

ISSN XXXX-XXXX

JOURNAL OF YOUNG ELECTRICAL POWER AND ELECTRONICS INSTRUMENTATION



VOL . 3 NO. 2 : NOV 2025



TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS PAMULANG



UNIVERSITAS PAMULANG

TEKNIK ELEKTRO



Journal of Young Electrical Power and Electronics Implementation (YEPEI)

Teknik Elektro – Universitas Pamulang

pISSN xxxx-xxxx | eISSN xxxx-xxxx | Vol. 3, No. 2, Bulan November, Tahun 2025

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik - Universitas Pamulang

Jl. Raya Puspipetek No. 46. Buaran, Setu, Tangerang Selatan – Banten 15310

Telp: 0813-1199-0627; Website: <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JYEP/index>

EDITORIAL BOARD

ADVISORY EDITOR

Ketua Program Studi Teknik Elektro - Universitas Pamulang

Ir. Aripin Triyanto, S.T., M.T.

EDITOR IN CHIEF

Abdurahman

EDITORIAL BOARD MEMBER

Ojak Abdul Rozak

Erik Agustian Yulanda

Angga Septian MN

Joko Tri Susilo

Dwi Anie Gunastuti

Agi Tama

PEER REVIEWER

Muhammad Haekal Habibie

Syaiful Bakhri

Kiswanta

Jan Setiawan

Himma Firdaus

Heranudin

Yoyok Dwi Setyo Pambudi

Makhsun

Dede Sutarya

Seflahir Dinata

Kartika Sekarsari

Gaguk Firasanto

Elfirza Rosiana

ISunardi

Woro Agus Nurtiyanto

Irawati

Okky Supriyadi

MANAGING EDITOR

Aripin Triyanto

The Journal of Young Electrical Power and Electronics Implementation (YEPEI) adalah jurnal ilmiah yang dikelola dan diterbitkan dalam dua edisi per tahun, pada bulan Mei dan November. Ruang lingkup YEPEI meliputi penelitian kontrol dan instrumentasi, otomatisasi industri, mekatronika dan robotika, elektronik dan mikroelektronika, sistem terintegrasi, teknik peralatan biomedis, bahan elektronik, biosensor, sistem tenaga, transmisi daya, jaringan pintar, isolasi dan perlindungan, pembangkit listrik energi baru dan energi terbarukan, konversi energi, manajemen dan konservasi, teknologi informasi dan komunikasi. Silakan baca panduan ini dengan seksama.



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
EDITORIAL BOARD	ii
DAFTAR ISI	iii
Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa pada Mesin Jet Dyeing	128-137
<i>Yudi Aditia Saputra</i>	
Sistem Verifikasi Hasil Rewinding Motor Listrik Tiga Fasa	138-146
<i>Wahyu Arif Abdurrahman Wahyu</i>	
Analisis Distorsi Harmonisa Kualitas Daya Listrik Tiga Fasa Panel Distribusi Menggunakan Power Quality Analyzer di Rumah Sakit X	147-155
<i>Suratal, Edy Sumarno</i>	
Rancang Bangun Kendali Kecepatan Motor Blower Air Handling Unit (AHU) Dengan VSD Schneider ATV12H018M2 dan Sensor Suhu	156-163
<i>Ramli Sudjana</i>	
Perancangan Monitoring Suhu pada Prototipe Evaporator Heat Pipe Desalinasi	164-176
<i>Hendri Fahlefi, Yoyok Dwi Pambudi</i>	
Penerapan Kendali Suhu Air pada Bak Sumber Panas Sistem Desalinasi Air Laut Dengan PID	177-187
<i>Tulus Indriyanto</i>	
Rancang Bangun Sistem Proteksi Over dan Under Voltage Secara Otomatis Menggunakan Modul Deep Sea 4520	188-196
<i>Muhammad Rizqi Nursalam</i>	
Sistem Pengaturan Suhu Air pada Bak Sumber Panas Untuk Desalinasi Air Laut.....	197-204
<i>Budi Rajab Bulan</i>	

The Journal of Young Electrical Power and Electronics Implementation (YEPEI) adalah jurnal ilmiah yang dikelola dan diterbitkan dalam dua edisi per tahun, pada bulan Mei dan November. Ruang lingkup YEPEI meliputi penelitian kontrol dan instrumentasi, otomatisasi industri, mekatronika dan robotika, elektronik dan mikroelektronika, sistem terintegrasi, teknik peralatan biomedis, bahan elektronik, biosensor, sistem tenaga, transmisi daya, jaringan pintar, isolasi dan perlindungan, pembangkit listrik energi baru dan energi terbarukan, konversi energi, manajemen dan konservasi, teknologi informasi dan komunikasi. Silakan baca panduan ini dengan seksama.



Monitoring Sistem Alarm Unit Offshore Menggunakan HMI dan PLC205-216

Chandra Irawan Putra Ciya Suhada

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Budidaya Ikan di Pendowo Depok ..217-228

Farizky Juli Ananda Supardi

Rancang Bangun Sistem Program Kontrol Mesin Filling Menggunakan PLC dan HMI229-240

Agus Maulana

Modifikasi Logic PLC HPU (Hidrolic Power Unit) Sebagai Pengontrolan Butterfly Valve CWP PLTU Banten 3 Lontar Pomu241-251

Gian Wiratmojo, Sari Amalia

The Journal of Young Electrical Power and Electronics Implementation (YEPEI) adalah jurnal ilmiah yang dikelola dan diterbitkan dalam dua edisi per tahun, pada bulan Mei dan November. Ruang lingkup YEPEI meliputi penelitian kontrol dan instrumentasi, otomatisasi industri, mekatronika dan robotika, elektronik dan mikroelektronika, sistem terintegrasi, teknik peralatan biomedis, bahan elektronik, biosensor, sistem tenaga, transmisi daya, jaringan pintar, isolasi dan perlindungan, pembangkit listrik energi baru dan energi terbarukan, konversi energi, manajemen dan konservasi, teknologi informasi dan komunikasi. Silakan baca panduan ini dengan seksama.

Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa pada Mesin Jet Dyeing

Yudi Aditia Saputra¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹yudiaditya452@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 17 Sep 2025
revisi : 1 Okt 2025
diterima : 18 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Perusahaan yang memproduksi benang nylon dengan kapasitas produksi sebesar 12.000 ton per tahun terdiri dari benang polyamid nylon 6, textured, twisted dan micro filament yarn untuk berbagai macam pembuatan kain tenun dan kain rajut yang mesin penggerakannya banyak sekali menggunakan motor induksi. Maka perlu dilakukan analisis efisiensi motor induksi yang dipakai, terutama pada mesin jet dyeing sehingga operasional menjadi efisien. Metode pengukuran voltage compensated ampere ratio mendapatkan hasil nilai pengukuran efisiensi sebesar 92,3%, sehingga motor induksi 3 fasa yang digunakan tergolong ke dalam klasifikasi IE2 kelas atau high efficiency.

Kata Kunci: benang nylon, kain, motor induksi, efisiensi, jet dyeing

ABSTRACT

The company that produces nylon yarn with a production capacity of 12,000 tons per year consists of polyamide nylon 6, textured, twisted, and micro filament yarn for various kinds of weaving fabrics and knitting fabrics, whose drive machines often use induction motors. Therefore, it is necessary to analyze the efficiency of the induction motor used, especially in jet dyeing engines, to improve operational efficiency. The measurement method for the voltage-compensated ampere ratio obtained an efficiency of 92.3%, so the 3-phase induction motor used is classified as IE2 class or high efficiency.

Keywords: nylon yarn, fabric, induction motor, efficiency, jet dyeing

PENDAHULUAN

Perusahaan yang memproduksi benang nylon dengan kapasitas produksi sebesar 12,000 ton per tahun terdiri dari benang polyamid nylon 6, textured, twisted dan micro filament yarn untuk berbagai macam pembuatan kain tenun dan kain rajut. Serta memproduksi kain bahan dengan berbagai warna dasar. pada bagian divisi produksi pewarnaan kain menggunakan motor induksi tiga fasa dengan spesifikasi 50 hp, 37 kw, 4

pole dan frekuensi 50 Hz. Pada pompa sentrifugal yang terintegrasi dengan system mesin rapid (machine jet pump) (Ever Shine Tex, 2025).

Ketika Gedung produksi sedang bekerja untuk menghasilkan proses pewarnaan pada kain, maka pompa dan motor terlebih dahulu bekerja, yang mana pompa sentrifugal akan mendorong kain untuk masuk ke mesin rapid dan pompa sentrifugal akan digerakan oleh motor induksi tiga fasa. Pada dasarnya motor induksi tiga fasa perlu memberikan tegangan tiga fasa selama pengoperasiannya, namun akan terdapat beberapa kendala dalam pengoperasian motor induksi tiga fasa tersebut, salah satunya adalah masalah kestabilan tegangan yang disuplai terhadap motor (Muhammad Iqbal Naufal & Irwanto Irwanto, 2023). Masalah tersebut mempengaruhi performa motor induksi, selama pengoperasiannya motor induksi tiga fasa perlu menjaga kestabilan tegangan dibawah tegangan terukur. Jika diletakkan terlalu lama maka akan berpengaruh pada performa motor, menimbulkan gangguan mekanik dan elektrik, bahkan menurunkan efisiensi motor induksi. Dengan memahami efisiensi motor, kita dapat mempertimbangkan motor induksi yang akan digunakan dan mengetahui apa pengaruhnya terhadap kinerja motor induksi tiga fasa jika menerima tegangan suplai yang tidak stabil.

Motor induksi tiga fasa merupakan bagian paling utama bagi pendustrian yang dipakai untuk alat menggerakkan yang akan digunakan sebagai proses di dalam dunia pendustrian. Motor induksi tiga fasa merupakan komponen yang penting dari berbagai industri dan telah banyak digunakan di mesin-mesin industri sebagai penggerak (Daeny et al., 2022). Hal ini dikarenakan motor induksi tiga fasa memiliki kelebihan dari segi teknis dan segi ekonomis.

Motor induksi yang sudah digunakan pasti akan mengalami penurunan torsi dan efisiensi karena penurunan kemampuan nilai material. Permasalah ini berpengaruh pada kinerja motor induksi. Bila hal itu dibiarkan dalam waktu yang panjang maka akan dapat mengganggu kinerja motor, dapat menimbulkan gangguan mekanis dan elektris, bahkan mengurangi efisiensi kerja motor induksi. Motor induksi 3 fasa merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan prinsip induksi. Motor induksi dibagi menjadi dua berdasarkan jumlah fasanya, yaitu motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa (Dhimas Pratama et al., 2024). Semua jenis motor dan generator listrik mempunyai rotor dan stator, dimana rotor merupakan bagian yang berputar, sedangkan stator merupakan bagian yang diam (statis). Pada dasarnya untuk konstruksi mesin listrik, mesin induksilah yang memiliki konstruksi yang paling sederhana, yang merupakan dasar diciptakannya mesin listrik ekonomis, struktur sederhana dan kokoh (Hamdani & Hasibuan, 2019).

Dikarenakan temuan masalah dilapangan tentang penggunaan motor induksi yang begitu banyak dan besar maka, perlu dilakukan analisis nilai efisiensi motor induksi tiga fasa Pada mesin Jet Dyeing untuk mengetahui pemilihan jenis motor induksi yang digunakan pada mesin sudah sesuai dengan standar IEC (International Electrotechnical Commision) IEC 60034-30-1 sehingga operasional menjadi lebih efisien. Untuk dapat menghitung efisiensi motor induksi terlebih dahulu harus didapatkan parameter dari motor

induksi dengan melakukan beberapa pengujian, diantaranya pengujian tahanan motor, pengujian tanpa beban, pengujian pada saat berbeban, pengujian rotor tahan (SainETIn).

TEORI

Dalam penyusunan penelitian ini penulis diharuskan memiliki wawasan yang luas terkait objek yang di teliti. Tujuan dari studi literature ini adalah mendapatkan wawasan tentang cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber tulisan yang telah dibuat sebelumnya.

Menurut penelitian pada tahun 2023 oleh Tiaradia Ihsan, Alifah Nur Astari dan Teten Hidayat dengan judul “Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Jet Dyeing Menggunakan Pendekatan Critical Path Method di PT XXX” yang membahas tentang tata cara penjadwalan pemeliharaan mesin jet dyeing dengan hasil penelitian perawatan dan pemeliharaan komponen mesin secara rutin menggunakan preventive maintenance dengan pendekatan CPM sangat penting dilakukan untuk mengurangi frekuensi kerusakan dan total lost time yang dapat berdampak pada kerugian produksi akibat kerusakan mesin (Ihsan et al., 2023).

Menurut penelitian pada tahun 2018 oleh Ella Sundari , Eka Satria Martomi, Tri Widagdo dan Soegeng Witjahjo dengan judul Penentuan Karakteristik Mekanik Motor Listrik Induksi Menggunakan Beban Dinamometer Hidrolik yang membahas tentang Permasalahan yang berkaitan dengan pengoperasian motor listrik untuk keperluan rumah tangga dengan hasil data motor listrik induksi dapat dijadikan referensi untuk pengguna motor listrik induksi agar mesin dapat beroperasi secara efisien serta memiliki usia pakai yang lama (Sundari et al., 2018).

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 oleh Vikri Zulmi, Zuriman Anthony, Sepannur Bandri, Arfita Yuana Dewi dan Anggun Anugrah yang melakukan penelitian tentang pengaruh desian 6 fasa 6 medan fluks pada motor induksi 3 fasa terhadap arus dan efisiensi dengan hasil penelitian arus dan efisiensi, motor yang didesain 6 fasa 6 medan fluks 1 lapis kumparan simetris mempunyai tenaga yang lebih kuat di bandingkan motor induksi 3 fasa. Hal ini dikarenakan kerapatan fluks yang digunakan berbeda sehingga meningkatkan efisiensi (Fikri Zulmi et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 oleh Noer Soedjarwanto, Hilmy Fitriawan, Syaiful Alam, Fadil Hamdani dan Mahkuta Prawira yang melakukan penelitian tentang g karakteristik arus stator dan torsi akibat kerusakan bantalan motor induksi pada inner ring dan rolling element yang berpengaruh pada RPM yang dihasilkan dengan kesimpulan hasil penelitian bahwa bearing normal menghasilkan toleransi celah internal yang normal, cacat pada track bagian dalam (inner ring) dan cacat rolling elemen menghasilkan toleransi celah internal yang lebih besar sehingga semakin besar nilai toleransi celah internal yang dihasilkan, maka beban penggunaan pada bearing juga makin besar (Darmawan & Soedjarwanto, 2023).

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2017 oleh Hendrik Prayitno dan Endah Rahmawati tentang membuat dan menguji kit untuk menentukan karakteristik motor DC yaitu pengaruh pembebanan, hubungan torsi terhadap kecepatan, hubungan daya mekanik terhadap kecepatan, dan hubungan efisiensi terhadap kecepatan dengan hasil penelitian hubungan pengaruh pembebanan terhadap kecepatan rotasi, semakin besar beban maka semakin kecil kecepatan rotasi (Prayitno & Rahmawati, 2017).

Berdasarkan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui masih terdapat beberapa perbedaan tentang jenis motor listrik dan kapasitas yang digunakan dalam penelitian. Oleh karena itu penulis metode penelitian yang berbeda yang diharapkan mampu memberikan hasil yang maksimal sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

METODOLOGI

Penyusunan penelitian dengan judul “Analisis efisiensi motor induksi tiga fasa pada mesin Jet Dyeing” menggunakan metode penelitian analisis efisiensi motor voltage compensated ampere ratio. Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai pendukung untuk pengambilan data serta analisa datanya. Adapun alat dan bahan yang digunakan secara lengkap terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan.

No.	Alat dan Bahan	Jumlah	Spesifikasi	Keterangan
1	Laptop	1 set	HP 14S – dk1509AU	Sebagai media untuk penulis dalam menyusun skripsi.
2	Multi tester	1 set	Sanwa CD800a	Untuk mengukur tegangan AC
3	Volt meter	1 set	Sanwa YX360TRF	Untuk mengukur tegangan listrik.
4	Amper meter	1 set	Sanwa DCM660R	Untuk mengukur kekuatan arus listrik.
5	Cos Phi meter	1 set	Power Meter Amc96L-E4	Untuk mengukur faktor daya dalam suatu rangkaian.
6	Motor Induksi 3 Fasa	1 set	TECO 30HP 380V/43.5 A	Sebagai bahan media bagi penulis untuk melakukan analisis

Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan secara langsung menggunakan metode observasi. Data yang diambil seperti motor induksi, name plate motor induksi dan box panel. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi motor induksi yang digunakan 22 kW tiga fasa untuk untuk mengerjakan mesin Jet Dyeing. Name plate motor berisi tentang spesifikasi motor yang digunakan untuk memberikan informasi secara rinci tentang motor.

Daya Motor		Jumlah Kutub (Pole)	Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Frekuensi (HZ)
kW	HP				
22	30	4	380	43,5	60

Pengukuran motor induksi dilakukan untuk mengetahui beberapadata seperti sumber tegangan pada R-S, S-T, T-R, mengukur besaran arus yang mengalir, mengukur faktor daya menggunakan alat seperti volt meter, ampere meter dan cos phi meter.

Efisiensi motor induksi dapat dicari dengan berbagai metode sesuai dengan data yang ada. Secara umum efisiensi motor induksi merupakan hasil dari perbandingan antara daya output yang dapat dihasilkan oleh sebuah motor induksi terhadap daya input yang dibutuhkan oleh motor tersebut.

Pada saat kondisi motor sedang dioperasikan, maka akan sulit untuk mengetahui nilai dari efisiensi motor tersebut. Dengan demikian, efisiensi dapat dihitung dengan metode Voltage Compensated Ampere Ratio. Membandingkan Analisis Dengan IEC 60034-30-1 Membandingkan hasil analisis nilai efisiensi dengan IEC 60034-30-1 dilakukan untuk menghasilkan hasil perbandingan yang sesuai dengan salah satu standar yang ditentukan oleh IEC (International Electrotechnical Commission). menggunakan motor induksi tiga fasa pada mesin Jet Dyeing dengan spesifikasi 30 Hp, 22 kW, 4 pole dan frekuensi 60 Hz.

Nilai efisiensi motor induksi untuk efisiensi standar (IE1) sebesar untuk efisiensi standar (IE1) sebesar 88,9%, nilai efisiensi tinggi (IE2) sebesar 90,3 %, nilai efisiensi premium (IE3) sebesar 91.7 % dan nilai efisiensi super premium sebesar 93 %. Jika hasil analisa perhitungan menunjukkan presentase nilai efisiensi dibawah dari nilai efisiensi standar (IE1), maka motor tersebut dapat dikatakan tidak efisien menurut IEC (International Electrotechnical Commission).

Hasil penelitian adalah hasil akhir yang didapatkan dari pengolahan beragam data hasil pengukuran yang sudah dianalisis. Hasil analisis efisiensi motor induksi lalu dibandingkan dengan standar efisiensi motor induksi tiga fasa dari IEC (International Electrotechnical Commission) atau standar IEC 60034-30-1.

Adapun waktu yang diperlukan dalam penelitian ini sekitar 3 bulan berawal dengan di setuju untuk sidang proposal. yang dimulai dengan penyusunan proposal, sidang proposal, bimbingan skripsi, pengambilan data dan pengolahan data serta Analisa data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini mengambil data pengukuran motor mesin Jet Dyeing yang terpasang dan digunakan. Data yang diambil berupa pengukuran tegangan input maupun output, pengukuran arus dan pengukuran cos phi motor. Hasil dari pengukuran parameter tersebut selanjutnya akan di analisa dan dibandingkan dengan design dari pabrikan melalui data sheet motor maupun name plate pada motor yang selanjutnya di analisa menggunakan standar pada IEC. Pada pengambilan data parameter listrik berupa tegangan tersebut.



Gambar 1. Pengukuran tegangan.

Pengambilan data berupa arus listrik yang digunakan pada motor mesin Jet Dyeing. Pengambilan data arus listrik menggunakan alat ukur tang amper yang merupakan jenis alat ukur besaran listrik berupa amper dengan metode pengukuran non contact.



Gambar 2. Pengukuran arus.

Pengambilan data berupa besaran arus listrik pada input motor mesin Jet Dyeing menggunakan tang amper dilakukan pada masing masing kabel fasa power motor listrik berupa fasa R, fasa S dan fasa T.



Gambar 3. Pengukuran PF.

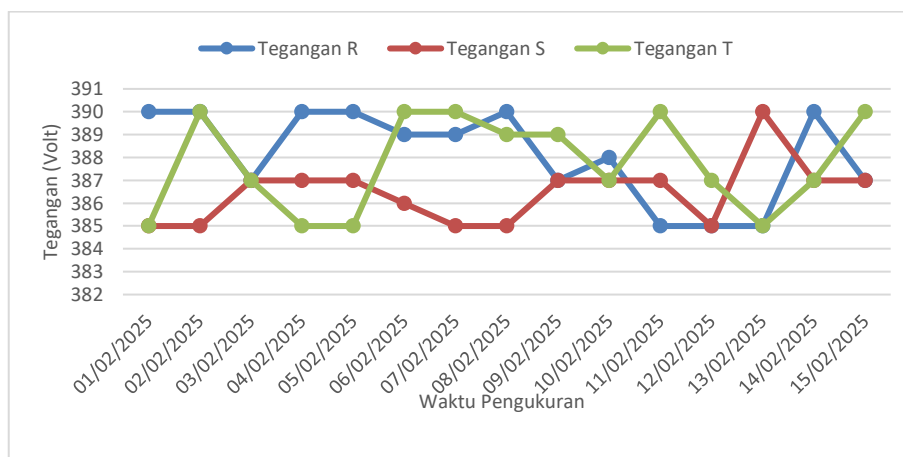
Pada Gambar 3 merupakan pengukuran dan pengambilan data berupa cos phi pada motor yang dilakukan pada masing masing fasa dengan menggunakan alat ukur power meter. Pengambilan data dicatat dan didokumentasikan yang selanjutnya digunakan untuk menganalisa efisiensi pada motor tersebut apakah sesuai dengan standar IEC atau tidak. Hasil observasi dan pengukuran data seperti spesifikasi motor yang digunakan pada mesin Jet Dyeing.

Tabel 3. Hasil pengukuran.

Tegangan (V)				Arus (A)				Cos ϕ
R	S	T	Rata-rata	R	S	T	Rata-rata	
390	385	385	386,7	32	31	32	31,7	0,9
390	385	390	389,0	32	32	31	31,7	0,9
387	387	387	387,0	32	31	31	31,3	0,9
390	387	385	387,3	32	32	32	32,0	0,9

390	387	385	387,0	31	32	32	31,7	0,9
389	386	390	388,0	32	31	31	31,3	0,9
389	385	390	388,0	31	32	31	31,3	0,9
390	385	389	388,7	31	31	32	31,3	0,9
387	387	389	387,7	32	32	31	31,7	0,9
388	387	387	387,3	32	31	31	31,3	0,9
385	387	390	386,7	31	32	31	31,3	0,9
385	385	387	387,3	32	32	32	32,0	0,9
385	390	385	385,7	31	32	32	31,7	0,9
390	387	387	388,0	32	32	32	32,0	0,9
387	387	390	387,3	31	32	32	31,7	0,9

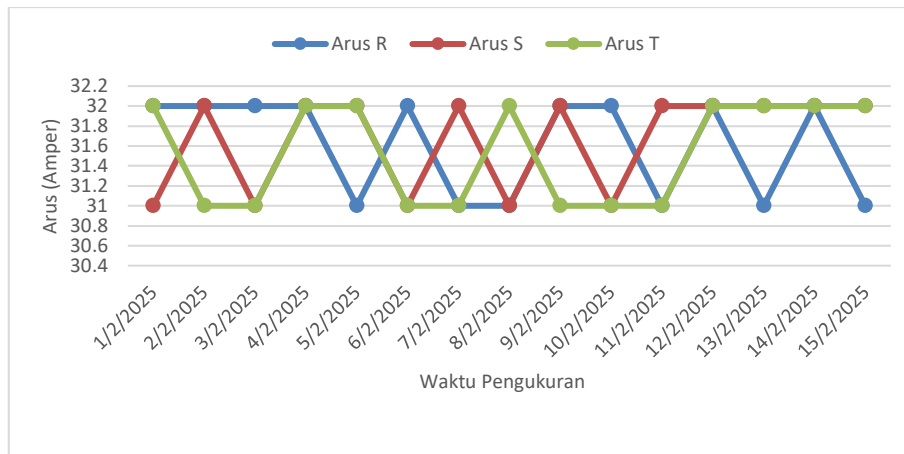
Berdasarkan Tabel 3 maka rata-rata tegangan yang dihasilkan dari pengukuran sebesar 387,4V, hasil rata-rata pengukuran arus sebesar 31,6A dan faktor daya yang dihasilkan sebesar 0,9.



Gambar 4. Grafik perdandingan tegangan terhadap waktu.

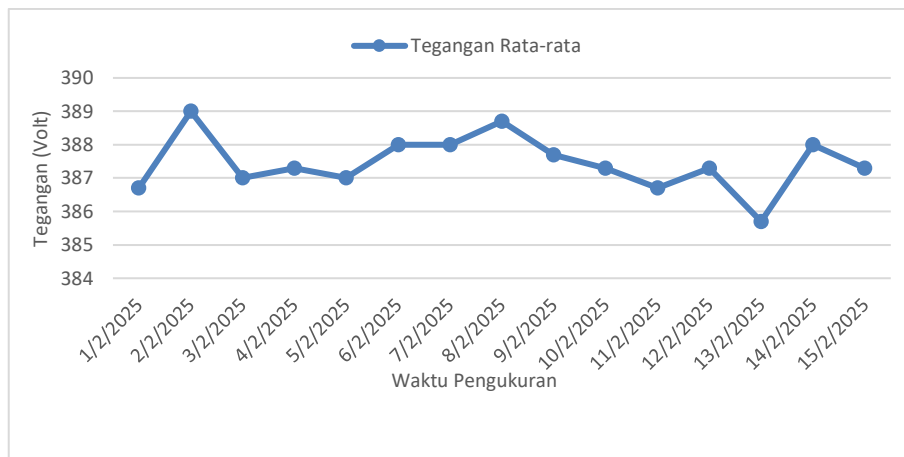
Gambar 4 menunjukkan tegangan R paling rendah sebesar 385V dan paling tinggi sebesar 390V. Tegangan S paling rendah sebesar 385V dan paling tinggi sebesar 390V. Sementara tegangan T paling rendah sebesar 385V dan paling tinggi sebesar 390V.

Berdasarkan pada Gambar 5 arus R paling rendah sebesar 31A pada paling tinggi sebesar 32A. Arus S paling rendah sebesar 31A dan paling tinggi sebesar 32A. Sementara arus T paling rendah sebesar 31A dan paling tinggi sebesar 32 A.

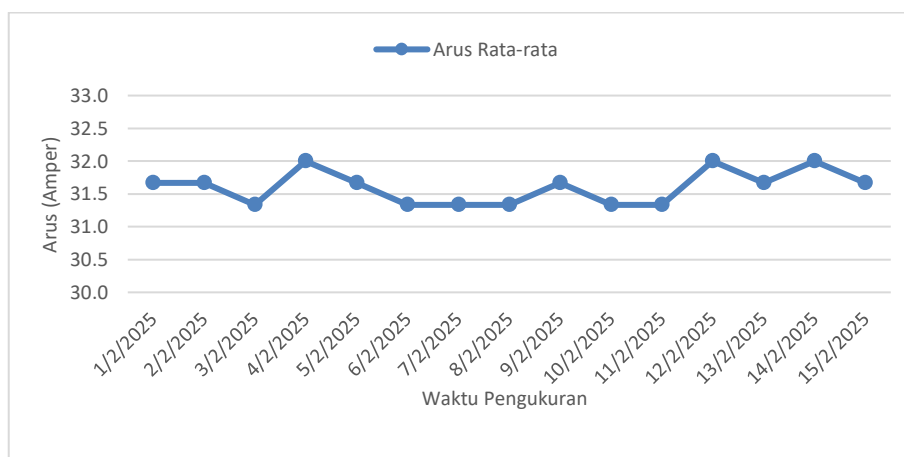


Gambar 5. Grafik perdandingan arus terhadap waktu.

Gambar 6 merupakan hasil rata-rata tegangan hasil pengukuran dengan tegangan paling rendah sebesar 385V dan paling tinggi sebesar 389V.



Gambar 6. Grafik tegangan rata-rata.



Gambar 7. Grafik arus rata-rata.

Tabel 4. Klasifikasi IEC.

Class Type	Class Number	Nilai Efisiensi	Hasil Perhitungan
<i>Standard Efficiency</i>	IE1	90,2% - 91,7%	-
High Efficiency	IE2	91,8% - 93,1%	92,3%
<i>Premium Efficiency</i>	IE3	93,2% - 94,0%	-
<i>Super Premium Efficiency</i>	IE4	94,1% - 100%	-

Berdasarkan Tabel 4 maka IE4 didefinisikan sebagai efisiensi energi paling tinggi, IE3 efisiensi energi tinggi premium, IE2 efisiensi energi tinggi dan IE1 adalah efisiensi standar maka motor induksi tiga fasa yang digunakan pada mesin Jet Dyeing tergolong dalam IE2 Classes atau High efficiency dengan nilai efisiensi sebesar 92,3%.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis motor induksi pada mesin Jet Dyeing PT. Prima Rajuli Sukses, dapat disimpulkan bahwa motor yang digunakan sudah tepat karena memiliki tingkat efisiensi yang baik sesuai dengan standar IEC60034-30-1. Perbandingan yang didapatkan dengan standar IEC 60034-30-1 untuk motor dengan spesifikasi 30 HP, 22 KW, 4 pole, frekuensi 60 Hz adalah minimal sebesar 90,6 % untuk IE2 Clasess. Hasil dari analisis penelitian ini menghasilkan nilai efisiensi sebesar 92,4 %, sehingga motor induksi 3 fasa yang digunakan tergolong kedalam klasifikasi IE2 Clasess atau High efficiency.

DAFTAR PUSTAKA

- Prayitno, H., & Rahmawati, E. (2017). Penentuan Efisiensi Motor Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 06(3), 128–132.
- Putra, R. A., & Irianto, C. G. (2016). Kinerja Motor Induksi Pasca Penggantian Busbar Rotor Aluminium Menjadi Tembaga Untuk Memenuhi Kebutuhan Rating Daya Awal. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 14, 1–18. <http://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/jetri/article/view/817%0Ahttps://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/jetri/article/viewFile/817/721>
- S.G, A. R., Parastiwi, A., & Fathoni, F. (2021). Perbaikan Nilai Faktor Daya Menggunakan Zero Crossing Detector Untuk Switching Kapasitor Bank Pada Usaha Bengkel Las. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 8(2), 22. <https://doi.org/10.33795/elk.v8i2.272>
- Sana, A. W., Novarini, E., Prayudie, U., & Marlina, R. (2015). Studi Penggunaan Mesin Pencelupan Sistem Jet Tipe Soft Flow Untuk Pencelupan Kain Poliester Dan Kain Rayon. *Arena Tekstil*, 30(1), 1–12. <https://doi.org/10.31266/at.v30i1.1943>
- Sitanggang, M., & Siregar, L. (2021). Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Putaran dan Daya Masuk Motor Induksi Tiga Fasa (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi



Listrik FT-UHN). *Jurnal ELPOTECs*, 4(1), 32–37.
<https://doi.org/10.51622/elpotecs.v4i1.449>

Sundari, E., Martomi, E. S., Widagdo, T., & Witjahjo, S. (2018). Penentuan Karakteristik Mekanik Motor Listrik Induksi Menggunakan Beban Dinamometer Hidrolik. *Austenit*, 9(2), 1–8.

Ujang Wiharja, S. W. G. (2022). *Analisa Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Soft Starter Pada Reciprocating Compressor*. 9(1), 356–363.

Wardani, I. K., Dwi Atmaji, F. T., & Alhilman, J. (2021). Pengukuran dan analisa efektivitas mesin pencetak paving menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE). *Journal Industrial Servicess*, 7(1), 125. <https://doi.org/10.36055/jiss.v7i1.12336>

Zulfatri, M. M., Alhilman, J., & Atmaji, F. T. D. (2020). Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Overall Resource Effectiveness (Ore) Pada Mesin PI1250 Di Pt Xzy. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(2), 123. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.2.123-131>

Sistem Verifikasi Hasil *Rewinding* Motor Listrik Tiga Fasa

Wahyu Arif Abdurrahman¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹wahyuarif1748@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 26 Sep 2025
revisi : 1 Okt 2025
diterima : 18 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan suatu sistem verifikasi hasil rewinding motor listrik tiga fasa berbasis Internet of Things (IoT) dengan ESP32 dan sensor PZEM-004T. Bengkel rewinding skala kecil hingga menengah umumnya belum memiliki dokumentasi teknis yang akurat dan transparan, sehingga kualitas hasil perbaikan sulit divalidasi secara objektif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem verifikasi data otomatis yang mengacu pada standar IEC 60034-23:2019, EASA AR100-2020, dan SNI IEC 60034-1:2013. Sistem dirancang untuk melakukan akuisisi data terhadap parameter tegangan, arus, daya aktif, dan frekuensi pada ketiga fasa, kemudian mengirimkan data ke Google Sheets melalui koneksi internet. Data yang terkirim diproses secara otomatis menjadi laporan teknis melalui integrasi Google Apps Script. Hasil pengujian menunjukkan deviasi pengukuran tegangan rata-rata $\pm 0,116\%$ dan deviasi arus 3,03-3,99%, yang masih berada dalam batas toleransi standar IEC 62053-21 untuk alat ukur kelas 2. Sistem mampu menampilkan status kelayakan "OK" atau "Not OK" berdasarkan perbandingan terhadap set point yang telah ditetapkan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dan layanan Cloud efektif meningkatkan akurasi pengukuran, mempercepat proses administrasi, dan transparansi dokumentasi teknis. Sistem ini berkontribusi pada peningkatan mutu layanan, efisiensi operasional, dan kepercayaan pelanggan pada bengkel rewinding.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), Rewinding Motor Listrik, Verifikasi Teknis, ESP32, PZEM-004T.

ABSTRACT

This study designed and implemented a verification system for the results of rewinding a three-phase electric motor based on the Internet of Things (IoT) with ESP32 and PZEM-004T sensors. Small to medium-scale rewinding workshops generally do not have accurate and transparent technical documentation, so the quality of repair results is difficult to validate objectively. This research aims to develop an automated data verification system that refers to IEC 60034-23:2019, EASA AR100-2020, and SNI IEC 60034-1:2013 standards. The system is designed to perform data acquisition on voltage, current, active power, and frequency parameters in all three phases, and then transmit the data to

Google Sheets over an internet connection. The data sent is automatically processed into technical reports through the integration of Google Apps Script. The test results showed an average voltage measurement deviation of $\pm 0.116\%$ and a current deviation of 3.03-3.99%, which is still within the tolerance limits of the IEC 62053-21 standard for class 2 measuring instruments. The system is able to display the eligibility status of "OK" or "Not OK" based on a comparison of the set point that has been set. These findings show that the integration of IoT and Cloud services effectively improves measurement accuracy, speeds up administrative processes, and transparency of technical documentation. This system contributes to improving service quality, operational efficiency, and customer trust in the rewinding workshop.

Keywords: Internet of Things (IoT), Electric Motor Rewinding, Technical Verification, ESP32, PZEM.

PENDAHULUAN

Bengkel rewinding motor listrik tiga fasa berperan penting dalam menjaga performa peralatan industri, khususnya untuk mengembalikan fungsi motor yang mengalami kerusakan (Yulanda et al., 2023). Namun, banyak bengkel skala kecil hingga menengah, termasuk Bengkel Karnindo Teknik, masih mengandalkan pencatatan manual atau bahkan tanpa dokumentasi, sehingga menimbulkan masalah kurangnya kejelasan riwayat servis dan lemahnya kontrol kualitas (Tortorella et al., 2024). Kondisi ini sering menimbulkan klaim sepihak dari pelanggan ketika terjadi kerusakan ulang karena bengkel tidak memiliki bukti teknis yang sah (Ahmed et al., 2023).

Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi melalui otomatisasi pengambilan data kelistrikan secara real-time menggunakan sensor seperti PZEM-004T yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 (Syawali & Meliala, 2023). Selain itu, sistem monitoring IoT dapat dikombinasikan dengan sensor suhu dan vibrasi untuk meningkatkan akurasi diagnosis kondisi motor (Dwi Santoso et al., 2024), sekaligus menjadi dasar pengembangan *predictive maintenance* berbasis analisis cloud (Zheng et al., 2020).

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan mengintegrasikan IoT dan Google Workspace untuk otomatisasi laporan hasil rewinding motor. Data pengukuran dikirim ke Google Sheets dan diproses secara otomatis oleh Google Apps Script menjadi laporan resmi di Google Docs, sehingga meminimalkan kesalahan input, mencegah manipulasi, dan meningkatkan efisiensi dokumentasi (Mahrus Hidayat et al., 2024; Zealita et al., 2025).

TEORI

Penelitian yang dilakukan oleh Usman et al. (2025) mengembangkan sistem monitoring parameter listrik meliputi tegangan, arus, daya, dan energi pada miniatur rumah menggunakan ESP8266 dan sensor PZEM-004T. Sistem tersebut dilengkapi fitur notifikasi

dini ketika parameter berada di luar batas normal, sehingga mampu meningkatkan aspek keselamatan dan keandalan pemantauan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi pengukuran tegangan rata-rata selisih 0,75%, sedangkan deviasi arus mencapai 17,65% namun masih dapat diterima dalam konteks simulasi lingkungan rumah tangga, yang menegaskan efektivitas kombinasi mikrokontroler IoT dan PZEM-004T untuk aplikasi monitoring skala kecil.

Menurut Kautsar et al. (2024), pengembangan sistem monitoring arus, tegangan, serta deteksi kebakaran pada bangunan dapat dilakukan menggunakan ESP8266, PZEM-004T, sensor PIR, dan MQ-2. Sistem yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk tersebut dilengkapi pemutus saklar otomatis saat terjadi arus lebih atau alarm kebakaran, yang menunjukkan bahwa integrasi multi-sensor dan antarmuka aplikasi seluler mampu meningkatkan fungsi proteksi pada sistem monitoring listrik.

Selanjutnya, Sasmita Susanto et al. (2025) mengembangkan prototipe sistem monitoring dan kontrol peralatan listrik rumah tangga berbasis ESP32 yang dikombinasikan dengan sensor PZEM-004T, solid state relay (SSR), serta aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna. Hasil pengujian di lingkungan nyata menunjukkan bahwa akurasi pengukuran parameter kelistrikan berada di bawah 5%, sehingga masih dalam batas yang dapat diterima untuk aplikasi domestik. Selain itu, sistem tersebut tidak hanya berfungsi sebagai perangkat monitoring, tetapi juga memungkinkan pengendalian beban secara jarak jauh untuk mendukung efisiensi energi rumah tangga.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan mikrokontroler berbasis IoT seperti ESP8266 atau ESP32 yang dipadukan dengan sensor PZEM-004T telah terbukti efektif untuk aplikasi monitoring kelistrikan berskala rumah tangga maupun bangunan kecil. Namun, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan sistem monitoring dengan *cloud-based automation* untuk dokumentasi teknis yang standar dan dapat dipertanggungjawabkan.

Pada konteks tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring parameter listrik berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dan tiga unit PZEM-004T yang mampu mengirimkan data secara real-time sekaligus mengotomatisasi pencatatan serta pelaporan melalui Google Sheets dan Google Docs. Proses pengukuran disusun mengacu pada SNI IEC 60034-1:2013, IEC 60034-23, dan EASA AR100-2020 untuk memastikan validitas teknis hasil pengukuran. Pendekatan ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dengan layanan cloud tidak hanya menghasilkan sistem monitoring yang efisien, tetapi juga menyediakan dokumentasi hasil pengukuran yang sesuai standar industri dan kebutuhan akademik.

