

Implementasi Sensor Flowmeter pada Auxiliary Engine Kapal Berbasis Outseal PLC

Anggara Trisna Nugraha ¹ and Chusnia Febrianti ²

¹ Marine Electrical Engineering, Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya, Surabaya;
anggaranugraha@ppns.ac.id

² Marine Electrical Engineering, Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya, Surabaya;
chusniafebrianti@student.ppns.ac.id

Abstrak: Sistem transportasi peti kemas bertujuan untuk memudahkan alih muat barang dengan menyederhanakan sistem bongkar muat sehingga efektif dan efisien. Untuk mengoperasikan kapal peti kemas, bahan bakar merupakan aspek penting yang membutuhkan biaya operasional pada kisaran 70% dari biaya operasional kapal. Oleh karena itu, perusahaan pelayaran seharusnya selalu memantau konsumsi muatan BBM di kapalnya secara ketat agar tidak ada pemborosan konsumsi BBM. Dengan tidak menggunakan sistem pemantauan konsumsi muatan BBM yang bekerja secara otomatis mengakibatkan manajemen pelayaran tidak mengetahui secara pasti konsumsi bahan bakar kapal, sehingga memicu terjadinya kecurangan yang dilakukan awak kapal terhadap BBM. Untuk itu, dilakukan penelitian menggunakan sensor flowmeter yang menggunakan PLC sebagai monitoring data sensor flowmeter yang kemudian datanya akan dikirimkan kepada webserver yang dapat diakses oleh pihak yang bertugas. Dengan menggunakan system ini, monitoring penggunaan bahan bakar dapat diakses kapanpun. Berdasarkan hasil pengujian pembacaan sensor flowmeter melalui Outseal PLC didapatkan presentase error yaitu 1,23%; 2,07%, dan 2,06%. Perhitungan presentase error tersebut berdasarkan rumus presentase error. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor flowmeter dapat digunakan sebagai monitoring bahan bakar Auxiliary Engine berbasis Outseal PLC dengan rentan waktu perliternya yaitu selama 1 menit 58 detik.

Kata Kunci: BBM, Monitoring, Outseal PLC, Webserver

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai sektor maritim, sangatlah perlu adanya peningkatan armada laut baik untuk keperluan eksplorasi kelautan maupun sebagai sarana penunjang ekonomi di wilayah perairan Indonesia [1]. Upaya penunjang perkembangan ekonomi di Indonesia salah satunya dengan melakukan perdagangan luar negeri yang terdiri dari ekspor dan impor barang menggunakan sistem transportasi peti kemas [2]. Sistem transportasi peti kemas merupakan gabungan antara berbagai moda angkutan yang dilakukan dengan menggunakan kontainer, bertujuan untuk memudahkan alih muat barang dengan menyederhanakan sistem bongkar muat sehingga efektif dan efisien [3]. Untuk mengoperasikan kapal peti kemas, bahan bakar merupakan aspek penting yang membutuhkan biaya operasional yang berada pada kisaran 70% dari biaya operasional kapal [4]. Transportasi ini juga tidak jauh dari adanya perkembangan teknologi. Perkembangan teknologi di setiap bidang dalam kehidupan manusia sangatlah pesat yang ditujukan untuk meringankan pekerjaan manusia [5]. Perkembangan teknologi juga terjadi dalam bidang perkapalan, untuk bagian

sistem kelistrikan dalam kamar mesinnya terdapat ruang utama sistem kendali (Central Control Room) yang memantau fungsi dari tiap komponen yang terdapat dalam kamar mesin [6].

Oleh karena itu, semua perusahaan pelayaran seharusnya selalu memantau konsumsi muatan bahan bakar minyak di kapalnya secara ketat agar tidak ada pemborosan konsumsi bahan bakar minyak yang menyebabkan pembengkakan pada biaya [7]. Dengan tidak menggunakan sistem pemantauan konsumsi muatan bahan bakar minyak yang bekerja secara otomatis mengakibatkan manajemen pelayaran tidak mengetahui secara pasti konsumsi bahan bakar kapal sesuai dengan jarak tempuh pelayaran, sehingga memicu terjadinya kecurangan yang dilakukan awak kapal terhadap bahan bakar [8].

