

ISSN XXXX-XXXX

JOURNAL OF YOUNG ELECTRICAL POWER AND ELECTRONICS INSTRUMENTATION



VOL . 3 NO. 1: MEI 2025



TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS PAMULANG



UNIVERSITAS PAMULANG

TEKNIK ELEKTRO



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

Oky 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
Sistem Kendali Pemanas Air pada Mesin Mixer Menggunakan TC4S Autonics untuk Menjaga Kualitas Pencampuran Bahan	1-15
<i>Ahmad Latif Khasannudin, Heri Kusnadi, Himma Firdaus, Luki Utomo</i>	
Monitoring Suhu sebagai Proteksi Absensi Karyawan untuk Pencegahan Wabah Covid-19 Berbasis ESP32	16-27
<i>Akhmad Iskhaq Mushonif, Dwi Anie Gunastuti</i>	
Sistem Monitoring dan Kendali Suhu Keadaan Menggunakan PLC	28-38
<i>Fendi Sholeh Wibowo, Oky Supriadi</i>	
Rancang Bangun Panel Pompa Submersible.....	39-47
<i>Alief Kurniadi, Woro Agus Nurtiyanto</i>	
Sistem Kendali dan Monitoring Panel SDP Berbasis IoT di Gedung MPS Bandar Udara Soekarno-Hatta	48-55
<i>Wisnu Aditya, Erik Agustian Yulanda</i>	
Penerapan Sumber Energi Panel Surya sebagai Catu Daya pada Box Sterilisasi Alat Makan Portable Sinar UV-C.....	56-71
<i>Fahrul Rizal, Ariyawan Sunardi</i>	
Analisis Pembiayaan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 50kWp Universitas Pamulang Menggunakan PV-Syst 7.3.....	72-82
<i>Muhamad Agmal Putra</i>	
Pemanfaatan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro di Sungai Krukut Jakarta Selatan ..	83-92

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.



Verdizha Fauzan

Analisa Nilai Faktor Daya pada Panel Low Voltage Main Switch Board Gedung XYZ Jakarta93-101

Dedyi Susanto; Kiswanta

Analisa Pengaruh Konduktivitas Tembaga Terhadap Hasil Projection Welding Seat Assy di PT. Selamat Sempurna Tbk.102-111

Haryono, Ariyawan Sunardi

Rancang Bangun Detektor Alpha Dengan Menggunakan BPX61 Dioda Berbasis Semikonduktor112-120

Muhammad Rizki Fadhilah, Kiswanta, Rezky Mahardika

Analisa Performa Inverter 40 kWp PLTS Atap Unpam Viktor121-127

Agung Dwi Herlangga, Seflahir Dinata

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.

Sistem Kendali Pemanas Air pada Mesin Mixer Menggunakan TC4S Autonics untuk Menjaga Kualitas Pencampuran Bahan

Ahmad Latif Khasannudin^{1*}, Heri Kusnadi², Himma Firdaus¹, Luki Utomo¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

²Teknik Elektro Kampus Kota Serang, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

²Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183, Indonesia

¹ahmadlatif.k@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 4 Februari 2025
revisi : 2 April 2025
diterima : 5 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan bagi kehidupan manusia. Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan air dalam membantu pekerjaan salah satunya untuk pemanas pada bahan di mesin *mixer* dengan pemanasan air menggunakan elemen pemanas. Sistem kontrol yang digunakan yaitu TC4S Autonics dan komponen penting lainnya seperti pompa air dan sensor suhu. Ketika sensor batas bawah mendeteksi suhu minimal, maka *switch* pada sensor akan berubah menjadi on, kemudian input tersebut diolah oleh TC4S Autonics untuk memberikan keluaran berupa pompa air yang akan menyala otomatis untuk mengalirkan air yang sudah dipanaskan menggunakan elemen pemanas di bak penampung air sebagai pemanas pada bahan yang akan melewati sekitar mesin *mixer* tersebut, apabila saat suhu sudah stabil, maka TC4S Autonics akan mengontrol pompa air mati secara otomatis untuk menghentikan laju air. Sistem pemanas pada bahan ini berfungsi untuk proses pencampuran bahan lainnya merata. Media penelitian menggunakan air yang dipanaskan dan untuk bahan menggunakan margarin. Hasil penelitian suhu normal sampai suhu yang diinginkan (30-78°C) memerlukan waktu 3 jam 42 menit dan untuk proses penelitian kestabilan suhu selama 60 menit. Sistem ini dapat dinyatakan berhasil dengan sistem pembatas suhu minimal dan suhu maksimal secara otomatis.