METODOLOGI

Penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dalam sistem monitoring berbasis IoT telah banyak diterapkan karena kemampuannya dalam memproses data sensor, konektivitas Wi-Fi, serta dukungannya terhadap berbagai protokol komunikasi digital (Suryawan & Raharja, 2023). Mikrokontroler ini memungkinkan pengambilan data

multi-sensor secara simultan sehingga cocok digunakan dalam sistem pemantauan parameter listrik pada lingkungan industri maupun rumah tangga.

Sensor PZEM-004T secara luas digunakan untuk membaca parameter analisis daya seperti tegangan, arus, daya aktif, faktor daya, dan frekuensi, karena akurasi yang memadai serta kemampuannya berkomunikasi melalui protokol UART (Santoso et al., 2024). Komunikasi UART memberikan keandalan tinggi pada proses pertukaran data antara mikrokontroler dan modul sensor karena mekanisme komunikasi serial yang sederhana namun stabil (Winata & Prabowo, 2022). Dalam implementasi multi-sensor, pemisahan jalur RX dan TX untuk tiap modul diperlukan untuk menghindari tabrakan data (*data collision*) yang dapat mempengaruhi akurasi pembacaan (Kurniawan, 2024).

Integrasi sistem IoT dengan layanan cloud semakin berkembang, khususnya melalui penggunaan Google Sheets sebagai media penyimpanan data real-time yang mudah diakses serta Google Apps Script untuk otomatisasi pemrosesan data menjadi laporan teknis (Wijaya & Fadillah, 2023). Pendekatan ini dianggap efektif karena mampu mengurangi kesalahan input manual serta meningkatkan keandalan dokumentasi digital dalam kegiatan industrial maupun akademik.

Untuk memastikan hasil verifikasi yang sesuai standar, perbandingan parameter kelistrikan dengan nilai set point mengacu pada standar internasional IEC 60034-23:2019, EASA AR100-2020, dan SNI IEC 60034-1:2013 yang menjadi pedoman utama dalam evaluasi performa motor listrik (Bureau of Indian Standards, 2020). Tampilan hasil verifikasi melalui LCD I2C 16x2 umum digunakan karena konsumsi daya yang rendah serta kemampuan menampilkan informasi dengan jelas pada perangkat monitoring lapangan (Harsono et al., 2022).

Dengan demikian, teori-teori tersebut mendukung pengembangan sistem monitoring dan verifikasi parameter listrik berbasis IoT yang terintegrasi secara otomatis dan sesuai standar industri modern.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem verifikasi hasil rewinding motor listrik dilakukan di PT. Duta Karnindo Teknik pada Juli 2025 menggunakan perangkat ESP32 dan tiga sensor PZEM-004T yang masing-masing dipasang pada fasa R, S, dan T. Sistem ini dirancang untuk mengirimkan data parameter listrik secara otomatis ke Google Sheets melalui koneksi internet, sehingga proses dokumentasi dapat berlangsung tanpa intervensi manual sebagaimana direkomendasikan oleh pendekatan otomasi berbasis cloud. Status verifikasi motor ditentukan berdasarkan deviasi maksimum $\pm 10\%$ terhadap nilai set point yang berasal dari name plate motor, mengacu pada praktik evaluasi performa motor listrik menurut standar IEC 60034 dan EASA AR100. Sampel pengujian berupa dua motor blower berkapasitas 0,5 HP, yaitu Motor A yang memiliki name plate dan Motor B yang dianggap identik secara spesifikasi.

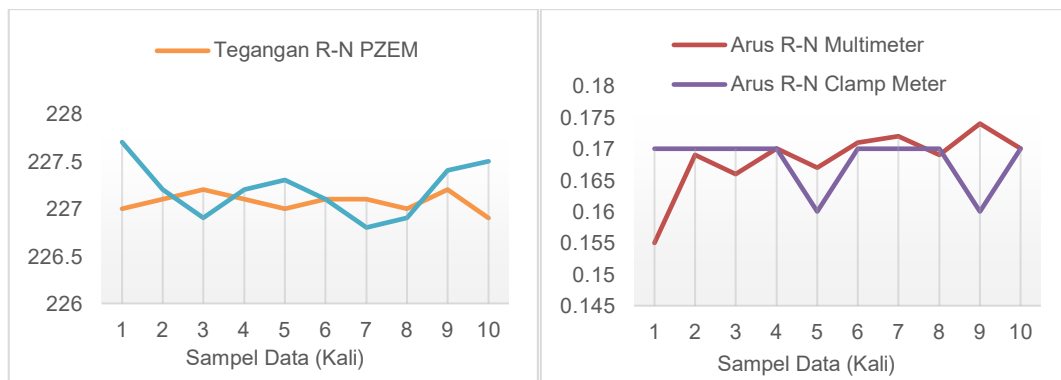
Uji akurasi sensor PZEM-004T dilakukan dengan metode *comparison test* menggunakan multimeter Sanwa CD800a yang sudah melalui proses kalibrasi standar laboratorium. Penggunaan metode perbandingan ini lazim digunakan dalam validasi sensor monitoring energi sebagaimana dijelaskan oleh Santoso et al. (2024). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata error pembacaan tegangan hanya sebesar 0,116%, yang berada jauh di bawah batas toleransi $\pm 0,5\%$ berdasarkan standar IEC 61557-12 dan IEC 62053 untuk perangkat ukur kelas monitoring. Temuan ini memperkuat bahwa PZEM-004T mampu memberikan ketelitian tinggi pada pembacaan tegangan, sejalan dengan laporan akurasi pada penelitian serupa yang memanfaatkan sensor yang sama.

Sementara itu, error pembacaan arus berada pada rentang 3,03% hingga 3,99%. Nilai ini masih dapat diterima karena sesuai dengan batas toleransi $\pm 5\%$ untuk aplikasi monitoring non-komersial yang tidak digunakan sebagai dasar penagihan energi, sebagaimana dijelaskan oleh Winata & Prabowo (2022). Meski error arus lebih tinggi dibanding pengukuran tegangan, tingkat deviasi tersebut tetap dianggap stabil dan operasional untuk sistem monitoring industri skala kecil dan menengah. Hal ini juga konsisten dengan temuan Kautsar et al. (2024) yang menyatakan bahwa PZEM-004T tetap layak digunakan meskipun terdapat variasi deviasi pada parameter arus.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki performa yang memadai untuk implementasi monitoring energi dalam sistem verifikasi hasil rewinding. Integrasi antara ESP32, sensor PZEM-004T, serta otomasi dokumentasi berbasis Google Workspace terbukti mampu menghasilkan sistem yang akurat, stabil, dan efisien dalam mendukung transparansi proses servis motor listrik. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa teknologi IoT dapat digunakan sebagai instrumen yang andal dalam proses evaluasi kinerja motor listrik pasca-rewinding.

Tabel 1. Perbandingan pengukuran tegangan multimeter dan PZEM.

Sampel	Multimeter	Tegangan (V)		
		PZEM	Selisih	Error (%)
1	227,0	227,7	0,7	0,31
2	227,1	227,2	0,1	0,04
3	227,2	226,9	0,3	0,13
4	227,1	227,2	0,1	0,04
5	227,0	227,3	0,3	0,13
6	227,1	227,1	0,0	0,00
7	227,1	226,8	0,3	0,13
8	227,0	226,9	0,1	0,04
9	227,2	227,4	0,2	0,08
10	226,9	227,5	0,6	0,26
Rata - rata				0,116



Gambar 1. Grafik perbandingan hasil pengukuran tegangan dan arus.

Hasil verifikasi sistem menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan mampu melakukan pembacaan parameter kelistrikan secara real-time dan membandingkannya dengan nilai set point standar operasional motor listrik. Parameter acuan yang digunakan adalah tegangan nominal 380V (line) atau 220V (phase-neutral), arus nominal 0,95A, frekuensi 50Hz, dan estimasi daya keluaran sebesar 0,37kW sesuai kapasitas motor blower 0,5HP. Sistem kemudian memberikan keluaran berupa status “OK” atau “Not OK” melalui tampilan LCD I2C maupun dashboard Google Sheets, sehingga memudahkan teknisi dalam melakukan evaluasi kondisi motor pasca rewinding. Secara umum, hasil pengujian memperlihatkan bahwa sebagian besar parameter berada pada kategori “OK”, dengan sedikit deviasi pada arus yang disebabkan kondisi beban saat pengujian.



Gambar 2. Hasil verifikasi.

Pada pengujian Motor A, tegangan terukur berada pada rentang 227,3-228,7 V untuk setiap fasa. Nilai ini masih berada dalam batas toleransi $\pm 10\%$ sebagaimana ditetapkan dalam SNI IEC 60034-1:2013, sehingga menunjukkan kestabilan suplai tegangan pada motor. Arus terukur pada ketiga fasa berkisar antara 0,77-0,88 A, mendekati nilai arus nominal 0,95 A. Perbedaan kecil ini dapat disebabkan oleh karakteristik motor yang diuji

tanpa beban penuh. Daya aktif yang terbaca adalah 90-96W per fasa atau total sekitar 278W dengan keseimbangan antar fasa yang baik. Frekuensi suplai juga menunjukkan kestabilan pada rentang 49,9-50Hz. Konsistensi parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa Motor A setelah proses rewinding layak untuk dioperasikan sesuai standar industri dan tidak menunjukkan indikasi kerusakan internal.

Hasil pengujian Motor B juga menunjukkan pola performa yang serupa. Tegangan pada ketiga fasa berada pada rentang 226,6-228,7V dan relatif simetris, sesuai dengan batas toleransi standar internasional. Arus terukur berkisar 0,77-0,88A dan menunjukkan keseragaman antar fasa. Konsumsi daya aktif juga stabil pada nilai 90-96W per fasa, sedangkan frekuensi tetap berada pada kisaran 49,9-50Hz. Dengan demikian, Motor B dinyatakan memenuhi kriteria verifikasi teknis pasca proses rewinding dan dapat dioperasikan secara aman.

Secara keseluruhan, hasil uji membuktikan bahwa sistem verifikasi berbasis ESP32 dan PZEM-004T mampu melakukan monitoring parameter kelistrikan dengan akurasi yang memadai untuk kebutuhan inspeksi teknis bengkel rewinding. Semua parameter yang diuji pada kedua motor berada dalam batas kelayakan yang ditetapkan oleh standar internasional seperti EASA AR100-2020, IEC 60034-23:2019, serta SNI IEC 60034-1:2013. Sistem penilaian otomatis “OK/Not OK” terbukti meningkatkan efisiensi proses verifikasi sekaligus memberikan dokumentasi digital terstruktur yang penting untuk audit kualitas dan pelacakan riwayat perawatan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam proses verifikasi motor rewinding dapat menjadi solusi efektif bagi bengkel kecil hingga menengah untuk meningkatkan akurasi, akuntabilitas, dan kualitas layanan teknis secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem verifikasi hasil rewinding motor listrik berbasis ESP32, sensor PZEM-004T, dan integrasi Google Workspace mampu menyediakan proses evaluasi teknis yang lebih akurat, efisien, dan terdokumentasi dengan baik. Hasil pengujian pada dua sampel motor blower 0,5 HP menunjukkan bahwa seluruh parameter utama tegangan, arus, daya aktif, dan frekuensi berada dalam rentang toleransi yang ditetapkan oleh SNI IEC 60034-1:2013, IEC 60034-23:2019, dan EASA AR100-2020, sehingga motor hasil rewinding dinyatakan layak untuk dioperasikan. Sensor PZEM-004T terbukti memiliki tingkat akurasi yang memadai untuk kegiatan monitoring non-komersial, dengan error tegangan di bawah 0,2% dan error arus masih dalam batas toleransi $\pm 5\%$. Sistem ini juga berhasil mengirimkan data secara real-time ke Google Sheets dan menghasilkan laporan otomatis melalui Google Docs, yang secara signifikan mengurangi potensi kesalahan pencatatan dan meningkatkan akuntabilitas proses verifikasi. Secara keseluruhan, integrasi IoT dalam prosedur verifikasi rewinding motor memberikan peningkatan signifikan terhadap kualitas kontrol, transparansi teknis, serta kemudahan pelacakan riwayat servis. Sistem ini dapat menjadi solusi yang aplikatif dan *scalable* bagi bengkel skala kecil hingga menengah yang ingin meningkatkan standar operasional tanpa investasi perangkat mahal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pamulang, khususnya Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, Bapak Ojak Abdul Rozak, S.T., M.T., serta dosen penguji, Bapak Ir. Ariyawan Sunardi, S.Si., M.T., M.Si dan Bapak Luki Utomo, S.T., M.T., yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan berharga selama proses penyusunan penelitian ini. Tidak lupa, penulis juga berterima kasih kepada pihak bengkel PT. Duta Karnindo Teknik yang telah menyediakan fasilitas dan sarana pengujian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, U., Carpitella, S., Certa, A., & Izquierdo, J. (2023). A Feasible Framework for Maintenance Digitalization. Processes, 11(2). <https://doi.org/10.3390/pr11020558>
- Dwi Santoso, A., Eka Mahendra, D., & Dirhamsyah, D. (2024). Temperature and Vibration Monitoring System on Electric Motors From Wireless Remote Control Using Blynk App. SAINSTECH NUSANTARA, 1(1), 21-29. <https://doi.org/10.71225/jstn.v1i1.40>
- Kautsar, M., Zalasena, R., & Paramytha, N. (2024). Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis IoT. Zetroem, 06(02), 85. <https://doi.org/10.36526/ztr.v6i2.3627>
- M Mahrus Hidayat, Agus Dwi Santoso, & Maulidiah Rahmawati. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Google Spreadsheet Untuk Nelayan Di Wilayah Pesisir Pantai. Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika, 3(2), 11-27. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i2.3748>
- Sasmita Susanto, E., Bulan, S., & Dinola. (2025). Perancangan prototype alat monitoring dan kontrol peralatan listrik berbasis internet of things (IoT) pada rumah tangga menggunakan sensor Pzem-004T The design of a prototype monitoring and control device for household electrical appliances based on the internet of things (IoT) using Pzem-004T sensor. Jurnal SimanteC, 13(2), 91.
- Syawali, R., & Meliala, S. (2023). IoT-Based Three-Phase Induction Motor Monitoring System. Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering, 3(1), 12. <https://doi.org/10.29103/jreece.v3i1.9811>
- Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Tlapa Mendoza, D., Moyano-Fuentes, J., Gaiardelli, P., Seyedghorban, Z., Vassolo, R., Cawley Vergara, A. F. M., Sunder M, V., Sreedharan, V. R., Sena, S. A., Forstner, F. F., & Macias de Anda, E. (2024). Digitalization of maintenance: exploratory study on the adoption of Industry 4.0 technologies and total productive maintenance practices. Production Planning and Control, 35(4), 352-372. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2083996>
- Usman, D., Hadisantoso, F. S., Hasanah, N. K., Azferi, & Darwin, M. R. P. (2025). Implementasi Sistem Monitoring Tegangan, Arus, Daya dan Energi Untuk Miniatur Rumah Berbasis IoT 1. Jurnal RAMATEKNO, 5(1), 19-27.
- Yulanda, E. A., Dinata, S., Susilo, J. T., & Setiawan, W. (2023). Analisis Pergeseran Phase Motor Induksi 3 Phase Hasil Rewinding Dengan Pemodelan Finite Element. EPIC



Journal of Electrical Power Instrumentation and Control, 6(2), 142.
<https://doi.org/10.32493/epic.v6i2.36368>

Zealita, Z., Prasetya, V., Studi Teknik Listrik, P., Negeri Cilacap, P., & Soetomo No, J. (2025). Monitoring Konsumsi Daya Listrik Menggunakan Google Spreadsheet. 16(01). <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v16i1.2523>

Zheng, H., Paiva, A. R., & Gurciullo, C. S. (2020). Advancing from Predictive Maintenance to Intelligent Maintenance with AI and IoT. <https://doi.org/xxxxx/yyyyy>

Analisis Distorsi Harmonisa Kualitas Daya Listrik Tiga Fasa Panel Distribusi Menggunakan Power Quality Analyzer di Rumah Sakit X

Suratal¹, Edy Sumarno²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspittek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹suratal52@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 28 Sep 2025
revisi : 1 Okt 2025
diterima : 18 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Kualitas daya listrik merupakan elemen penting dalam menjamin kontinuitas dan efisiensi operasional sistem tenaga, terlebih di lingkungan yang sangat bergantung pada kestabilan pasokan listrik seperti rumah sakit. Masalah umum yang sering terjadi adalah distorsi harmonik pada sistem tiga fasa dan tingginya distorsi harmonik, yang dapat menyebabkan rugi – rugi daya, penurunan efisiensi, pemanasan berlebih, serta gangguan terhadap kinerja peralatan medis yang sensitif. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit X dengan tujuan untuk menganalisis kualitas daya listrik pada panel distribusi tiga fasa menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer HIOKI PW-3198. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, observasi, dan pengukuran langsung berdasarkan standar internasional seperti IEEE 519-2014, IEEE 1159-2019, PUIL 2011, dan IEC 61000. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa meskipun tegangan dan frekuensi masih dalam batas toleransi, ditemukan nilai THD arus yang sangat tinggi rata – rata sebesar 57,02%, yang melebihi ambang batas standar. Ketidakseimbangan arus tercatat 3,80% dan tegangan sebesar 0,51%. Kondisi ini mengindikasikan dominasi beban non-linier yang berpotensi menimbulkan gangguan jangka panjang. Penelitian menyimpulkan bahwa diperlukan tindakan korektif seperti penyeimbangan beban dan pemasangan filter harmonik untuk meningkatkan efisiensi serta keandalan sistem distribusi di rumah sakit.

Kata kunci: kualitas daya listrik; Power Quality Analyzer; harmonisa; rumah sakit

ABSTRACT

Power quality is a crucial element in ensuring the continuity and operational efficiency of power systems, especially in environments that are highly dependent on a stable power supply, such as hospitals. A common problem is harmonic distortion in three-phase systems, and high levels of harmonic distortion can cause power losses, reduced efficiency, overheating, and disruption to the performance of sensitive medical equipment. This study was conducted at Hospital X with the aim of analyzing power

quality in three-phase distribution panels using a HIOKI PW-3198 Power Quality Analyzer. The methods used included literature studies, observations, and direct measurements based on international standards such as IEEE 519-2014, IEEE 1159-2019, PUIL 2011, and IEC 61000. The measurement results showed that although the voltage and frequency were within tolerance limits, a very high current THD value of 57.02% was found on average, exceeding the standard threshold. Current imbalance was recorded at 3.80% and voltage imbalance at 0.51%. This condition indicates the dominance of non-linear loads, which have the potential to cause long-term disruptions. The study concluded that corrective actions such as load balancing and the installation of harmonic filters are necessary to improve the efficiency and reliability of the distribution system in the hospital.

Keywords: power quality; Power Quality Analyzer; harmonics; hospital.

PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan vital dalam kehidupan modern. Hampir seluruh aktivitas manusia, baik di sektor industri, rumah tangga, komersial, maupun sosial, sangat bergantung pada pasokan energi listrik yang stabil dan berkualitas. Salah satu sektor yang paling kritis terhadap gangguan kelistrikan adalah rumah sakit, karena kelancaran operasional fasilitas kesehatan ini menyangkut keselamatan pasien. Keandalan sistem tenaga listrik di rumah sakit menjadi syarat mutlak agar peralatan medis dapat bekerja secara optimal tanpa gangguan.

Permasalahan kualitas daya listrik semakin menonjol seiring meningkatnya penggunaan peralatan berbasis elektronika daya seperti komputer, inverter, UPS (*Uninterruptible Power Supply*), serta peralatan medis modern. Peralatan-peralatan ini digolongkan sebagai beban non-linear, yang secara langsung dapat menimbulkan distorsi harmonisa pada sistem distribusi tenaga listrik. Harmonisa mengakibatkan bentuk gelombang arus dan tegangan menyimpang dari bentuk sinusoidal murni, sehingga menurunkan efisiensi sistem, meningkatkan rugi daya, dan bahkan mempercepat kerusakan peralatan.

Menurut Bollen (2000), permasalahan kualitas daya mencakup harmonisa, ketidakseimbangan, sag, swell, hingga flicker, yang apabila terjadi secara berulang dapat menurunkan kinerja sistem kelistrikan secara signifikan. Di sisi lain, Arrillaga dan Watson (2003) menekankan bahwa harmonisa merupakan salah satu bentuk gangguan kualitas daya yang paling merugikan karena dapat menimbulkan overheating, rugi-rugi energi, hingga kegagalan sistem. Oleh karena itu, pemantauan kualitas daya dengan standar internasional seperti IEEE 519-2014 sangat penting dilakukan.

Dalam konteks rumah sakit, distorsi harmonisa memiliki dampak yang lebih serius. Selain mempengaruhi efisiensi distribusi tenaga, harmonisa juga berpotensi mengganggu kinerja alat-alat kesehatan yang sensitif seperti MRI, CT-Scan, ventilator, maupun sistem monitoring pasien. Jika gangguan ini terjadi, maka risiko keselamatan pasien akan meningkat. Karena itu, pengendalian harmonisa menjadi prioritas dalam manajemen energi di rumah sakit.

Seiring berkembangnya teknologi, metode pengukuran kualitas daya semakin canggih. Salah satunya adalah penggunaan Power Quality Analyzer (PQA) yang mampu merekam data parameter kualitas daya seperti tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, serta harmonisa secara real-time. Hasil analisis dari PQA dapat dibandingkan dengan standar internasional sehingga diketahui kondisi riil sistem distribusi dan langkah mitigasi yang diperlukan.

TEORI

Kualitas daya listrik ditentukan oleh stabilitas tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, serta rendahnya distorsi harmonisa. Total Harmonic Distortion (THD) adalah parameter utama untuk mengukur besarnya harmonisa pada sistem tenaga. Menurut IEEE 519-2014, batas THD arus maksimum adalah 5%. Nilai THD yang tinggi dapat menyebabkan rugi-rugi daya dan mempercepat kerusakan peralatan.

Menurut Arrillaga dan Watson (2003), kualitas daya didefinisikan sebagai tingkat kesesuaian tegangan, arus, dan frekuensi dengan standar yang ditetapkan untuk menjamin keandalan operasi peralatan listrik.

Bollen (2000) menyatakan bahwa permasalahan kualitas daya listrik dapat berupa harmonisa, flicker, sag, swell, hingga ketidakseimbangan fasa yang dapat menurunkan kinerja sistem tenaga.

Hingorani dan Gyugyi (2000) menjelaskan bahwa harmonisa merupakan fenomena distorsi gelombang sinusoidal murni akibat keberadaan peralatan non-linear, yang jika tidak dikendalikan dapat mengurangi efisiensi sistem dan mempercepat kerusakan peralatan.

Sementara itu, IEEE Std 519-2014 memberikan batasan nilai THD, di mana tegangan harus berada di bawah 5% dan arus juga maksimal 5% untuk menjaga sistem tetap efisien dan andal.

Berdasarkan teori para ahli, dapat disimpulkan bahwa menjaga kualitas daya listrik pada level harmonisa rendah sangat penting, terutama di rumah sakit yang menggunakan banyak peralatan elektronik sensitif.

Ketidakseimbangan beban pada sistem tiga fasa juga berdampak pada kenaikan arus netral, rugi daya, serta penurunan umur peralatan. Oleh karena itu, penting untuk memantau distribusi daya dan mengendalikan harmonisa melalui filter aktif maupun pasif.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di panel distribusi Rumah Sakit X dengan tahapan sebagai berikut: Studi Literatur: Mengkaji teori dan penelitian terdahulu terkait kualitas daya dan harmonisa. Observasi Lapangan: Mengidentifikasi kondisi sistem distribusi dan titik pengukuran. Pengukuran: Menggunakan Power Quality Analyzer HIOKI PW-3198 selama 18 jam untuk merekam parameter tegangan, arus, frekuensi, THD, daya aktif, daya reaktif, daya semu, unbalance tegangan, dan arus. Analisis Data: Membandingkan hasil pengukuran dengan standar IEEE 519-2014, IEEE 1159-2019, PUIL 2011, dan IEC 61000.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Proses pengukuran sistem tiga fasa.

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan tiga fasa.

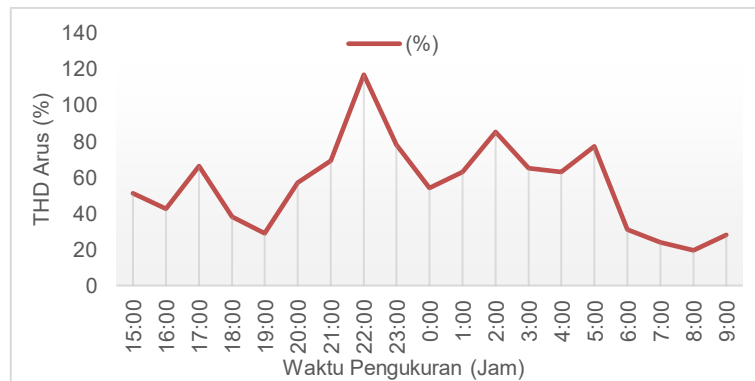
Fasa	Tegangan Rata-Rata (V)	Deviasi (%)
R	229,5	0,4
S	230,1	0,3
T	231,0	0,2
Unbalance	-	0,51

Tabel 2. Hasil pengukuran arus tiga fasa.

Fasa	Arus Rata-Rata (A)	Deviasi (%)
R	118,0	3,6
S	122,0	2,9
T	119,5	3,0
Unbalance	-	3,80

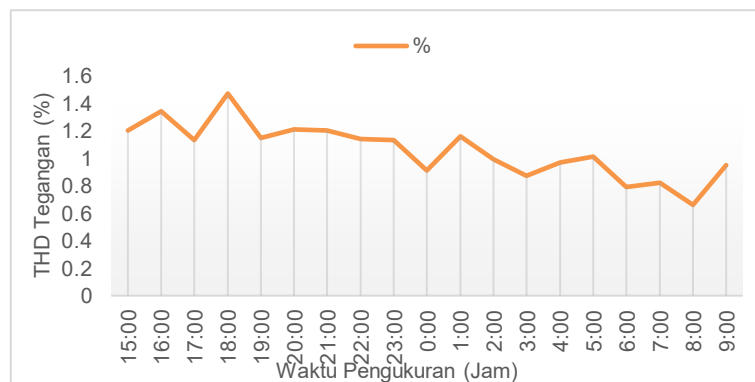
Tabel 3. Nilai THD arus dan tegangan.

Parameter	Nilai (%)	Batas Standar (%)	Keterangan
THD Tegangan	2,1	≤ 5	Sesuai
THD Arus	57,02	≥ 5	Tidak Sesuai



Gambar 2. Grafik THD arus per fasa.

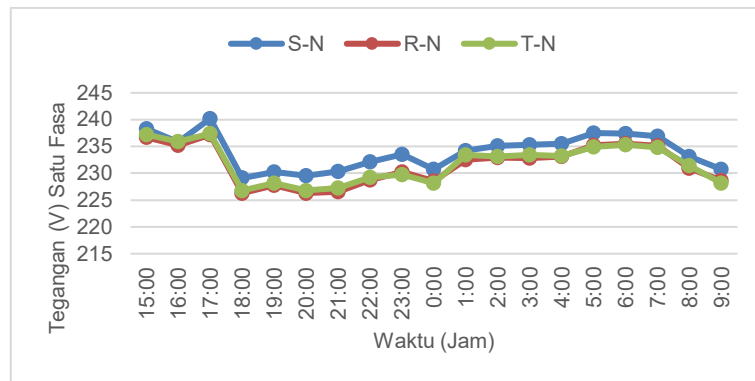
Gambar 2 menunjukkan grafik batang yang menampilkan THD arus pada fasa R, S, T; rata-rata 57,02%.



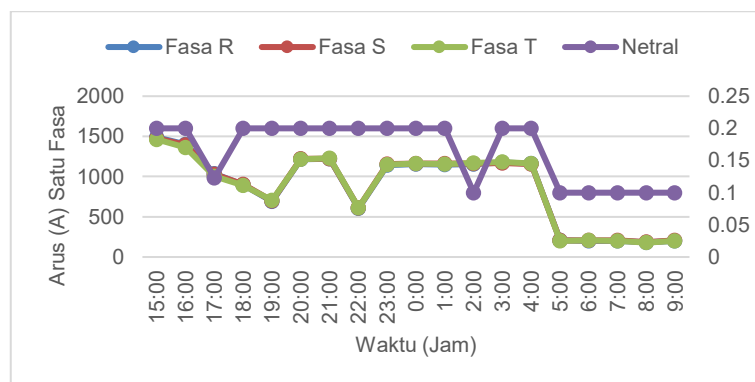
Gambar 3. Grafik tegangan tiga fasa.

Gambar 2 menunjukkan grafik batang yang kestabilan tegangan antar fasa dengan deviasi rendah.

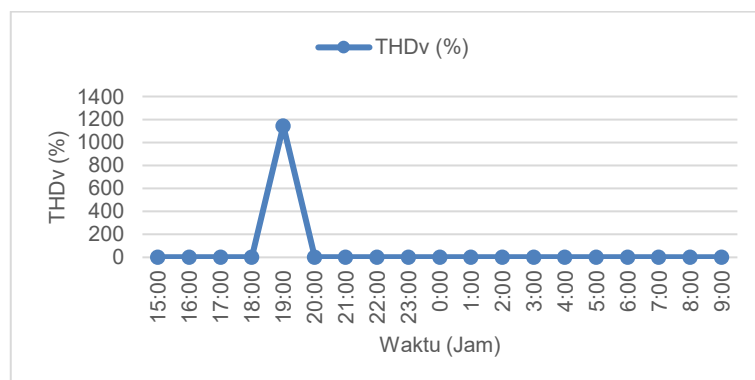
Pembahasan: Tegangan sistem berada dalam batas standar dengan unbalance hanya 0,51%. Frekuensi terukur stabil pada kisaran 50Hz \pm 0,1Hz. Nilai THD arus rata-rata tercatat 57,02%, jauh melebihi batas 5% yang ditetapkan oleh IEEE 519-2014. Ketidakseimbangan arus tercatat sebesar 3,80%. Faktor daya berada pada kisaran 0,85-0,90 yang masih dapat diterima namun menunjukkan adanya potensi peningkatan efisiensi. Solusi teknis: Penyeimbangan beban antar fasa. Pemasangan filter harmonik pasif atau aktif. Pengendalian beban non-linear secara bertahap untuk mengurangi distorsi.



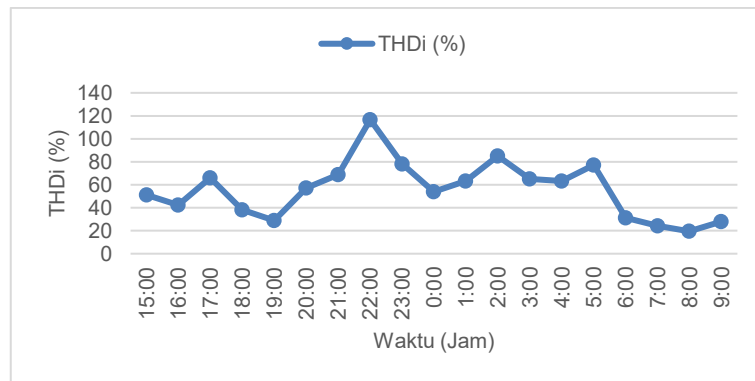
Gambar 4. Pengukuran tegangan 1 fasa per-jam.



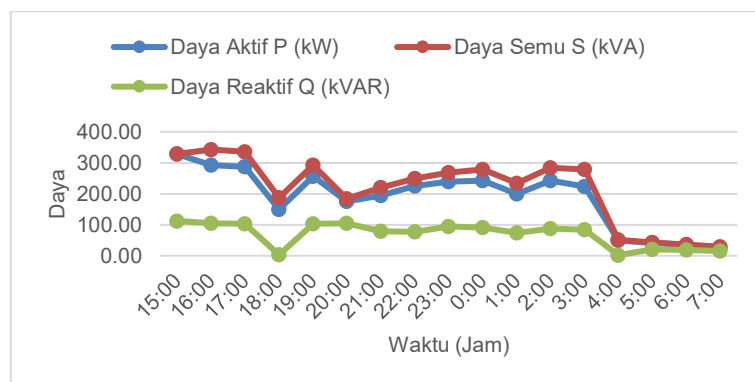
Gambar 5. Pengukuran arus tiap fasa per-jam.



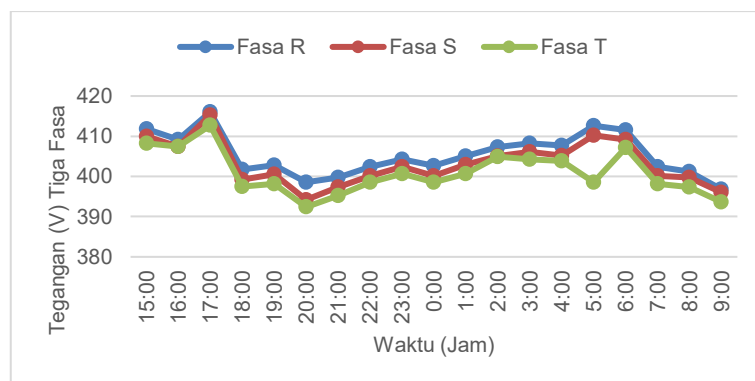
Gambar 6. Pengukuran THDv per-jam.



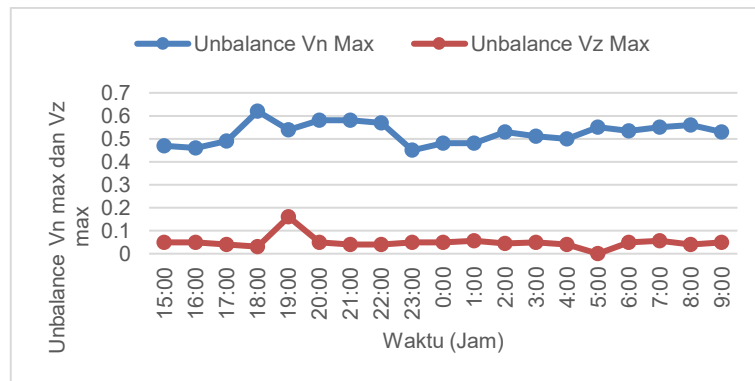
Gambar 7. Pengukuran THDi per-jam.



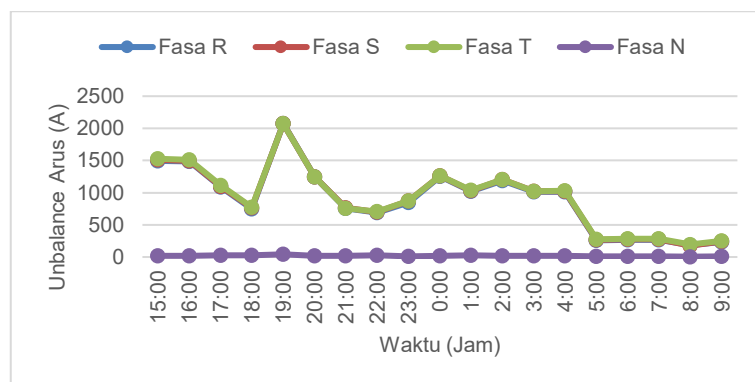
Gambar 8. Pengukuran daya per-jam.



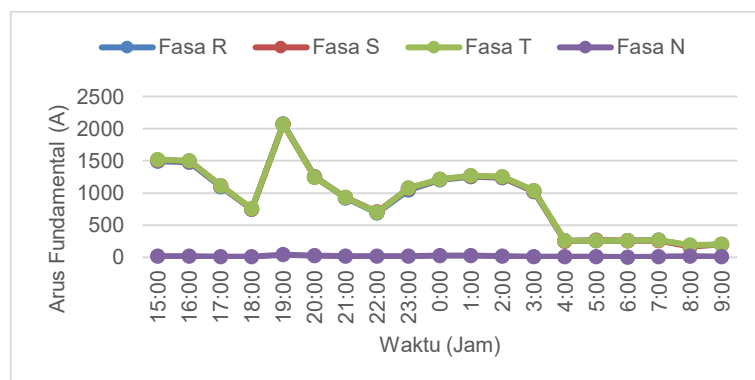
Tabel 9. Hasil pengukuran tegangan tiga fasa per-jam.



Gambar 10. Pengukuran unbalance tegangan per-jam.



Gambar 11. Pengukuran unbalance arus per-jam.



Gambar 12. Hasil pengukuran fundamental arus per-jam.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem distribusi tiga fasa di Rumah Sakit X mengalami distorsi harmonisa yang signifikan dengan THD arus mencapai 57,02%, jauh melebihi batas standar. Meskipun tegangan dan frekuensi masih dalam batas aman, tingginya distorsi harmonisa dapat menurunkan efisiensi dan mengancam keandalan peralatan medis. Oleh karena itu, diperlukan langkah perbaikan berupa penyeimbangan beban dan pemasangan filter harmonik untuk meningkatkan kualitas daya listrik di rumah sakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pamulang, pembimbing, dan pihak Rumah Sakit X yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyadi. (2023). Analisis kualitas daya listrik menggunakan PQA. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 12(2), 45–52.
- Brilliantie Davira, A., et al. (2024). Evaluasi parameter kualitas daya listrik menggunakan PQA. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 15(1), 33–41.
- Bursa, A., & Noor, A. (2021). Dampak ketidakseimbangan beban terhadap sistem distribusi. *Jurnal Teknologi Elektro*, 9(3), 112–118.
- Chauhan, S., & Thakur, A. (2016). Harmonic mitigation in power systems. *International Journal of Electrical Engineering*, 8(2), 56–63.
- Ghorbani, M., & Mokhtari, S. (2025). Harmonic distortion in distribution systems. *Energy Systems Journal*, 14(2), 98–107.
- Hernández-Mayoral, J., et al. (2023). Power quality monitoring in distribution systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 38(1), 101–110.
- Jumari. (2021). Analisis kualitas daya dalam sistem distribusi listrik. *Jurnal Energi Listrik Nasional*, 7(2), 22–29.
- Nadhiroh, A., et al. (2025). Penggunaan Power Quality Analyzer dalam sistem distribusi. *Jurnal Teknik Elektro Modern*, 5(1), 88–95.
- Rachmat, R. (2021). Pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi distribusi. *Jurnal Energi Terbarukan*, 4(2), 73–80.
- Zulkarnaini, Z. (2024). Kualitas daya listrik pada rumah sakit. *Jurnal Teknik Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 25–33.

Rancang Bangun Kendali Kecepatan Motor Blower Air Handling Unit (AHU) Dengan VSD Schneider ATV12H018M2 dan Sensor Suhu

Ramli Sudjana¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹ramlisudjana@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 9 Okt 2025
revisi : 11 Okt 2025
diterima : 18 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Penggunaan Air Conditioning (AC) sebagai penyejuk udara dalam ruangan memerlukan energi yang cukup besar, AC memerlukan sekitar 60% konsumsi listrik hotel dan perkantoran di Jakarta digunakan untuk memasok energi mesin AC. Oleh karena itu, usaha penghematan energi yang dilakukan terhadap penggunaan peralatan AC akan berdampak signifikan terhadap usaha penghematan energi nasional. Pada sistem AC Central Air Handling Unit (AHU) pengaturan kecepatan motor blower masih menggunakan sistem selector switch untuk mendapatkan tingkat kecepatan blower, maka hal ini akan menjadi pemborosan listrik apabila suhu ruangan sudah tercapai tetapi operator tidak menurunkan kecepatan blowernya. Dari permasalahan yang timbul, maka dirancang sistem kendali kecepatan motor blower VSD dan sensor suhu dengan harapan dan tujuan untuk menghemat penggunaan listrik. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perencanaan, pengumpulan bahan, perancangan hardware, pembuatan program Arduino dan pengujian. Pada pengujian alat ini dapat menghemat pemakaian daya listrik rata-rata sebesar 51.7% apabila dibandingkan dengan tidak menggunakan VSD dan penghematan rata-rata daya sebesar 16 % dari kecepatan maksimum dan minimum.