Sistem pemantauan yang masih manual ini, mengakibatkan kurang informatifnya penyampaian informasi kondisi konsumsi bahan bakar secara real time. Penelitian dalam pengembangan sistem pemantauan muatan konsumsi bahan bakar secara otomatis telah dilakukan oleh banyak pihak [9]. Dari sistem monitoring yang dikembangkan bukan hanya berada pada pihak ABK (Anak Buah Kapal) tetapi juga berada di pihak manajemen pusat yang dapat memonitor pemakaian bahan bakar dan bisa mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar [10].

Berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan sebuah inovasi atau penelitian yang baru untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan sistem pemantauan muatan konsumsi bahan bakar menggunakan flowmeter dengan Outseal PLC sederhana secara realtime [11] sebagai pemantauan bahan bakar serta mencegah terjadinya kecurangan awak kapal terhadap konsumsi bahan bakar.

2. Metode dan Material

2.1. Material

Jenis Muatan Bahan Bakar Kapal

Bahan Bakar adalah zat yang dapat dibakar dengan cepat bersama udara (oksigen) dengan hasil dari reaksi pembakaran yaitu menghasilkan panas dan tenaga. Jenis bahan bakar yang digunakan pada *engine* MV Meratus Benoa adalah *Marine Diesel Oil* (MDO). *Marine Diesel Oil* (MDO) atau biasa disebut minyak diesel adalah bahan bakar minyak yang digunakan sebagai bahan bakar motor atau mesin bakar dengan Sistem penyalaan kompresi putaran sedang (<1000 rpm), juga digunakan sebagai bahan bakar langsung dalam dunia industri [12]. Penyusun utamanya adalah hidrokarbon parafin, dengan jumlah karbon antara 10–22. Minyak diesel diolah dari berbagai komponen minyak dasar hasil pengolahan minyak bumi agar dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar motor diesel putaran sedang yang meliputi: massa jenis, viskositas kenematik, *pour point*, *sulfur content*, *ash content*, *MCR*, *flash point* dan *colour*[13].

Pompa Air Mini DC

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut[14]. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh

fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan – tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui[15].

Outseal PLC

Outseal PLC adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pengaturan logic state (status ON atau OFF) perangkat elektronik lain yang terhubung dengannya[16]. Pemrograman Outseal PLC dilakukan melalui perangkat lunak Outseal Studio dalam bentuk ladder diagram. Outseal memiliki 16 *input* digital, 16 *output* digital, 2 *input* analog, dan *supply maximal* 24V. Outseal PLC mampu berkomunikasi dengan perangkat luar melalui komunikasi Modbus RTU [17].

Sensor Flowmeter

Flowmeter merupakan suatu alat ukur untuk mengetahui jumlah pemakaian bahan bakar minyak pada mesin. Sensor aliran ini terbuat dari bahan plastik dimana didalamnya terdapat rotor dan sensor *hall effect*. Saat mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran ini akan sesuai dengan besarnya aliran air. Fungsi dari *Flowmeter* adalah mengukur jumlah volume cairan yang lewat pada alat tersebut sehingga diperoleh jumlah volume cairan yang masuk kedalam suatu wadah/tempat atau mesin[18].

ESP32

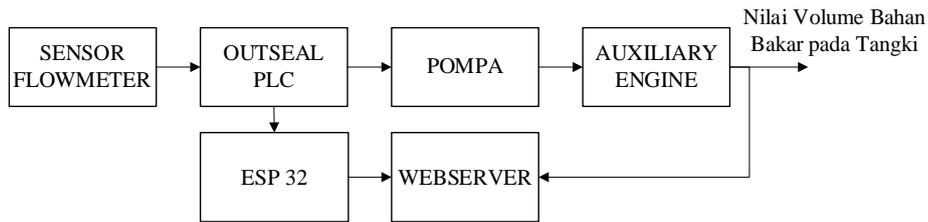
ESP32 merupakan system control yang berfungsi sebagai chip pengontrol rangkaian elektronik yang sudah tersedia modul wifi dan Bluetooth. Modul ini memiliki *interface* yang lengkap karena modul wifi tertanam pada modul ini sebagai alat peraga internet of things. Dalam penelitian ini mikrokontroller yang digunakan adalah ESP32, yang berfungsi sebagai pengolah data pembacaan sinyal otot yang kemudian dikirim melalui wifi. Hasil pembacaan sinyal pada otot dapat ditampilkan pada layar ponsel. Secara sederhana mikrokontroller dapat dikatakan sebagai otak dari suatu perangkat . Mikrokontroller ESP32 dapat dihubungkan dengan perangkat mobile dan aplikasi *Internet of Things*. Dalam penelitian ini Mikrokontroller ESP32 berfungsi untuk memproses hasil sinyal keluaran dari modul sensor otot untuk ditampilkan[10]