Kata kunci : Pemanas TC4S Autonics; Mesin Mixer

ABSTRACT

Water is a necessity for human life. Along with the development of technology, the use of water to help with work, one of which is for heating materials in a mixer machine by heating water using a heating element. The control system used is TC4S Autonics and other important components such as water pumps and temperature sensors. When the lower limit sensor detects a minimum temperature, the switch on the sensor will change to on, then the input is processed by TC4S Autonics to provide an output in the form of a water pump that will turn on automatically to flow water that has been heated using a heating element in the water reservoir as a heater for the material that will pass around the

mixer machine, if the temperature is stable, TC4S Autonics will control the water pump to turn off automatically to stop the flow of water. The heating system in this material functions to mix other materials evenly. The research media uses heated water and for the material using margarine. The results of the study of normal temperature to the desired temperature (30-78°C) took 3 hours 42 minutes and for the research process of temperature stability for 60 minutes. This system can be declared successful with a minimum temperature and maximum temperature limiter system automatically.

Keywords: Autonics TC4S Heater; Mixer Machine

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup seperti manusia, binatang dan tumbuh-tumbuhan. Pemanfaatan teknologi dapat membantu dalam berbagai pekerjaan, salah satunya adalah kendali pemanas pada mesin *mixer* dengan pemanasan air menggunakan elemen pemanas. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi proses pencampuran bahan pada mesin *mixer* dalam keadaan dingin sehingga proses pencampuran bahan tidak maksimal.

Dalam proses pencampuran bahan diperlukan sistem penyaluran air dari sumber agar dapat dikirim ke mesin *mixer* dengan menggunakan pompa air. Dalam sistem ini masalah yang muncul ketika level suhu panas minimal dalam bak penampung bahan pada mesin *mixer* tidak diketahui dan pompa air tidak beroperasi, kemungkinan yang terjadi suhu bahan dalam mesin *mixer* menjadi dingin yang dapat menyebabkan pencampuran bahan tidak bisa tercampur maksimal yang disebabkan oleh belum adanya sistem kendali pada sistem pemanas air pada mesin *mixer* tersebut (Ramazan Bayindir, 2011).

Dengan demikian perlu dilakukan suatu solusi melalui perancangan sistem kendali pemanas air pada bahan di mesin *mixer* secara otomatis menggunakan TC4S Autonics dengan suatu sistem deteksi menggunakan termokopel untuk pembacaan suhu. Media yang digunakan air yang dipanaskan melalui kendali elemen pemanas dan proses sirkulasi air pada mesin *mixer* menggunakan bahan margarin.

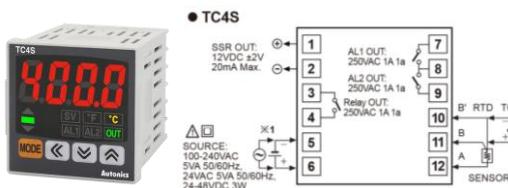
TEORI

Termokopel adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "thermo-electric". Pada dasarnya termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor pada termokopel berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan logam konduktor lain mendeteksi suhu panas (Dewi Permata Sari, 2018).



Gambar 1. Termokopel

Metode kontrol yang ditanamkan pada pengendali temperatur/termokontrol industri meliputi On-Off, *proportional* (P), *proportional integral* (PI), *proportional derivative* (PD), dan *proportional integral derivative* (PID). Tipe peralatan aktuasi meliputi relai elektromekanis untuk mode On-Off dan *solid state relay* (SSR) untuk metode On-Off, P, PI, PD dan PID. Bentuk sinyal aktuasi kontrol output dapat dipilih dalam tiga pilihan yaitu On-Off, *cycle* dan *phase*. Ketiganya dapat digunakan pada SSR, untuk relai elektromekanis hanya terdapat pilihan On-Off. Pengendali temperatur objek sama dengan nilai referensi. Namun respon objek dapat berbeda tergantung kepada karakteristik temperatur objek dan metode sistem kendali yang digunakan oleh pengendali temperatur (Dista Yoel Tadeus, 2018).