Kata kunci : VSD; AHU; Kendali kecepatan; Temperatur

ABSTRACT

The use of Air Conditioning (AC) as indoor air conditioner requires quite a large amount of energy, AC requires around 60% of hotel and office electricity consumption in Jakarta to be used to supply AC machine energy. Therefore, energy saving efforts made on the use of air conditioning equipment will have a significant impact on national energy saving efforts. In the AC Central Air Handling Unit (AHU) system, the blower motor speed setting still uses a selector switch system to get the blower speed level, so this will be a waste of electricity if the room temperature has been reached but the operator does not reduce the blower speed. From the problems that arise, a VSD blower motor speed control system and temperature sensor are designed with the hope and goal of saving electricity usage. The methods used in this research are planning, material collection, hardware design, Arduino programming and

testing. In testing, this tool can save electricity consumption by an average of 51.7 % when compared to not using VSD and savings of an average of 16% from the maximum and minimum speed

Keywords : VSD; AHU; Speed Control; Temperature

PENDAHULUAN

Untuk dapat menjalankan aktivitas secara optimal, manusia membutuhkan lingkungan dengan udara ruangan yang nyaman (*thermal comfort*). Berkat lingkungan udara yang nyaman, manusia bisa beraktivitas dengan tenang dan sehat. Sistem pengkondisian udara ruangan pabrik sangat berpengaruh terhadap kondisi dan keadaan proses ini. Tentu saja, ketika ruangan panas dan pengap, orang-orang yang bekerja di sana juga sangat terganggu dan tidak dapat menjalankan tugasnya dengan baik. Tujuan utama dari pengkondisian udara adalah untuk mencapai kondisi dalam ruangan yang sesuai dengan kenyamanan termal atau juga untuk memenuhi kebutuhan tertentu yang kita inginkan, tanpa bergantung pada lingkungan luar (*Samnur, 2011*).

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang lembab, dengan suhu udara berkisar antara 24-32°C dan kelembapan 60–95% (*Arifah et al., 2017*). Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang lembab, dengan suhu udara berkisar antara 24-32°C dan kelembapan 60-95% (*Arifah et al., 2017*). Hal ini mengakibatkan perlunya penggunaan sistem ventilasi buatan di banyak wilayah Indonesia untuk menjamin kenyamanan pengkondisian ruangan, melalui mesin penyejuk udara atau lebih dikenal dengan Air Conditioner (AC). Namun penggunaan AC sebagai penyejuk ruangan membutuhkan energi yang cukup besar, dan penelitiannya menemukan bahwa sekitar 60% konsumsi listrik hotel dan perkantoran di Jakarta digunakan untuk pembangkit listrik mesin AC. Oleh karena itu, langkah-langkah penghematan energi saat menggunakan AC berdampak signifikan terhadap langkah-langkah penghematan energi nasional (*Syahrizal et al., 2013*).

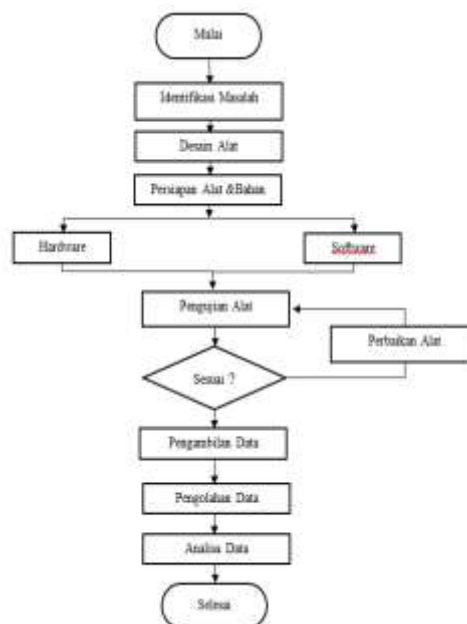
Dalam rangka penerapan penghematan energi pada bangunan komersial dan perkantoran pemerintah, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Alam No. 0031 Tahun 2005 menyatakan bahwa penghematan dapat dilakukan dengan mengatur suhu ruangan yang dikondisikan ke suhu minimal 25°C. Salah satu cara untuk memudahkan kerja AC adalah dengan memastikan suplai panas ke ruangan sekecil mungkin, agar kondisi suhu di dalam ruangan tetap terjaga, karena prinsip pengoperasian AC adalah mengalirkan panas dari dalam ke luar. Untuk ventilasi, AC dilengkapi dengan bilah yang menggerakkan motor listrik besar, terutama pada sistem pendingin sentral atau AC sentral.

Pada sistem AC *Central Air Handling Unit* (AHU) pengaturan kecepatan motor blower masih menggunakan sistem selector switch untuk mendapatkan tingkat kecepatan blower, maka hal ini akan menjadi pemborosan listrik apabila suhu ruangan sudah tercapai tetapi operator tidak menurunkan kecepatan blowernya. Dari permasalahan yang

timbul, maka dirancang sistem kendali kecepatan motor *blower air handling unit* (AHU) dengan vsd Schneider ATV12H018M2 dan sensor suhu dengan harapan dan tujuan untuk menghemat penggunaan listrik. Dimana alat ini akan menurunkan kecepatan motor blower apabila suhu ruangan sudah tercapai sesuai dengan setpoint yang dimasukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perencanaan, pengumpulan bahan, perancangan hardware, pembuatan program Arduino dan pengujian. Penelitian ini merupakan perancangan dan pembuatan sistem kendali kecepatan motor blower air *handling unit* (AHU) dengan VSD Schneider ATV12H018M2 dan sensor suhu. Pengambilan data pengukuran seperti pada langkah-langkah dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Metode yang digunakan dalam pembuatan karya ilmiah ini terdiri dari: Metode pustaka, mencari referensi dari buku, jurnal yang berhubungan dengan disertasi sesuai judul yang akan dikerjakan. Metode analisa, menganalisa perancangan dan hasil dari rangkaian sistem yang sudah dibuat. Metode eksperimen, melakukan percobaan pengukuran dan menganalisis hasil pengukuran menggunakan sistem yang dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan kendali kecepatan motor blower Air Handling Unit (AHU) dengan VSD Schneider ATV12H018M2 dan sensor suhu ini menggunakan box panel utama dan panel kontrol yang sudah tersedia dipasaran. Penulis memodifikasi, membuat kontrol dan menambahkan komponen pengatur dengan mikro kontroler Arduino Uno sehingga dapat bekerja sesuai dengan rancangan serta kerja alat yang di inginkan. Adapun bentuk fisik

dari perancangan alat dapat dilihat pada bagian panel utama, bagian kontrol yang sudah dirancang dan juga dibuat.



Gambar 2. Hasil rancangan alat pada bagian panel utama.



Gambar 3. Hasil rancangan alat panel kontrol.

Pengujian power supply ini berguna untuk menentukan kualitas tegangan keluaran modul catu daya dan kualitas keluaran mikrokontroler, apakah sesuai dengan yang ditentukan pada datasheet power supply oleh pabrikan dan apakah sesuai dengan yang dibutuhkan. Tegangan sumber daya diukur dengan alat ukur pembanding. Hasil pengukuran selanjutnya dibandingkan dengan nilai datasheet power supply.



Gambar 4. Pengujian power supply.

Dari pengujian tegangan pada catudaya, Output Arduino 5Vdc dan Output Arduino 3.3Vdc maka dapat disimpulkan bahwa kualitas tegangan pada catudaya dan output Arduino mempunyai kualitas output yang baik karena dalam pengujianya mendapatkan hasil yang stabil dan eror dibandingkan dengan data sheet kurang dari 2%. Pengujian sensor suhu DS18B20 sebelum tahap perakitan alat kendali kecepatan motor blower *Air Handling Unit* (AHU) dengan VSD Schneider ATV12H018M2 dan sensor suhu akan membantu meminimalkan kesalahan selama proses perakitan karena kerusakan komponen tertentu seperti sensor dan komponen lainnya. Saat dilakukan pengetesan sensor suhu DS18B20 yang merupakan sensor digital dan menggunakan

komunikasi I2C yang dapat dilihat pada serial monitor. Pengambilan data suhu kemudian membandingkan hasil pembacaan sensor dengan termometer digital Hioki LR5011 yang telah dikalibrasi pabrik seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Digital thermometer HIOKI LR5011.

Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa kualitas sensor DS18B20 yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kualitas yang baik dan dapat mengukur dan merespon suhu ruangan pada pengukurannya. Error pada pengukuran yang dibandingkan dengan termometer pembanding rata-rata 0.16%.

Tabel 1. Pengujian kendali motor blower AHU.

Pengukuran ke	Setpoint (°C)	Pembacaan Temperatur (°C)	Kecepatan (rpm)
1	29	29.62	630
2	28	29.62	675
3	27	29.62	725
4	26	29.62	780
5	25	29.62	837
6	24	29.62	895
7	23	29.62	960
8	22	29.62	1035
9	21	29.62	1110
10	20	29.62	1225

Dari pengujian pengaturan kecepatan dengan VSD seperti pada tabel 1 seperti di atas maka dapat disimpulkan bahwa VSD Schneider ATV12H018M2 dapat bekerja dengan baik dalam mengatur kecepatan motor blower baik pada pengaturan kecepatan motor untuk dinaikan atau diturunkan. Dari hasil pengujian daya motor blower 0.18kW menggunakan VSD Schneider ATV12H018M2 pada saat kecepatan maksimal dan minimal, maka didapatkan efisiensi rata-rata sebesar 7,93 watt atau rata-rata dalam persen sebesar 16%. Dalam hal ini maka perancangan dan pembuatan kendali kecepatan motor blower untuk mendapatkan efisiensi penggunaan daya listrik dapat disimpulkan berhasil dengan baik. Pada pengukuran daya motor tanpa menggunakan VSD dibandingkan dengan daya motor menggunakan kontrol VSD pada kecepatan minimum mempunyai efisiensi rata-rata sebesar 51.7%. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengaturan kecepatan motor blower dengan VSD dapat bekerja dengan baik dan penghematan energi dapat tercapai dengan baik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada perancangan dan pembuatan kendali kecepatan motor blower *Air Handling Unit* (AHU) dengan VSD Schneider ATV12H018M2 dan sensor suhu, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali tersebut berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan VSD Schneider ATV12H018M2, sensor temperatur DS18B20,

sensor potensiometer 10k, power supply, mikrokontroler Arduino Uno, serta program pada Arduino IDE yang berfungsi menjalankan seluruh perangkat sesuai tugasnya. Pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik, baik dari sisi komponen maupun performa keseluruhan alat. Power supply menghasilkan keluaran yang stabil dengan error kurang dari 2% dibandingkan data sheet, sensor temperatur menunjukkan rata-rata error hanya 0,16%, dan layar OLED mampu menampilkan informasi dengan baik. Selain itu, penggunaan VSD terbukti memberikan efisiensi energi yang signifikan, di mana pengukuran daya motor blower tanpa VSD dibandingkan dengan penggunaan VSD pada kecepatan minimum menghasilkan selisih daya sebesar 44,75W atau penghematan rata-rata 51,76%, sedangkan perbandingan penggunaan daya pada kondisi putaran maksimum dan minimum dengan VSD menghasilkan selisih 7,93W atau penghematan rata-rata 16%.

DAFTAR PUSTAKA

- Albaehaqi, F., Hong, T. S., Putro, T. Y., Syafar, A. M., Nusa, T., Sompie, S. R. U. A., Rumbayan, E. M., Hendrawati, T. D., Wicaksono, Y. D., Andika, E., & ANDI SETIONO, S. (2018). Alat Pengukur dan Pensaklaran Penggunaan daya Listrik pada Ruangan berbasis IoT. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi TELAAH*, 1(1), 177.
- Arafat et al. (2018). Alat Pengukur Kadar Air Pada Media Campuran Pembuatan Baglog Jamur Tiram Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Ilmiah “ Technologia ” Technologia ” Vol 9 , No . 2 , April – Juni 2018 Jurnal Ilmiah “ Technologia .” Technologia” Vol 9, No.2, April – Juni 2018*, 9(2), 115–120.
- Arifah, A. B., Adhitama, M. S., & Nugroho, A. M. (2017). Pengaruh Bukaian Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Hunian Rumah Susun Aparna Surabaya. *Jurnal Mahasiswa Arsitektur*, 1–10.
- Asmaleni, P., Hamdani, D., & Sakti, I. (2020). Pengembangan Sistem Kontrol Kipas Angin dan Lampu Otomatis Berbasis Saklar Suara Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 59–66. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.59-66>
- Atmam, Tanjung, A., & Zulfahri. (2018). Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Phasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD). *SainETIn*, 2(2), 52–59. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v2i2.1218>
- Dallas Semiconductor. (2015). DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. *Www.Dalsemi.Com*. www.dalsemi.com
- Eka Maulana, ST., MT., M. E. (2014). Elektronika Organik OLED. *Maulana.Lecture.Ub.Ac.Id*. <http://maulana.lecture.ub.ac.id/tag/oled/>
- Hidayati, N., Aisuwarya, R., & Putri, R. E. (2017). Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Penghangat Nasi Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Prosiding Semnastek*, November, 1–2.
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino Muhammad Bagus Roudlotul Huda Wahyu Dwi Kurniawan Abstrak. *Jurnal Teknik Mesin*, 07, 18–23.

- Irawan, P., Sumarna, H., & Kartini. (2019). Perencanaan Air Handling Unit (Ahu) Pada Gedung Serbaguna Desa Lumpatan I. *Petra*, 6(2), 43–52.
- Melipurbowo, B. G. (2016). Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712. *Orbith*, 12(1), 17–23. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/309>
- Nugroho, E. A. (2018). Implementasi Sistem Kendali Variable Speed Drive Pada Inverter 3 Fasa Menggunakan Mikrokontrol At89S52. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 413–424. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.1988>
- Nurul Khabib Allin. (2019). Sistem Pengendalian Suhu Air Nutrisi Hidroponik NFT (Nutrient Film Tehnique) Menggunakan Sensor Suhu Dan Sms Gateway Berbasis Arduino (Studi Kasus Di Siliwangi Indah Hidroponik). *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 12(1), 23–35. <https://doi.org/10.51903/elkom.v12i1.106>
- Prasetyo, J., & Heru Purwanto, S. (2022). Pengaplikasian Variable Speed Drive Untuk Mengontrol Kecepatan Main Motor Drive DC Pada Rotari Klin Pada PT Semen Baturaja (PERSERO). *Tbk. Jurnal Multidisipliner KAPALAMADA* [Vol 1, 4(4), 2022.
- Putri, S. W. K., Yushardi, & Supriadi, B. (2016). Analisis Variasi Tipe Kondensor Air Conditioning (AC) Terhadap Besar Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3), 293–298.
- Rangkuti, R. A., Atmam, A., & Zondra, E. (2020). Studi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Phasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC). *Jurnal Teknik*, 14(1), 121–128. <https://doi.org/10.31849/teknik.v14i1.2295>
- Rozaq, I. A., & DS, Y. N. (2017). Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air. *Prosiding SNATIF Ke-4*, 303–309.
- Samnur. (2011). Perancangan Sistem Pengkondisian Udara (AC) pada Ruang Aula Teknol Fakultas Teknik. 227–236.
- Setyawan, L. B. (2017). Prinsip Kerja dan Teknologi OLED. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 16(02), 121–132. <https://doi.org/10.31358/techne.v16i02.165>
- Shimin Hu, Jiajie Zeng, Xiangyu Zhu, Jingjing Guo, Shuming Chen, Zujin Zhao*, and B. Z. T. (2019). Universal Bipolar Host Materials for Blue, Green, and Red Phosphorescent OLEDs with Excellent Efficiencies and Small-Efficiency Roll-Off. *American Chemical Society*. <https://doi.org/10.1021/acsami.9b06995>
- Sholihah, M., Melkias, A. A., & Kunci, K. (2022). Analisi Pengaturan Kelembaban Pada Air Handling Unit Area Produksi Vaksin Sinovac PT . Biofarma. *Jurnal Energi*, 11(November), 20–24.
- Suyanto, M., Subandi, Syafrudin, & Maulana Fikri, A. (2019). Kendali Putaran Motor Asinkron 3 Phasa Dengan Vsd Tipe Atv312Hu15N4. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 4(2502), E89–E96. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v4i0.4190>
- Syahrizal, I., Panjaitan, S., & Yandri. (2013). Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan (Studi Kasus Di Politeknik Terpikat Sambas). *Jurnal ELKHA*, 5(1), 1–7.
- Tresna Umar Syamsuri, Harrij Mukti K., & Duanaputri, R. (2021). Analisis Penggunaan

Variable Speed Drive (VSD) pada Motor Kompresor. ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan, 8(3), 72–75. <https://doi.org/10.33795/elposys.v8i3.82>

Wijaya, I., & Atmika, I. (2021). Perancangan Air Handling Unit (Ahu) Sebagai Energi Alternatif Dalam Penghematan Energi Listrik Pada Pendingin Ruangan (Ac). Jurnal Bakti Saraswati (JBS), 10(02), 174–180. <http://e-journal.unmas.ac.id/index.php/baktisaraswati/article/view/2555>

Wirama, I. M. A., Putra, I., Putra, I., & ... (2021). Kendali Kecepatan Motor Listrik Satu Phasa Berdasarkan Suhu Ruangan Single Phase Electric Motor Speed Control Based on Room Temperature. Scholar.Archive.Org, 7(1). <https://scholar.archive.org/work/lkdxjxpj55abxfnn6uyj5oiaei/access/wayback/http://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/download/telka.v7n1.21-28/pdf>

Zira Rizqianti, & Endi Permata. (2022). Analisis Pengasutan Motor Jenis Variable Speed Drive (Vsd) Dan Soft Starter Pada Fan Cooler Sistem Di Pt. Cemindo Gemilang Tbk Bayah. Jural Riset Rumpun Ilmu Teknik, 1(2), 125–139. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v1i2.429>

Perancangan Monitoring Suhu pada Prototipe Evaporator Heat Pipe Desalinasi

Hendri Fahlefi¹, Yoyok Dwi Pambudi²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹hendrifahlefi@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 25 Okt 2025
revisi : 26 Okt 2025
diterima : 18 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Sistem monitoring berperan penting dalam meningkatkan aspek keamanan, efisiensi, dan produktivitas, serta menjadi dasar dalam pengambilan keputusan dan pengendalian proses. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring temperatur prototipe evaporator heat pipe menggunakan sensor termokopel tipe-K yang diintegrasikan dengan LabVIEW 8.5 sebagai graphical user interface (GUI). Data hasil monitoring disimpan secara otomatis dalam bentuk file untuk keperluan analisis lebih lanjut. Sistem akuisisi data memanfaatkan modul NI 9213 16-Channel 24-Bit Thermocouple Input dan c-DAQ NI 9185. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen melalui tahapan perencanaan, perancangan, pengujian, serta analisis kinerja alat. Karakterisasi dilakukan pada kondisi fluida sebesar 40% dengan suhu awal 30°C, serta batas maksimum temperatur 65°C sesuai spesifikasi modul akuisisi data. Validasi dilakukan dengan STC 1000 yang memiliki resolusi 0,5°C.

Kata kunci : monitoring, termokopel tipe-K, heat pipe, LabVIEW, NI 9213.

ABSTRACT

Monitoring systems play an essential role in enhancing safety, efficiency, and productivity, as well as providing the basis for decision-making and process control. This research aims to design a temperature monitoring system for a heat pipe evaporator prototype using a type-K thermocouple sensor, integrated with LabVIEW 8.5 as the graphical user interface (GUI). Monitoring data are stored automatically in file format for further analysis. The data acquisition system employs the NI 9213 16-Channel 24-Bit Thermocouple Input module and c-DAQ NI 9185. The experimental method consists of several stages, including planning, design, testing, and performance analysis. Characterization was carried out with 40% fluid volume at an initial temperature of 30 °C, with a maximum limit of 65°C according to the acquisition module specifications. Validation was performed using an STC 1000 controller with a resolution of 0.5°C.

Keywords: monitoring, type-K thermocouple, heat pipe, LabVIEW, NI 9213.

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan keseharian kebutuhan air bersih sangatlah penting, banyak cara untuk mendapatkan air bersih, salah satunya dengan cara memisahkan garam dari air laut menjadi air tawar dengan proses penguapan. Dalam hal ini tentu menimbulkan suatu cara untuk mencoba satu teknologi terbaru yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan sumber air bersih tersebut, maka diperlukan alat desalinasi ini diperlukan untuk merubah air laut menjadi air tawar siap minum sehingga air yang dihasilkan dari proses desalinasi dapat dimanfaatkan untuk memenuhi pasokan air bersih. Proses desalinasi yang lebih efektif dan efisien adalah menggunakan heat pipe. Bak evaporator merupakan suatu alat yang digunakan untuk proses penguapan yang merubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip kerjanya merubah bentuk dari zat cair menjadi uap (penguapan) dan perubahan bentuk dari uap menjadi cair (kondensasi) melalui heat pipe.

Penerapan dari heat pipe ini adalah dengan menghubungkan heat pipe ke saluran outlet reaktor pembangkit atau heat sink ke bak kondensor yang berisi air laut dan menukar panas tersebut untuk penguapan air yang ada di bak kondensor untuk menghasilkan panas sebagai reaktor untuk proses penguapan. Sehingga proses desalinasi tidak memakan biaya yang mahal. Maka dari itu untuk mempercepat proses penguapan digunakan material heat pipe agar mendapatkan perpindahan panas yang dapat menghasilkan panas yang efektif.

Untuk menghasilkan air tawar, proses heat transfer dari bak evaporator membutuhkan panas yang besar. Pada saat heat pipe dengan suhu diatas 40°C maka akan terjadi heat transfer panas menjadi gas (bagian dalam heat pipe) ketika proses heat transfer ke bagian bak air laut (kondensor) akan menjadi dingin dan akan langsung proses penguapan. Semakin besar panas pada bak evaporator heater yang dihasilkan pada heat pipe maka akan mendapatkan produksi air tawar cukup banyak.

Sistem monitoring diperlukan untuk berbagai aplikasi dalam rangka meningkatkan safety, security, efisiensi maupun productivity. Hasil monitoring digunakan untuk pengambilan keputusan, melakukan tindakan yang diperlukan atau mengendalikan suatu keadaan. Penelitian ini fokus pada merancang atau mendesain sistem monitoring temperatur prototipe evaporator heat pipe. Sensor yang digunakan adalah termokopel type K. Monitoring sistem dilakukan secara real time dengan menggunakan (PC) dan menggunakan LabVIEW 2013 sebagai graphical user interface (GUI)-nya. Hasil monitoring disimpan dalam bentuk file. Pada penelitian ini kami menggunakan instrumentasi atau akuisisi data berupa modul temperatur modul NI 9213 16-Ch 24-Bit Termokopel Input serta c-DAQ NI9185.

LabVIEW, sebagai perangkat lunak akuisisi data dan kontrol, menyediakan antarmuka yang mudah digunakan sehingga memungkinkan pemantauan temperatur secara langsung serta pemrosesan data secara otomatis. Penelitian yang dilakukan oleh Smith dan Brown (2021) menunjukkan bahwa penggunaan LabVIEW dapat meningkatkan konsistensi dan keandalan data dalam eksperimen yang melibatkan banyak sensor

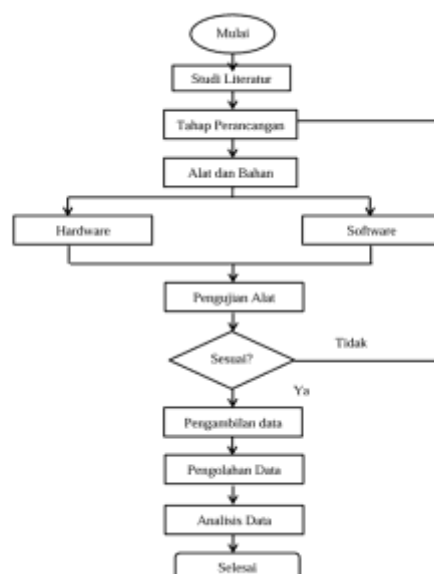
temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kalibrasi termokopel yang tidak hanya akurat, tetapi juga efisien dan mudah diimplementasikan. Melalui pendekatan yang komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi teknisi maupun peneliti dalam memastikan bahwa termokopel tipe-K yang digunakan berfungsi sesuai dengan standar internasional.

TEORI

Ketika besaran fisikal diukur, nilai yang didapatkan mestinya tidak dapat diharapkan tepat sama dengan nilai sesungguhnya dari besaran tersebut. Untuk setiap besaran yang terukur, akan selalu terdapat error. Error ini dapat muncul dari error instrumentasi, error pembacaan, error faktor manusia dan error sisipan. Istilah error digunakan untuk menyatakan selisih antara hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan seberapa besar akurasi pengukuran yang dihasilkan oleh sensor termokopel pada pengukuran suhu prototipe evaporator heat pipe.

METODOLOGI

Metode pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa langkah tahap yang akan ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya Pada perancangan alat dari sistem monitor suhu dari sisi evaporator heat pipe dilakukan pengumpulan informasi melalui fenomena dilapangan dan berbagai sumber yang bisa dijadikan literatur seperti jurnal penelitian yang pernah ada mengenai sistem monitor temperatur /suhu.



Gambar 1. Proses penelitian.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penelitian yang akan digunakan dalam proses perancangan monitor suhu pada sisi evaporator heat pipe ini adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan yang digunakan.

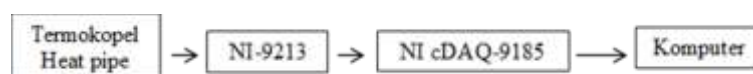
No	Deskripsi Bahan	Jumlah
1	Personal Computer (PC)	1
2	National Instruments NI9213 Input Analog Module 16 Channel	2
3	Heat Pipe	9
4	Termokopel	11
5	Heater 2000 watts	4
6	Ejector	9
7	Air Denim	10l
8	Air Laut	1000l
9	Air Tawar	1000l

Alat pembuatan dan uji yang dilakukan dalam pembuatan alat penelitian yang akan digunakan dalam proses perancangan monitor suhu pada sisi evaporator heat pipe terdiri dari beberapa perangkat seperti terlihat pada Table 2.

Tabel 2. Alat yang digunakan

No	Deskripsi Alat	Jumlah
1	Caliper / Jangka Sorong	1
2	Multitester	1
3	Tang potong	1
4	Tang Press	1
5	Solder	1
6	Tang Ampere	1

Tahapan perancangan dibagi menjadi perancangan perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software). Perancangan hardware pada penelitian ini adalah tahap pembuatan alat bagian hardware mulai dari perancangan termokopel dari heat pipe ke National Instruments NI9213 Input Analog Modul 16 Channel ke NI cDAQ-9188 untuk dikirimkan ke komputer.



Gambar 2. Blok diagram.

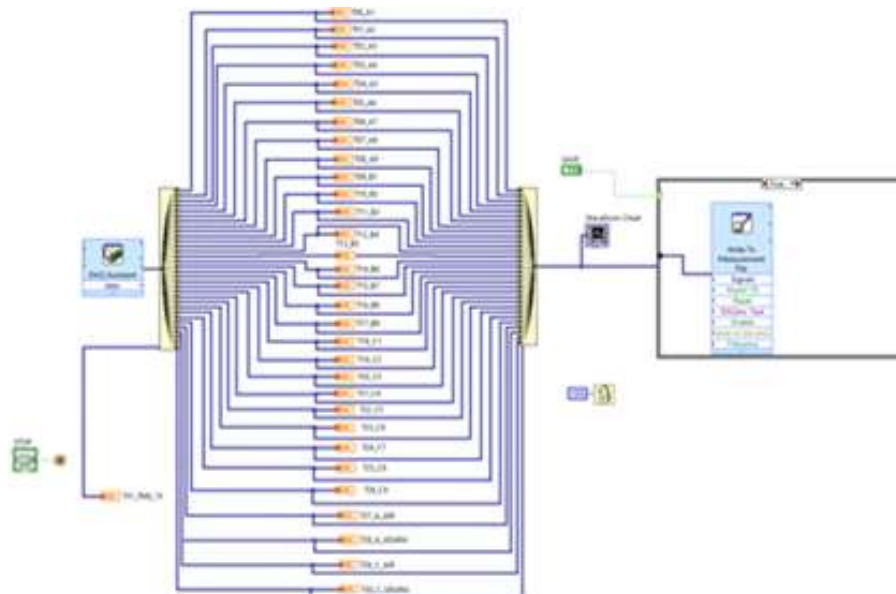
Perancangan alat merupakan bagian terpenting dalam perancangan sistem monitor suhu dari sisi evaporator heat pipe. Mikrokontroler pada sistem ini menggunakan NI (National Instrument) 16 chanel dengan beberapa komponen diantaranya termokopel sebagai alat pendeteksi suhu pada bak evaporator. Sensor suhu pada alat perancangan

ini jenis sensor yang digunakan adalah termokopel type K, karena respon yang sangat cepat terhadap perubahan temperature.

Perancangan software Program pembuatan LabView terdiri dari beberapa langkah yaitu: Inventarisasi sensor yang digunakan dan konfigurasi sensor dengan cDAQ-9185 yang bertujuan untuk mengetahui jumlah serta tipe sensor yang dipakai Compact DAQ Ethernet yang dirancang untuk sistem pengukuran sensor terdistribusi.

Pembuatan program virtual LabVIEW, tahap ini diawali dengan membuat diagram alir pemrograman dilanjutkan dengan pembuatan blok diagram dan front panel. Blok diagram terdiri dari pengaturan arus dan tegangan, blok perhitungan dan alamat penyimpanan data.

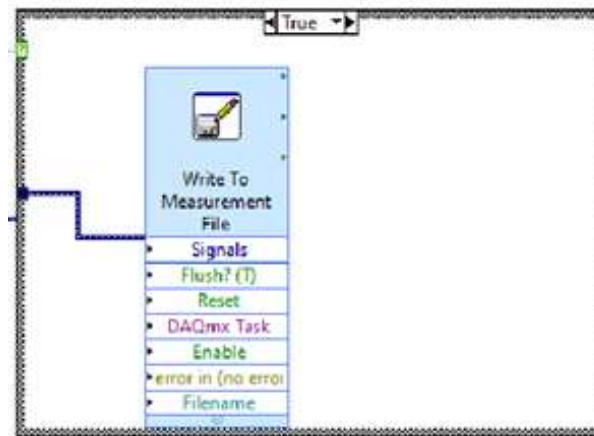
Program virtual LabView membaca dan memproses sinyal masukan secara terus menerus, sedangkan eksekusi penyimpanan data berdiri sendiri terpisah dari eksekusi program. Program blok diagram dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram Labview setelah diprogram.

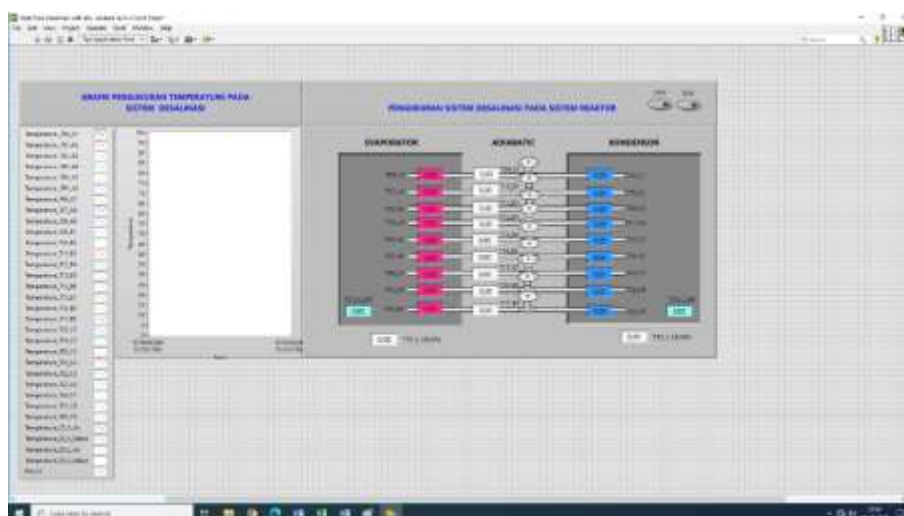
Sesuai dengan diagram alir pada Gambar 3 blok diagram virtual LabView membaca modul *cDAQ-9185* yang terpasang modul *NI-9203* pada slot 1. Pada modul *NI-9213* terdapat 16 kanal dengan 11 kanal terhubung dengan termokopel pada prototipe avaporator. Dengan demikian terdapat 11 kanal yang akan dibaca secara berurutan dan terus menerus. Setelah pembacaan kanal dilanjutkan dengan pengaturan berdasarkan bentuk sinyal yang masuk, untuk modul *NI-9213* dipilih current dan modul *NI-9213* dipilih temperature. Dengan sendirinya akan terbaca temperature pada masing-masing *heat pipe*. Setelah masing-masing kanal dikenal bentuk sinyalnya dilakukan pengaturan yang mencakup satuan pembacaan dan frekuensi penyimpanan.

Proses pembacaan data, pengaturan data dan penyajian data dibuat pada sebuah *for loop* yang berarti dilakukan secara berurutan dan terus menerus. Fasilitas *write to measurement file* berfungsi untuk menyimpan file. Pada program pemantauan ini, fasilitas penyimpanan *write to measurement file* dibuat pada sebuah *while loop* dengan fasilitas *enable* dan *file save* diaktifkan seperti terlihat pada Gambar 3. Dengan mengaktifkan *fasilitas enable*, eksekusi penyimpanan berdiri sendiri dengan eksekusi program. Sedangkan fasilitas *file save* untuk pengalamanan penyimpanan data. Front panel program pemantauan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fasilitas write to the measurement file pada LabVIEW.

Pada penelitian ini perancangan software dilakukan menggunakan software LabView untuk membuat program yang akan dibuat untuk memonitoring temperature pada *prototipe evaporator*. Front panel program LabView untuk pemantauan eksperimen.

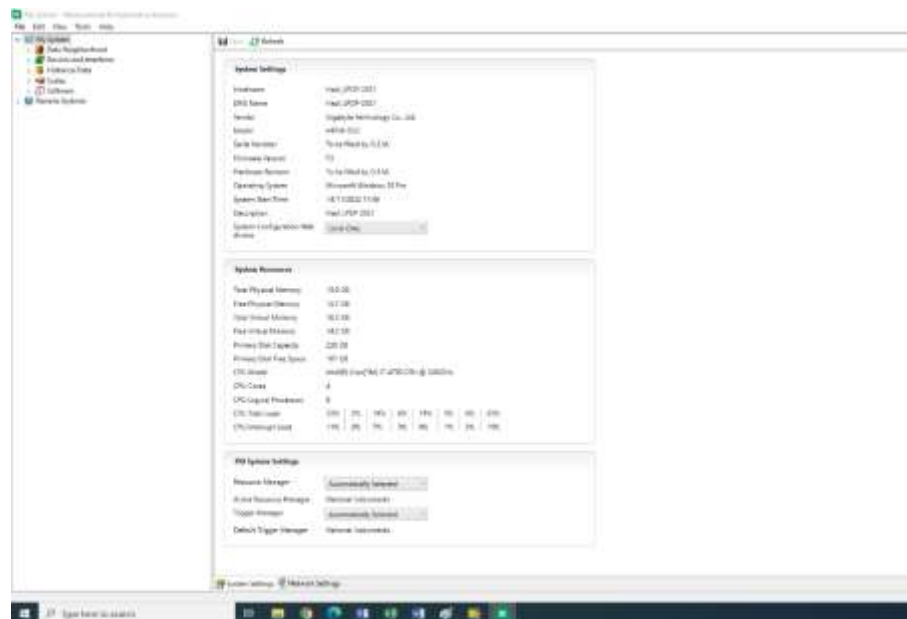


Gambar 5. Tampilan front panel LabVIEW.

Gambar 5 merupakan pemrograman pada front panel pada *software* LabView untuk mendesain dan menentukan *temperature* pada tiap-tiap *heat pipe* pada bagian *prototipe evaporator* yang akan digunakan. Penggunaan blok diagram pada LabVIEW sebagai

indikator pada program monitoring suhu prototipe evaporator *heat pipe* yang akan dibuat sehingga program lebih simpel dan mudah dibuat.

Pada Program LabView terdapat 2 program utama yang harus ada yaitu front panel dan blok diagram. Gambar 3 merupakan program blok diagram yang akan dibuat dalam penelitian ini, program blok diagram akan running atau di jalankan untuk menampilkan temperatur suhu disetiap *heat pipe* evaporator. Sebelum program pada front panel atau blok diagram di running atau dijalankan pastikan terlebih dahulu pastikan apakah *National Instruments NI9213 Input Analog Modul 16 Channel* terhubung ke *NI cDAQ-9185* atau tidak. Dengan cara cek pada *software NI-MAX* yang berfungsi sebagai konfigurasi sistem pada *National Instruments NI9213*.

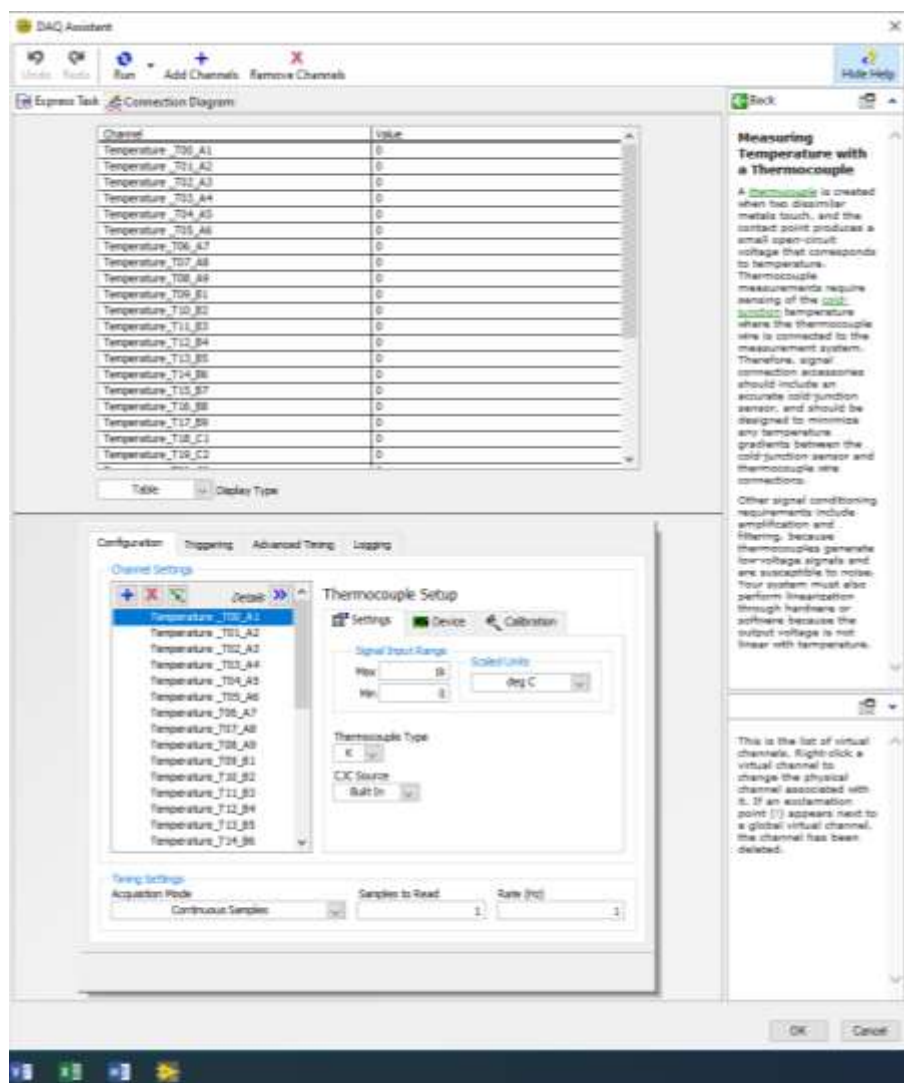


Gambar 6. Konfigurasi Ni Max.