Relay

Relay adalah sakelar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektro magnetik). Sakelar pada relay akan terjadi perubahan posisi off ke on pada saat diberikan energi elektromagnetik pada armatur relay tersebut [11]. Relay terdiri dari kumparan (*coil*) dan kontak (*contact*). Kumparan adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang kontak adalah sejenis sakelar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik pada kumparan[11].

2.2. Metode

Metode pemantauan yang digunakan dalam system monitoring bahan bakar ini yaitu melalui metode pemantauan bahan bakar melalui *Auxiliary Engine*. *Input* dari system pemantauan ini adalah sensor *flowmeter*. Sedangkan *output* dari system pemantauan ini adalah *Auxiliary Engine*.



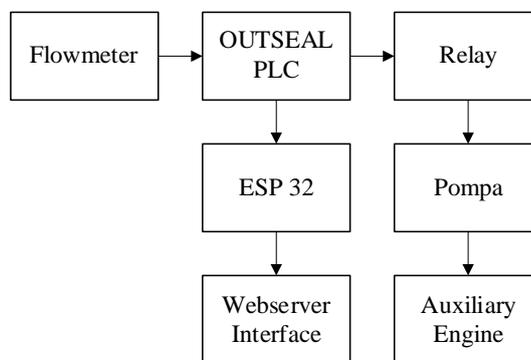
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Monitoring *Auxiliary Engine*

Pemantauan bahan bakar tangka bahan bakar *Auxiliary Engine* menggunakan metode instruksi RHSCU, WHSCU, dan DIV untuk membaca pulse *flowmeter*. Akan ada nilai pulse yang terbaca oleh *flowmeter*, kemudian pada instruksi DIV akan dibagi untuk dijadikan volume dalam satuan liter.

Tabel 1. Kondisi *Input* dan *Output* saat pengontrolan

Kondisi Input	Kondisi Output
Volume <i>Flowmeter</i> 0 L	Pompa ON
Volume <i>Flowmeter</i> 2 L	Pompa ON
Volume <i>Flowmeter</i> 4 L	Pompa ON
Volume <i>Flowmeter</i> 6 L	Pompa ON
Volume <i>Flowmeter</i> 8 L	Pompa OFF

Dengan mengacu pada diagram blok pada Gambar 1, maka diagram blok perencanaan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan dan Desain Sistem pada PLC

Gambar 2. Merupakan diagram blok system yang menggunakan *input flowmeter* yang akan mengirimkan data digital pembacaan volume bahan bakar. Data digital yang dikeluarkan oleh *flowmeter* akan diproses oleh Outseal PLC terlebih dahulu sebelum dikirim ke ESP32. Setelah ESP 32 menerima nilai volume dari Outseal PLC, maka nilai volume akan ditampilkan pada *interface webservice*. Untuk *output* yang digunakan di sini adalah relay dan pompa sebagai respon dari hasil proses data oleh PLC.



Gambar 3. Perancangan Mekanik

Pada perancangan alat monitoring volume bahan bakar *Auxiliary Engine* ini terdiri dari sensor *flowmeter*, Outseal PLC, ESP 32, pompa mini DC, dan relay. Adapun desain system mekanik tanki yang terdiri dari 4 buah tangki dengan 2 tangki tinggi dan 2 tangki pendek.

