Pergerakan Manusia. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 82-92.
- PRAMUDYA, G. J. (2019). Rancang Bangun Alat Pretreatment Biodiesel Dari Minyak Jelantah (Perawatan Dan Perbaikan) (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Prasetyo, J. (2018). Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 2(2), 45-54.
- Ratna, S. (2019). Air Mancur Otomatis Dengan Musik Berbasis Arduino. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 10(4), 179-185.
- Ripardi, M. (2014). Rancang Bangun Mesin Pengubah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel (Proses Pembuatan) (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Rüdinger, A. (2015). The French Energy Transition Law for Green Growth: At the limits of governance by objectives. Institut du développement durable et des relations internationales, SciencesPo.
- Santika, S., Nachrowie, N., Prasetya, D. A., & Hidayatulail, B. F. (2019). Mini Plant Sistem Pengendali Berat Limestone Pada Pltu Tanjung Jati B Unit# 3&4 Berbasis Plc Dan Arduino Mega 2560. *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*. 1(1), 12-18.
- Saputra, O. A., & Ramelan, U. (2018). Analisis Efektivitas Konvensi Pompa Air Model Motor Penggerak AC dengan Pompa Air Model Motor Penggerak DC. *Snast*, 2(September 2018), 415-422.
- Setiawan, D. (2017). Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, 15(1), 7-14.
- Setiawan, D., Boy, A. F., Hafidz, A., & Ishak, I. (2020). Implementasi teknik pwm pada rancang bangun alat deteksi kecepatan kendaraan berdasarkan perputaran roda berbasis mikrokontroler. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 19(1), 40-52.
- Siswani, E. D., dkk. 2012. Sistensis dan Karakteristik Biodiesel dari Minyak Jelantah pada Berbagai Waktu dan Suhu. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*
- Sudiyono, S., Suyanto, M., & Kristiyana, S. (2015). Rancang Bangun Sistem Kendali Driver Motor DC Magnet Permanen Dengan Metode Pwm Sebagai Penggerak Mobil Listrik Berbasis OP-AMP. *Jurnal Elektrikal*, 2(2), 62-69.
- Sugiyono, A. (2017). Pemanfaatan Bioenergi Menuju Ekonomi Berbasis Bio di Indonesia Pemanfaatan Bioenergi Menuju Ekonomi Berbasis Bio di Indonesia. *Seminar Nasional Integrasi Proses 2017, Oktober 2017*, 1-9.
- Sumadikarta, I., & Setiawan, E. P. (2017). Rancang Bangun Prototype Kendali Pintu Gerbang Menggunakan Mikrokontroler Atmega 2560. *Prosiding Mei*.
- Syaddad, A.M, 2015, Rancang Bangun Reaktor Biodiesel Kapasitas 30liter /Batch Berbahan Baku Minyak Jelantah (Waste Cooking Oil), Universitas Mercu Buana.

- Wahyuni, S. (2015). Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Pillar of Physics*, 6(2).
- Wijaya, I. W. A., dkk. 2014. Pemanfaatan Energi Surya Untuk Menggerakkan Pompa Motor DC Yang Dikontrol Mikrokontroler Atmega8535. Seminar Dan Expo Teknik Elektro.
- Yana, K. L., Dantes, K. R., & Wigraha, N. A. (2017). Rancang Bangun Mesin Pompa Air dengan Sistem Recharging. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2).
- Yudaningtyas, E. (2017). *Belajar Sistem Kontrol & Pembahasan*. Malang: UB Press. Cet.1