Setelah pembuatan hardware dan software selesai maka perlu dilakukan integrasi sistem antara hardware dan software sehingga keduanya dapat berjalan dengan baik. Proses integrasi ialah proses menghubungkan semua kabel termokopel prototipe evaporator ke chanel *National Instruments NI9213 Input Analog Modul 16 Channel* modul 1 pada *NI cDAQ-9185* dan pastikan antara hardware dan software dapat terhubung dengan baik.



Gambar 7. Integrasi termokopel evaporator Ni 9213 cDAQ9185.



Gambar 8. Ni Max - cDAQ assistant.

Setelah alat terhubung dengan baik, hubungkan kabel *serial/ethernet* ke *Personal Computer (PC)*. Setelah *Personal Computer (PC)* terhubung dengan *NI cDAQ-9185* terhubung selanjutnya running program pada front panel pada program LabView. Pastikan save data record pada tombol save pada program front panel untuk mengambil

data. Pastikan juga nilai temperatur suhu pada tiap *heat pipe prototipe evaporator* terbaca pada front panel LabView.



Gambar 9. Monitor suhu tampilan *front panel*.

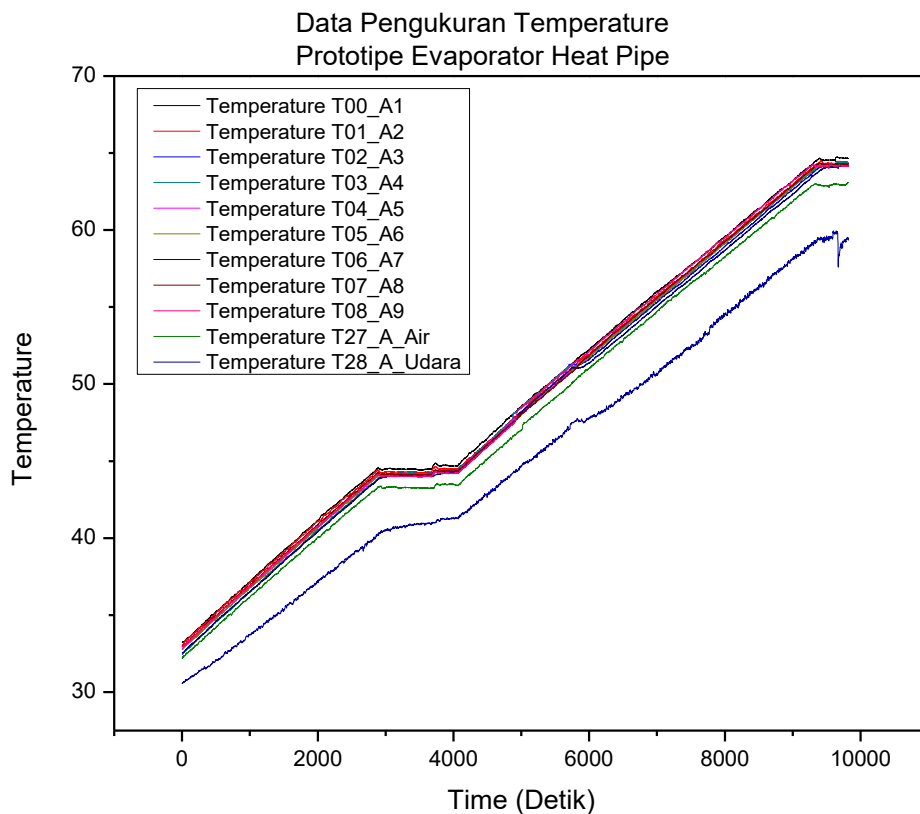
Tahap perancangan hardware, software dan integrasi sistem yang harus diperhatikan dengan baik agar alat yang dirancang dapat berjalan sesuai harapan. Proses perancangan ini merupakan tahapan penting karena jika alat yang dibuat tidak berjalan dengan apa yang diharapkan maka nilai atau data yang akan diolah menjadi tidak maksimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada kondisi semua hardware dan software sudah terintegrasi dengan yang diinginkan, yang mana settingan temperature sudah ter-setting 65°C pada STC 1000 dengan ratio 0,5. Berikut pengambilan data selang waktu ± 3 jam.

Tabel 2. Pengambilan data temperature evaporator ± 3 jam.

Time	T00	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T27	T28
0:00:01	33.22	33.03	32.45	32.71	32.80	32.74	32.52	32.94	32.93	32.24	30.60
0:00:02	33.25	33.05	32.46	32.72	32.82	32.77	32.52	32.95	32.95	32.26	30.59
0:00:03	33.24	33.05	32.46	32.72	32.80	32.76	32.53	32.96	32.95	32.19	30.56
0:00:04	33.25	33.05	32.47	32.73	32.81	32.76	32.53	32.95	32.94	32.24	30.58
0:00:05	33.26	33.05	32.47	32.73	32.81	32.76	32.54	32.95	32.95	32.24	30.58
0:00:06	33.25	33.04	32.48	32.72	32.82	32.77	32.54	32.96	32.96	32.25	30.58
0:00:07	33.25	33.05	32.47	32.73	32.82	32.76	32.54	32.96	32.97	32.25	30.58
0:00:08	33.24	33.05	32.47	32.73	32.81	32.76	32.54	32.96	32.98	32.25	30.58
0:00:09	33.24	33.05	32.47	32.74	32.82	32.77	32.53	32.97	32.97	32.26	30.59
0:00:10	33.24	33.05	32.48	32.74	32.82	32.76	32.54	32.97	32.99	32.26	30.58
0:00:11	33.24	33.06	32.48	32.75	32.83	32.78	32.54	32.99	33.00	32.25	30.58



Gambar 10. Grafik selang waktu ± 3 jam.

Dapat dilihat pada Gambar 10 adalah tampilan bentuk grafik pemantauan 11 sensor termokopel T00-T008, T27 air dan T28 udara secara realtime selang waktu ± 3 jam dalam hitungan detik, terlihat pada grafik bahwa karakteristik temperature evaporator. Temperature pada 11 sensor termokopel menunjukkan suhu grafik semakin naik.

Pengambilan data pada Aplikasi LabView bisa ditampilkan di monitor *Personal Computer (PC)* dengan inisial temperatur suhu pada masing-masing *heat pipe prototipe evaporator* T00-A1 s/d T08-A9, T27-A Air dan T28-A Udara. Dalam hal ini saya melakukan karakteristik pengambilan data dengan fluida sebesar 40% dengan suhu awal 30°C dengan batas suhu akhir 65°C *prototipe evaporator*.

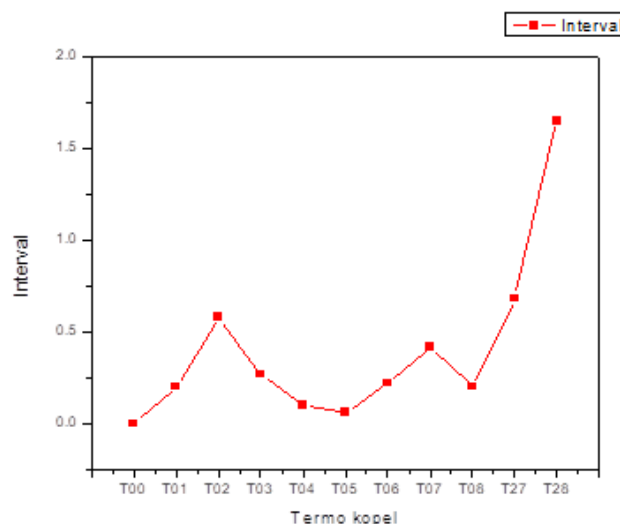
Pengujian pengukuran temperature oleh alat ukur menggunakan termokopel dilakukan pada rentang suhu 30°C-65°C dengan media air tawar yang dipanaskan pada *prototipe evaporator* dengan 4 buah heater yang terpasang masing-masing 2000 watt yang dipanaskan hingga mencapai titik didih air, dengan proses bersamaan pemanasan air, sensor suhu termokopel dipasang pada *heat pipe* ke dalam air *prototipe evaporator*.

Tabel 3.Interval suhu termokopel.

Termokopel	Suhu (°C)	Interval (°C)
T00	33.22	0
T01	33.03	0.20

T02	32.45	0.58
T03	32.71	0.27
T04	32.80	0.1
T05	32.74	0.06
T06	32.52	0.22
T07	32.94	0.42
T08	32.93	0.2
T27	32.24	0.68
T28	30.60	1.65

Pada hasil pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 mengalami perbedaan dengan interval antara 0,1-0,58°C. Sedangkan pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T27 Air dan T28 udara 0,1-1,65°C. Pada data pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 sensor suhu termokopel dipasang berada dalam air pada *heat pipe* evaporator. Dapat dilihat dari hasil pengukuran *prototipe evaporator heat pipe* T00-T08 memiliki suhu terendah pada *Heat pipe* T02,T03 bernilai 32,45°C dan suhu terbesar T00 bernilai 64,64°C. Dari data tersebut menjelaskan bahwa prototipe yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengukur temperature (suhu).



Gambar 11. Interval suhu termokopel.

Dibawah ini adalah grafik hasil pengukuran temperatur suhu pada termokopel prototipe *heat pipe* T00-T008, T27 Air dan T28 udara. Pada grafik dibawah ini adalah perubahan temperature termokopel pada saat proses pemanasan prototipe evaporator dari suhu awal 30°C dengan filling ratio *heat pipe prototipe evaporator* 40% dengan selang waktu ± 3 jam, dengan settingan suhu mencapai 65°C.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian program sistem monitoring *prototipe evaporator heat pipe* dengan aplikasi LabView dapat dinyatakan bahwa perangkat akuisisi data *National Instruments NI9213* dapat digunakan untuk memantau dan menyimpan data pengukuran secara simultan dan real-time pada fasilitas eksperimen simulasi proses desalinasi. Dengan demikian perubahan data pengukuran terhadap waktu dapat diperoleh sehingga analisis terhadap temperature dapat dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, semakin tinggi temperatur, maka semakin besar fluks kalor dan daya output. Proses pada eksperimen ini daya output terbesar dan kapasitas terbesar terjadi pada evaporator (40%) dan pada temperatur tertinggi 64,64°C. Pada hasil pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 mengalami perbedaan dengan interval antara 0,1-0,58°C. Sedangkan pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T27 Air dan T28 udara 0,1-1,65°C. Pada data pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 sensor suhu termokopel dipasang berada dalam air pada *heat pipe* evaporator. Dapat dilihat dari hasil pengukuran *prototipe evaporator heat pipe* T00-T08 memiliki suhu terendah pada *Heat pipe* T02 bernilai 32,45°C dan suhu terbesar T02 bernilai 34,27°C. Dari data tersebut menjelaskan bahwa prototipe yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengukur temperature.

UCAPAN TERIMAKASIH

Berkat rahmat Allah SWT perancangan monitoring suhu prototipe avaporator heat pipe ini bisa dapat diselesaikan dan dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang dan rekan-semua yang telah membantu dan memberikan saran sehingga pembuatan perancangan monitoring suhu prototipe avaporator heat pipe ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, L. I. (t.thn.). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Akuisisi Data Temperatur Di Komponen Kondensor Dan Evaporator Pada Air Conditioning Laboratory Unit PA Hilton A575. *Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Al Faris, M., Purwiyanti, S., & Herlinawati, H. (2020). Rancang Bangun Prototype Pengering Gabah Otomatis Dengan Pengendali Sensor Kelembaban Dan Suhu Berdasarkan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler ATmega 328. *Electrician*, 14(1), 21-25.
- Al Kautsar, H. A. (2021). Perancangan Alat Pengukur Suhu Tubuh Berbasis Mikrokontroler ATMega16. *INSANtek*, 2(1), 1-5.
- Heru, G. B., & Sagino, S. (2014). Pemrograman Sistem Akuisisi Data Pengukuran pada Fasilitas Eksperimen untuk Simulasi Pendinginan Containment. *SIGMA EPSILON-Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir*, . 18(2).

- Ihsan, D. M., Prihatiningrum, N., Handayani, L., & Budiman, F. (2021). Sistem Otomatisasi Desalinasi Air Laut Berbasis Internet Of Things. *In Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, (Vol. 3, pp. 169-178).
- Instruments, N. (2018). *LabVIEW—Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*.
- Irfan, M. (t.thn.). Penelitian prototype desalinasi air laut menjadi air bersih studi kasus Desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik . *Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- J.S. Lewis, M.S. Weaver;. (Jan.-Feb. 2004). Thin-film permeation-barrier technology for flexible organic light-emitting devices. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 45 - 57.
- Khamdila, A., Wilastari, S., & Saleh, A. (2019). MENJAGA KESTABILAN SUHU RUANG EVAPORATOR BERDAMPAK PADA HASIL PRODUKSI AIR TAWAR FRESH WATER GENERATOR. *SAINS DAN TEKNOLOGI MARITIM*, 19(2), 111-120.
- Mahmuddin, M. (2016). Karakteristik Perpindahan Panas pada Pipa Penukar Kalor Selongsong Aliran Searah Vertikal. *Journal of Chemical Process Engineering*, 1(2), 30-35.
- Nugroho, A. (2004). Uraian umum tentang teknologi desalinasi. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 6(2).

Penerapan Kendali Suhu Air pada Bak Sumber Panas Sistem Desalinasi Air Laut Dengan PID

Tulus Indriyanto¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspatek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹tulusindriyanto9@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 31 Okt 2025
revisi : 31 Okt 2025
diterima : 20 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Desalinasi merupakan suatu proses membuat air laut menjadi air tawar. Proses ini dimanfaatkan untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Pengendali suhu air menggunakan kendali konvensional dan PID dengan beban heater. Beberapa modifikasi penggunaan pipa panas untuk membuang panas sisa hasil keseluruhan bak yang ditunjukkan dengan investigasi secara eksperimental mengenai karakteristik termal dengan mempertimbangkan pengaruh heater terhadap karakteristik termal dari heater. Hasil tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai K_p, K_i, K_d pada sistem kendali Ziegler Nichols menggunakan grafik open loop. Hasil dari 3 kali pengujian menggunakan software arduino IDE menunjukkan hasil pengukuran tersebut sudah mendekati setpoint dari tabel pengukuran dan data diambil dengan setpoint suhu air 40°C, 80°C dan 90°C.

Kata kunci: heat pipe, proporsional, integral, derivative, sistem kendali

ABSTRACT

Desalination is a process that turns seawater into freshwater. This process is used to obtain water that can be consumed by living beings. The water temperature controller uses conventional control and PID with heater load. Some modifications of the use of heat pipes to dissipate residual heat from the exhaust of the tub are shown by experimental investigations of thermal characteristics by considering the effect of the heater on the thermal characteristics of the heater. The results were used to obtain the values K_p, K_i, K_d on the Ziegler-Nichols control system using an open-loop graph. The results of 3 tests using Arduino IDE software showed that the measurement results were close to the setpoint of the measurement table, and the data was taken with the setpoints of the water temperature of 40°C, 80°C, and 90°C.

Keywords: heat pipe, proportional integral derivative, control system

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri khususnya dunia elektronika banyak menggunakan kendali konvensional seperti PID (*Proportional Integral Derivative*). Dengan berkembangnya teknologi elektronika, pengendalian manual digantikan dengan pengendali otomatis atau sistem kendali otomatis. Pemakaian sistem kendali otomatis saat ini merupakan kebutuhan yang sangat utama untuk menjaga agar proses produksi berjalan seperti yang direncanakan, mengurangi beban pekerjaan manusia dan mendapatkan hasil yang cepat, tepat dan efisien.

Saat ini penggunaan sistem kendali otomatis digunakan dalam banyak ruang lingkup kebutuhan manusia. Sebagai contoh, pada kebutuhan manusia yaitu kebutuhan air. Kebutuhan akan air bersih maupun air tawar merupakan kebutuhan pokok yang sangat mendasar dalam kehidupan manusia yang dibutuhkan secara terus-menerus. Air merupakan kata yang sering di dengar dan banyak sekali manfaatnya, dimana persentase 97.5% bumi kita terdiri dari air, namun yang layak dikonsumsi hanya 2.5% dimana hal ini menunjukkan begitu besar jumlah air, namun sedikit sekali air yang bisa digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Kelangkaan air bersih menjadi kendala tersendiri di kota besar. Sedikitnya resapan air dan seringnya banjir membuat air yang biasa dikonsumsi menjadi kotor dan berpengaruh pada kualitas air yang di gunakan.

Penggunaan air bersih sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, tempat umum, dan kebutuhan industri. Pemenuhan akan kebutuhan air tawar dapat dilakukan dengan beberapa cara, disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada. Guna mendorong peningkatan kemampuan pemenuhan kebutuhan air tawar khususnya untuk masyarakat pesisir, perlu ada solusi mandiri bagi masyarakat pesisir dalam memenuhi kebutuhan air bersih. Daerah pesisir memiliki intensitas sinar matahari yang melimpah dan air laut yang mudah didapat. Oleh karena itu, akan sangat baik bila kita bisa memanfaatkan sumber daya tersebut untuk memenuhi kebutuhan masyarakat pesisir, dalam hal ini kebutuhan akan air tawar.

Pada dasarnya, prinsip desalinasi air laut merupakan proses pemisahan mineral garam dari air laut sehingga diperoleh air tawar. Ada banyak cara dalam mengolah air laut menjadi air tawar. Metodedesalinasi dalam pemurnian air laut adalah dengan menguapkan air laut kemudian mengembunkan uapnya kembali untuk menghasilkan air tawar. Pada penelitian kali ini, pengendali suhu air kendalikan oleh kendali konvensional seperti PID (*proporsional integral derivative*) dengan menggunakan heater. Dengan sistem PID (*Proporsional Integral derivative*) kita dapat mengatur *responsive* berkaitan dengan gangguan lainnya. Dari fenomena tersebut maka di buatlah sebuah proses desalinasi air laut, ini terdiri dari dua bak yaitu bak air tawar dan bak air laut, bak air tawar digunakan sebagai reaktor yang panas sedangkan bak air laut berisi air laut untuk di uapkan dengan menggunakan *heat pipe*.

Dalam beberapa modifikasi pada penggunaan *heat pipe* digunakan untuk membuang panas sisa hasil keseluruhan bak yang ditunjukkan untuk menginvestigasi

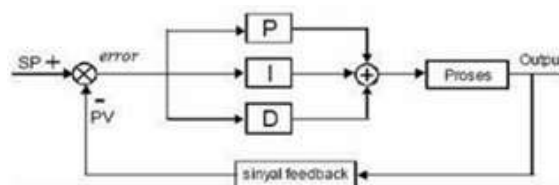
secara eksperimental mengenai karakteristik termal heat pipe sebagai sistem pendingin pasif yang akan diaplikasikan di kolam dengan volume air. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan mempertimbangkan pengaruh tekanan awal di dalam *heat pipe*. Dengan demikian karakteristik termal dari *heat pipe* dengan pengaruh tekanan awal dan beban volume air akan didapatkan.

TEORI

Sistem Kendali adalah sekumpulan komponen terhubung yang dapat digunakan untuk menonaktifkan, atau menonaktifkan komponen sistem lain dalam bagian data tertentu. Setiap sistem kendali dapat dikatakan memiliki empat fungsi: mengukur, membandingkan, menghitung, dan memperbaiki. Sistem Kendali mengacu pada sistem apa pun yang dapat dikonfigurasi untuk beroperasi pada nilai tertentu untuk mengubah sejumlah ketentuan yang telah diatur oleh sistem. Suatu sistem kendali bertujuan memungkinkan variabel yang ingin dikendalikan mencapai nilai yang diinginkan dengan mekanisme umpan balik dan pengendalian. Dengan sistem kendali memungkinkan adanya sistem yang stabil, akurat, dan tepat waktu (Almanda & Yusuf, 2017).

Kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik (*feedback*) pada sistem tersebut. Sistem kendali PID terdiri dari tiga buah cara pengaturan yaitu kontrol P (*Proportional*), (*Derivative*) dan I (*Integral*), dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Dalam implementasinya masing-masing cara dapat bekerja sendiri maupun digabung (Yusuf & Isnawaty, 2016).

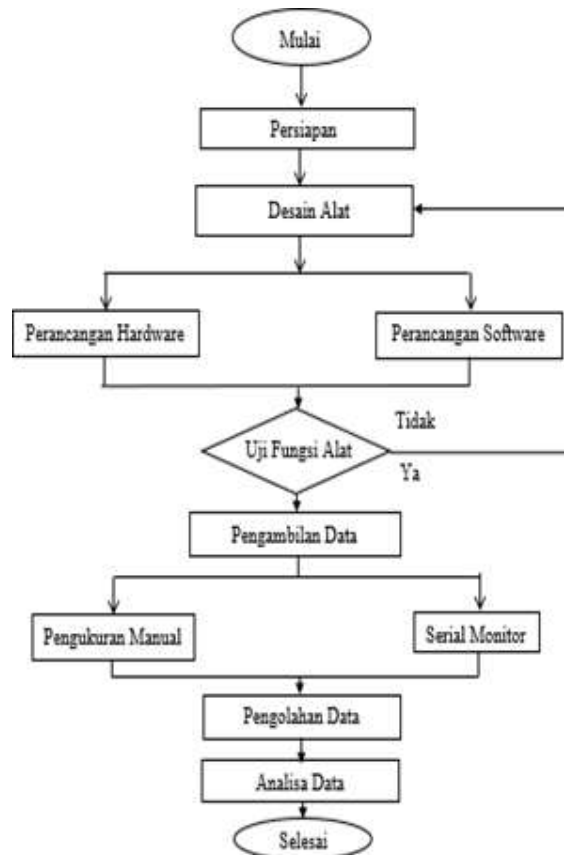
Untuk mendapatkan hasil output dengan *rise time* yang cepat dan *error* yang kecil, dapat menggabungkan ketiga aksi kontrol ini menjadi aksi kontrol PID. Perhitungan PID dapat menggunakan teknik Ziegler Nichols (Sunandar et al., 2018).



Gambar 1. Blog diagram kendali PID.

METODOLOGI

Metode pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapalangkah tahap yang akan ditunjukkan pada Gambat 2. Selanjutnya dijelaskan proses-proses secara sistematis dan terstruktur.




Gambar 2. Kerangka penelitian.

Alat penelitian yang akan digunakan dalam proses sistem pengaturan suhu pada bak panas *heat pipe* di alat desalinasi air laut ini adalah seperti ditunjukkan pada berikut ini: *board* Arduino Nano; power Supplay 5V; modul AC dimer (zero cross detector); LCD 16 x 2; sensor temperatur Termokopler Tipe K; sensor potensio 10K; *cover* luar bekas power suplai; kabel *jumper*; multimeter; laptop; solder dan timah; modul SSR; dan heater. Pada tahap pemrograman pada *software* arduino IDE (*Integrated Development Environment*) mempunyai beberapa tahapan dari pembuatan serta perancangan sistem kontrol PID sensor suhu dan *mikrokontroler* arduino nano pada arduino IDE.

Software arduino terdapat library yang dapat di masukan pada sketch program yang akan di gunakan; menginisialisasi dan mendeklarasikan sensor; membuat sebuah koding pada void se tup dan void loop dan menentukan ki, kp, kd yang nantinya hasil yang di peroleh sesuai dengan yang di diharapkan; setelah koding program selesai di buat langkah selanjutnya yaitu mengupload program; membuat program yang sudah di kompling ke mikrokontroler; setelah koding berhasil di muat ke *mikrokontroler*, maka data hasil pengukuran dari sensor suhu termokopel type k akan masuk ke program mikrokontroler; pada program mikrokontroler, pembacaan sensor di konversi terlebih dahulu. Dan setelah di konversi hasil dan pembacaan sensor suhu akan di tampilkan melalui *serial monitor* pada arduino IDE (*Integrated Development Environment*).

Pada void set up program yang telah di buat akan di jalankan sekali ketika program di jalankan ataupun di reset.



The screenshot shows the Arduino IDE interface. The menu bar at the top includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. Below the menu bar is a toolbar with icons for checking, running, saving, and uploading. The Serial Monitor window is open, displaying the text "PID_thermocouple_Heater". The main code editor shows the following C++ code:

```
void setup() {
  pinMode(switchoff, OUTPUT);
  USE_SERIAL.begin(9600);
  dimmer.begin(NORMAL_MODE, ON);
  lcd.init();
  delay(500);
}
```

Gambar 3. Void setup.

Pada fungsi loop ini program yang telah di buat akan di baca atau di jalankan secara berulang-ulang selama alat tidak dimatikan.

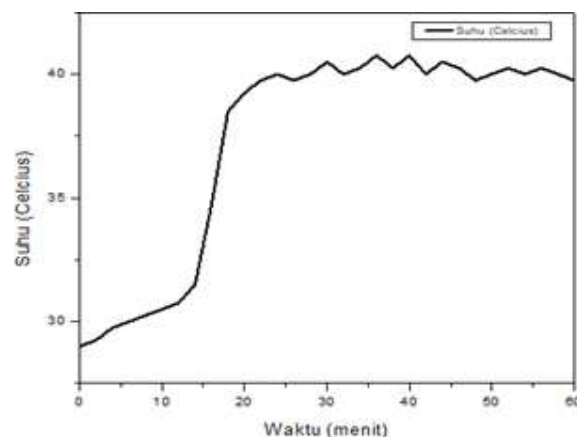
9

[illegible]

Gambar 4. Void loop.

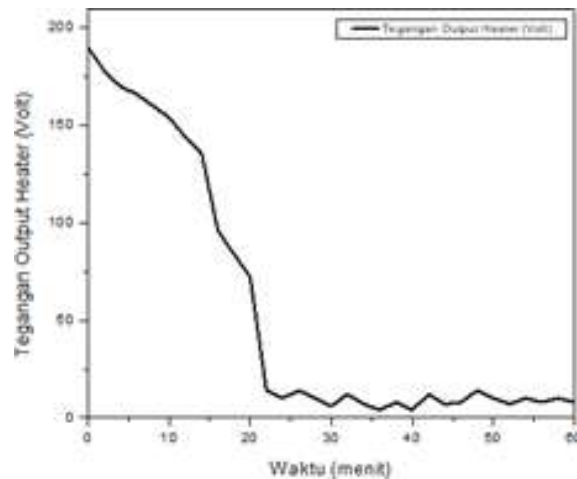
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan memasukan nilai parameter $K_p = 1.04$ $K_i = 0.75$ dan $K_d = 0.36$ dengan set- poin suhu 40°C dalam program arduino maka di peroleh data pengujian dalam bentuk tabel dan grafik.



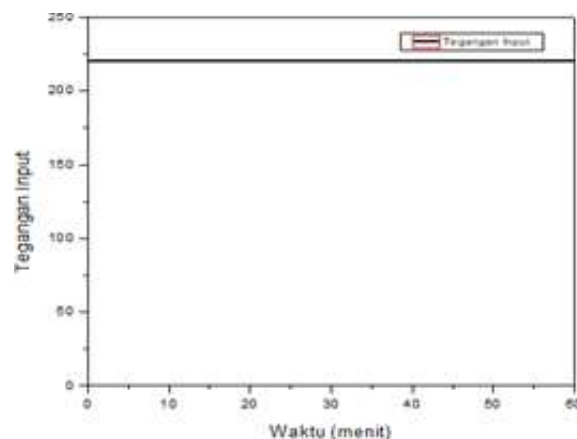
Gambar 5. Grafik pengujian pertama setpoint 40°C.

Pada Gambar 5 dapat di lihat respon awal yang di dihasilkan dari sistem kendali PID controller terhadap set poin yang di tetukan. Grafik yang di dihasilkan kenaikan respon awal di mulai dengan suhu 29°C dalam waktu 20 menit mulai menuju arah setpoin yang di tentukan. Dari menit 24 menit sampai dengan 60 menit suhu yang di dihasilkan stabil namun di menit 48 suhu yang di dihasilkan kurang dari setpoin.



Gambar 6. Grafik output heater.

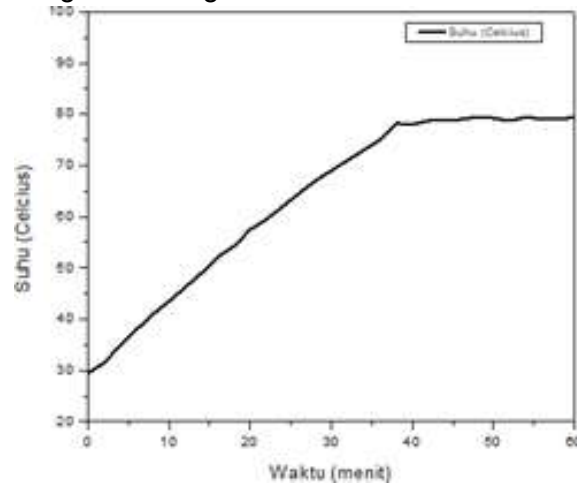
Gambar 6 menunjukkan grafik data yang di dihasilkan. Dapat dilihat tegangan yang semakin lama semakin menurun dan suhu yang dimana semakin lama semakin naik hingga mencapai hasil setrpoin yang di inginkan dapat dilihat pada gambar 4.6. Suhu set poin di atas adalah 40°C dengan durasi waktu selama 1 jam dan suhu akan terus stabil dan ketika mencapai set poin yang di inginkan maka tegangan semakin kecil namun tegangan tersebut tidak mati total.



Gambar 7. Grafik tegangan input.

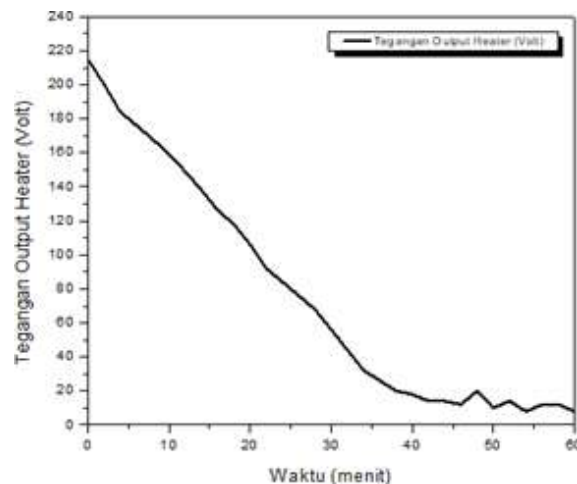
Tegangan input yang dihasilkan adalah 220 volt dimana tegangan ini di ukur menggunakan avometer dengan sumber tegangan yang di dihasilkan dari listrik rumah.

Dengan memasukan nilai parameter $K_p = 1.04$ $K_i = 0.75$ dan $K_d = 0.36$ dengan set- poin suhu 80°C dalam program arduino maka di peroleh data pengujian dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut.



Gambar 8. Grafik suhu kontrol PID setpoint 80°C .

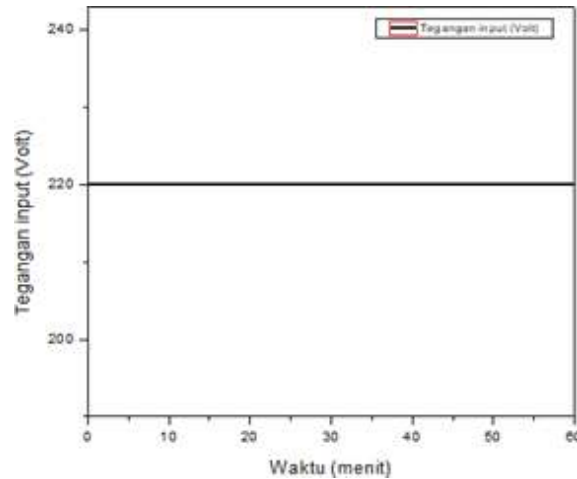
Dari hasil pengujian pada Gambar 8 garis berwarna hitam berikut adalah PID kontroller nya. Untuk mendapatkan hasil respon dari PID yang bagus membutuhkan waktu cukup lama . Pada gambar 4.8 respon PID nya cukup bagus sehingga cocok untuk untuk hasil pengujian pada setpoin 80°C . Grafik suhu yang di hasilkan dimana menit 40 sampai dengan menit 60 mencapai hasil set poin yang di inginkan 80°C . Dengan uji coba selama 1 jam dan suhu akan terus stabil di bandingkan dengan pengujian pertama pengujian kedua hasil yang di hasilkan lebih baik dan stabil.



Gambar 9. Grafik output tegangan heater.

Pada Grafik 9 dijelaskan dengan grafik tegangan output dapat di lihat pada gambar 10 pada saat suhu semakin naik maka tegangan output semakin lama semakin menurun kemudian pada saat suhu sudah mencapai setpoin yang di inginkan maka tegangan

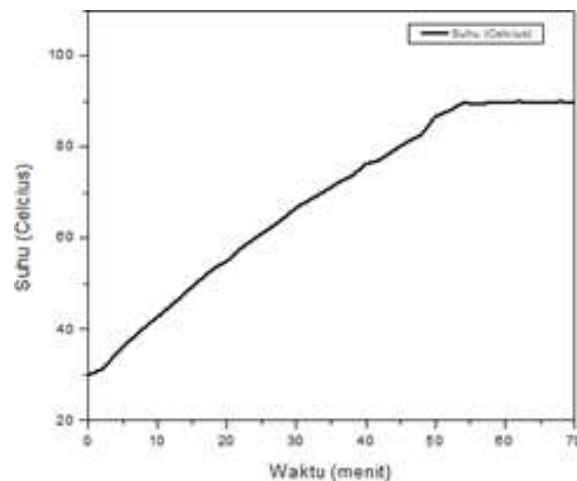
output yang di hasilkan akan kecil tetapi tegangan tersebut tidak akan mati atau mencapai di angka 0 volt. “Artinya semakin dekat suhu dengan setpoin maka semakin kecil nilai tegangan output pada heater”.



Gambar 10. Grafik tegangan input

Gambar 10 dapat dilihat tegangan yang dihasilkan mempunyai nilai 220V. Nilai yang dihasilkan ini diukur secara *real time* menggunakan alat avometer per 2 menit.

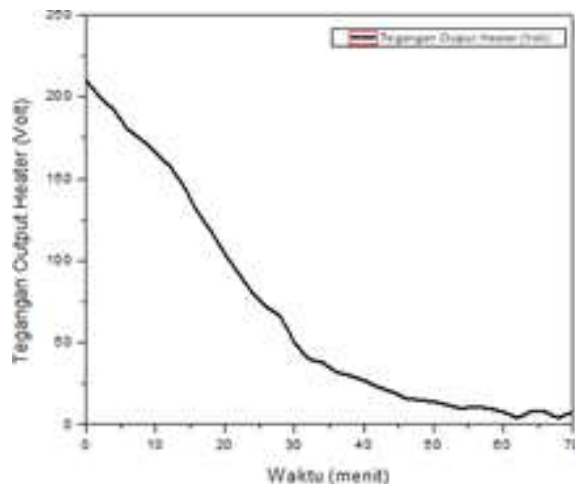
Dengan memasukan nilai parameter $K_p = 1.04$ $K_i = 0.75$ dan $K_d = 0.36$ dengan setpoin suhu 90°C dalam program arduino maka di peroleh data pengujian dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut.



Gambar 11. Grafik kontrol PID setpoint 90°C .

Dari hasil pengujian ketiga yang dilakukan pada Gambar 11 garis berwarna hitam tersebut adalah suhu dari PID kontroller nya. Untuk mendapatkan respon dari PID yang bagus membutuhkan waktu 1 jam 20 menit bahkan lebih. Gambar 11 respon PID cukup bagus sehingga cocok untuk hasil pengujian pada setpoin 90°C . Grafik suhu yang dihasilkan dimana menit 50 sampai menit 70 mencapai setpoin yang di inginkan yaitu 90°C . Dengan paktu pengujian 1 jam 10 menit suhu yang di hasilkan lebih baik dari

pengujian 1 dan 2 suhu pengujian ketiga lebih stabil.



Gambar 12. Grafik tegangan output.

Pada Grafik tersebut dijelaskan dengan grafik tegangan output dapat di lihat pada Gambar 12 pada saat suhu semakin naik maka tegangan output semakin lama semakin menurun kemudian pada saat suhu sudah mencapai setpoint yang di inginkan maka tegangan output yang di dihasilkan akan kecil tetapi tegangan tersebut tidak akan mati. “Artinya semakin dekat suhu dengan setpoint maka semakin kecil nilai tegangan output pada heater”.

KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode *Ziegler Nichols* dan menggunakan grafik *Open Loop*, didapatkan nilai K_p yang sesuai untuk sistem yaitu $K_p = 1.04$ $K_i = 0.75$ $K_d = 0.36$. Dimana sistem pemanas dapat stabil sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Dalam sistem kendali suhu air dengan menggunakan metode PID kontrol dan menggunakan heater *set point* di atur melalui AC Dimmer, dimana sistem pemanas dapat di atur sesuai kebutuhan yang diinginkan. Dan jika menggunakan kendali tanpa kontrol PID, suhu yang di dihasilkan akan terus naik dan tidak dapat di atur sesuai kebutuhan yang di inginkan. Berbeda dengan kendali yang menggunakan kontrol PID dimana suhu yang dihasilkan bisa di atur sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Hasil dengan menggunakan sistem kendali kontrol PID mendapatkan waktu yang di dihasilkan cenderung lebih cepat di bandingkan dengan kendali tanpa kontrol PID.

UCAPAN TERIMA KASIH

Berkat Rahmat Allah SWT penerapan sistem kendali ini bisa dapat diselesaikan dan dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang dan rekan-rekan semua yang telah membantu dan memberikan saran dalam pembuatan sistem kendali ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidha, Z. R., & Satrio, F. T. (2017). Monitoring Suhu Proses Sangrai Biji Kopi. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 12(2), 63–72.
- Almanda, D., & Yusuf, H. (2017). Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler. *ELEKTUM*, 14(2), 25–34.
- Awwal, Z. I., Murtono, A., & Adhisuwignjo, S. (2024). Implementasi Kontrol PID Untuk Pengaturan Suhu Dan Kelembapan Pada Lemari Pengering Pakaian. *Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(9), 16–26.
- Ely, J. (2019). Kualitas Air Hasil Desalinasi Menggunakan Sistim Destilasi Sederhana. *Global Health Science*, 4(3), 165–168.
- Fatoni, A., & Rendra, D. B. (2014). Perancangan prototype sistem kendali lampu menggunakan handphone android berbasis arduino. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 1.
- Hidayat, A. R., & Basyirun, B. (2020). Pengaruh jenis oli bekas sebagai bahan bakar kompor pengecoran logam terhadap waktu konsumsi dan suhu maksimal pada pembakaran. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5(2), 103–108.
- Hidayat, M. T., Afroni, M. J., & Sugiono, S. (2019). Rancang Bangun Pemanas Suhu Kandang Anak Ayam Broiler Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 2560. *Science Electro*, 10(1).
- Kusuma, M. H., Juarsa, M., Putra, N., Giarno, G., Antariksawan, A. R., Pambudi, Y. D. S., & Pramesywar, A. (2024). Thermal characteristics of vertical straight wickless-heat pipe with low temperature source. *AIP Conference Proceedings*, 3090(1).
- Nurdiansyah, M., Sinurat, E. C., Bakri, M., Ahmad, I., & Prasetyo, A. B. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 40–45.
- Pambudi, Y. D. S., Hatmoko, S., Antariksawan, A. R., & Kusuma, M. H. (2024). Thermal dynamics aspect identification of loop heat pipe with capillary tube wick using nonlinear autoregressive exogenous neural network. *Nuclear Engineering and Technology*, 56(12), 5145–5153.
- Prihatmoko, D. (2016). Perancangan dan implementasi pengontrol suhu ruangan berbasis mikrokontroler arduino uno. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 7(1), 117–122.
- Samsugi, S., & Suwanto, A. (2018). Pemanfaatan Peltier dan Heater Sebagai Alat Pengontrol Suhu Air Pada Bak Penetasan Telur Ikan Gurame. *Conf. Inf. Technol*, 295–299.