3. Hasil dan Analisis

Pada penelitian ini dilakukan pengujian system pemantauan volume bahan bakar pada *Auxiliary Engine*. Pengujian dilakukan menjadi 2 bagian yaitu pengujian kalibrasi pada tiap sensor *flowmeter* dan actuator yang digunakan dan pengujian system yang telah terintegrasi semua komponennya. Tujuan dari kalibrasi adalah untuk mengetahui error yang dikeluarkan oleh sensor *flowmeter* dengan menggunakan rumus presentase error yaitu:

$$\%e = \left| \frac{Na - Ne}{Na} \right| \times 100$$

dimana Na adalah Nilai actual, dan Ne adalah Nilai eksperimental

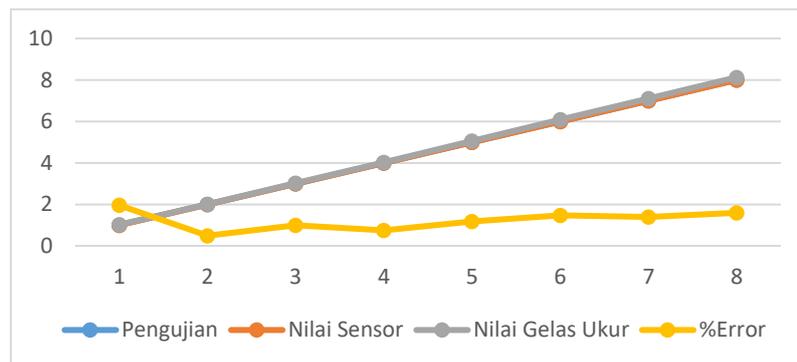
3.1. Kalibrasi Sensor *Flowmeter* 1

Pengujian sensor *flowmeter* 1 bertujuan untuk mengetahui keakuratan pembacaan *flowmeter* pada fluida suatu objek. Metode pengujian yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai yang dikeluarkan oleh *flowmeter* melalui tampilan Outseal studio dengan gelas ukur sebesar 1000mL atau 1 Liter. Data yang didapatkan dalam pengujian dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Pembacaan Volume (L) *Flowmeter* 1

Pengujian ke-	Pembacaan Sensor (L)	Pembacaan Alat Ukur (L)	Error (%)
1	1	1,02	1,96
2	2	2,01	0,49
3	3	3,03	0,99
4	4	4,03	0,74
5	5	5,06	1,18
6	6	6,09	1,47
7	7	7,1	1,4
8	8	8,13	1,59
Rata-rata			1,23

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai presentase *error* pada *flowmeter* adalah senilai 1,23%. Sehingga dari data pengujian, modul yang digunakan masih layak untuk dipakai dalam tugas akhir ini.



Gambar 4. Grafik Pembacaan Sensor *Flowmeter* dengan Gelas Ukur

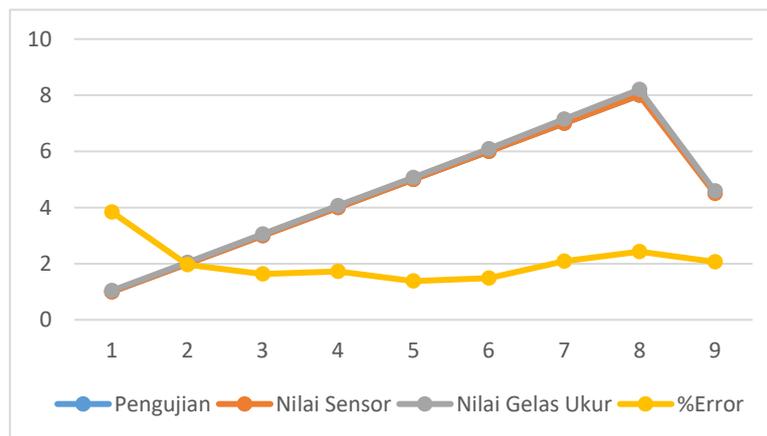
3.2. Kalibrasi Sensor *Flowmeter* 2

Pengujian sensor *flowmeter* 2 bertujuan untuk mengetahui keakuratan pembacaan *flowmeter* pada fluida suatu objek. Metode pengujian yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai yang dikeluarkan oleh *flowmeter* melalui tampilan Outseal studio dengan gelas ukur sebesar 1000mL atau 1 Liter. Data yang didapatkan dalam pengujian dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Pembacaan Volume (L) *Flowmeter 2*

Pengujian	Nilai Sensor	Nilai Gelas Ukur	%Error
1	1	1,04	3,84
2	2	2,04	1,96
3	3	3,05	1,63
4	4	4,07	1,72
5	5	5,07	1,38
6	6	6,09	1,48
7	7	7,15	2,09
8	8	8,2	2,43
Rata-Rata			2,07

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai presentase *error* pada *flowmeter* adalah senilai 2,07%. Sehingga dari data pengujian, modul yang digunakan masih layak untuk dipakai dalam tugas akhir ini.