Gambar 2. Termokontrol

Arus listrik yang mengalir pada elemen untuk menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen adalah prinsip kerja dari elemen pemanas tersebut, (Zaki Rokhandi, 2017). Pertimbangan pemilihan elemen pemanas:

1. *Maximum element surface temp.*
2. *Maximum Power / Surface Loading.*
3. Area radiasi permukaan elemen, dinyatakan dalam (watt/cm²)



Gambar 3. Elemen Pemanas

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida (cair) dari tempat satu ke tempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Bagian mesin listrik dan bagian penghisap adalah bagian penting pada sebuah pompa, (Anil Unlu, 2019).



Gambar 4. Pompa

Menurut Rizki Anggoro (2009) *Power supply* digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dan merubah tegangan listrik *alternating current* (AC) menjadi tegangan *direct current* (DC) yang kecil, dimana:

1. AC, adalah sumber arus listrik yang akan kita gunakan.
2. *Step down*, adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik AC 220-volt ke tegangan yang diinginkan.
3. *Rectifier*, adalah bagian penyearah arus dari arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC).
4. *Filter*, berfungsi untuk menyaring arus DC yang masih berdenyut sehingga menjadi rata.
5. *Stabilizer*, berfungsi menstabilkan tegangan DC agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban

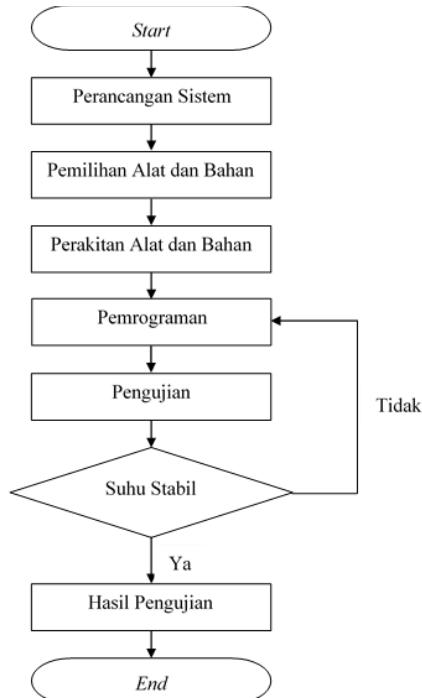
MCB adalah komponen yang sangat penting dalam instalasi listrik dan terdapat 3 (tiga) fungsi utama MCB yaitu untuk proteksi terhadap beban lebih (*overload*), untuk pemutus arus dan untuk memroteksi adanya hubung singkat (konsleting), (Reynold Rumimper, 2016).

Relai bekerja berdasarkan elektromagnetik yang memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya untuk menggerakan sejumlah kontakor yang tersusun. Kontakor akan tertutup (menyalal) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Relai elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik adalah relai yang paling sederhana, (Erlangga Bayu Setyawan, 2014).

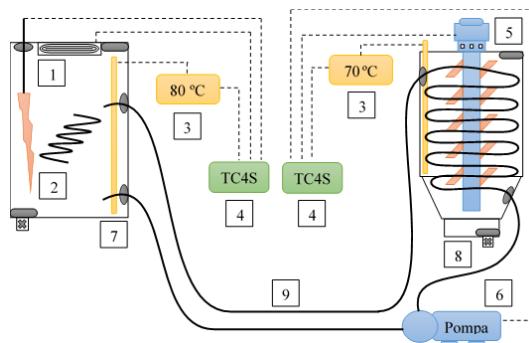
Pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*) dan pengering adalah fungsi umum pada kipas angin. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi menjadi dua yaitu *Axial* (angin mengalir secara paralel dengan poros kipas) dan *Centrifugal* (angin mengalir searah dengan poros kipas), (Kipas Angin, Web).