- Seniari, N. M., Adnyani, I. A. S., & Saputra, A. S. Y. (2020). Rancang Bangun Alat Ukur Rlc Meter Berbasis Arduino Mega. *Dielektrika*, 7(2), 106–117.
- Setyo Pambudi, Y. D., Giarno, Hatmoko, S., Antariksawan, A. R., & Kusuma, M. H. (2024). Thermal dynamics aspect identification of loop heat pipe with capillary tube wick using nonlinear autoregressive exogenous neural network. *Nuclear Engineering and Technology*, 56(12), 5145–5153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.net.2024.07.022>
- Shafiudin, S., & Kholis, N. (2017). Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis PID. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3).
- Sunandar, D., Paronda, A. H., & Supratno, S. (2018). Analisa Stabilitas Temperatur Alumunium Pada Furnace Heater Mesin Casting Kurtz. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, 1(1).
- Walangare, K. B. A., Lumenta, A. S. M., Wuwung, J. O., & Sugiarso, B. A. (2013). Rancang bangun alat konversi air laut menjadi air minum dengan proses destilasi sederhana menggunakan pemanas elektrik. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 2(2).
- Yusuf, M., & Isnawaty, R. R. (2016). Implementasi Robot Line Follower Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–Derivative Controller (PID). *Jurnal SemanTIK*, 2(1).

Rancang Bangun Sistem Proteksi Over dan Under Voltage Secara Otomatis Menggunakan Modul Deep Sea 4520

Muhammad Rizqi Nur Salam¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹muhammadrizkyns9@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 1 Nov 2025
revisi : 2 Nov 2025
diterima : 20 Nov 2025
dipublish : 3 Nov 2025

ABSTRAK

Pada lingkup perusahaan yang mewajibkan ketersediaan energi listrik secara terus menerus dan tidak boleh terputus, maka sangat dibutuhkan genset dengan kapasitas yang memenuhi kebutuhan suatu industri atau memiliki kapasitas besar. Karena listrik tidak boleh putus maka dibuatlah alat untuk otomatis memback-up saat terjadi kendala. Dalam hal ini digunakan modul *deep sea electronics* 4520 untuk melakukan pengamatan pada penelitian jenis eksperimen. Pengambilan data berupa pengujian dan pembuktian yang bertujuan untuk mendapatkan fakta serta sifat mengenai suatu permasalahan. Dalam hal ini dilakukan pengamatan pada sistem panel proteksi untuk mengetahui kelayakan serta kesanggupan dalam memback-up 2kWh. Hal yang diamati adalah frekuensi, arus, tegangan, daya, dalam uji coba dengan beban yang diamati melalui modul *deep sea electronics* 4520. Pada saat pengujian dengan beban perbedaan daya yang dihasilkan melalui pengamatan dengan modul *deep sea electronics* 4520 dan Avometer berbeda sangat tipis, Ampere yang dihasilkan saat melakukan uji coba dengan beban 900W adalah 4A. Tegangan yang digunakan 220V. Cos ϕ yang dihasilkan 0.97. Dikarenakan cos ϕ yang digunakan 0.97 bukan 1 maka ada sedikit perbedaan daya hasil perhitungan antara modul *deep sea electronics* 4520 dan Avometer. Frekuensi yang dihasilkan dari uji coba dengan beban baik 200W hingga 900W adalah 50.1Hz. Tegangan terendah adalah 209V, tegangan tertinggi 236V. Uji coba beban 900W. Ampere yang dihasilkan adalah 4A. Panel proteksi mampu menjalankan tugas dengan baik saat memback-up. Hasil dari modul *deep sea electronics* 4520 adalah 50.1Hz untuk frekuensi, dan cos ϕ adalah 0.97.

Kata Kunci: panel proteksi, tegangan rendah; tegangan berlebih, *deep sea electronics*

ABSTRACT

In companies that require a continuous and uninterrupted supply of electrical energy, a generator with sufficient capacity to meet the needs of an industry or with a large capacity is essential. Since the electricity supply must not be interrupted, a device has been developed to automatically back up the system in the event of a problem. In this case, the deep-sea electronics 4520 module is used for monitoring. This research is an experimental study. The

data collected consists of tests and verifications aimed at obtaining facts and characteristics related to a particular issue. In this case, observations were made on the protection panel system to assess its suitability and capability in backing up 2 kWh. The parameters observed include frequency, current, voltage, and power, during tests with loads monitored through the deep-sea electronics 4520 module. During the load test, the power difference observed using the deep-sea electronics 4520 module and the Avometer was very slight. The current produced during the test with a 900W load was 4A. The voltage used was 220V. The $\cos \phi$ value obtained was 0.97. Since the $\cos \phi$ value used was 0.97 rather than 1, there was a slight difference in the calculated power output between the deep-sea electronics 4520 module and the Avometer. The frequency obtained from the load testing, ranging from 200 W to 900W, was 50.1Hz. The lowest voltage is 209V, the highest voltage is 236V. Load testing of 900W. The resulting current is 4A. The protection panel is able to perform its duties well when backing up. The results from the deep-sea electronics 4520 module are 50.1Hz for frequency, and $\cos \phi$ is 0.97.

Keywords: protection panel; low voltage; overvoltage, deep sea electronics

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi elektronik, hampir seluruh manusia bergantung pada energi listrik, Energi listrik digunakan dalam industri maupun perumahan. Energi merupakan pendukung untuk berbagai macam peralatan, antara lain lampu, mesin-mesin listrik, dan lain sebagainya. Pada lingkup perusahaan, ketersediaan energi listrik diwajibkan untuk ada secara *continuous* atau terus menerus, karena dibutuhkannya aliran listrik yang terus menerus dan tidak boleh terputus. Namun, karna sistem kelistrikan sangat kompleks, maka sangat memungkinkan akan terjadinya gangguan yang menyebabkan aliran daya listrik terputus. Apabila ada kendala, maka akan digunakan sebuah *Genset (Generator Set)* dengan kapasitas besar yang memenuhi kebutuhan suatu perusahaan.

Dalam sistem pembangkitan listrik modern, keandalan dan efisiensi dalam pengoperasian genset sangatlah penting, terutama dalam aplikasi industri, komersial, maupun fasilitas kritis seperti rumah sakit dan pusat data. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem kontrol yang canggih dan terintegrasi, penggunaan modul kontrol otomatis menjadi suatu keharusan untuk memastikan performa optimal, pemantauan real-time, serta perlindungan sistem secara menyeluruh (Tanjung, 2020).

Salah satu perangkat yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Deep Sea Electronics (DSE) 4250*. Modul ini merupakan kontroler otomatis untuk sistem *Automatic Mains Failure (AMF)*, yang berfungsi untuk mengelola perpindahan daya antara sumber listrik utama (PLN) dan genset secara otomatis. Ketika terjadi gangguan pada suplai listrik utama, DSE 4250 secara otomatis akan memerintahkan genset untuk menyala

dan mengambil alih beban. Sebaliknya, ketika suplai listrik utama kembali normal, modul akan mengatur pemindahan beban kembali ke PLN dan mematikan genset sesuai prosedur yang telah diprogram (Suhanto, 2018).

DSE 4250 dilengkapi dengan fitur-fitur canggih seperti tampilan LCD, sistem alarm dan proteksi, pemantauan parameter listrik dan mesin secara real-time, Fitur-fitur ini menjadikan DSE 4250 sebagai solusi ideal untuk kontrol otomatis genset dalam sistem AMF, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kegagalan sistem (Suhanto, 2018).

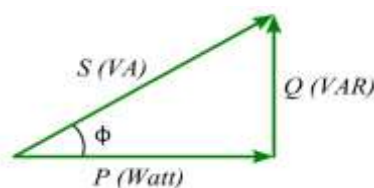
Dengan latar belakang inilah adanya fitur dari DSE 4250 tidak hanya berfungsi sebagai pengendali switching antara PLN dan genset, tetapi juga sebagai pengaman aktif terhadap fluktuasi tegangan yang membahayakan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap fungsi, konfigurasi, serta pengujian fitur proteksi over voltage dan under voltage pada modul DSE 4250 menjadi penting dalam perancangan dan pengoperasian sistem kelistrikan yang handal.

TEORI

Sistem proteksi adalah suatu sistem yang dipasang untuk pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, dan kesalahan operasi, serta penyebab lainnya. Keandalan suatu sistem tenaga listrik antara lain ditentukan oleh frekuensi pemadaman yang terjadi dalam sistem tersebut. Pemadaman yang terjadi biasanya disebabkan oleh gangguan, sehingga demi meningkatkan keandalan serta mencegah atau mengurangi gangguan diperlukan sebuah mekanisme yang dapat menghindari frekuensi pemadaman yang terlalu sering dalam jangka waktu yang sangat lama. Mekanisme ini adalah suatu sistem kelistrikan yang sering disebut sistem proteksi.

Fungsi sistem proteksi adalah memisahkan bagian – bagian yang terganggu atau terkena gangguan, sehingga bagian sistem lainnya dapat berfungsi dengan cara sebagai berikut: Mendeteksi adanya gangguan atau kondisi abnormal lainnya pada bagian sistem yang diamankannya (*Fault Detection*). Melepaskan bagian sistem yang terganggu (*Fault Clearing*). Memberitahu operator adanya gangguan dan lokasinya (*Annunciation*). Pengaman – lebur (*Fuse*) adalah contoh alat pengaman yang paling sederhana yang jika dipilih dengan tepat dapat memenuhi fungsi tersebut.

Konsep Dasar Aliran Listrik Dalam persamaan maupun perhitungan daya, hal pokok yang harus dipahami adalah dengan memahami konsep segitiga daya. Ilustrasi konsep segitiga daya ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini (Widharma, 2021).



Gambar 1. Segitiga daya.

Keterangan Gambar 1: P adalah Daya Aktif (Watt), Q adalah Daya Reaktif (VAR), S adalah Daya Semu (VA) dan $\cos \phi$ adalah Faktor Daya. Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya, yaitu daya aktif atau *real power* (P), daya reaktif atau *reactive power* (Q), dan daya nyata atau *apparent power* (S). Daya aktif bersumber dari trafo dan ganset terdapat pada persamaan sebagai berikut (Widharma, 2021):

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan persamaan 1: P adalah daya nyata (Watt), V adalah tegangan (Volt), I adalah arus yang mengalir pada penghantar (Ampere) dan $\cos \phi$ adalah faktor daya.

METODOLOGI

Dalam melakukan penelitian penulis menyusun kerangka penelitian agar setiap kegiatan penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur.

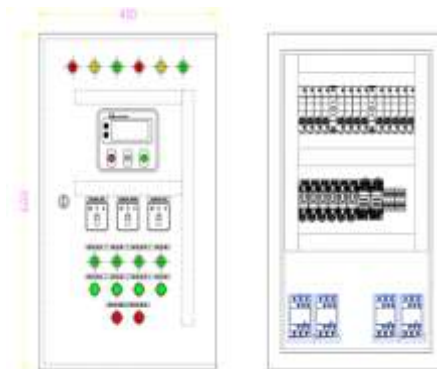


Gambar 2. Flowchart penelitian.

Berikut ini adalah *Flowchart* alur penelitian yang dilakukan: Diawali dengan mencari tema penelitian, penulis disini menentukan bahasan apa yang akan dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dengan melakukan hal tersebut penulis dapat menentukan judul penelitian. Lalu penulis menentukan masalah apa saja yang akan dibahas. Dari sini penulis dapat menentukan Batasan serta rumusan masalah yang akan penulis lakukan. Kemudian penulis melakukan studi pustaka dengan membaca jurnal serta referensi terkait lainnya yang sesuai dengan batasan masalah yang telah ditentukan.

Setelah melakukan semua langkah diatas penulis melakukan observasi lapangan yaitu dengan menentukan tempat untuk melakukan percobaan. Setelah menentukan batasan masalah serta melakukan studi pustaka penulis mulai menentukan gambar kerja pembuatan untuk percobaan yang akan dilakukan yaitu pembuatan sistem panel proteksi. Kemudian setelah menentukan gambar kerja sistem panel proteksi penulis mulai mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Kemudian penulis melakukan perakitan panel proteksi serta mempersiapkan modul *Deep Sea Electronics 4520*.

Kemudian dilakukan pengujian alat, yang dilakukan dengan mengujinya dengan Avometer dan modul *Deep Sea 4520*. Setelah melakukan pengujian alat. Apabila terjadi kesalahan maka penulis akan melakukan review ulang dari pembuatan gambar kerja. Apabila tidak terjadi kesalahan maka penulis akan melakukan pengamatan serta pengolahan data yang telah diperoleh. Setelah pengamatan serta pengolahan data kemudian penulis dapat membuat hasil yang didapat serta membuat kesimpulan dari hasil percobaan. Dengan berakhirnya pembuatan hasil dan kesimpulan maka uji coba yang telah dilakukan telah selesai. Setelah melakukan beberapa kali perhitungan serta pertimbangan dalam membuat desain untuk panel. Berikut adalah gambar desain untuk box 40 x 60 x 20 cm.



Gambar 3. Desain panel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil penelitian dan pengamatan dari panel proteksi *over voltage* dan *under voltage* yang telah direalisasikan dan diuji coba. Hasil dari penelitian dan pengamatan ini berupa analisa, pengujian alat dan hasil pengujian. Pada penelitian ini semua data yang diambil dari *power station* PLN berbasis modul *Deep sea 4520* yang dapat digunakan untuk menarik masalah dan tujuan yang telah disimpulkan, Berikut adalah hasil keseluruhan rancang bangun alat.



Gambar 4. Keseluruhan rancang bangun alat.

Gambar 4 adalah panel proteksi ini menggunakan sumber daya yaitu dengan aliran arus listrik dari PLN dan atau generator(genset). Dimana ketika ada suatu aliran arus yang tinggi atau lemah maka dengan *control modul Deepsea dapat* memproteksi aliran arus listrik.

Pada penelitian ini pengujian modul *Deep Sea 4250* diperlukan untuk memastikan bekerja sesuai dengan fungsinya, Dibawah ini adalah hasil pengujian *Modul Deep Sea 4250*.



Gambar 5. Hasil pengujian modul deep sea 4250.

Pada Gambar 5 adalah pengujian modul *deep sea 4250* yang telah selesai dirancang bangun, adapun hasil pengujiannya akan dijabarkan dengan Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian modul deep sea 4250.

Jenis Pengujian	Langkah Pengujian	Hasil
<i>Power On Test</i>	Hubungkan suplai DC 8–35V	Modul menyala, layar LCD aktif
<i>Manual Start</i>	Tekan tombol "Start" pada panel	Mesin genset menyala
<i>Stop</i>	Tekan tombol "Stop"	Mesin genset mati
<i>Mode Otomatis</i>	Set ke mode "Auto", matikan suplai PLN	Genset menyala otomatis
<i>Restore PLN</i>	Kembalikan suplai PLN	Genset mati otomatis setelah jeda transfer

Penelitian ini menggunakan *stabilizer* untuk melakukan pengujian *Under Voltage*, Dengan cara mengatur mengurangi tegangan menjadi turun, Dengan seperti itu dapat diambil dan dianalisa turunnya tegangan pada panel *deep sea 4520*.



Gambar 6. Pengujian under voltage dan overvoltage pada deep sea 4520.

Pada Gambar 6 adalah proses pengambilan data pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* yang di lakukan dengan memonitoring delay proteksi dari panel *deep sea* 4520, berikut adalah hasil dari tabel hasil pengujian *under voltage* pada panel *deep sea* 4520.

Tabel 2. Hasil pengujian *set point* tegangan terhadap *delay*.

Kondisi setpoint (V)	Volt kWh 1 (V)	Volt kWh 2 (V)	Volt Genset (V)	Delay kWh 1 (sec)	Delay kWh 2 (sec)	Close kWh 1 (sec)	Close kWh 2 (sec)	Close Genset (sec)
<i>Under</i> (210)	209	209	220	5	5	2	2	10
<i>Normal</i> (220)	220	220	220	-	-	-	-	-

Dari Tabel 2 dapat diamati ketika tegangan diturunkan ke angka *set point* dengan waktu 5 detik (*Delay* dari *Deep Sea* 4520, maka waktu yang dibutuhkan genset untuk memproteksi 2 detik (*Close*), kemudian ketika tegangan sudah stabil kembali maka arus akan berpindah kembali ke tegangan awal dan genset akan mati dengan *delay* 10 (*Close*).

Pada Pengujian *Over Voltage* yang di lakukan dengan memonitoring delay proteksi dari panel saat *over voltage* dilakukan, Berikut adalah hasil dari tabel hasil pengujian.

Tabel 3. Hasil pengujian *set point* tegangan terhadap *delay*.

Kondisi setpoint (V)	Volt kWh 1 (V)	Volt kWh 2 (V)	Volt Genset (V)	Delay kWh 1 (sec)	Delay kWh 2 (sec)	Close kWh 1 (sec)	Close kWh 2 (sec)	Close Genset (sec)
<i>Over</i> (236)	235	235	220	5	5	2	2	10
<i>Normal</i> (220)	220	220	220	-	-	-	-	-

Dari Tabel 3 dapat diamati ketika tegangan dinaikkan ke angka *set point* dengan waktu 5 detik (*Delay* dari *Deep Sea* 4520, maka waktu yang dibutuhkan genset untuk memproteksi 2 detik (*Close*), kemudian ketika tegangan sudah stabil kembali maka arus akan berpindah kembali ke tegangan awal dan genset akan mati dengan *delay* 10 (*Close*), Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* pada penelitian ini dapat memproteksi bila mana terjadi *Under Voltage* dan *Over*.

Pada penelitian ini mengambil data pengukuran beban menggunakan modul *Deep Sea* 4520 dengan *monitoring* lewat *display* dengan mengamati hasil keluarannya berikut adalah proses pengambilan data.



Gambar 7. Pengujian beban dengan *monitoring modul deep sea* 4250.

Pada Gambar 7 adalah pengujian panel proteksi yang dilakukan pengujian langsung dengan beberapa beban yang telah di tentukan yang kemudian diamati hasil keluarannya lewat *display*, Berikut ini tabel hasil pengukurannya.

Tabel 4. Hasil pengujian beban terhadap frekuensi.

Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)	Cos ϕ	Total Daya (W)
200	220	0.8	50.1	0.97	170.7
300	220	1.4	50.1	0.97	298.8
400	220	1.8	50.1	0.97	384.1
500	220	2.2	50.1	0.97	469.5
600	220	2.6	50.1	0.97	554.8
700	220	3.2	50.1	0.97	682.9
800	220	3.6	50.1	0.97	768.2
900	220	4	50.1	0.97	853.6

Tabel 4 adalah hasil dari pengukuran yang didapatkan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520, berikut ini adalah penjelasan tentang hasil yang didapatkan Pada beban tertinggi 900W yang ujikan pada penelitian ini, beban yang digunakan adalah setrika, *hair dryer*, charger laptop serta catokan rambut. Yang dimana masing-masing memiliki beban yaitu setrika 400W, *hair dryer* 300 Watt, dan charger laptop serta catokan rambut masing-masing 100W. Arus yang dihasilkan adalah 4A. Daya yang dihasilkan adalah 853.6W.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos \phi \\
 &= 220 \text{ V} \times 4 \text{ A} \times 0.97 \\
 &= 853.6 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Maka, dapat di simpulkan semakin besar beban yang diuji maka hasil keluaran daya yang dihasilkan akan semakin besar dan alat ini dapat berfungsi dengan baik saat diberikan beban 900W. Berikut adalah grafik perbandingan antara beban yang di uji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas, maka dapat kita tarik kesimpulan sebagai berikut: Sistem proteksi pada panel dapat mengontrol dan *monitoring* data, dan sistem proteksi dapat direalisasikan, menjalankan tugasnya dengan baik. Adanya sedikit perbedaan hasil arus dan daya sebenarnya pada pembacaan di monitor modul *Deep Sea Electronics* 4520 dan Avometer. Namun perbedaannya sangat sedikit yang dikarenakan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520 ada yang dinamakan *safety default* yang melakukan batas aman dan standar. Genset mampu *back-up* kWh 1 dan 2 pada saat dibutuhkan. Tegangan yang dihasilkan saat terjadi *under* dan *over voltage* bagi kWh 1 dan 2 adalah 209V dan 236V. Pada saat terjadi *under* maupun *over voltage* pada KWH 1 dan 2, genset dapat *back-up*. Pada penggunaan daya 900W data yang dihasilkan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520 adalah 50.1Hz frekuensi, dan arus yang dihasilkan pada penggunaan daya tertinggi adalah 4A. Besaran daya *template* atau daya yang dihasilkan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520

dan daya aktual hasil penghitungan tidak jauh berbeda. Perbedaan yang sedikit ini dikarenakan $\cos \phi$ yang digunakan adalah 0.97.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, E. (2021). Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Automatic Transfer Switch/Automatic Main Failure (ATS–AMF) Menggunakan Wemos D1 Berbasis Internet of Things (Iot). Vol. 4 No. 1 (2021): SinarFe7-4 2021, 4(1), 1-2.
- Cahyo, M. D. (2018). Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Visual Studio Uji Coba Diakses Di PT. Pancawana Indonesia. CYCLOTRON, 1(2).
- Fikra, Y. (2018). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Dengan Parameter Arus, Frekuensi Dan Suhu. Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT), 6(1).
- Prayogi, E. (2018). Perancangan Sistem Proteksi Menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110 pada PLTMH Bintang Asih.
- Sufiyan Tsauri, I., & Hendarto, D. (2017). Rancang Bangun Perangkat Automatic Transfer Switch (ATS) Genset 1.200 VA Sebagai Energi Listrik Cadangan (Vol. 4, Issue 2). <http://ejournal.uika-bogor.ac.id>
- Suhanto. (2018). Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Dan Automatic Mains Failure Pada Generator Set 80 kVA Dengan Deep Sea Electronic 4420.
- Supriyadi, A., Purnama, H., & Jadmiko, S. W. (2021). Rancang Bangun Automatic Close-Transition Transfer Switch (ACTS) Dengan Sistem Back-Up Catu Daya UPS.
- Syafruddin, R., Ramady, G. D., & Hudaya, R. R. (2021). Rancang bangun sistem prpteksi daya listrik menggunakan sensor arus dan tegangan berbasis arduino. Jurnal online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, 16(1), 36-43. (devira)
- Tanjung, M. S., Dalimunthe, M. E., & Saragih, Y. (2025). Analisis Keandalan Generator Set (Genset) Sebagai Power Supplay Darurat Aplikasi Pada Sistem Kelistrikan Kampus 3 Unpab. Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE), 7(1), 35-39.
- Widharma, I., Sajayasa, I., Sunaya, I. N., & Budiada, I. (2021). Analisis Konsumsi Energi Listrik Dua Motor Induksi Tiga Fasa Antara Terhubung Langsung Dengan Terhubung Tukar Fasa. Jurnal Ilmiah Vastuwidya, 4(1), 21-25.

Sistem Pengaturan Suhu Air pada Bak Sumber Panas Untuk Desalinasi Air Laut

Budi Rajab Bulan¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹budirajab18@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 1 Nov 2025
revisi : 2 Nov 2025
diterima : 20 Nov 2025
dipublish : 3 Nov 2025

ABSTRAK

Proses memanaskan air secara tradisional dilakukan dengan memanfaatkan api sebagai media penghasil panas. Maka dari itu dibutuhkan suatu termometer yang dapat membaca suhu aktual yang dijadikan nilai acuan suhu yang diinginkan dan mengatur aliran listrik agar menghasilkan panas yang linear dengan besar aliran listriknya. Tujuan penelitian ini dapat mengetahui secara singkat proses kerja alat desalinasi air laut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis, Hasil dari penelitian ini menunjukkan terhadap 3 kali pengujian dengan menggunakan software arduino IDE dimana menunjukkan hasil pengukuran sudah mendekati setpoint dengan tabel pengukuran di atas mengambil data dengan suhu air setpoint 70°C, 60°C dan 50°C dan Hasil kalibrasi yang dilakukan dapat dinyatakan dalam waktu lebih dari 2 jam dengan wadah berisi air 1.5L dan suhu mencapai angka 61°C menghasilkan uap air sebanyak 25ml.

Kata kunci: pemanas air, termometer, mikrokontroler, PID

ABSTRACT

The process of heating water is traditionally done by utilizing fire as a heat-generating medium. Therefore, a thermometer is needed that can read the actual temperature, which is used as a reference value for the desired temperature, and regulates the electric current to produce heat that is linear with the amount of electric current. The purpose of this study is to briefly understand the working process of a seawater desalination device. The method used in this study is the Analysis method. The results of this study show that 3 tests using the Arduino IDE software show that the measurement results are close to the set point with the measurement table above taking data with a water temperature set point of 70oC, 60oC and 50oC and the calibration results can be stated in more than 2 hours with a container containing 1.5L of water and a temperature reaching 61oC producing 25ml of steam.

Keywords: water heater, thermometer, microcontroller, PID

PENDAHULUAN

Desalinasi merupakan proses pengolahan air untuk memisahkan garam dari larutan garam untuk menghasilkan air minum atau air yang rendah TDS (*Total Dissolve Solid*) atau patokan mengenai jumlah zat atau mol yang terlarut ke dalam air. Desalinasi merupakan sebuah instrumen yang berfungsi untuk menghasilkan air tawar yang berasal dari air laut melalui proses evaporasi dan kondensasi (Mowaviq, 2021). Dari gambaran keterangan diatas maka di buatlah prototipe desalinasi air laut. Alat ini terdiri dari dua bak yaitu bak air tawar dan bak air laut, bak air tawar digunakan sebagai reaktor sedangkan bak air laut berisi air laut yang akan di panaskan dengan menggunakan *heat pipe* (Kusuma et al., 2024). Proses destilasi merupakan suatu perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut di dinginkan kembali menjadi cairan. Unit operasi distilasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan komponen - komponen yang terdapat dalam suatu larutan atau campuran dan tergantung pada distribusi komponen - komponen tersebut antara fasa uap dan fasa air.

Destilasi sederhana atau destilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murni (Kimia & Iyabu). Pada prototipe *heat pipe* ini untuk memanaskan air sebagai reaktor yaitu menggunakan heater sebagai alat pemanasnya, heater pada bak terpasang sebanyak 4 buah dengan daya 2000 watt dengan suplay tegangan 220 volt. Agar panas yang di hasilkan sesuai dengan kebutuhan maka tegangan pada heater harus stabil ketika suhu di naikan atau di turunkan (Pambudi et al., 2024).

TEORI

Proses desalinasi air laut menjadi air tawar merupakan alternatif bagi industri atau masyarakat di daerah pesisir pantai yang tidak memiliki sumber air tawar yang cukup guna memenuhi kebutuhan penggunaan air bersih, oleh karena itu memanfaatkan teknologi baru terbarukan untuk merubah air laut menjadi air tawar yang layak pakai untuk dipergunakan. Walau demikian, banyak masyarakat yang belum tahu bagaimana proses desalinasi air laut menjadi air tawar (Ersa, 2020). Contoh yang terjadi bencana Tsunami Aceh tahun 2004. Australia memberikan bantuan pengadaan air bersih korban bencana Tsunami dengan memanfaatkan proses desalinasi air laut.

Prototipe *heat pipe* atau pipa panas adalah tabung tertutup rapat yang berisi pipa kerja cairan dalam fase cair dan uap dan sumbu untuk memungkinkan kembalinya fluida kerja yang terkondensasi ke evaporator, pipa panas yang lebih murah (tanpa sumbu) dapat digunakan asalkan bagian evaporator lebih rendah dari kondensor bagian (setidaknya dengan sudut 5° sehingga memungkinkan fluida kerja dalam fase cair untuk kembali dari kondensor ke evaporator dengan gravitasi, Pemilihan fluida kerja pipa panas dan bahan cangkang dan sumbu sangat tergantung pada kompatibilitas kimianya dan kisaran suhu kerja pipa panas (Jouhara, Anastasov, & Khamis, 2009).

Thermocouple adalah dua logam yang didekatkan yang apabila terpapar oleh kalor dengan suhu tertentu akan menghasilkan beda potensial. Termokopel Suhu didefinisikan sebagai jumlah dari energi panas dari sebuah objek atau sistem. Perubahan suhu dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap proses ataupun material pada tingkatan molekul (Khammamah, 2018). Sensor suhu adalah device yang dapat melakukan deteksi pada perubahan suhu berdasarkan pada parameter-parameter fisik seperti hambatan, ataupun perubahan voltage. Termokopel Tipe K terdiri dari dua bagian yaitu : (Chromel (Ni-Cr alloy) dan Alumel (Ni-Al alloy) , rentang suhunya berkisar antara -200°C hingga $+1200^{\circ}\text{C}$.

Sensor Suhu atau Temperature Sensors adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu obyek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk output Analog maupun Digital. Sensor Suhu juga merupakan dari keluarga transduser (Syadza, Permana, & Ramadan, 2018).

METODOLOGI

Metode Cohen-Coon diklasifikasikan sebagai metode penalaan 'offline', yang berarti bahwa perubahan langkah dapat diterapkan pada masukan setelah berada pada kondisi tunak. Kemudian keluarannya dapat diukur berdasarkan konstanta waktu dan waktu tunda dan respon ini dapat digunakan untuk mengevaluasi parameter kendali awal (Supriyanto, Suryatini, Martawireja, & Rudiansyah, 2022). Tahap-tahap yang akan dilakukan dalam mencari konstanta PID.

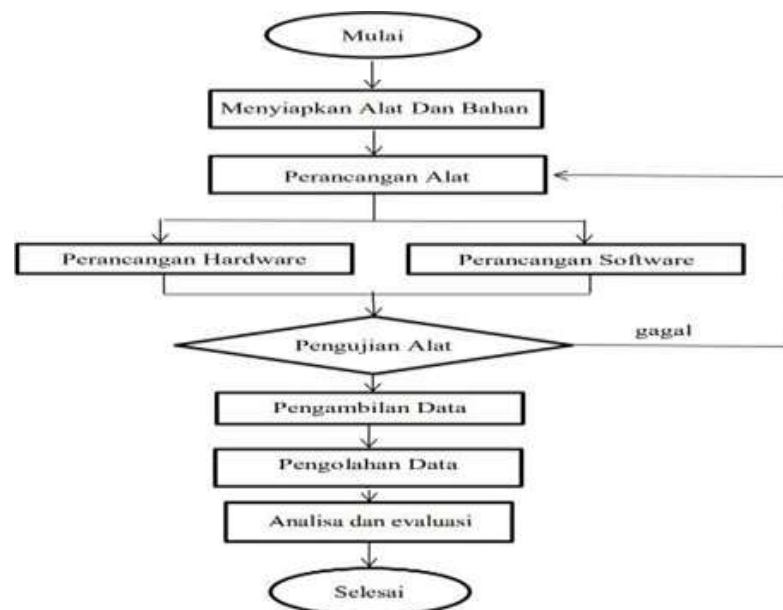
Mari kita lanjut pembahasan tentang PID Controller dan cara mencari konstantanya. Teknik yang dipakai dalam pembahasan kali adalah metodenya Cohen-Coon, dan mungkin agak sama dengan proses analisa grafiknya. Dalam teknik cohen-coon, berdasarkan grafik, yang harus kita tentukan adalah : selisih kenaikan suhu (Δ), selisih kenaikan sudut (∂), Gain K, Nilai 28% dan 63% dari (Δ), Waktu saat 28% dan 63% dari (Δ), Konstanta effective time (τ), Deadtime (θ), Rumus Transfer Function Untuk data- data di atas? Data-data di atas digunakan untuk mencari Transfer Function.

Kerangka Penelitian, dalam melakukan penelitian penulis menyusun kerangka penelitian agar setiap kegiatan penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur.

Keterangan *flow chart*: persiapan alat dan bahan, perancangan alat, perancangan hardware, perancangan software, uji fungsi alat, pengambilan data, pengolahan data, analisa data dan hasil dan kesimpulan.

Alat penelitian, adapun alat penelitian yang akan digunakan dalam proses sistem pengaturan suhu pada bak panas heat pipe di alat desalinasi air laut ini adalah seperti

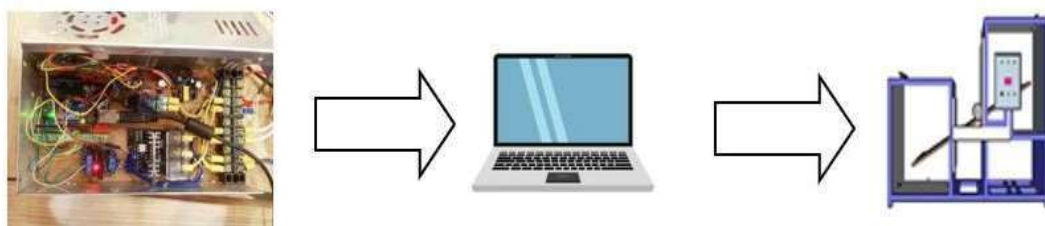
ditunjukkan pada berikut ini: board arduino nano, power supplay 5v, modul ac dimmer (zero cross detector), LCD 16 x 2, sensor temperatur termokopler tipe K, sensor potensio 10k, cover luar bekas power suplai, kabel jumper, multimeter, laptop, solder dan timah, modul ssr (solid state relay), dan heater.



Gambar 1. Flow chart kerangka penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini menjelaskan desain sistem secara keseluruhan tentang perancangan pengaturan suhu pada prototipe desalinasi air laut teknologi heat pipe. Desain sistem yang terdiri dari perancangan alat, laptop dan prototipe desalinasi teknologi heatpipe . Desain sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain sistem pengaturan suhu.

Pada tahapan ini pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak sesuai dengan standar alat uji. Pengujian yang dilakukan yaitu pada sensor suhu Max6675k thermokopel. Beban yang diuji pada alat ini yaitu teko pemanas dengan kapasitas 1.5L dan terdapat 1 buah heater yang terpasang pada teko pemanas dimana heater ini digunakan untuk memanaskan air yang ada pada teko tersebut.

Pemrograman yaitu dengan memasukan data pin sensor Suhu pada software arduino IDE. Adapun yang perlu di perhatikan selama proses pengambilan data suhu pada alat pengaturan suhu yaitu tegangan input dan outpu dari alat pengaturan suhu tersebut, dapat di lihat pada table data pengukuran manual.

Tabel 1. Pengukuran manual tanpa kontrol dan tanpa kipas.

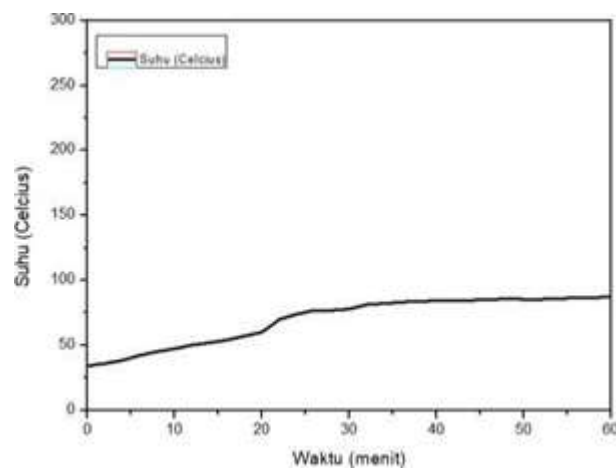
Tegangan Input (volt)	Waktu (menit)	Tegangan Heater (volt)	Arus (mA)	Suhu (celcius)
220	0	45,46	242,2	27,5
220	2	45,46	242,2	29,75
220	4	45,46	242,2	33
220	6	45,46	242,2	35,25
220	8	45,46	242,2	37,75
220	10	45,46	242,2	39,75
220	12	45,46	242,2	42,5
220	14	45,46	242,2	45
220	16	45,46	242,2	47,25
220	18	45,46	242,2	49
220	20	45,46	242,2	51
220	22	45,46	242,2	53
220	24	45,46	242,2	54,75
220	26	45,46	242,2	58,5
220	28	45,46	242,2	60,25
220	30	45,46	242,2	62
220	32	45,46	242,2	63,25
220	34	45,46	242,2	66,25
220	36	45,46	242,2	66,5
220	38	45,46	242,2	68,25
220	40	45,46	242,2	68,25
220	42	45,46	242,2	70,25
220	44	45,46	242,2	72
220	46	45,46	242,2	73,25
220	48	45,46	242,2	74
220	50	45,46	242,2	75,75
220	52	45,46	242,2	79
220	54	45,46	242,2	82,25
220	56	45,46	242,2	83
220	58	45,46	242,2	85,25
220	60	45,46	242,2	88,5

Pada Tabel 1 dijelaskan betapa pentingnya juga tegangan terhadap pengaruh alat pengaturan suhu, pengambilan data tabel pengukuran manual di atas dengan menggunakan alat Avometer dan tanpa Kontrol arduino dengan waktu pengambilan per 2 menit dalam kurun waktu 1 jam, hasil yang di dapat dari pengukuran manual di atas dimulai dari waktu 0 dengan tegangan input 220V dan tegangan heater 45,46V yang bisa kita lihat di table tersebut dimana tegangan heater yang di hasilkan adalah tetap di karnakan pada uji coba ini tanpa Kontrol Arduino dan tanpa pendingin (kipas) oleh karena itu suhu yang dihasilkan terus bergerak naik sampai di suhu 880°C.

Tabel 2. Pengukuran manual tanpa kontrol dan dengan kipas.

Tegangan Input (volt)	Waktu (menit)	Tegangan Heater (volt)	Arus (mA)	Suhu (celcius)
220	0	45,46	242,2	34,25
220	2	45,46	242,2	36
220	4	45,46	242,2	38,5
220	6	45,46	242,2	42,25
220	8	45,46	242,2	45,25
220	10	45,46	242,2	47,5
220	12	45,46	242,2	50,25
220	14	45,46	242,2	52
220	16	45,46	242,2	54,25
220	18	45,46	242,2	57,25
220	20	45,46	242,2	60,25
220	22	45,46	242,2	70
220	24	45,46	242,2	74
220	26	45,46	242,2	77
220	28	45,46	242,2	77
220	30	45,46	242,2	78
220	32	45,46	242,2	81,5
220	34	45,46	242,2	82,25
220	36	45,46	242,2	83,25
220	38	45,46	242,2	84
220	40	45,46	242,2	84,25
220	42	45,46	242,2	84,25
220	44	45,46	242,2	84,75
220	46	45,46	242,2	85,25
220	48	45,46	242,2	85,75
220	50	45,46	242,2	85,5
220	52	45,46	242,2	85,5
220	54	45,46	242,2	86
220	56	45,46	242,2	86,5
220	58	45,46	242,2	86,75
220	60	45,46	242,2	87,25

Pada tabel 2 dijelaskan betapa pentingnya juga tegangan terhadap pengaruh alat pengaturan suhu, pengambilan data table pengukuran manual di atas dengan menggunakan alat Avometer, tanpa control arduino dan dngan kipas dengan waktu pengambilan per 2 menit dalam kurun waktu 1 jam, hasil yang di dapat dari pengukuran manual di atas dimulai dari waktu 0 dengan tegangan input 220V dan tegangan heater 45,46V yang bisa kita lihat di table tersebut dimana tegangan heater yang di hasilkan adalah tetap di karenakan pada uji coba ini tanpa kontrol arduino dan dengan pendingin (kipas) oleh karena itu suhu yang di hasilkanpun lebih stabil tetapi terus bergerak naik sampai di suhu 860°C dan akan terus naik jika uji coba dengan waktu yang lebih lama.