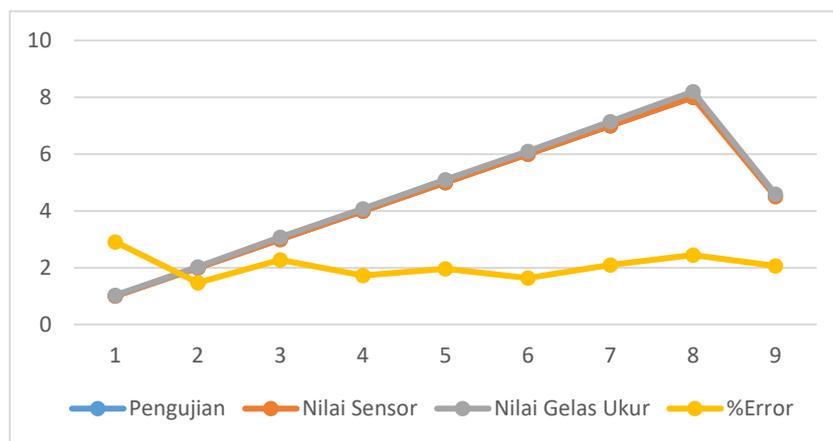
Gambar 5. Grafik Pembacaan Sensor *Flowmeter 2* dengan Gelas Ukur

Pengujian sensor *flowmeter 3* bertujuan untuk mengetahui keakuratan pembacaan *flowmeter* pada fluida suatu objek. Metode pengujian yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai yang dikeluarkan oleh *flowmeter* melalui tampilan Outseal studio dengan gelas ukur sebesar 1000mL atau 1 Liter. Data yang didapatkan dalam pengujian dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Pembacaan Volume (L) *Flowmeter* 3

Pengujian	Nilai Sensor	Nilai Gelas Ukur	%Error
1	1	1,03	2,91
2	2	2,03	1,47
3	3	3,07	2,28
4	4	4,07	1,72
5	5	5,1	1,96
6	6	6,1	1,64
7	7	7,15	2,1
8	8	8,2	2,44
	Rata-Rata		2,06

Berdasarkan data pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai presentase *error* pada *flowmeter* adalah senilai 2,06%. Sehingga dari data pengujian, modul yang digunakan masih layak untuk dipakai dalam tugas akhir ini.



Gambar 6. Grafik Pembacaan Sensor *Flowmeter* 3 dengan Gelas Ukur

3.3. Hasil Pengujian Waktu Pembacaan *Flowmeter* pada Outseal PLC

Pembacaan waktu *flowmeter* untuk mencapai volume tiap per 1000mL atau tiap 1L dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Waktu Mencapai Setpoint Suhu pada Panel Hubung Bagi (PHB)

Nilai Sensor	Waktu
1	1 menit 58 detik
2	3 menit 16 detik
3	5 menit 13 detik
4	7 menit 14 detik
5	9 menit 15 detik
6	11 menit 21 detik
7	13 menit 12 detik
8	15 menit 15 detik

Hasil pengujian pada table 5 menunjukkan rata rata per 1L yang masuk pada *flowmeter* melalui Outseal yaitu selama 1 menit 58 detik.

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian kalibrasi terhadap *input* dan *output*, didapatkan hasil perbandingan pembacaan semua sensor *input* yakni 3 sensor *flowmeter* untuk membaca volume (L) fluida yang masuk dari pompa ke *flowmeter* kemudian datanya diolah oleh Outseal untuk dibaca menghasilkan presentase error secara berurutan yaitu 1,23%; 2,07%; 2,06%. Sedangkan *output* berupa actuator pompa yaitu 0%. Berdasarkan pada Tabel 5, ditunjukkan capaian waktu tiap per liter yang dibaca oleh *flowmeter* yaitu dengan rata-rata 1 menit 58 detik per liternya.