Mesin *mixer* merupakan mesin yang sering ditemukan di bidang industri untuk mencampur berbagai jenis bahan/material. Terdapat dua jenis *mixer* yang berdasarkan jumlah turbinnya, yaitu *mixer* dengan satu turbin (digunakan untuk cairan dengan kekentalan rendah) dan *mixer* dengan dua turbin (digunakan pada cairan dengan kekentalan tinggi), (Francesco Mocera, 2018).

METODOLOGI



Gambar 5. Flowchart Perancangan Sistem



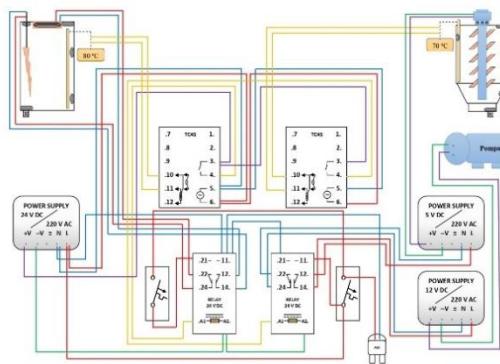
Gambar 6. Perancangan Sistem

Gambar 6 merupakan skema alat dan bahan yang digunakan:

1. Kipas Angin
2. Elemen Pemanas
3. Termokopel
4. Termokontrol

5. Motor *Mixer*
6. Pompa Air
7. Bak Penampung Air
8. Bak Penampung Bahan (Mesin *Mixer*)
9. Pipa Air

Gambar 7 berikut ini merupakan diagram pengkabelan dari perancangan.



Gambar 7. Diagram Pengkabelan

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 8. Hasil Perakitan Sistem

Adapun cara kerja/teknik dalam pengujian dari sistem ini adalah:

1. Isi air biasa di dalam bak penampung air yang nantinya akan dipanaskan menggunakan elemen pemanas.
2. Isi bahan di dalam bak penampung bahan (mesin *mixer*) yang nantinya diharapkan dari beberapa bahan tersebut tercampur secara merata setelah ada konduksi panas.
3. Selanjutnya pada saat semua MCB di On, semua kontrol TC4S akan menjadi aktif, termokontrol 1 yang sudah dipasang sebagai input akan mendeteksi suhu air pada bak

penampung air dan termokontrol 2 mendeteksi suhu bahan pada bak penampung bahan (mesin *mixer*).

4. Di saat termokontrol 1 membaca suhu air, pada saat bersamaan akan mentriger relai 1 untuk mengaktifkan elemen pemanas sampai suhu mencapai nilai yang diinginkan. Pada percobaan kali ini suhu air di program pada angka 80°C, selanjutnya pada saat suhu mencapai nilai yang diinginkan secara otomatis triger dari relai 1 akan berubah menjadi Off, proses ini akan berulang terus menerus untuk mempertahankan nilai yang diinginkan, untuk MCB 1 berfungsi sebagai saklar beban sekaligus saklar untuk mengaktifkan aliran listrik ke elemen pemanas.
5. Di saat termokontrol 2 membaca suhu bahan, pada saat bersamaan akan mentriger relai 2 untuk mengaktifkan pompa air DC 12 Volt memompa air panas sehingga terjadi sirkulasi dari bak penampung air ke bak penampung bahan (mesin *mixer*) dengan melewati pipa yang sudah disesuaikan, sehingga proses konduksi panas akan terjadi sampai bahan meleleh (tercampur merata dengan bahan lain) dan pompa air akan Off dengan mengikuti nilai suhu yang diinginkan. Pada percobaan kali ini suhu bahan di program pada angka 70°C (suhu yang di program menyesuaikan dengan jenis bahan yang akan dilelehkan/dicampurkan).
6. Fan pendingin pada bak penampung air akan berfungsi menjadi On jika terjadi suhu air panas yang melewati nilai yang sudah diinginkan.
7. Motor mixer pada bak penampung bahan (mesin *mixer*) berfungsi sebagai pengaduk bahan yang dilelehkan/dicampurkan.