Gambar 3. Grafik suhu dengan kipas.

Grafik kali ini menyatakan hasil suhu yang lebih stabil dibanding dengan grafik suhu sebelumnya, dikarenakan pada pengujian kali ini menggunakan pendingin kipas

yang dinyalakan selama proses pengujian berlangsung bertujuan untuk mendapatkan perbandingan nilai setpoint yang dihasilkan, nilai suhu kali ini adalah 87.250°C lebih kecil dari nilai yang sebelumnya adalah 88.5°C.

Hasil kalibrasi yang dilakukan dapat dinyatakan dalam waktu lebih dari 2 jam dengan wadah berisi air 1.5L dan suhu mencapai angka 61°C menghasilkan uap air sebanyak 25ml.

KESIMPULAN

Hasil dari perancangan dan pengujian prototipe evaporator heat pipe yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:. Sistem pengaturan suhu air pada bak sumber panas alat desalinasi air laut yaitu dibuat dengan menggunakan sensor temperature MAX6676K, sensor potensio 10k, modul AC dimmer, power supply 5V, dan board arduino nano, semua komponen tersebut di rangkai dan di tempatkan dalam satu box yaitu cover power supply dan selanjutnya membuat program software arduino IDE yang nantinya akan di tampilkan oleh LCD 16x2. Pada saat pengambilan data percobaan dengan setpoint 700 dan dengan tegangan input 204V serta tegangan heater dimulai dari 110V dan suhu terendah air adalah 28,5°C. Bisa kita lihat pada table pengukuran setpoint 70°C hanya butuh waktu 40 menit untuk mendekati titik setpoint, yang di mana ini artinya 20 menit kedepan suhu akan terus berada dibawah titik setpoint untuk memastikan bahwa alat Sistem Pengaturan Suhu Air Pada Bak Sumber Panas Desalinasi Air Laut ini bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulloh, S. H. (2015). Desalinasi Air dengan Memanfaatkan Energi Terbarukan. Pengolahan Air Dengan Menggunakan Energi Terbarukan. Hal, 1–8.
- Ariwibowo, T. H. (2020). Influence of Discrete Double Inclined Ribs on Performance of Ground Heat Exchanger for Ground Source Heat Pump.
- Brown, M. (2001). Power supply cookbook. Elsevier.
- Dewita, E., & Dibyo, S. (2019). Estimasi Pengaruh Desalinasi Terhadap Temperatur Umpan Pembangkit Uap RDE. Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, 20(2), 77–82.
- Ersa, G. R. (2020). Kajian Alternatif Teknologi Desalinasi Dalam Produksi Air Tawar Untuk Desa Labuan Bajo, Ntt. Jurnal Purifikasi, 20(1), 1–14.
- Gumilang, R. F., Amalia, S., Anugrah, A., & Bandri, S. (2023). Analisa Perbandingan Kontroler PID Terhadap Motor BLDC Menggunakan Penalaran Cohen-Coon dan Trial & Error. Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development, 5(3), 219–228.

- Hapsari, L. P., Pasaribu, R. P., & Anjani, I. (2023). The Use of An Arduino Uno Ultrasonic Sensor in Desalination Equipment's Water Filling Control. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 7(2), 164–172.
- Haryanto, D., Giarno, G., Hatmoko, S., Pambudi, Y. D. S., & Kusuma, M. H. (2023). Thermal Resistance of the Loop Heat Pipe Prototype in Steady State Conditions. *Semesta Teknika*, 26(2), 214–221.
- Huda, B. D. (2018). Rancangan Bangun Safety Sistem Pada Prototype Steam Plant Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nurhuda, M., & Khosy'i'in, M. (2024). Perancangan Alat Uji Relay Thermal Trafo Tenaga Berbasis Arduino Mega 2560 Dan Sensor Suhu Thermocouple Type K. *Syntax Idea*, 6(10), 6485–6499.

Monitoring Sistem Alarm Unit Offshore Menggunakan HMI dan PLC

Chandra Irawan Putra Ciya Suhada¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹chandrirawanpcs@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 12 Nov 2025
revisi : 13 Nov 2025
diterima : 20 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Sistem yang memanfaatkan teknologi PLC dan HMI untuk mengontrol suhu dan kelembaban udara, tekanan dan kecepatan angin area alarm offshore secara otomatis. Sistem ini dapat memonitor kondisi ruang operasi secara real-time dan memberikan feedback ke operator melalui antar muka HMI. Dengan menggunakan sistem ini, operator dapat dengan mudah mengatur suhu dan kelembaban udara, tekanan serta melihat keadaan kecepatan yang terjadi diluar area Offshore sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang diinginkan, sehingga menjamin kenyamanan dan keselamatan karyawan yang berada disekitar area Offshore. Sistem ini juga memiliki fitur self-diagnosis yang dapat mendeteksi dan memberikan peringatan terhadap masalah yang mungkin terjadi pada sistem, sehingga membantu menjamin kinerja yang optimal dan mengurangi down time. Nilai galat dari pengukuran sensor XY- MD02 pada suhu adalah 0.81% sedangkan nilai galat pada kelembapan adalah 2.29%.

Kata kunci: PLC, HMI, Sensor XY-MD0, AHU

ABSTRACT

A system that utilizes PLC and HMI technology to control the temperature and humidity of the air, pressure, and wind speed of the Offshore Alarm area automatically. This system can monitor the condition of the operating room in real-time and provide feedback to the operator via the HMI interface. By using this system, the operator can easily adjust the temperature and humidity, pressure, and see the speed conditions that occur outside the Offshore area according to the desired needs and conditions, thus ensuring the comfort and safety of employees around the Offshore area. This system also has a self-diagnosis feature that can detect and provide warnings about problems that may occur in the system, thus helping to ensure optimal performance and reduce downtime. The error value of the XY-MD02 sensor measurement at temperature is 0.81% while the error value at humidity is 2.29%.

Keywords: PLC, HMI, XY-MD0 Sensor, AHU

PENDAHULUAN

Anjungan lepas pantai (*Offshore Platform* atau *Offshore Rig*) adalah suatu struktur bangunan dengan peralatan pengeboran yang dibangun di lepas pantai untuk mendukung proses eksplorasi atau eksploitasi bahan tambang maupun mineral alam. Fungsi utama dari anjungan lepas pantai (*Offshore Platform* atau *Offshore Rig*) untuk eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi. Rancangan struktur bangunan laut dipengaruhi oleh faktor lingkungan laut yang terdiri dari kedalaman perairan, angin, gelombang, arus, kondisi dasar laut, penggerusan dan tektonik (gempa bumi). Aktivitas pengeboran di anjungan lepas pantai (*Offshore Rig*) membutuhkan jenis kapal tertentu untuk menunjang proses tersebut. Kapal-kapal tersebut antara lain kapal tanker, kapal supply (supply vessel), kapal penampung (*floating storage*), kapal tunda (*tug boat*), kapal crew (*crew boat*), kapal kecil (*mooring boat*), *diving support vessel*, *floating crane* atau *derrick barge*.

Seperti hal dalam sistem teknik, baik dari segi mekanik dan elektrik perlunya suatu sistem yang dapat mempermudah dalam *maintenance* serta perbaikan dalam waktu cepat yang dapat menghindari terjadinya shut down yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Untuk itu penulis berusaha membuat rancangan penelitian yang dapat berguna untuk tim Teknik dalam mengatasi permasalahan yang terjadi salah satunya monitoring temperatur, *humidity*, tekanan, kecepatan angin, ketinggian air serta pengaman pada motor listrik. Pengembangan dapat disesuaikan dengan kebutuhan serta sifat *urgency*. Sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini sifatnya monitoring yang dilengkapi dengan indikator kejadian yang dapat diaplikasikan menggunakan smartphone yang dapat dibawa kemana mana, sehingga jika terjadi sesuatu dapat cepat serta mudah untuk memperbaiki.

TEORI

Sistem HVAC adalah sistem yang di dalamnya terdapat pemanas, sirkulasi udara, dan pendinginan yang dijadikan menjadi suatu sistem yang terintegrasi. HVAC memiliki tugas untuk memberikan kenyamanan lingkungan kepada penghuninya dengan cara mengkondisikan suhu, kelembapan, tekanan, dan sterilitas udara.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), suhu dapat diartikan dengan ukuran kuantitatif dari temperatur, panas atau dingin yang dapat diukur menggunakan Thermometer. Menurut ASHRAE (*the American society of heating, refrigerating, and air conditioning engineers*) kenyamanan suhu adalah di angka 21°C-29,5°C atau dalam satuan Fahrenheit adalah 70°F-85°F. Sedangkan menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) suhu yang nyaman adalah 25°C Dan Kelembapan 60%. Derajat suhu harian merupakan cara yang dipakai untuk mengindikasikan panas atau dingin yang diperlukan setiap harinya.

Kelembapan Relatif adalah besaran yang digunakan untuk menyatakan jumlah uap air yang terkandung di dalam udara. Semakin banyak uap air yang terkandung di dalam udara maka semakin lembab pula udaranya. Kelembapan dinyatakan dalam satuan (%) persen. Kelembapan ideal di dalam ruangan adalah 40- 60%.

Refrigerant adalah fluida yang memiliki tugas sebagai penyerap panas pada suhu dan tekanan rendah lalu kemudian membuang panas pada suhu dan tekanan tinggi. *Refrigerant* memiliki beberapa jenis diantaranya: *inorganic refrigerant*, *refrigerant* jenis ini digunakan sebelum adanya *refrigerant type halo-carbon*. *Refrigerant* ini digunakan karena memiliki sifat termodinamik dan fisiknya yang tetap.

Tabel 1. Jenis dan rumus kimia *inorganic refrigerant*.

Nama Kimia	Rumus Kimia	Nomor Refrigerant
<i>Amonia</i>	NH ₃	R-717
<i>Air</i>	H ₂ O	R-718
<i>Carbon Dioxide</i>	CO ₂	R-744
<i>Sulfur Dioxide</i>	SO ₂	R-764

Hydrocarbon refrigerant, *refrigerant* dengan *type* ini sangat cocok digunakan untuk pendinginan industri dan komersial. *Refrigerant* jenis ini memiliki kelebihan diantaranya termodinamika yang memuaskan, tapi kekurangan dari *refrigerant* jenis ini adalah mudah terbakar dan meledak.

Tabel 2. Jenis dan rumus kimia *hydrocarbon*.

Nama Kimia	Rumus Kimia	Nomor Refrigerant
<i>Ethane</i>	C ₂ H ₆	R-170
<i>Propane</i>	C ₃ H ₈	R-290
<i>Butane</i>	C ₄ H ₁₀	R-600
<i>Isobutane</i>	C ₄ H ₁₀	R-600a
<i>Trichloroethylene</i>	C ₂ H ₄ Cl ₃	R-1120
<i>Dichloroethylene</i>	C ₂ H ₄ Cl ₂	R-1130
<i>Ethylene</i>	C ₂ H ₄	R-1150
<i>Propylene</i>	C ₃ H ₆	R-1270

Halo-carbon refrigerant, *refrigerant* jenis ini adalah *refrigerant* sintetik yang terdiri dari satu atau lebih unsur *fluorine*, *chlorine*, *iodine*, dan *bromine*. Ada 3 jenis kelompok dari Halo karbon Refrigerant: CFC (*chloro fluoro carbons*), HCFC (*hydro chloro fluoro carbons*), dan HFC (*hydro fluoro carbons*).

Tabel 3. Jenis dan rumus kimia *halo-carbon refrigerant*.

Nama Kimia	Jenis	Rumus Kimia	No Refrigerant
<i>Trichloro Monofluoride Methane</i>	CFC	CCl ₃ F	R – 11
<i>Dichlorvos Difluoro Methane</i>	CFC	CCl ₂ F ₂	R – 12
<i>Trichloro Trifluoro Ethane</i>	CFC	C ₂ Cl ₃ F ₃	R – 113

<i>Dichlorvos Tetrafluoro Ethane</i>	CFC	C2Cl2F4	R – 114
<i>Trichloro Monofluoride Methane</i>	CFC	CCl3F	R – 11
<i>Chloro Difluoro Methane</i>	HCFC	CHClF2	R – 22
<i>Dichlorvos Fluro Ethane</i>	HCFC	C2H3Cl2F	R – 141b
<i>Chloro Difluoro Ethane</i>	HCFC	C2H3ClF2	R – 142b
<i>Difluoro Methane</i>	HFC	CH2F2	R – 32
<i>Penta Fluro Ethane</i>	HFC	C2HF5	R – 125
<i>Tetra Fluro Ethane</i>	HFC	C2H2F4	R – 134a
<i>Trifluoro Ethane</i>	HFC	C2H3F3	R – 143a
<i>Difluoro Ethane</i>	HFC	C2H4F2	R – 152a

Azeotropic refrigerant, istilah *azeotrope* mengacu kepada campuran zat stabil pendingin yang fase cair dan fase uapnya mempertahankan komposisi yang identik pada rentang suhu yang luas.

Tabel 4. Jenis *refrigerant azeotropic*.

Nomor Refrigerant	Kandungan/ Campuran
R-500	73,8% R-12 dan 26,2% R-152a
R-502	48,8% R-22 dan 51,2% R-115
R-503	40,1% R-23 dan 59,9% R-13
R-507	50% R-125 dan 50% R-143a

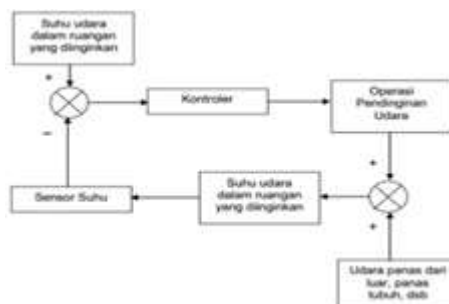
Zeotropic refrigerant, untuk *refrigerant type zeotropic* campuran dari refrigerant pembentuknya dapat dipisahkan menjadi senyawa penyusun dengan cara destilasi.

Tabel 5. Jenis *refrigerant zeotropic*.

Nomor Refrigerant	Kandungan/ Campuran
R-404A	44% R-125, 52% R-143a dan 4% R-134a
R-407C	23% R-32, 25% R-125 dan 52% R-134a
R-410A	50% R-32, 50% R-125
R-413a	3% R-600a, 9% R-218 dan 88% R-134a

Pada dasarnya otomatisasi harus berpedoman pada kehandalan, kontinuitas, serta kecepatan produktivitas. prinsip otomasi terdiri dari 3 bagian: masukan (input), proses (process), dan keluaran (output). Dalam pengaplikasiannya pada sistem kontrol PLC adalah sebagai berikut: Input: tombol tekan, sensor THD-RC, differential pressure transmitter. Proses: PLC. Output: *buzzer*, motor, *heater*, lampu, dan lain sebagainya.

Selain daripada itu pada otomasi HVAC ini diperlukan *feedback* yang berfungsi untuk mengirim sinyal balik dari output menuju input agar sistem akan terus berputar alias *close loop*.



Gambar 1. Blok diagram *close loop*.

Human Machine Interface (HMI) adalah sistem yang bisa menjadi penghubung antara manusia dengan mesin dan disajikan dengan visual yang bersifat *realtime*.



Gambar 2. *Human machine interfaces*.

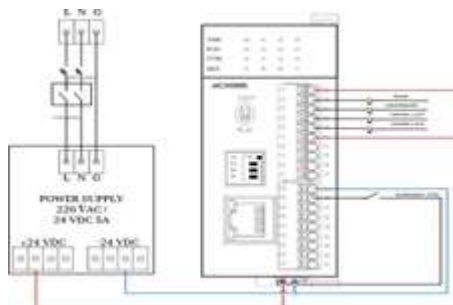
Fungsi HMI dalam dunia otomasi adalah: Memantau lalu memberitahukan informasi yang terdapat pada mesin kepada operator melalui visual secara *realtime*. Menentukan kondisi output yang berdasar pada nilai input dari pembacaan sensor. Mengumpulkan dan menyimpan data. Menyimpan historical alarm, sehingga operator bisa mengetahui masalah yang terjadi pada mesin. Menampilkan grafik suatu sistem.

METODE PENELITIAN

Metode berikut adalah cara membahas hal-hal yang berkaitan dengan penyusunan naskah: Kajian sastra yang dimaksud adalah, membaca buku, majalah, internet, dan artikel terkait untuk mengumpulkan informasi tentang topik tersebut. Penelitian di lapangan dilakukan dengan pengetahuan dan pemahaman langsung tentang situasi di lapangan dalam kaitannya dengan analisis yang relevan. Eksperimen ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah metode inti dari penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif.

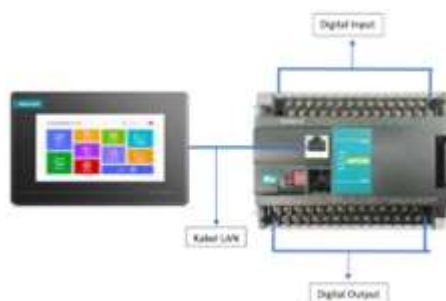
Dalam penelitian kali ini monitoring sistem alarm off shore menggunakan HMI yang akan diterapkan pada salah satu tempat: pada tahap ini membahas mengenai perancangan sistem alat yang akan digunakan, mulai dari design konstruksi, elektrikal dan juga diagram blok tiap- tiap komponen yang digunakan serta menjelaskan alur kerja dari diagram blok tersebut.

Perancangan kelistrikan disini akan dijelaskan pengkabelan diagram tiap-tiap komponen yang tersambung pada panel kontrol.



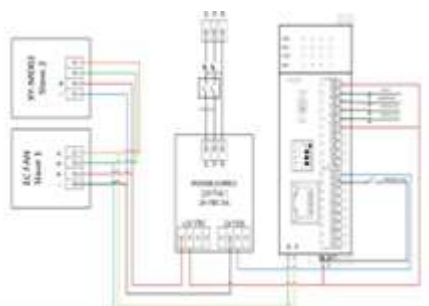
Gambar 3. Wiring PLC.

Pada Gambar 3 menunjukan wiring input dan output PLC, dimana input PLC hanya diisi oleh *emergency stop*, dan digital output berisikan *buzzer*, *compressor*, heater 1, dan heater 2.



Gambar 4. Jalur komunikasi PLC dan HMI.

Pada jalur komunikasi antara PLC dan HMI hanya menggunakan 1 kabel yaitu kabel LAN.



Gambar 5. Jalur komunikasi modbus.

Pada Gambar 5 menunjukkan jalur kabel antara XY-MD02, ECFan, dan PLC. Jalur kabel A dari XY-MD02 digabungkan dengan port A yang terdapat pada ECFan dan PLC begitu juga dengan kabel B.

Bahan dan alat yang dipergunakan untuk perancangan monitoring sistem alarm off shore menggunakan HMI dan PLC adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Alat dan bahan.

No	Nama alat dan bahan	Jumlah	Fungsi bahan
1	Personal Computer (PC)	1 Unit	Untuk membuat program
2	PLC Haiwell T16S2R	1 Pcs	Sebagai Controller
3	HMI Haiwell C7S	1 Pcs	Sebagai interface
4	Power Supply 24VDC	1 Pcs	Sebagai catu daya alat
5	Sensor XY-MD02	1 Pcs	Sebagai pembaca suhu dan kelembapan
6	Buzzer	1 Pcs	Sebagai pertanda alarm
7	Sensor tekanan	1 Pcs	Sebagai penanda tekanan
8	Sensor kecepatan angin	1 Pcs	Sebagai penanda kecepatan angin
9	Sensor Level	1 Pcs	Sebagai penanda ketinggian air
10	Emergency Stop	1 Pcs	Sebagai tombol darurat
11	Box Panel	1 Pcs	Sebagai tempat komponen
12	Tang potong	1 unit	Untuk memotong kabel
13	Obeng +/-	1 unit	sebagai pembuka dan pengencang baut
14	Bor Tangan	1 Unit	Untuk melubangi bagian kerangka
15	Gerinda Tangan	1 Unit	Sebagai pemotong rail dan cable duct
16	AVO Meter	1 Unit	Sebagai pembaca tegangan dan ampere
17	Kabel 1X0,75	20 m	Sebagai penyambung komponen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 7. Pengujian suhu.

No	Waktu	Sensor LM-81HT (°C)	Sensor XY-MD02 (°C)	Selisih (°C)	Persentase Error %
1	09.00	22.7	23.0	0.3	1,3
2	09.15	22.8	23.0	0.2	0.8
3	09.30	23.2	23.2	0.0	0.0
4	09.45	23.1	23.3	0.2	0,8
5	10.00	23.2	23.6	0.4	1.7
6	10.15	23.0	23.1	0.1	0,4
7	10.30	22.9	23.0	0.1	0.4
8	10.45	22.5	22.5	0.0	0.0
9	11.00	22.5	22.2	0.3	1.3
10	11.15	22.3	22.0	0.3	1.3
Rata – Rata				0.19	0,81

Tabel 8. Pengujian kelembapan.

No	Waktu	Sensor LM-81HT (%)	Sensor XY-MD02 (%)	Selisih (%)	Persentase Error %
1	09.00	46.0	47.1	1.1	2,3

2	09.15	50.0	50.9	0.9	1.8
3	09.30	46.4	45.2	1.2	2.5
4	09.45	48.2	46.3	1.9	3.9
5	10.00	48.5	47.7	0.8	1.6
6	10.15	51.3	51.1	0.2	0.3
7	10.30	50.2	50.0	0.2	0.3
8	10.45	52.8	52.4	0.4	0.7
9	11.00	52.5	53.0	0.5	0.9
10	11.15	53.7	53.2	0.5	0.9
Rata – Rata				0.77	2.29

Pengujian sensor tekanan jenis PSAN-L1CV-R1/8 dilakukan untuk mengetahui seberapa akuratnya pembacaan dari sensor tersebut dalam membaca tekanan yang akan diukur, pengukuran tekanan ini berfungsi mengetahui tekanan yang terjadi pada pompa sehingga diperlukannya keakuratan yang lebih tinggi maka diperlukannya pengujian tekan dengan beberapa tingkat menyesuaikan penggunaan pada tempat kerja. Percobaan ini dilakukan dengan mengambil data yang dilakukan, percobaan sebanyak 10 tingkatan dengan beberapa variasi.

Tabel 9. Hasil pengukuran tekanan.

Percobaan	Setpoint (Bar)	Pv Sensor (Bar)	Arus (mA)	HMI Pv (Bar)
1	0,5	0,46	18,72	0,47
2	1	0,97	19,52	0,99
3	1,5	1,56	20,64	1,48
4	2	1,96	19,68	1,96
5	2,5	2,55	20,32	2,55
6	3	3,05	20,26	3,01
7	3,5	3,48	19,9	3,51
8	4	4,06	20,24	4,04
9	4,5	4,47	19,89	4,45
10	5	5,07	20,28	5,02

Berdasarkan hasil pengukuran tekan yang menggunakan beberapa variasi pengukuran dengan 10 kali percobaan terdapat hasil yang berbeda, tetapi dilihat dari hasil nilai yang tertera pada Tabel 9 dengan selisih yang didapat tidak terlalu berbeda terlalu jauh masih dalam toleran hasil pengukuran.

Pengujian *display* HMI ini adalah guna memastikan tidak terdapat kesalahan yang terjadi di setiap menu.

Tabel 10. Pengujian *display* HMI.

No.	Menu	Hasil Uji
-----	------	-----------

1.	<i>Main Display</i>	OK
2.	<i>Overview System</i>	OK
3.	<i>Setting Parameter</i>	OK
4.	<i>Trend Viewer</i>	OK
5.	<i>Alarm</i>	OK
6.	<i>Data Logger</i>	OK
7.	<i>Information</i>	OK

Pada pengujian HMI No.1 telah dilakukan pengujian berupa *bug test*, dan hasilnya tidak terdapat *bug* yang mengganggu.



Gambar 6. Pengujian HMI 1.

Pada pengujian HMI No. 2 telah dilakukan pengujian berupa *bug test*, dan hasilnya tidak terdapat *bug* yang mengganggu.



Gambar 7. Pengujian HMI 2.

Pada pengujian HMI No. 3 telah dilakukan pengujian berupa *bug test*, dan hasilnya tidak terdapat *bug* yang mengganggu.



Gambar 8. Pengujian HMI 3.

KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan, perancangan hingga pengujian sistem Monitoring Sistem Alarm Unit Offshore Menggunakan HMI dan PLC dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Alat sistem kontrol yang dibuat dapat melakukan otomatisasi tata udara di ruang Offshore. Hasil pengukuran sebagian besar rata-rata selisih di bawah 0,5 tidak terlalu jauh dengan data yang diinginkan. Hasil pembacaan suhu terdapat error sebesar 0.81% dengan selisih rata-rata sebanyak 0.19 Celcius. Hasil pembacaan Kelembapan terdapat error sebesar 2.29% dengan selisih pengukuran rata-rata 0,77%Rh.

DAFTAR PUSTAKA

- Kemenkes, "Permenkes 31 Tahun 2019," pp. 1–19, 2019.
- M. Suhu and R. Operasi, "Seminar Tugas Akhir Mei 2016 Jln. Pucang Jajar Timur No. 10 Surabaya Seminar Tugas Akhir Mei 2016," pp. 19–24, 2016. "0317071.pdf."
- Puput Dani Prasetyoadi, "Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Metode Logika Fuzzy Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Nabire Papua," Fateska, vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2016.
- Suparyanto dan Rosad (2015, No Title No Title No Title, vol. 5, no. 3. 2020.
- M. S. Nashir, W. Kartika, and S. A. Wibowo, "Pemantauan Suhu Kelembaban dan Tekanan Udara Terpusat pada Ruang Operasi Menggunakan Aplikasi Blynk," Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones., vol. 3, no. 2, pp. 49–58, 2022, doi: 10.18196/mt.v3i2.12401.
- A. Saputra, "Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Sistem HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)," UIB J., p. 13, 2020.
- "Temperature Adalah: Pengertian, Arti dan Definisinya." [Online]. Available: <https://www.depkes.org/blog/temperature/>

- “Kelembapan, Pusat Ilmu Pengetahuan.” [Online]. Available: http://p2k.unkris.ac.id/id3/1-3065-2962/Lembap_23853_p2k-unkris.html
- “Humidity Guide.” <https://www.higienis.com/blog/humidity-guide/> (accessed Dec. 06, 2022).
- “Sterilisasi & Desinfeksi Kamar Bedah-ppt download.” [Online]. Available: <https://slideplayer.info/slide/12009624/>
- “Hygenitas dan Sterilitas Udara Ruang Operasi/OK.” [Online]. Available: <https://id.linkedin.com/pulse/hygenitas-dan-sterilitas-udara-ruang-operasiok-andri-khaidir>
- “Ruang Operasi-Prima Medika Hospital.” <https://www.primamedika.com/id/fasilitas-prima-medika/ruang-operasi> (accessed Dec. 06, 2022).
- “Tata Udara RuangOperasi-PT. CDS.” [Online]. Available: <https://klikcentro.com/service/hvac/tata-udara-ruang-operasi/>
- P. Irawan, H. Sumarna, and Kartini, “Perencanaan Air Handling Unit (AHU) Pada Gedung Serbaguna Desa Lumpatan I,” *Petra*, vol. 6, no. 2, pp. 43–52, 2019.
- A. Rosyada, A. R. Anhar, and I. Silanegara, “Analisis Kinerja Kondensor Unit Iv Sebelum Dan Sesudah Overhaul,” *Politeknologi*, vol. 16, no. 3, pp. 233–238, 2017.
- Jumadi, A. Aziz, and R. I. Mainil, “Pengaruh penggunaan katup ekspansi jenis kapiler dan termostatik terhadap tekanan dan temperatur pada mesin pendingin siklus kompresi uap hibrida menggunakan refrigeran R22,” *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, pp. 1–4, 2016.
- “Pre-Filter/Primary Filter | DEKATECH.” [Online]. Available: <https://www.dekafilter.com/produk/ahu/pre-filter/>
- “Medium Filter Industri, Rumah Sakit, Distributor Medium Filter.” [Online]. Available: <https://www.dekafilter.com/produk/ahu/medium-filter/>
- “Mengenai HEPA Filter yang Banyak Digunakan Air Purifier, Apa Fungsinya?” [Online]. Available: <https://www.momsmoney.id/news/mengenai-hepa-filter-yang-banyak-digunakan-air-purifier-apa-fungsinya>
- “Komponen Penting di Dalam Air Handling Unit (AHU).” [Online]. Available: <https://www.sentralibrasiindustri.com/komponen-penting-di-dalam-air-handling-unit-ahu/>
- “DUCTING AC Volume Dampers Kontraktor HVAC Indonesia.” [Online]. Available: <https://kontraktorhvac.com/ducting-ac-volume-dampers>



“Apa itu Ducting? Pengertian, Fungsi, Jenis & Komponen Sistem.” [Online]. Available: <https://nimbus9.tech/blog/ducting-adalah/>

“Prinsip Kerja HVAC Archives - PT. Titis Cahaya Sejahtera.” [Online]. Available: <https://www.titiscayahasejahtera.com/tag/prinsip-kerja-hvac/>

“Kata kunci: Sistem kontrol, HVAC system, PLC.” [Online]. Available: <https://123dok.com/document/y9217wwz-kata-kunci-sistem-kontrol-hvac-system-plc.html>

“Apa itu HMI (Human Machine Interface)? - PT Mitrainti Sejahtera Eletrindo.” [Online]. Available: <https://misel.co.id/apa-itu-hmi/>

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Budidaya Ikan di Pendowo Depok

Farizky Juli Ananda¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹farizskyy@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>diajukan : 2 Nov 2025 revisi : 3 Nov 2025 diterima : 20 Nov 2025 dipublish : 30 Nov 2025</p>	<p>Peneliti dapat menyimpulkan hasil analisa bahwa penggunaan panel surya yang digunakan dalam penggunaan penyerapan energi matahari ada 5 lempeng solar panel 50Wp jadi daya keseluruhan atau total solar panel 250Wp, dengan daya beban 150W yaitu pompa air 1 unit dan 2 lampu LED untuk kapasitas baterai 12V/100Ah 1 unit jadi cara menghitungnya $12\text{ V} \times 100\text{ Ah}$ adalah 1200 Wh, oleh karena itu butuh berapa waktu pengisian baterai dari penyerapan panas matahari pada panel surya yang efektif yaitu 5 jam/hari dari pukul 09:00-14:00 maka perhitungannya Daya masukan yang efektif $250\text{ Wp} \times 5\text{ jam} \times 0,85$ adalah 1062,5Wh/jam jadi untuk waktu pengisian $1200\text{ Wh} / 1062,5\text{ Wh/jam} \approx 1,13$ pengisian <i>full</i>, Daya masukan solar panel Efisiensi pengisian baterai hanya biasanya 80-90% tergantung kondisi cuaca dan intensitas sinar matahari, agar dapat keseimbangan pengisian-pemakaian dengan solar panel 250Wp, maka $1200\text{ Wh}/150\text{ W}$ adalah 8 jam maka dapat mengisi baterai penuh dalam 1,13 jam dan menyediakan daya untuk beban 150W selama 8 jam.</p> <p><i>Kata kunci: analisa hasil daya, pengukuran arus dan tegangan, panel surya</i></p> <p>ABSTRACT</p> <p><i>Researchers can conclude from the results and analysis that the solar panels used to absorb solar energy are 5 50 wp solar panel plates so the total power or total Solar Panel is: 250 wp, with a load power of 150W, namely 1 water pump and 2 LED lights for capacity. Battery: 12V/100Ah 1 piece so the way to calculate it is $12\text{ V} \times 100\text{ Ah}$ is 1200 Wh therefore how long does it take to charge the battery from absorption The effective heat from the sun on solar panels is 5 hours/day from 09:00-14:00 so the calculation is effective input power: $250\text{ WP} \times 5\text{ hours} \times 0.85$ is 1062.5 Wh/hour so for charging time: $1200\text{ Wh} / 1062.5\text{ Wh/hour} \approx 1.13$ full charge, Solar panel input power Battery charging efficiency is only average 80-90% depends on weather conditions or intensity of sunlight, so that you can balance Charging-Using. With a 250 WP solar panel, then $1200\text{ Wh} / 150\text{ W}$ is 8 hours, so you can fully charge the battery in 1.13 hours and provide power for a load of 150W for 8 hours.</i></p> <p><i>Keywords: power analysis, current and voltage measurements, solar panels</i></p>

PENDAHULUAN

Budidaya ikan adalah salah satu metode pemeliharaan atau peternakan ikan agar dapat menambah populasi untuk kebutuhan, yaitu berupa bahan pokok makanan atau peliharaan saja, maka dari itu tujuan penelitian saya terkonsen pada budidaya ikan in, dengan itu diperlukanya tempat,air dan terutama kebutuhan Listrik untuk berjalannya budidaya ikan tersebut dengan keterbatasan tempat yang susah dari pendistribusian Listrik PLN maka dari itu saya merancang sebuah konsep pembangkit Listrik tenaga surya (PLTS) *system Off grid*, dimana plts tersebut sangat berpengaruh untuk berlangsungnya atau berjalanya budidaya ikan tersebut (Ramadhani,2018).

Pembangkit listrik tenaga surya juga disingkat PLTS merupakan salah satu aplikasi penggunaan energi matahari sebagai sumber energi listrik, dengan memanfaatkan teknologi sel surya (Fotovoltaik) untuk menghasilkan energi listrik. Dalam instalasi pembangkit listrik tenaga surya, ada 4 komponen penting yang harus terpasang agar PLTS dapat berfungsi secara optimal, yaitu: (Ramadhani,2018) Panel surya, merupakan komponen utama yang harus ada dalam sebuah sistem PLTS yang berfungsi untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik; (Arif Nur,2021) *Controller* atau sering disebut Solar *Charge Controller* (SCC) merupakan komponen/peralatan pendukung yang berfungsi untuk mengatur *charging* dan *discharging* baterai dengan mengatur energi yang dapat diisi ke baterai setelah diproduksi oleh panel surya dan berapa besar pelepasan energi tersebut ke beban. (Andri Nugroho,2022) Baterai, merupakan komponen pendukung yang difungsikan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya; (Rumbajan,2021) Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, solar *charge controller* atau inverter jaringan, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (*on-grid*) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*off-grid*) (Ramadani, 2018).

Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, solar *charge controller* atau inverter jaringan, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (*on-grid*) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*off-grid*). Meskipun sistem PLTS tersebar SHS (*Solar Home System*) lebih umum digunakan karena relatif murah dan desainnya yang sederhana, saat ini PLTS terpusat dan PLTS hibrida (PLTS yang dikombinasikan dengan sumber energi lain seperti angin atau diesel) juga banyak diterapkan, yang bertujuan untuk mendapatkan daya dan penggunaan energi yang lebih tinggi serta mencapai keberlanjutan sistem yang lebih baik melalui kepemilikan secara kolektif (komunal). PLTS tersebar dapat menjadi pilihan ketika persebaran rumah penduduk yang berjauhan satu sama lain. (Rio Afrianda, 2020).

TEORI

Universidade Oriental de Timor Lorosa'e (UNITAL). Dari hasil pengujian Trainer yang dibuat diperoleh nilai rata-rata pengukuran tertinggi pada jam 11:00 dengan sudut 900, tegangan panel surya 13,02 Volt, tegangan baterai mengalami kenaikan saat pengisian dari pukul 10.00 sampai pukul 14.00 sebesar 0,54 Volt, arus pengisian baterai mencapai 0,52 Ampere, dan tegangan AC inverter 223 Volt. Tenaga Surya (PLTS) sistem *off-grid* yang telah dirancang berfungsi normal menurut prinsip sistem photovoltaic *off-grid*. Panel surya menghasilkan listrik sesuai dengan kapasitas. Inverter dapat melayani beban sesuai kapasitasnya sehingga modul siap digunakan sebagai modul praktikum untuk kegiatan pembelajaran laboratorium (Arif Nur Afandi, 2021).

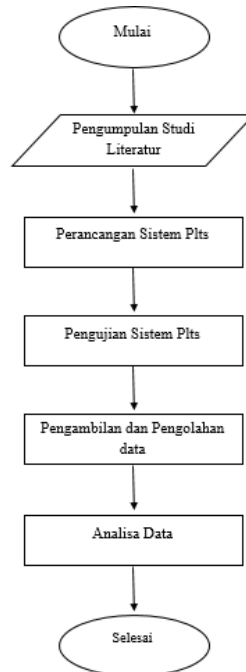
Pada penelitian sebelumnya, Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off Grid* yang merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah terpencil atau daerah pedesaan yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Sulitnya akses ke lokasi menjadikan biaya investasi pengembangan jaringan listrik konvensional menjadi besar, serta biaya operasional dan pemeliharaan yang sedikit akibat sulitnya jalur transportasi menuju lokasi, seperti yang dilakukan pada perancangan alat di daerah posko bencana semeru. Untuk menggunakan panel surya tersebut dibutuhkan Solar *Charger Controller* (SCC) sebesar 30 A kemudian PLTS yang digunakan dengan konfigurasi *Off-Grid*, kapasitas pembangkitan 100 Wp, Baterai 1×35 Ah, dan Inverter 1200 W serta LM 2596. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa solar *cell* pada jam 15.00 menghasilkan tegangan *output* sebesar 17,78 V dan arus 4,46 A. Pada SCC menghasilkan tegangan *output* sebesar 12,3 V dan arus 3,8 A. Arus Keluaran Baterai aki bergantung pada Intensitas cahaya matahari yang berlangsung ketika Panel Surya melakukan *charging* ke Baterai aki. (Slamet Hani, 2022).

METODOLOGI

Lokasi dan waktu untuk melakukan sebuah perancangan ini yang nantinya akan dilakukannya sebuah kegiatan penelitian pengambilan data. Penulis menentukan tempat yang diteliti yaitu bertempat di PENDOWO MANSION yang beralamat di Jl. Pendowo Raya RT 04/09 Limo, Kec. Limo, Kota Depok. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada tanggal 25 November–5 Januari 2024.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian laboratorium dan studi kepustakaan. Metode studi kepustakaan yaitu mencari literatur terkait PLTS sebagai penunjang, yaitu pengujian sistem/modul dengan beberapa kondisi tertentu. Tahapan metode penelitian ini meliputi identifikasi masalah, studi *literature*, desain *layout* modul PLTS, penentuan jenis, tipe dan analisis kapasitas (panel surya, SCC, inverter dan baterai), penyediaan bahan/komponen, pembuatan modul serta pengujian modul di laboratorium. Setelah tata *layout*/rancangan modul telah didesain, maka dilakukan analisa penentuan kapasitas/rating dari setiap komponen utama dari sistem PLTS seperti kapasitas panel surya yang digunakan, rating solar *charge controller* yang sesuai, kapasitas Ah baterai, kapasitas daya inverter serta perhitungan besar beban listrik AC dan DC. Setelah analisa tersebut dilakukan, selanjutnya membeli komponen sesuai dengan kapasitas yang

diinginkan kemudian dilanjutkan dengan pembuatan rangka modul dan instalasi komponen modul. Setelah modul telah jadi, maka dilakukan pengujian fungsional atau unjuk kerja modul (Rio Afrianda, 2020).



Gambar 1. Flowchart penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Beban kebutuhan perairan

Tabel 1. Spesifikasi kebutuhan.

No.	Nama Komponen	Daya (W)	Jumlah (Unit)	Durasi Aktif (jam/hari)	Total Daya (Wh/hari)
1.	Pompa Air	130	1	1,1	143
2.	Lampu	5	4	0,33	6,6
Total				149,6	

Dapat disimpulkan berdasarkan persamaan serta tabel diatas, total daya yang diperlukan sebesar 149,6 Wh/hari. Perhitungan ini masih fluktuatif bergantung terhadap penggunaan beberapa komponen seperti pompa sedot yang tidak selalu digunakan dalam periode 1 hari.