5. Kesimpulan

Nilai volume yang dikeluarkan oleh *flowmeter* dan diolah oleh Outseal dapat diguankan sebagai wadah monitoring bahan bakar serta control pompa. Berdasarkan dari hasil poengujian kalibrasi menunjukkan bahwa sensor *flowmeter* yang digunakan memiliki rata-rata error yaitu 1,23%; 2,07%; dan 2,06%. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sensor *flowmeter* dapat digunakan sebagai monitoring penggunaan bahan bakar pada *Auxiliary Engine* Kapal dengan berbasis Outseal PLC.

Referensi

1. B. Kresna *et al.*, "Prototype Pemantauan Dan Pengendalian Tangki Ballast Proses Loading," 2021.
2. L. D. Siahaan, S. Wunas, and M. Y. Jinca, "Dalam Pengembangan Master Plan Percepatan Dan Perluasan Ekonomi Indonesia," vol. 13, no. 3, pp. 193–200, 2013.
3. Nugraha, Anggara Trisna, Moch Fadhil Ramadhan, and Muhammad Jafar Shiddiq. "DISTRIBUTED PANEL-BASED FIRE ALARM DESIGN." JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science) 5.1 (2022).
4. Nafi, Bambang Wahyudi, and Imam Fachruddin, "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Kapal Niaga Berdasarkan American Society for Testing Materials the Institute of Petroleum (ASTM-IP)," *Din. Bahari*, vol. 1, no. 1, pp. 21–26, 2020, doi: 10.46484/db.v1i1.181.
5. Baharuddin, "Perancangan Simulasi Kontrol Otomatis Distribusi Bahan Bakar Tangki Harian Pada KM. Madani Nusantara," *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 14, no. 1, pp. 61–76, 2016.
6. Zakariz, Naufal Praska, Anggara Trisna Nugraha, and Khongdet Phasinam. "The Effect of Inlet Notch Variations in Pico-hydro Power Plants with Experimental Methods to Obtain Optimal Turbine

- Speed." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 4.1 (2022): 35-41.
7. A. Ardiansyah, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Things*)," *Univ. Islam Indones.*, 2020.
 8. K. Karina, B. Ginting, and A. S. Sanjaya, "Optimasi Pembuatan Marine Diesel Oil (Mdo) Untuk Meningkatkan Profit Kilang Pertamina Ru V Balikpapan Optimization Of Marine Diesel Oil (Mdo) To Improve Pertamina RU V Balikpapan Refinery Profit Marine Diesel Oil (MDO) atau biasa disebut minyak dies," vol. 01, no. 2, pp. 22–29, 2017.
 9. Realdo, Adam Meredita, Anggara Trisna Nugraha, and Shubhrojit Misra. "Design and Development of Electricity Use Management System of Surabaya State Shipping Polytechnic Based on Decision Tree Algorithm." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.4 (2021): 179-184.
 10. Henri, "濟無," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 1, pp. 6–28, 2018.
 11. C. Proposal, T. Akhir, C. Proposal, and T. Akhir, *Marine Auxiliary Engine Alarm Monitoring System Berbasis Outseal Plc Dan Logic Panel Autonics S070*. 2021.
 12. E. Saputra, M. Kabib, and B. S. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Debit Air Pada Pompa Paralel Berbasis Arduino," *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 73–80, 2019, doi:10.24176/crankshaft.v2i1.3089.
 13. Nugraha, Anggara Trisna, et al. "Design of Charger Controller on Wind Energy Power Plant With Arduino Uno Based on Pi Controller." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.4 (2021).
 14. M. I. S. R. Dandun Widhiantoro, *Seminar Nasional Teknik Elektro 2017*, vol. 2, no. November. 2017.
 15. A. Satriadi, Wahyudi, and Y. Christiyono, "Perancangan Home Automation Berbasis Nodemcu," *Transient*, vol. 8, no. 1, pp. 2685–0206, 2019.
 16. Angga, Anggara Trisna Nugraha, Muhammad Jafar Shiddiq, and Moch Fadhil Ramadhan. "Use Ordinary Expressions to Learn How to Extract Code Feedback From the Software Program Upkeep Process." *International Journal of Advances in Data and Information Systems* 2.2 (2021): 105-113.
 17. Handson Technology, "L298N Dual H-Bridge Motor Driver," *Handson Technology*, 2019. .
 18. Badan Standarisasi Nasional, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).