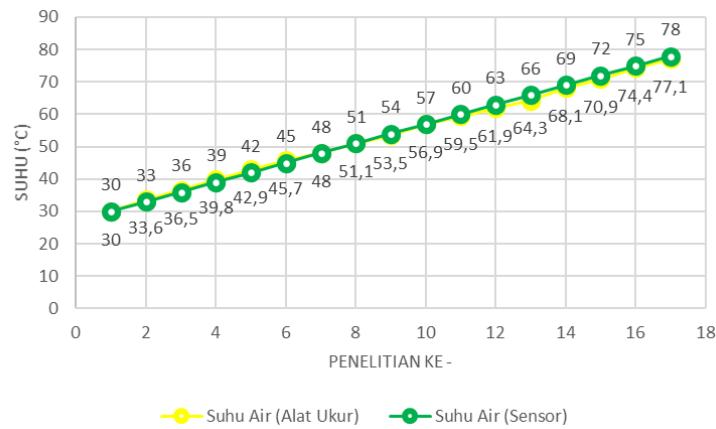
Gambar 9. Hasil Pengukuran Suhu Minimum



Gambar 10. Hasil Pengukuran Suhu Maksimum

Tabel 1. Perbandingan Suhu Antara Alat Ukur Dengan Sensor (TC4S)

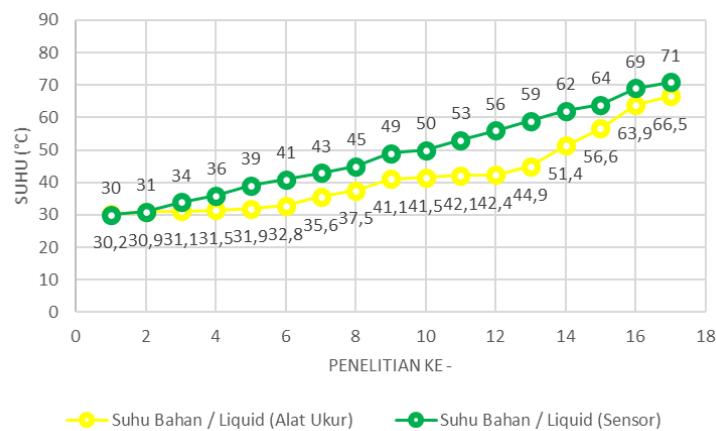
Alat Ukur	Suhu Air (°C) Volume: 0,0064 m ³ / 6,4 liter		Suhu Bahan (°C) Volume: 0,0036 m ³ / 3,6 liter		
	TC4S	Selisih	Alat Ukur	TC4S	Selisih
30,0	30	0,0	30,2	30	0,2
33,6	33	0,6	30,9	31	0,1
36,5	36	0,5	31,1	34	2,9
39,8	39	0,8	31,5	36	4,5
42,9	42	0,9	31,9	39	7,1
45,7	45	0,7	32,8	41	8,2
48,0	48	0,0	35,6	43	7,4
51,1	51	0,1	37,5	45	7,5
53,5	54	0,5	41,1	49	7,9
56,9	57	0,1	41,5	50	8,5
59,5	60	0,5	42,1	53	10,9
61,9	63	1,1	42,4	56	13,6
64,3	66	1,7	44,9	59	14,1
68,1	69	0,9	51,4	62	10,6
70,9	72	1,1	56,6	64	7,4
74,4	75	0,6	63,9	69	5,1
77,1	78	0,9	66,5	71	4,5



Gambar 11. Grafik Perbandingan Suhu Air Menggunakan Alat Ukur dan Sensor (TC4S)

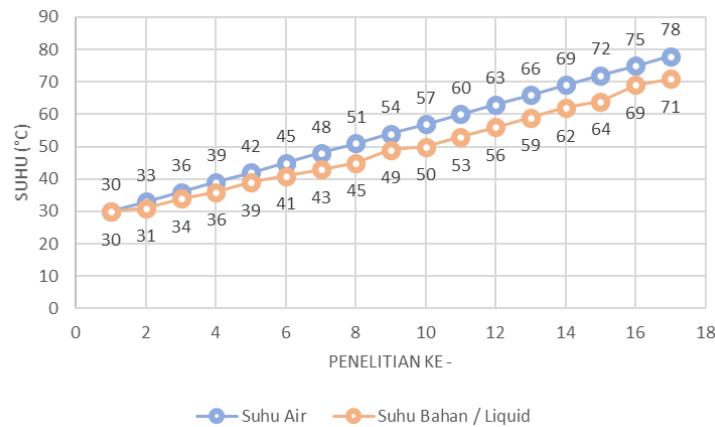
Gambar 11 adalah perbandingan suhu air antara alat ukur dan sensor selisihnya paling besar 1,7°C pada penelitian ke 13 dan paling kecil 0,0°C pada penelitian ke 1 dan ke 7, ini dikarenakan media yang diteliti adalah benda cair (air) sehingga perbedaan suhu tidak begitu banyak.