Daya Panel Surya yang Dibutuhkan

Berdasarkan perhitungan diatas total kebutuhan daya harian 149,6 wh/hari, maka panel surya yang diperlukan dapat dihitung dengan daya total dibagi dengan jam efektif matahari bersinar pada lokasi penelitian (5 jam) dikali dengan efisiensi sistem 80%. Maka dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{149,6 \frac{\text{wh}}{\text{hari}}}{5 \text{ jam} \times 0,85} = 35,2 \text{ W} = 40 \text{ W}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat terpenuhi kebutuhan daya dengan minimal spesifikasi panel surya 50 WP. Namun untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, direkomendasikan menggunakan PV yang lebih tinggi diatasnya. Oleh karena itu, rancangan ini menggunakan 5 panel surya dengan totaol kapasitas 250 WP agar daya yang ditangkap dapat lebih maksimal.

Kapasitas Baterai yang dibutuhkan

$$\frac{149,6 \frac{\text{wh}}{\text{hari}} \times 1 \text{ hari}}{5 \text{ jam} \times 12 \text{ v}} = 16 \text{ Ah}$$

Jadi, sistem perairan perlu tersuplai oleh baterai dengan spesifikasi minimal 12V 16 Ah untuk memastikan sistem dapat bekerja selama 1 hari tanpa adanya sinar matahari. Namun dikarenakan kebutuhan yang akan datang bahan pada penelitian ini, baterai yang terpasang pada sistem 100 Ah.



Gambar 1. (a) Pemasangan (b) Hasil kebutuhan.

Pengujian dan Pengukuran Hasil Total Daya Panel surya

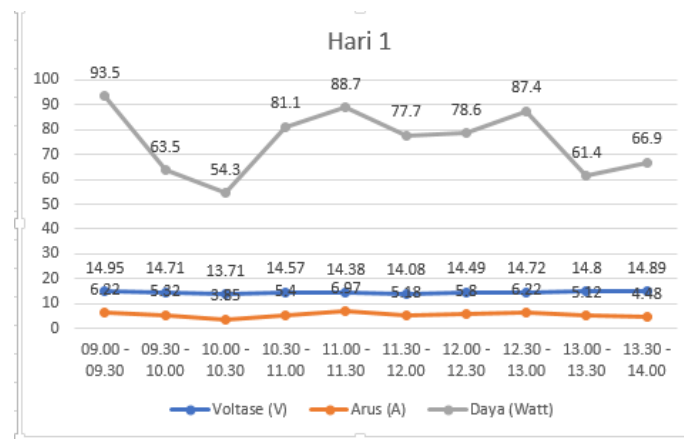


Gambar 2. Hasil pengukuran pemakaian.

Pada Gambar 2 adalah proses pengukuran dimulai sejak pukul 09.00 hingga pukul 14.00 WIB pada tahun 2025 dengan keadaan cuaca cerah berawan. Didapati hasil total daya yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengukuran hari ke-1.

No	Pukul (WIB)	Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan Cuaca
1	09.00 - 09.30	14.95	6.22	93.5	Cerah Berawan
2	09.30 - 10.00	14.71	5.32	63.5	Cerah Berawan
3	10.00 - 10.30	13.71	3.85	54.3	Berawan
4	10.30 - 11.00	14.57	5.4	81.1	Cerah Berawan
5	11.00 - 11.30	14.38	6.97	88.7	Cerah
6	11.30 - 12.00	14.08	5.18	77.7	Cerah Berawan
7	12.00 - 12.30	14.49	5.8	78.6	Cerah Berawan
8	12.30 - 13.00	14.72	6.22	87.4	Cerah
9	13.00 - 13.30	14.8	5.12	61.4	Cerah Berawan
10	13.30 - 14.00	14.89	4.48	66.9	Cerah Berawan



Gambar 3. Grafik pengukuran pemakaian.

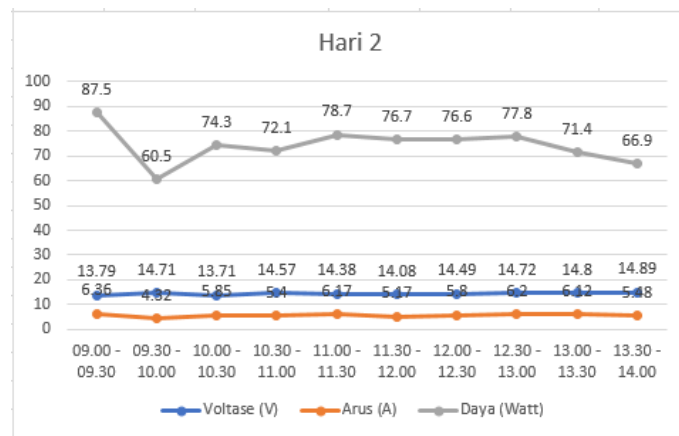
Pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa puncak daya yang dihasilkan sebesar 93,5 Watt pada pukul 09:00-09:30 WIB pada saat matahari berada di puncak dengan arus terbesar berada di 6,22A. Besar kecilnya daya maupun arus yang dihasilkan sangat bergantung pada cahaya matahari yang ditangkap oleh sel surya. Semakin luas permukaan cahaya yang ditangkap sel surya, semakin besar nilai daya yang dihasilkan. Apabila matahari terhalang oleh awan, daya yang dihasilkan pun dapat terpengaruh karena panel tidak dapat menangkap cahaya secara maksimal.



Gambar 4. Hasil pengukuran pemakaian.

Tabel 3. Pengukuran hari ke-2.

No	Pukul (WIB)	Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan Cuaca
1	09.00 - 09.30	13.79	6.36	87.5	Cerah Berawan
2	09.30 - 10.00	14.71	4.32	60.5	Berawan
3	10.00 - 10.30	13.71	5.85	74.3	Cerah Berawan
4	10.30 - 11.00	14.57	5.4	72.1	Cerah Berawan
5	11.00 - 11.30	14.38	6.17	78.7	Cerah
6	11.30 - 12.00	14.08	5.17	76.7	Cerah Berawan
7	12.00 - 12.30	14.49	5.8	76.6	Cerah Berawan
8	12.30 - 13.00	14.72	6.2	77.8	Cerah
9	13.00 - 13.30	14.8	6.12	71.4	Cerah
10	13.30 - 14.00	14.89	5.48	66.9	Cerah Berawan



Gambar 5. Grafik pengukuran pemakaian.

Pada Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa puncak daya yang dihasilkan sebesar 87,5 Watt pada pukul 09:00-09:30 WIB pada saat mahari berada di puncak dengan arus terbesar berada di 6,36A. Dan cuaca pada hari kedua tidak cerah di waktu selanjutnya dan puncak atau waktu tertinggi hanya di pengukuran awal.

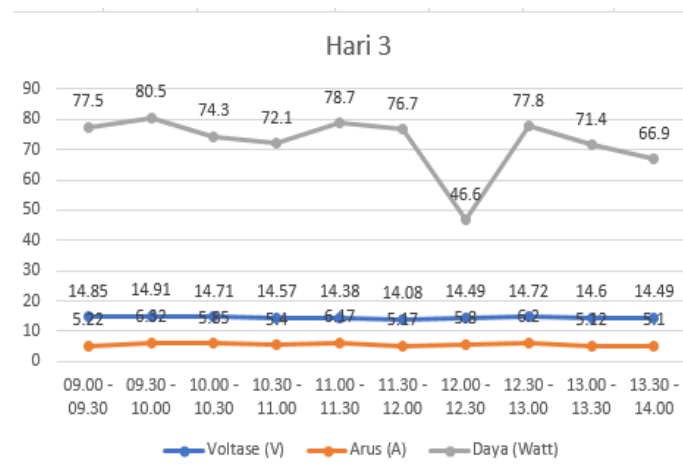
Percobaan berikutnya dilakukan pada hari berikutnya, berikut ini merupakan data yang dapat diambil pada keesokan harinya.



Gambar 6. Hasil pengukuran pemakaian.

Tabel 4. Pengukuran hari ke-3.

No	Pukul (WIB)	Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan Cuaca
1	09.00 - 09.30	14.85	5.22	77.5	Cerah Berawan
2	09.30 - 10.00	14.91	6.32	80.5	Cerah
3	10.00 - 10.30	14.71	5.85	74.3	Cerah Berawan
4	10.30 - 11.00	14.57	5.4	72.1	Cerah Berawan
5	11.00 - 11.30	14.38	6.17	78.7	Cerah
6	11.30 - 12.00	14.08	5.17	76.7	Cerah Berawan
7	12.00 - 12.30	14.49	5.8	46.6	Cerah Berawan
8	12.30 - 13.00	14.72	6.2	77.8	Cerah
9	13.00 - 13.30	14.6	5.12	71.4	Cerah Berawan
10	13.30 - 14.00	14.49	5.1	66.9	Berawan



Gambar 7. Grafik pengukuran pemakaian.

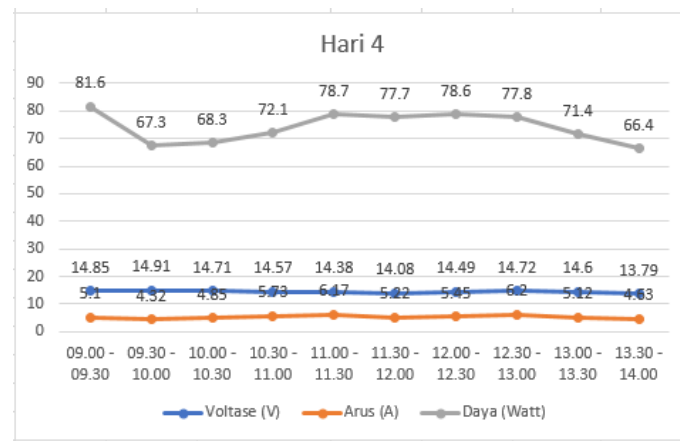
Pada hari ketiga pengambilan data ini daya yang ditangkap oleh PV kurang maksimal. Puncak daya yang dihasilkan terjadi pada pukul 10:00-10:30 WIB pada saat cuaca sudah tidak lagi mendung dapat menghasilkan daya sebesar 80,5W. Percobaan berikutnya dilakukan pada hari berikutnya, pada Gambar 8. ini merupakan data yang dapat diambil pada keesokan harinya.



Gambar 8. Hasil pengukuran pemakaian.

Tabel 5. Pengukuran hari ke-4.

No	Pukul (WIB)	Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan Cuaca
1	09.00 - 09.30	14.85	5.1	81.6	Cerah Berawan
2	09.30 - 10.00	14.91	4.32	67.3	Berawan
3	10.00 - 10.30	14.71	4.85	68.3	Berawan
4	10.30 - 11.00	14.57	5.73	72.1	Cerah Berawan
5	11.00 - 11.30	14.38	6.17	78.7	Cerah
6	11.30 - 12.00	14.08	5.22	77.7	Cerah Berawan
7	12.00 - 12.30	14.49	5.45	78.6	Cerah Berawan
8	12.30 - 13.00	14.72	6.2	77.8	Cerah
9	13.00 - 13.30	14.6	5.12	71.4	Cerah Berawan
10	13.30 - 14.00	13.79	4.63	66.4	Berawan



Gambar 9. Grafik pengukuran pemakaian.

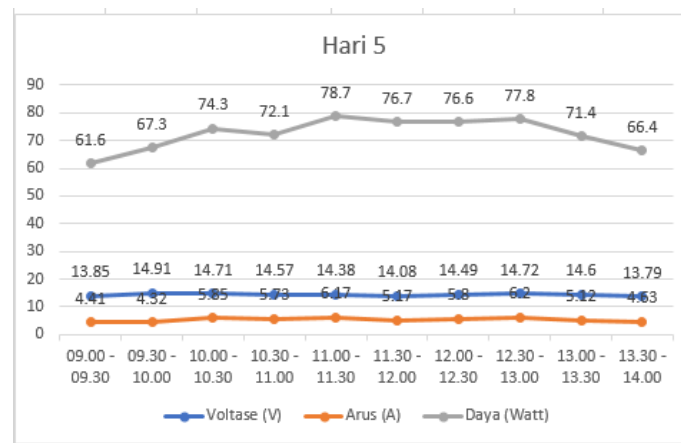
Pada Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa puncak daya yang dihasilkan sebesar 81,6 Watt pada pukul 09:00-09:30 WIB pada saat mahari berada di puncak dengan arus terbesar berada di 6,17A. Besar kecilnya daya maupun arus yang dihasilkan sangat bergantung pada cahaya matahari yang ditangkap oleh sel surya. Percobaan berikutnya dilakukan pada hari berikutnya, berikut ini merupakan data yang dapat diambil pada keesokan harinya.



Gambar 10. Hasil pengukuran pemakaian.

Tabel 6. Pengukuran hari ke-5.

No	Pukul (WIB)	Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan Cuaca
1	09.00 - 09.30	13.85	4.41	61.6	Berawan
2	09.30 - 10.00	14.91	4.32	67.3	Berawan
3	10.00 - 10.30	14.71	5.85	74.3	Cerah Berawan
4	10.30 - 11.00	14.57	5.73	72.1	Cerah Berawan
5	11.00 - 11.30	14.38	6.17	78.7	Cerah
6	11.30 - 12.00	14.08	5.17	76.7	Cerah Berawan
7	12.00 - 12.30	14.49	5.8	76.6	Cerah Berawan
8	12.30 - 13.00	14.72	6.2	77.8	Cerah
9	13.00 - 13.30	14.6	5.12	71.4	Cerah Berawan
10	13.30 - 14.00	13.79	4.63	66.4	Berawan



Gambar 11. Grafik pengukuran pemakaian.

Pada Gambar 11 menunjukkan hari kelima pengambilan data ini daya yang ditangkap oleh PV kurang maksimal. Puncak daya yang dihasilkan terjadi pada pukul 11:00-11:30 WIB pada saat cuaca sudah tidak lagi mendung dapat menghasilkan daya sebesar 78,7W.

Pembahasan Penelitian

Pada hasil penelitian ini penulis menjelaskan sistem kerja PLTS *off* grid pada panel surya, dimana panel surya dirangkai secara seri seri dihubungkan melalui mppt lalu dihubungkan ke baterai, disini arus yang dihasilkan oleh panel surya ke baterai itu masih arus DC maka dari itu arus listrik DC belum bisa digunakan pada kebutuhan barang elektronik atau alat rumah tangga lainnya karena harus arus AC oleh karena itu oleh karena itu harus menggunakan komponen inverter yang berfungsi mengubah arus DC menjadi arus AC, fungsi baterai dan inverter pada rancangan di atas sangat lah penting karena sistem kerja pada plts diatas menggunakan sistem *off* grid dimana sumber listrik yang digunakan hanya mengandalkan paparan sinar matahari yang dikonversikan oleh panel surya dan dikelola oleh mppt agar dapat tersimpan di baterai. Maka dari itu baterai yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan dan sistem rancangan *off* grid tersebut yaitu jenis baterai *lifepo4* plus BMS 1 buah berkapasitas 12V/100Ah dimana untuk mencapai minimum daya pada inverter arus listrik, inverter ini mempunyai daya masuk 12V DC, jadi untuk mencapai minimal daya 220V AC panel surya menggunakan 5 lempengan dirangkai seri dengan

masing watt pada panel surya sebesar 50wp, setelah arus diubah dari DC ke AC maka arus listrik bisa digunakan untuk peralatan seperti pompa air dan lampu.

Dari penjelasan diatas menyimpulkan bahwa penguanaan panel surya yang digunakan dalam penggunaan penyerapan energi matahari ada 5 lempeng solar panel 50wp jadi daya keseluruhan atau total Solar Panel : 250 wp, dengan daya beban 150 Watt yaitu pompa air 1 dan 4 lampu LED untuk kapasitas Baterai: 12V/100Ah 1buah jadi cara menghitungnya $12\text{ V} \times 100\text{ Ah} = 1200\text{ Wh}$ oleh karena itu butuh berapa Waktu Pengisian Baterai dari penyerapan panas matahari pada panel surya yang efektif yaitu 5 jam/hari dari pukul 09:00-14:00 maka perhitungan nya Daya masukan yang efektif: $250\text{ WP} \times 5\text{ jam} \times 0,85 = 1062,5\text{ Wh/jam}$ jadi untuk Waktu pengisian: $1200\text{ Wh} / 1062,5\text{ Wh/jam} \approx 1,13$ pengisian full, Daya masukan solar panel Efisiensi pengisian baterai hanya biasanya 80-90% ter gantung kondisi cuaca atau intensitas sinar matahari, agar dapat Keseimbangan Pengisian-Pemakaian Dengan solar panel 250 WP, maka $1200\text{ Wh} / 150\text{ W} = 8\text{ jam}$ maka dapat mengisi baterai penuh dalam 1,13 jam dan Menyediakan daya untuk beban 150 Watt selama 8 jam.

KESIMPULAN

Perencanaan panel surya 250 WP sebagai sumber listrik pada budidaya atau perkebunan yang berlokasi di pendowo, limo dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rencana pembuatan. Perhitungan pemasangan total daya harian yang dibutuhkan pada budidaya kolam lele adalah sebesar 149,6 Wh/hari. Kebutuhan daya ini dapat dipenuhi oleh sebuah panel surya dengan spesifikasi 250Wp dapat bekerja secara optimal dengan sumber PV tersebut pada saat cuaca cerah. Hasil pengukuran panel surya yang digunakan dalam penggunaan penyerapan energi matahari ada 5 lempeng solar panel 50Wp jadi daya keseluruhan atau total solar panel 250 Wp, dengan daya maksimal 93,5W dan arus 6,22A.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramadani, Bagus, (2018). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Dos & Don'ts. Dicetak dan didistribusikan oleh GIZ Jakarta
- Arif Nur Afandi, Irham Fadlika, Langlang Gumilar, M. Rizal Andriansyah, Eka Mistakim, Achmad Syahrudin Fakhri, Arie Muazib, Mohammad Robith Ircham Asyhari, Muhammad Fajar, (2021). Rancang Bangun Off-Grid System Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Modul Pembelajaran Bagivmahasiswa Universidade Oriental De Timor Lorosa'e (Unital).
- Andry Nugroho Tri Santosa, Slamet Hani, Gatot Santoso. Perancangan Sistem PLTS Off-Grid kapasitas 100 Wp Sebagai Sumber Energi Alternatif Charging 220V di Daerah Terdampak Bencana Semeru.
- Rumbajan, G. C. E., Mangindaan, G. M. C., & Rumbayan, M. (2021). Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel Untuk Hidroponik
- Pahlevi, Reza, Hasyim Asy'ari, and, Aris Budiman, (2015) Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.



- Andi Makkulau, Samsurizal, Salvatore Kevin, Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57.
- Espressif Systems. (2023). ESP32--WROOM--32. Espressif. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32wroom32_datasheet_en.pdf
- Hidayat, T. N., & Sutrisno, S. (2021). Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10Wp, 20Wp, Dan 30Wp. *Jurnal Crankshaft*, 4(2), 9–18. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v4i2.6013>

Rancang Bangun Sistem Program Kontrol Mesin Filling Menggunakan PLC dan HMI

Agus Maulana¹

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

^{1,2}Jl. Raya Puspatek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹maulana29898@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 1 Nov 2025
revisi : 8 Nov 2025
diterima : 21 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada saat ini cukup sangat pesat dan itulah menjadi salah satu acuan kita untuk membuat sistem kontrol otomatis yang bertujuan agar produksi dalam suatu industri dapat dilakukan menjadi lebih efisien dan lebih baik dari sebelumnya, sehingga pekerjaan yang awalnya dilakukan secara manual kini diganti oleh sistem otomatisasi. Otomasi merupakan suatu sistem dimana sistem kerja dijalankan sang mesin. Otomasi memberikan banyak akibat positif diantaranya ialah menekan tingginya error yang sering terjadi khususnya human error dan mempermudah untuk meningkatkan kecepatan waktu dan efisiensi pekerjaan yang sebelumnya dilakukan oleh manusia sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi. Sistem otomasi dapat dijalankan melalui pemrograman PLC dan ditampilkan pada HMI sebelumnya program dibuat pada software CX-Programmer dan NB-Designer. Pada kesempatan ini kami merancang sistem otomasi pada mesin filling minuman, mesin filling minuman yang kami rancang mempunyai sistem kerja sebagai berikut dimana awal bahan baku dimasukan ke tangki A dan B kemudian ditransfer ke tangki utama lalu di mixer dan proses selanjutnya dimasukan kebotol dan dijalankan menggunakan conveyor, dan juga sistem CIP yang berfungsi untuk membersihkan seluruh tangki. Sistem otomasi dari mesin ini menggunakan software CX-Programmer dalam penyusunan pemrograman ladder diagram PLC dan NB-Designer dalam visualisasi HMI dimana keduanya saling terhubung.

Kata kunci: otomasi, mesin filling, PLC, HMI, CIP, CX-Programmer, NB-Designer

ABSTRACT

The development of technology at this time is quite rapid, and that has become one of our references for creating an automatic control system that aims to make production in an industry more efficient and better than before, so that work that was originally done manually is now replaced by an automation system. Automation is a system where the work is run by a machine. Automation has many positive consequences, including reducing the high errors that often occur, especially human error, and making it easier to increase the speed of time and efficiency of work that was previously done by humans so that it can increase the amount of

production. The automation system can be run through the PLC programming and displayed on the HMI, which was previously created in the CX-Programmer and NB Designer software. On this occasion we designed an automation system for the beverage filling machine, the beverage filling machine that we designed has the following work system where raw materials are initially put into tanks A and B and then transferred to the main tank and then mixed and the next process is bottled and run using a conveyor, and also the CIP system which functions to clean the entire tank. The automation system of this machine uses CX-Programmer software in compiling PLC ladder diagram programming and NB designer in HMI visualization, where the two are connected.

Keywords: automation, filling machine, PLC, HMI, CIP, CX-Programmer, NB-Designer

PENDAHULUAN

Sebuah proses industri masih banyak yang menggunakan sistem manual, sebab itu makannya kita memerlukan sebuah sistem yang bisa bekerja secara otomatis yang mengontrol semua proses produksi supaya hasil dan kualitas produksi yang dihasilkan lebih efisien dan berkualitas sesuai dengan apa yang diinginkan. Maka dari itu dibuat sistem otomatis yang dirancang buat mengontrol proses produksi dengan baik serta benar. Perangkat yang dipergunakan di sistem otomatis ini ialah *Programmable Logic Controller* (PLC) yang merupakan perangkat elektronik yang digunakan buat mengendalikan proses produksi agar lebih efisien serta berkualitas. PLC selalu didampingi oleh Human Machine Interface (HMI) yang artinya sistem tatap muka antara sistem industri yg dikontrol oleh PLC dengan operator yang menjalankan sistem industri tersebut. Sistem kontrol tersebut dibuat pake *software* CX-Programmer dan NB-Designer yang terkoneksi satu sama lain (Mubarroq, 2019).

Pemanfaatan teknologi artinya cara yang sempurna untuk menaikkan efisiensi, Suatu teknologi dikatakan unggul jika teknologi tersebut mempunyai efisiensi yg tinggi (Ardianto et al., 2021). Merancang sistem kontrol mesin filling otomatis berbasis Programmable Logic Controller dengan memakai Ladder Diagram menjadi bahasa pemrogramannya dan ditampilkan di Human Machine Interface (HMI). PLC lebih banyak dipilih sebagai sistem kendali dikarenakan mempunyai banyak sekali kelebihan seperti sifatnya yg lebih tahan terhadap syarat lingkungan industri dan penggunaan listrik yang relatif lebih rendah dibandingkan menggunakan sistem *relay* (Sevtian et al., 2022).

Salah satu tujuan terpenting dari penelitian ini keinginan untuk meringankan pekerjaan atau masalah yang dihadapi dalam industri berharap memperoleh hasil produksi yang sebaik-baiknya sehingga di industri perlu dibutuhkan suatu alat yang bisa mengontrol mesin secara otomatis. PLC dan HMI adalah pilihan yang tepat untuk menggantikan sistem kontrol konvensional.

TEORI

PLC merupakan suatu mikrokontroler yang digunakan untuk keperluan industri. PLC dapat dikatakan sebagai suatu perangkat keras dan lunak yang dibuat untuk diaplikasikan dalam dunia industri. Istilah PLC secara bahasa berarti pengontrolan logika yang dapat diprogram. PLC merupakan instrumen (alat) pengontrol berbasis mikroprosesor yang bisa diprogram karena memiliki memori sehingga bisa menyimpan perintah (instruksi) berupa logika guna mengendalikan mesin-mesin atau proses.

Pada umumnya, terdapat 5 (lima) komponen utama yang menyusun suatu PLC. Semua komponen tersebut harus ada untuk dapat menjalankan suatu PLC secara normal, yaitu: Unit CPU (*central processing unit*), Unit Memori, Unit *Power Supply*, Unit *Programmer*, dan Unit Input/Output

Human Machine Interface (HMI) adalah sebuah *interface* atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin. HMI juga merupakan user interface dan sistem kontrol untuk manufaktur.

METODOLOGI

Jenis penelitian ini adalah penelitian rancang bangun sistem kontrol mesin filling menggunakan PLC dan HMI dan langkah langkah metode rancang bangun antara lain identifikasi kebutuhan alat dan komponen, perancangan, pembuatan alat dan pengujian.

Pada saat membuat program sistem kontrol menggunakan pemrograman PLC ini penulis membutuhkan alat dan bahan sebagai berikut : Komputer PC/Laptop, *Software* CX-Programmer, *Software* NB-Designer.

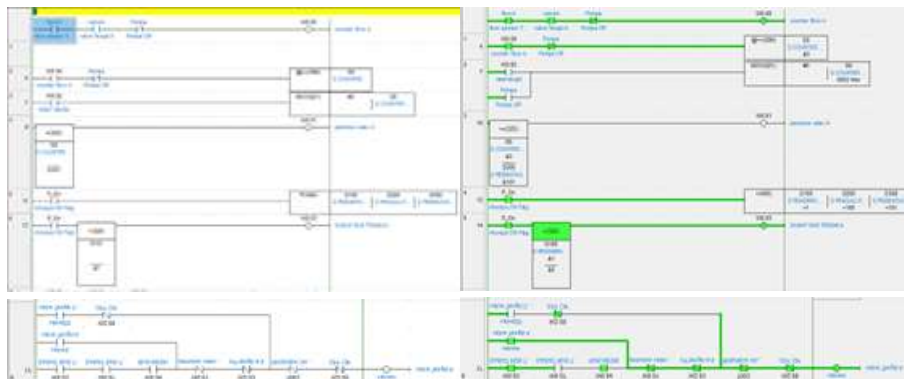
Alur penelitian yang dilakukan dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir ini adalah dengan tahap: Studi pustaka, mengambil sumber-sumber informasi yang diperlukan dalam metode penelitian dari beberapa buku acuan, jurnal, penulisan ilmiah, makalah, situs-situs pada internet dan lingkungan sekitar dalam menganalisa hal tersebut. Bimbingan, bimbingan secara langsung kepada Dosen Pembimbing serta berbagai pihak yang ahli dalam bidangnya. Studi lapangan, melakukan pengamatan dan pengumpulan informasi secara langsung di lapangan. Pengumpulan data, dalam metode pengumpulan data ini dilakukan untuk memperkuat analisis serta mempermudah dalam mengambil suatu bahan yang akan ditulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemrograman PLC yang digunakan dibuat melalui CX-Programmer. CX-Programmer adalah salah satu program dari CX-One yang berfungsi khusus untuk membuat ladder diagram PLC Omron. Terdapat 3 tombol dalam sistem kendali pada ladder diagram PLC ini, yaitu PB On, PB Off dan Riset. PB On berfungsi untuk menghidupkan mesin, PB Off berfungsi untuk mematikan mesin dan Riset berfungsi untuk mereset mesin dari awal, dalam hal ini adalah mereset counter yang telah diinputkan, sehingga dapat dimulai dari awal kembali.

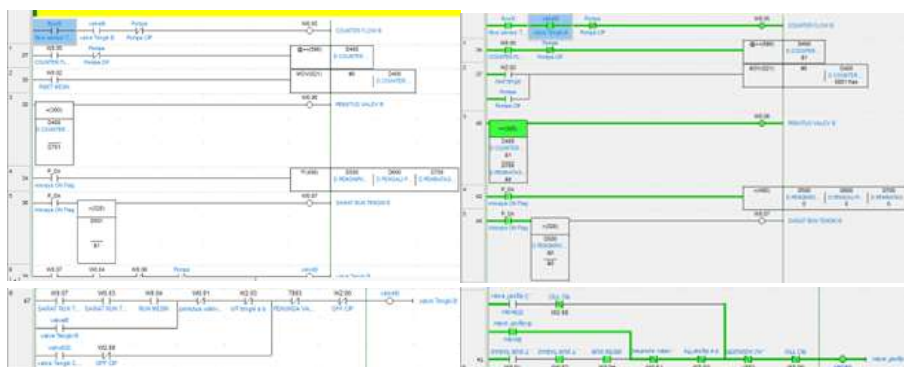
Kemudian digunakan juga sensor dan counter pada sistem kendali dari ladder diagram PLC ini. Sensor berfungsi dalam pendeteksian botol minuman yang lewat agar conveyor berjalan sedangkan counter berfungsi dalam perhitungan mundur untuk mengisi cairan ke dalam botol minuman. Counter yang digunakan dapat diinputkan secara manual melalui HMI dari ladder diagram ini sehingga pengguna dengan mudah menginputkan nilai counter sesuai dengan keinginannya. Adapun gambar ladder diagram PLC yang bekerja dalam 3 keadaan yaitu Off, On dan Reset.

Pada Gambar 1 terdapat 5 komponen input terdiri: flow sensor tangki A (0.00), counter flow A (D.000), penginputan tangki A (D.100), pengkali puls flow A (D.200), pembatas puls flow A (D.300) dan 7 komponen output terdiri: valve tangki A (100.0), pompa CIP (101.0), counter flow A (W 0.00), pemutus valve A (W 0.01), reset (W 0.02), sarat run tangki A (W 0.03), run (W 0.04).



Gambar 1. Program tangki A.

Simulasi program Tangki A dimana sarat run Tangki A kita harus menginput jumlah bahan baku yang akan dimasukan ke Tangki A, Pengkali puls flow A dan pembatas puls flow A setelah itu flow sensor Tangki A membaca debit air, valve Tangki A akan terbuka dan counter flow akan menghitung jumlah bahan baku yang tertransfer ke Tangki C (utama) dan pemutus valve A akan hidup dan menutup valve ketika semua bahan baku telah tertransfer.

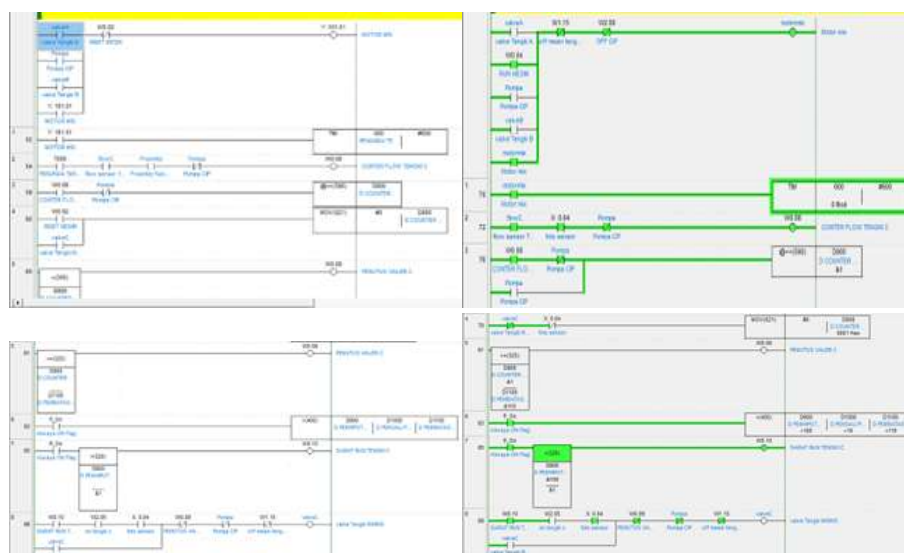


Gambar 2. Program tangki B.

Pada Gambar 2 terdapat 5 komponen input terdiri: flow sensor tangki B (0.01), counter flow B (D.400), penginputan tangki B (D.500), pengkali puls flow B (D.600), pembatas puls flow B (D.700) dan 7 komponen output terdiri: valve tangki B (100.1), pompa CIP (101.0), counter flow B (W 0.05), pemutus valve B (W 0.06), reset (W 0.02), sarat run tangki B (W 0.07), run (W 0.04).

Simulasi program Tangki B dimana sarat run Tangki B kita harus menginput jumlah bahan baku yang akan dimasukkan ke Tangki B, Pengkali puls flow B dan pembatas puls flow B setelah itu flow sensor Tangki B membaca debit air, valve Tangki B akan terbuka dan counter flow akan menghitung jumlah bahan baku yang tertransfer ke Tangki C (utama) dan pemutus valve B akan hidup dan menutup valve ketika semua bahan baku telah tertransfer.

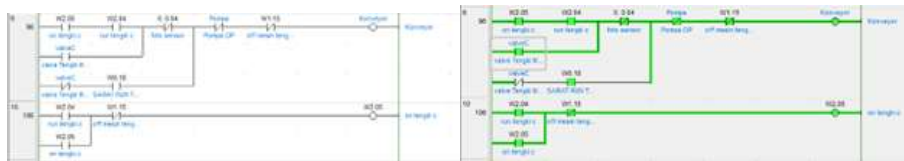
Pada Gambar 3 terdapat 5 komponen input terdiri: flow sensor tangki C (0.02), counter flow C (D.800), penginputan tangki C (D.900), pengkali puls flow C (D.1000), pembatas puls flow C (D.1100), foto sensor (X 0.04) dan 10 komponen output terdiri: valve tangki C (100.2), pompa CIP (101.0), counter flow B (W 0.08), pemutus valve B (W 0.09), reset (W 0.02), sarat run tangki B (W 0.10), run (W 0.04), valve tangki A (100.0), valve tangki B (100.1), motor mix (101.1).



Gambar 3. Pemrograman tangki C (Utama).

simulasi program Tangki C dimana saat RUN mesin motor akan menyala me mixing bahan baku yang telah ditransfer oleh Tangki A dan Tangki B, Flow meter akan membaca jumlah dan counter flow akan menghitung bahan baku dan valve C akan terbuka ketika sensor membaca adanya botol dan mengisi botol tersebut sesuai dengan nilai counter yang telah ditentukan.

Pada Gambar 4 terdapat 5 komponen output terdiri: konveyor (100.7), foto sensor (X 0.04) on tangki C (W 2.05), run (W 0.04), off mesin (W 1.15), valve tangki C (100.2).



Gambar 4. Pemograman konveyor.

Simulasi program konveyor dimana konveyor akan menyala ketika sensor membaca botol dan berhenti ketika sampai di valve Tangki C untuk mengisi cairan kebotol dan itu secara terus menerus, konveyor akan berhenti ketika sensor tidak membaca adanya botol diatas konveyor.

Pada Gambar 5 terdapat 10 komponen output terdiri: run CIP (W 0.11), off CIP (W 2.00), valve tangki CIP A (100.5), valve tangki CIP B (100.6), valve tangki C (100.2), valve CIP in (100.03), pompa CIP (101.0), waktu pompa CIP on (T.001), waktu lama tangki CIP A hidup (T.002), waktu lama tangki CIP B hidup (T.003).



Gambar 5. Pemograman CIP in.

Simulasi program CIP in setelah air dan sabun dimasukan ketangki CIP A dan B, Pompa CIP dihidupkan lalu kita RUN CIP dan valve Tangki CIP A dan B akan secara bergantian terbuka sesuai dengan waktu yang telah ditentukan untuk menyemprotkan cairan ke masing masing Tangki A,B, dan C untuk membersihkannya.

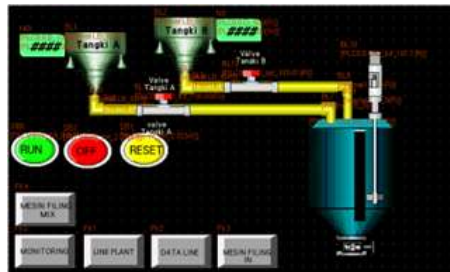
Pada Gambar 6 terdapat 1 komponen input terdiri: flow CIP out (X 0.03), counter flow tangki CIP B out (D.1200), perkalian aktual liter (D.1300), hasil liter aktual CIP out (D.1400) dan terdapat 10 komponen output terdiri: sarat run CIP out (W 0.14), off CIP (W 2.00), valve CIP out (100.04), penunda tangki CIP B hidup (T.003), waktu lama tangki CIP A hidup (T.002).



Gambar 6. Pemograman CIP out.

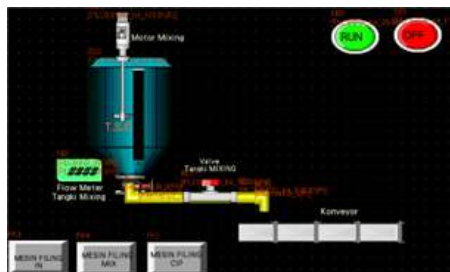
Simulasi program CIP out Sarat RUN CIP out akan menyala ketika semua proses CIP in selesai dan valve CIP out akan terbuka untuk membuang cairan dan flow CIP out akan menghitung jumlah/hasil CIP out.

Rancangan desain HMI mesin filling ini dibuat menggunakan software NB Designer. NB Designer adalah salah satu simulator yang berfungsi khusus untuk membuat HMI yang kemudian akan dihubungkan dengan ladder diagram pada CX Programmer berbasis PLC Omron. Seperti yang telah dipaparkan diatas, terdapat 3 kondisi yang akan merepresentasikan sistem kendali dari mesin filling ini.



Gambar 7. Program HMI mesin filling in.

Gambar 7 adalah tampilan awal program mesin filling IN ketika dibuat dan diberi address seperti: Input: flow tangki A (0.00), dan flow tangki B (0.01). Output: valve tangki A (100.0), valve tangki B (100.1), run (W0.04), off (W0.03), dan reset (W0.02).



Gambar 8. Program HMI mesin filling mixing, dan konveyor.

Gambar 8 adalah tampilan awal program mesin filling mixing dan konveyor ketika dibuat dan diberi address seperti: Input: flow tangki mix (0.02), dan proximity konveyor (0.07). Output: valve tangki mix (100.2), konveyor (100.7), motor mix (101.1), run (W0.04), dan off (W0.03).



Gambar 9. Program HMI CIP in-out.

Gambar 9 adalah tampilan awal program mesin filling CIP in dan out ketika ketika dibuat dan diberi address seperti: Input: flow tangki CIP (0.03), dan hasil out CIP (D1400). Output: valve tangki A (100.0), valve tangki B (100.1), valve tangki mix (100.2), valve

tangki CIP A (100.5), valve tangki CIP B (100.6), valve cip out (100.4), pompa CIP (101.0), run CIP (W0.11), off CIP (W2.00), drain CIP in (W0.14), dan drain CIP out (W0.12).



Gambar 10. Proses address.

Gambar 10 proses memasukan address dengan cara mengklik 2 kali program yang akan kita masukan address sesuai dengan apa yang telah kita buat pada program Cx-Programmer. Setelah selesai kita *compile* dan tidak ada program yang *error*, langkah selanjutnya adalah mendownload program HMI dan dilanjutkan dengan operasional HMI untuk tampilan HMI tangki A dan B.



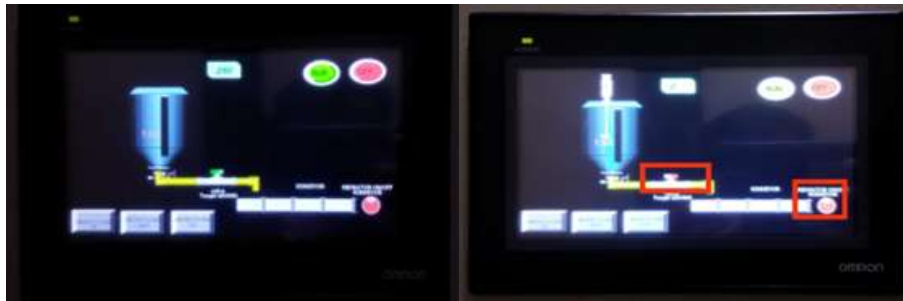
Gambar 11. Tampilan HMI masukan counter.

Pada tampilan Gambar 11 merupakan tampilan yang menunjukkan pada saat kondisi kita akan memasukan nilai counter pada masing-masing Tangki A dan B.



Gambar 12. Tampilan HMI tangki A dan B on-off.

Tampilan pada Gambar 12(a) adalah ketika selesai memasukan nilai counter kita mengklik tombol RUN Valve A dan B terbuka memberikan tanda sinyal berwarna hijau. Gambar 12(b) merupakan tampilan yang menunjukkan pada saat kondisi belum berjalan semua valve A dan B dalam kondisi tertutup dan memberikan tanda sinyal berwarna merah dan dengan klik jendela bawah sebelah kiri mesin filling in.



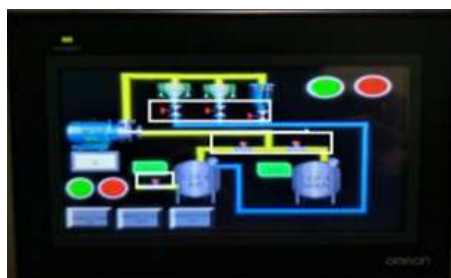
Gambar 13. Tampilan HMI tanki mixing dan konveyor on-off.

Setelah memasukan nilai counter konveyor akan menyala kita tekan tombol run dan valve tangki mixing akan terbuka mengisi setelah membaca bahwa ada botol dibawahnya dan konveyor akan berhenti seperti pada tampilan Gambar 13(a). Tampilan Gambar 13(b) adalah setelah klik mesin filling mix jendela posisi dibawah kiri posisi pada saat itu mesin mixing dan konveyor sebelum kita run dalam posisi off valve mixing memberikan tanda sinyal warna merah.



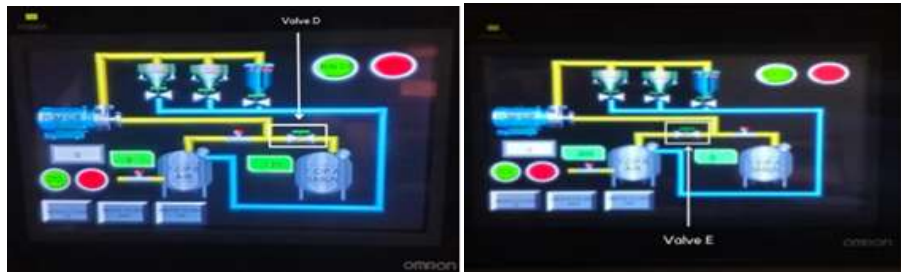
Gambar 14. Tampilan HMI tangki mixing dan konveyor counter.

Tampilan pada Gambar 14 adalah ketika kita memasukan nilai counter untuk proses pengisian ke dalam botol.



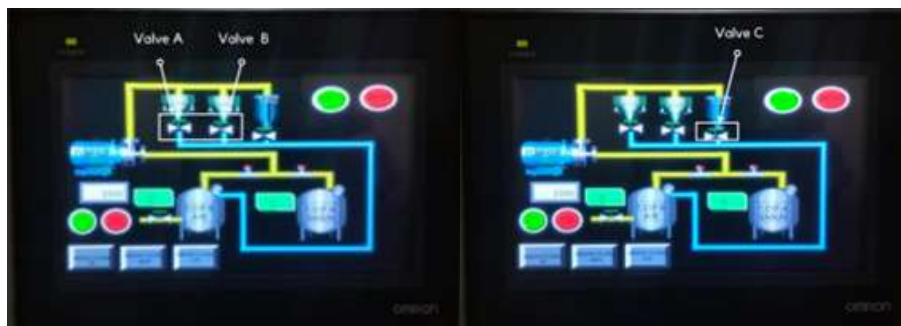
Gambar 15. Tampilan CIP saat off.

Pada tampilan Gambar 15 merupakan tampilan setelah kita mengklik mesin filling CIP jendela posisi dibawah kiri yang menunjukan pada saat kondisi mesin belum berjalan semua valve dalam kondisi tertutup dan memberikan tanda sinyal berwarna merah.



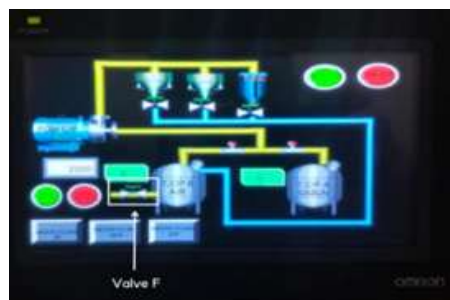
Gambar 16. Tampilan tangki CIP A dan B.

Setelah klik run CIP, pompa CIP menyala dengan tanda berkedip dan valve D memberikan sinyal on atau berwarna hijau pada HMI yang memiliki arti valve sedang bekerja atau terbuka. Pada tampilan Gambar 13 merupakan tampilan yang menunjukan pada saat kondisi valve E terbuka dan memberikan tanda sinyal on berwarna hijau.



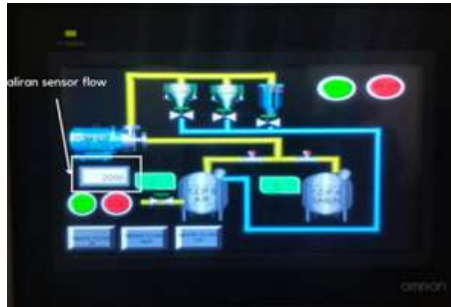
Gambar 17. Tampilan valve A, B, dan C On.

Pada tampilan Gambar 17(a) merupakan tampilan yang menunjukan pada saat kondisi valve A dan B terbuka dan memberikan tanda sinyal on berwarna hijau. Pada tampilan Gambar 17(b) merupakan tampilan yang menunjukan pada saat kondisi valve C terbuka dan memberikan tanda sinyal on berwarna hijau.



Gambar 18. Tampilan HMI valve out.

Pada Gambar 18 adalah tampilan proses out CIP setelah kita mengklik drain out CIP kemudian valve F bekerja atau terbuka dan memberikan sinyal on atau berwarna hijau pada tampilan HMI.



Gambar 19. Tampilan debit sensor flow.

Pada Gambar 19 menampilkan pengujian hasil pengukuran debit sensor flow out CIP, yang hasil datanya ditampilkan dalam perangkat HMI agar memudahkan dalam melakukan pengujian terhadap kesesuaian sensor flow dan aktual dilapangan, dan setelah semua proses CIP selesai kita klik Drain off CIP dan Off CIP untuk menghentikan proses CIP.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan program sistem kontrol dan pengujian serta penerapan PLC dan HMI Omron pada Mesin Filling serta pembuatan program menggunakan software Cx-Programmer dan NB-Designer dapat disimpulkan menjadi beberapa poin kesimpulan sebagai berikut: Software CX-Programmer dan NB-Designer dapat di implementasikan dalam ladder PLC dan desain HMI. Hasil ladder simulasi yang dibuat menggunakan CX Programmer dapat di implementasikan dengan baik pada PLC. Hasil desain yang dibuat pada NB designer dapat diupload ke HMI dan digunakan sebagai sarana media penghubung antara manusia dan mesin. PLC dan HMI Omron dapat diaplikasikan pada Mesin Filling sebagai sistem kendali pada mesin agar dapat beroperasi secara otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pihak yang membantu terlaksananya penelitian, yaitu: Bapak Ariyawan Sunardi, S.Si., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang. Bapak Seflahir Dinata, S.T., M.Pd.T. selaku Wakil Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang. Bapak Heri Kusnadi, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang. Bapak Ojak Abdul Rojak, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang. Kedua orang tua dan saudara penulis atas limpahan do'a, support dan penyemangat yang selalu diberikan. Seluruh Dosen dan teman-teman Fakultas Teknik, Universitas Pamulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abseno, A. P. (2018). LKP : Perancangan Program PLC untuk Mesin Pengisian Botol pada PT. Kairos Solusi Indonesia. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/3814/>
- Ardianto, R., Arifin, B., & Budisusila, E. N. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis Programmable Logic Controller. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 7(1), 114. <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i1.112194>
- Dewi, T. K., & Sasmoko, P. (2015). Aplikasi Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1E Na20 Dra Dalam Proses Pengaturan Sistem Kerja Mesin Pembuat Pelet Ikan. *Gema Teknologi*, 17(4), 170–177. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i4.8937>
- Haryanto, H., & Hidayat, S. (2018). Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 1(2), 58. <https://doi.org/10.36055/setrum.v1i2.476>
- Mubarroq, R. (2019). Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis Silo Dengan Metode Sortasi Berdasarkan Jenis Kemasan Produk Menggunakan Hmi-Plc.
- Romi, D. (2019). Simulasi Programmable Logic Controler (Plc) Untuk Meningkatkan Akurasi Level Sensor Berbasis Hidrostatik Pada Tangki Terhadap Jenis Minyak Yang Berbeda.
- Sevtian, A. D., Kurniawan, F. A., & Arifin, M. (2022). Pemograman Sistem Pada Mesin Filling Bottle PLC Dengan Menggunakan Penggerak Pneumatik Dan Intelegensi Sensor. 3(2), 11–17.

Modifikasi Logic PLC HPU (Hidrolic Power Unit) Sebagai Pengontrolan Butterfly Valve CWP PLTU Banten 3 Lontar Pomu

Gian Wiratmojo¹, Sari Amalia²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

^{1,2}Jl. Raya Puspatek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹ Igianwirat@yahoo.co.id

² dosen02657@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 9 Okt 2025
revisi : 10 Okt 2025
diterima : 21 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Sistem pendingin terbuka dalam pembangkitan dimulai dari dipompanya air laut menggunakan Circulating Water Pump melewati gerbang utama menggunakan butterfly valve yang digerakan menggunakan sistem hidrolic yang disebut dengan HPU (Hidrolic Power Unit) dengan Programable Logic Control sebagai pengontrol utamanya, karena aliran flow air yang berada pada line header, sehingga setiap line terhubung satu sama lain memiliki flow yang besar. Latar belakang penelitian ini karena tidak optimalnya pola kerja HPU butterfly valve pada kondisi close, waktu untuk menutup butterfly valve harus memenuhi standard (2 sampai 20 detik), sehingga merusak peralatan lain dan telah dilaporkan pada laporan maximo dan jurnal kit pronia. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengoptimalkan pola kerja HPU butterfly cwp sehingga dapat tetap beroperasi saat terjadi kendala. Untuk menyelesaikan masalah tersebut peneliti melakukan metode waterfall mulai dari pengecekan dokumen (workorder dan jurnal kit pronia) untuk melihat banyaknya kasus pada peralatan tersebut, melakukan pengecekan peralatan secara langsung mulai dari validasi hingga kalibrasi, melakukan implementasi perubahan logic serta melakukan percobaan untuk memastikan logic dapat mengoptimalkan peralatan, hingga memantau efek dari perubahan. Sehingga dihasilkan waktu close butterfly valve hpu CWP mencapai 10 detik dengan simulasi pressure drop pada accumulator, lalu tidak ada workorder mengenai permasalahan tersebut serta stabilnya pressure accumulator dari 12,4 mpa hingga 12,8 mpa di pantau oleh operator menggunakan logsheet. Maka perubahan logic ini berpengaruh pada peralatan HPU dan dapat bekerja secara optimal.

Kata Kunci: pengontrolan, programable logic control, accumulator, pompa

ABSTRACT

In an open cooling system within a power generation facility, seawater is pumped through the main gate using a Circulating Water Pump (CWP), which is controlled by a butterfly valve operated via a hydraulic system known as the Hydraulic Power Unit (HPU). The primary controller for this system is a Programmable Logic Controller (PLC). Since the flow of water is

interconnected across the header lines, the time required to close the butterfly valve must meet specific standards (typically 2 to 20 seconds) to prevent potential damage to equipment. Without meeting this standard, the equipment may not function optimally. The motivation behind this research lies in the suboptimal performance of the HPU butterfly valve during the closing phase. To address this issue, the researcher followed the waterfall method, starting with document checks (work orders and the Pronia kit journal) to assess the frequency of incidents related to the equipment. They also conducted direct equipment inspections, including validation and calibration. Next, they implemented logic changes, performed experiments to ensure that the new logic could optimize the equipment, and monitored the effects of these modifications. As a result, the closing time for the HPU CWP butterfly valve was reduced to 10 seconds, achieved through pressure drop simulations in the accumulator. Notably, there were no work orders related to this problem, and the pressure accumulator remained stable, as monitored by operators using log sheets. This logic significantly improved the performance of the HPU equipment.

Keywords: control, programmable logic control, accumulator, pump

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 3 Lontar merupakan pembangkit listrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar dalam utama untuk menghasilkan uap, untuk memutar turbin lalu dikembalikan ke condenser untuk dijadikan air kembali dan mengalami sirkulasi. Pada kondensor terjadi proses pertukaran panas antara uap dari turbin dengan air laut yang mengalir pada pipa-pipa kondisi ini disebut dengan sistem pendingin terbuka pada pembangkitan.

Sistem pendingin terbuka dalam pembangkitan khususnya PLTU Banten 3 Lontar menggunakan air laut sebagai pendingin, sistem pendingin ini menggunakan sistem CWP (*Circulating water pump*) yang berfungsi sebagai sumbu air yang akan masuk ke dalam kondensor agar dapat melakukan kondensasi secara optimal sehingga dapat mendapatkan beban MW (megawatt) sesuai dengan permintaan PLN Distribusi.

Pada sisi tekan pompa circulating water pump dipasang penghubung fleksibel (expansion joint) untuk meredam getaran maupun tumbukan air (water hammer) mengingat pompa ini mengalirkan air dalam jumlah yang sangat besar. Pada saluran tekan pompa umumnya dipasang katup butterfly pada sisi outlet dengan tujuan agar dapat menutup dengan cepat mengingat diameter pipa saluran yang sangat besar. Katup ini umumnya digerakkan oleh motor listrik. Pembukaan dan penutupan katup ini berlangsung secara otomatis, katup akan membuka otomatis beberapa saat setelah pompa start dan akan menutup secara otomatis pula bila pompa di stop (Manual of Installation, Operating and Maintenance for Circulating Water Pump, 2008).

Katup ini digerakan menggunakan sistem hidrolik yang merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Dimana fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertical (Komarudin, Yanuarta Ilham Partama, Intan Soleh, 2022).

Peran penting hidrolik ini mempengaruhi dengan kondisi butterfly valve dalam pengoperasinya karena, butterfly valve bisa di pasang pada instalasi berbagai media yang melaluinya misalnya oleh cairan, gas, lumpur dengan berbagai tingkat tekanan dan suhu. Dengan sudut putaran kerja hanya 90° memungkinkan valve jenis ini dapat dioperasikan dengan cepat namun tidak mampu di setting untuk ukuran aliran tertentu. Katup ini biasa disebut sebagai quarter turn valve. Dengan bahan penutup saluran sebuah disc valve ini digerakkan dengan poros aktuator yang terhubung dengan handel di sisi luar valve (Rizky Arman, Yovial Mahyoedin, Kaidir, Nando Desilpa. (2019).

Dalam pengoperasiannya CWP memiliki interkoneksi yang dapat menghubungkan line satu dengan line yang lainnya, sehingga saling berkesinambungan satu sama lain. jika salah satu CWP harus mengalami maintenance maka jalur interkoneksi keduanya dihubungkan sehingga kedua line beroperasi secara bersama walau hanya satu CWP yang operasi. CWP yang mengalami maintenance harus stop dan harus menutup outlet pipa pada CWP tersebut karena dapat menyebabkan aliran balik dari sisi output. Saat perintah CWP stop maka butterfly valve akan mengarah ke close dengan bantuan pressure accumulator di HPU ketika indikasi 15% pompa CWP akan stop dan *butterfly valve* menutup rapat sehingga line utama aman tidak ada aliran balik ke pompa CWP. Namun ditemukan banyak kasus bahwa butterfly valve mengalami kesulitan saat kondisi close, sehingga menimbulkan banyak kerugian materil yang cukup banyak sehingga peralatan CWP dianggap tidak optimal dalam pengoperasian.

Dalam pengoperasian HPU ini sering mengalami kegagalan operasi, masalah ini terungkap pada maximo dalam bentuk work order yang diberikan dari operasi ke pemeliharaan untuk penyelesaian masalah. Jika kendala ini di rekap kembali oleh engineering dalam laporan Jurnal Pronia KIT yaitu laporan kendala yang menyebabkan kerugian pada sistem pembangkitan.

Dari masalah yang berkelanjutan ini dilakukan penelitian dengan metode waterfall yang bertujuan untuk mengoptimalkan pengoperasian pada HPU sehingga dapat memberi interlock saat ada kerusakan pada accumulator dan memberi kestabilan pada *pressure accumulator* karena HPU memerlukan waktu yang cukup lama untuk dilakukan pengecekan ,maka dilakukan perubahan logic pada PLC serta dilakukan pengetesan setting pengoperasian agar HPU dapat beroperasi secara maksimal hingga jadwal perbaikan (*Overhaul*).

TEORI

Indonesia Power merupakan salah satu anak Perusahaan PT PLN (Persero) yang didirikan pada tanggal 3 Oktober 1995 dengan nama PT PLN Pembangkitan Jawa Bali I (PT PJB I). Pada tanggal 8 Oktober 2000, PT PJB I berganti nama menjadi Indonesia Power sebagai penegasan atas tujuan perusahaan untuk menjadi Perusahaan pembangkit tenaga listrik independen yang berorientasi bisnis murni. Kegiatan utama bisnis Perusahaan saat ini yakni fokus sebagai penyedia tenaga listrik melalui pembangkitan tenaga listrik dan sebagai penyedia jasa operasi dan pemeliharaan pembangkit listrik yang mengoperasikan pembangkit yang tersebar di Indonesia. PT Indonesia Power mengelola 5 Unit Pembangkitan (UP), 12 Unit Jasa Pembangkitan (UJP) serta 3 Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan (UPJP) dan 1 Unit Jasa Pemeliharaan (UJH).

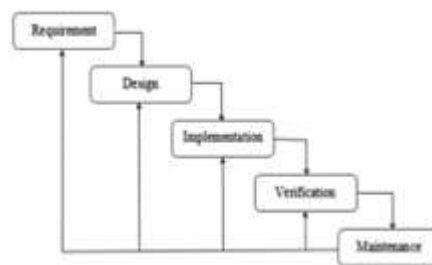
Metode air terjun atau yang sering disebut metode waterfall sering dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*), nama model ini sebenarnya adalah “Linear Sequential Model” dimana hal ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada pengembangan perangkat lunak, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan (*planning*), permodelan (*modelling*), konstruksi (*contruction*), serta penyerahan sistem ke para pengguna (*deployment*), yang diakhiri dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan, metode ini untuk melakukan eliminasi dari setiap komponen dengan berpatokan pada ladder diagram PLC yang telah ditrace sebelumnya (R. S. Pressman, 2012).

METODOLOGI

Metode penelitian adalah cara yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data penelitiannya. metode pengumpulan data: Observasi, melalui pengamatan dan pengalaman yang didapat, penulis menyimpulkan bahwa para user menginginkan sistem kontrol kelistrikan yang mudah dan efisien. Studi literatur, melakukan pengumpulan data dengan mencatat dan membaca buku-buku yang berkaitan dengan pokok permasalahan. sebagian besar metode ini diambil dari situs-situs internet, dan sisanya dari buku cetak dan ebook. penulis melakukan pengumpulan data dengan cara browsing, mengunduh ebook dan membaca beberapa buku-buku referensi internet yang berhubungan dengan laporan skripsi ini. sehingga diperoleh gambaran dari prinsip kerja suatu sistem kontrol kelistrikan yang akan dibuat. Metode Pengembangan Sistem, metode yang digunakan untuk membuat atau mengembangkan perangkat lunak ini adalah model waterfall.

Adapun tahap-tahap dalam metode ini adalah: Analisa/requirement dilakukan adalah menganalisa suatu masalah yang ada yang bertujuan untuk mendefinisikan obyektif keseluruhan dari *hardware*, *software* dan mengidentifikasi segala kebutuhan yang dibutuhkan. Desain, dilakukan sebelum melakukan pembangunan sistem bertujuan untuk memberikan gambaran apa yang seharusnya dikerjakan dan bagaimana struktur suatu sistem kontrol kelistrikannya. Membantu dalam menspesifikasikan kebutuhan *hardware* dan sistem serta mendefinisikan arsitektur suatu sistem kontrol kelistrikan secara keseluruhan. Implementasi, dalam tahap ini dilakukan pembangunan suatu sistem kontrol piranti kelistrikan. Pembuatan suatu sistem kontrol piranti kelistrikan ini dipecah menjadi

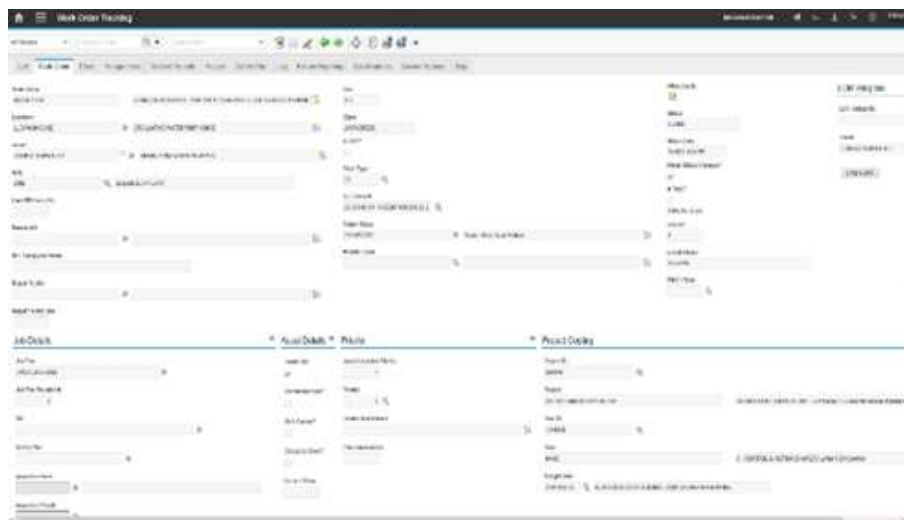
modul-modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan pemeriksaan terhadap modul yang dibuat, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum. *Verification* dan *testing*, dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah suatu sistem kontrol kelistrikan yang dibuat sesuai dengan desainnya dan masih terdapat kesalahan atau tidak. *Operation* dan *maintenance*, suatu sistem kontrol kelistrikan yang sudah jadi dioperasikan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya.



Gambar 1. Bagan pengembangan ide metode waterfall.

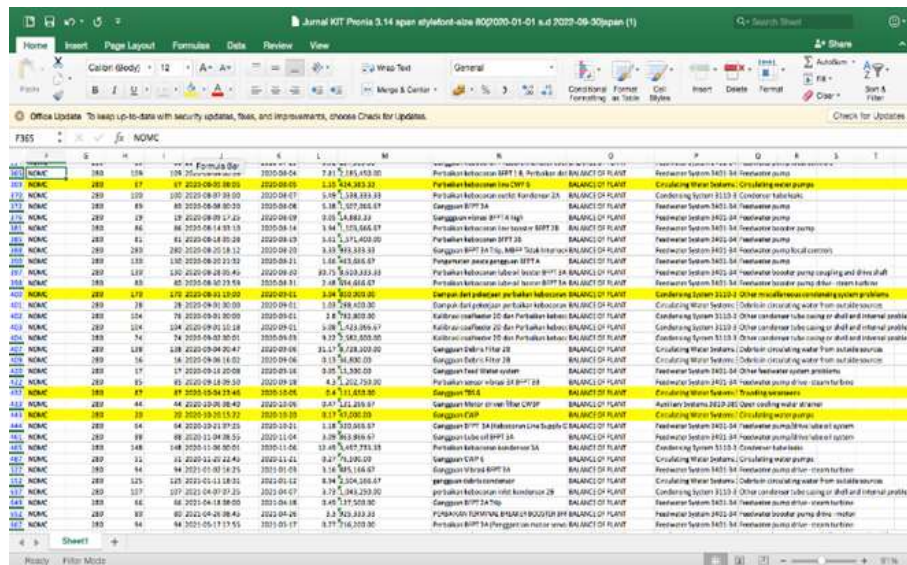
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 merupakan bentuk *request* pekerjaan dari team operator ke team pemeliharaan karena adanya kendala pengoperasian disebabkan peralatan yang tidak dapat bekerja secara optimal, Work order ini sebagai acuan pekerjaan yang ada pada pemeliharaan untuk mengeksekusi peralatan.



Gambar 2. Work order pada aplikasi maximo.

Work order yang menyebabkan kerugian yang signifikan hingga mengalami kerugian pada perusahaan tercatat pada laporan jurnal kit pronia yang terlampir pada Gambar 3, lamporan pronia kerugian akibat kurang optimalnya HPU sebagai acuan kelanjutan analisa.



Gambar 3. Jurnal KIT pronia.

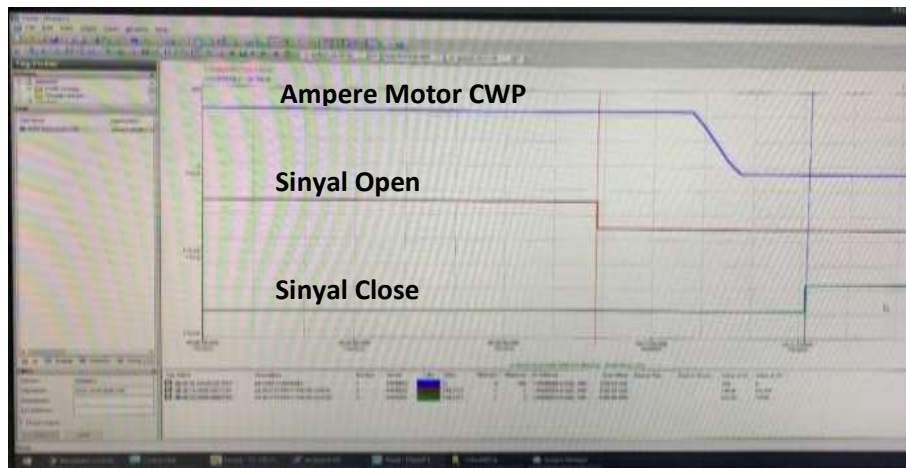
Salah satunya yang tercatat pada Jurnal KIT Pronia, HPU CWP mengalami kegagalan close butterfly valve sehingga TBS (*Travelling Bar Screen*) mengalami kerusakan yang cukup serius dan berdampak derating dengan jangka waktu yang cukup lama. Kondisi ini sangat merugikan bagi perusahaan.



Gambar 4. Kegagalan operasi saat menutup butterfly valve HPU CWP.

Gambar 4 merupakan bentuk kegagalan yang terjadi ketika mengoperasikan HPU CWP, kondisi tersebut operator memberi sinyal close pada cwp, namun cwp mengalami kerusakan pada accumulator sehingga proses close mengalami keterlambatan sehingga indikasi open hilang namun indikasi 15% dan close tidak muncul (abu-abu).

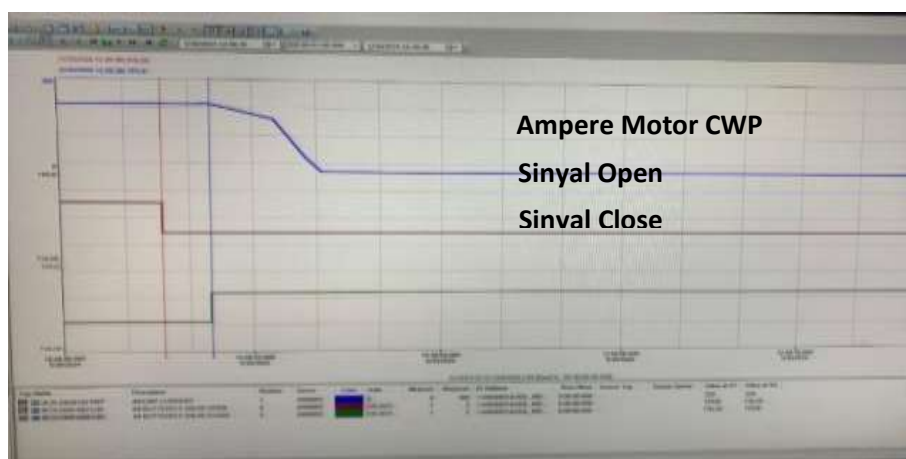
Setelah dilakukan implementasi perubahan logic pada HPU kerja HPU lebih optimal dan dapat dignakan meski ada kerusakan pada accumulator saat mempertahankan pressure.



Gambar 5. Grafik waktu sebelum dilakukan implementasi perubahan *logic*.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa ketika operator memberi perintah close *butterfly valve* HPU maka accumulator memberi pressure untuk menekan piston sehingga terjadi pergerakan dari open to close namun waktu yang digunakan melebihi waktu standard sehingga pompa circulating water pump stop dan terjadi flow back pada aliran sistem pendingin terbuka.

Setelah dilakukan perubahan pada logic PLC didapat bahwa waktu close dari *butterfly valve* mencapai 10 detik dengan pressure 12,5 Mpa dengan berpatokan dengan ampere motor sehingga jika terjadi kerusakan pada accumulator maka peralatan dapat dioperasikan sampai jadwal over haul yang telah ditetaskan oleh P2B (Pusat Pengatur Beban).



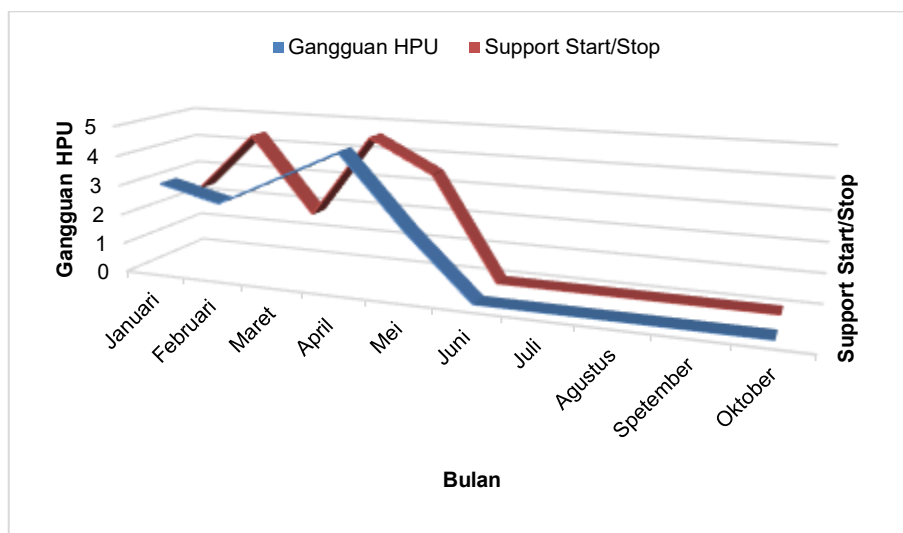
Gambar 6. Grafik waktu sebelum dilakukan implementasi perubahan *logic*.

Dari keberhasilan tersebut didapat bahwa jumlah work order yang terrekam pada aplikasi maximo PT Indonesia Power tidak ditemukan kegagalan karena masalah yang terjadi sebelumnya sehingga HPU ini dapat berkerja secara optimal.

Tabel 1. Pemilihan *settingan* sesuai *standard team engineering*.

No	Settingan Pressure Switch (Mpa)	Adjust Piston (Derjat)	Waktu Close (detik)	Ampere Motor (A)
1	8,5	90	31	0,83
2	9	180	28	1,7
3	9,5	270	25	2,53
4	10	360	22	3,36
5	10,5	1 putaran + 90	20	4,19
6	11	1 putaran + 180	18	5,02
7	11,5	1 putaran + 270	15	5,85
8	12	2 putaran + 90	12	6,68
9	12,5	2 putaran + 180	10	7,51
10	13	2 putaran + 270	8	8,34
11	13,5	3 putaran	5	9,17
12	14	3 putaran + 90	3	10

Pada Tabel 1 dengan garis biru merupakan setting yang telah disetujui oleh team engineering untuk dilakukan penggantian logic melalui diskusi engineer dan laporan ECP (engineering change proposal).



Gambar 7. Grafik permintaan *workorder* Setelah *dideploy*.

Pada Gambar 7 menunjukkan penurunan yang sangat signifikan setelah dilakukan implementasi pada PLC HPU CWP, adapun list keberhasilan saat ada request untuk melakukan pergantian CWP karena ada pembangunan pembangkitan baru dari pengoperasian HPU CWP sebagai berikut: MD kebocoran inlet kondensor 2B (*stop* CWP 4), pengecekan CWP 2, perbaikan inlet kondensor 2B (*stop* CWP 4), kondensor 2A laminasi bocor (*stop* CWP 4), *stop all* CWP unit 3, *supporting* U4 (*stop* CWP 2), kebocoran kondensor 2A (*stop* CWP 3), *supporting* U4 (*stop* CWP 6), *commisioning* U4 (*stop* CWP 4).



Gambar 8. Pencarian *workorder* kegagalan pengoperasian HPU.

Pada Gambar 8 dilakukan pencarian *workorder* kegagalan pengoperasian HPU yang serupa sebelum dilakukan penggantian logic, hasilnya tidak ditemukan kembali *workorder* sehingga dapat dikatakan HPU dalam kondisi optimal dalam pengopersiannya. Ketidastabilan *pressure* pada *accumulator* dapat mempengaruhi kecepatan *close* dari *butterfly valve* serta dapat membuat *life time blade accumulator* mengalami kerusakan karena pengecekan sesuai maunal bok dalam 180 hari, hal ini dapat dipantau melalui *logsheet* operator yang bertugas untuk mencatat *pressure* indikator pada *accumulator*.

Setelah dilakukan implemmentasi pembacaan *presure* indikator pada *accumulator* cenderung stabil diharapkan dapat menambah *lifetime* materil dari *blade accumulator* agar dapat beroperasi secara optimal.



Gambar 9. Kerugian kerusakan karena kegagalan *close* HPU.

Gambar 9 merupakan bentuk gangguan yang terjadi karena HPU CWP, dari kegagalan HPU tersebut kerugian finansial sangat besar mulai dari kerugian dari derating unit dengan waktu yang cukup lama, lalu disusul dengan kerugian akibat kerusakan dari

traveling bar screen serta biaya perbaikan blade pada hpu menjadi sebuah beban yang cukup serius.

Ditambah banyak personi yang harus bergantian standby untuk melakukan troubleshooting menjadi sorotan juga. Maka karya inovasi memiliki pengaruh yang sangat besar bahkan mengoptimalkan proses kerja HPU sehingga ini merupakan bentuk estimasi perbandingan biaya jasa pembuatan proteksi sebagai bentuk improvement agar tidak ada kejadian terulang kembali. Mitra: team eng dengan job des troubleshoot dan modifikasi sistem, dana pengeluaran : Rp. 50.000.000,00,-, mandiri: melibatkan @3 man power. dana pengeluaran: Rp. 3.000.000,00,-, dengan kata lain pembuatan logic memiliki manfaat finansial yang jelas.

Adapun perhitungan terukur terhadap dampak inovasi terhadap peningkatan kinerja unit pembangkit yang terukur pada kontrak manajemen unit PLTU Lontar.

Table 2. Manfaat kinerja.

No.	Aspek	Dampak Terhadap Kinerja
1	Untuk memberi <i>interlock</i> /pengaman sistem agar dapat membackup sistem dalam kondisi <i>online</i> .	Dapat melakukan <i>ope /close</i> HPU cwp serta <i>start/stop</i> cwp dalam kondisi online dan kapan saja.
2	Memastikan waktu <i>Close Valve</i> sesuai dengan <i>Standards</i> .	Meringankan kinerja pada <i>accumulator</i> yang berdampak penugasan sistem <i>maintenance</i> dan life time peralatan.
3	Mengetahui kondisi <i>accumulator</i> dan Memberi <i>lifetime</i> waktu blade <i>accumulator</i> .	Dapat mengoptimalkan <i>performa</i> CWP dengan sistem HPU yang dapat di opsikan dengan baik.

Adapun dampak inovasi tak terukur terhadap perusahaan dan unit pembangkit seperti meningkatkan reputasi terhadap *stakeholder* perusahaan, kepuasan pelanggan, peningkatan wawasan dan kompetensi pegawai.

KESIMPULAN

Interlock/pengaman sistem agar dapat membackup sistem dalam kondisi *online* dengan melakukan simulasi drain pada *accumulator* dan melakukan settingan pada *pressure switch* 12,5mpa diperoleh waktu 10 detik dengan kondisi arus motor 7,51A serta direkomendasikan oleh *team enginner* sehingga dapat diopersikan meski ada indikasi kerusakan pada *blade*. Telah dilakukan percobaan pengujian *interlock* pada perintah *close* HPU sehingga didapat waktu 10 detik dengan berpatokan pada standard waktu *close* HPU CWP maksimal 20 detik. Selisih waktu dapat dilihat dari waktu perubahan *indicator open* menuju *close* bersamaan pada *stop* motor CWP. Dari perubahan *logic* mempengaruhi stabilnya *pressure* pada *acuumulator* yang semula jarak perubahan 11mpa hingga 15mpa menjadi stabil di nilai 12,4mpa hingga 12,8mpa terlampir pada gambar sehingga potensi kerusakan dapat menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Aceng Abdul Wahid. (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem. Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen, Volume XX, Nomor 2, halaman 45–56.
- Dedek Yuhendri. (2018). Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Otomatis. Journal of Electrical, Volume 3(3), Halaman 121-127.
- Fauzan Malvin Satrio Hermawan, Muhamad Wirdi, Adik Susilo Wardoyo. (Mei 2022). Modifikasi Controlling Oil Level Hydraulic Pump Unit (HPU) Curing Seyen Plant K Menggunakan RFID di PT. XYZ. Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informatika (JITI), Volume 3(2), ISSN: 2746-7635, e-ISSN: 2808-5027.
- I Wayan W., Sofyan Sori, Jakaria, Artadi Heru W., Mulyono. (2010). Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) pada Sistem Kontrol Proses Pengelasan Inner dan Outer Tabung Iradiasi. Jurnal Fisika Nuklir dan Energi (JFN), Volume 4(1), Halaman 33.
- InterNational Electrical Testing Association, 2009. ANSI/NETA ATS. STANDARD FOR ACCEPTANCE TESTING SPECIFICATIONS for Electrical Power Equipment Systems. United Stated.
- Komarudin, Yanuarta Ilham Partama, Intan Soleh. (2022). Perancangan Power Unit Sistem Hidrolik untuk Payung Hidrolik di Masjid Raya Aceh. Jurnal Tera, Volume 2(1), 34.
- PLN Persero, 2008. Manual of Installation, Operating and Maintenace for Circulating Water Pump (Type 1800HLBK-18 Vertical Mixed Flow Pump). Rembang.
- PT PLN (PERSERO). 2018. Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas, n.d
- PT PLN (PERSERO). 2010. Buku 1 Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta.
- R. S. Pressman, Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi), Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2012.
- Rizky Arman, Yovial Mahyoedin, Kaidir, Nando Desilpa. (2019). Studi Aliran Air pada Ball Valve dan Butterfly Valve Menggunakan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics. Jurnal Kajian Teknik Mesin, Volume 4(1), Maret, Halaman 38-49.