Gambar 12 adalah perbandingan suhu bahan antara alat ukur dan sensor selisihnya paling besar 14,1°C pada penelitian ke 13 dan paling kecil 0,1°C pada penelitian ke 2, ini dikarenakan media yang diteliti adalah benda padat (margarin) yang akan dicairkan melalui konduksi panas dengan sistem yang sudah dirancang sebelumnya.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Suhu Bahan Menggunakan Alat Ukur dan Sensor (TC4S)

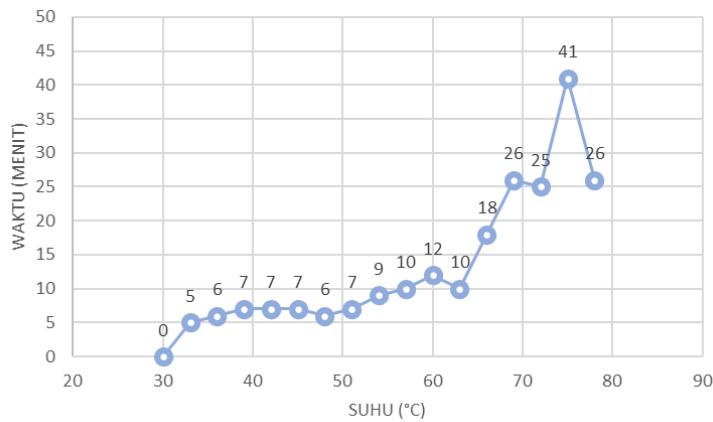
Pada saat penelitian pengukuran, sensor diletakkan dekat dengan pipa sirkulasi sedangkan alat ukur diletakkan di tengah-tengah bahan sehingga perbedaan suhu selisihnya cukup besar pada penelitian ke 13.


Gambar 13. Grafik Perbandingan Suhu Air Dengan Suhu Bahan

Gambar 13 adalah perbandingan suhu air dengan suhu bahan pada awalnya selisihnya tidak begitu banyak yaitu 2°C pada penelitian ke 2 akan tetapi semakin lama penelitian perbandingan suhunya cukup banyak antara suhu air di bak penampung air dengan suhu bahan di bak penampung bahan (mesin *mixer*) yaitu 8°C pada penelitian ke 15, ini dikarenakan ada perpindahan panas (konduksi) yang memerlukan waktu dan jarak sehingga panas pada titik awal akan berkurang panasnya pada titik akhir yang menyebabkan perbedaan suhu di akhir penelitian cukup banyak.

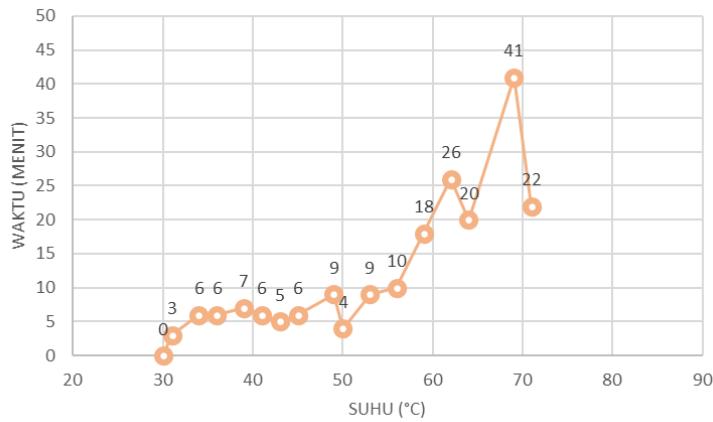
Tabel 2. Perbandingan Waktu Pemanasan

Bak Penampung Air		Bak Penampung Bahan	
Suhu (°C)	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Waktu (menit)
30	0	30	0
33	5	31	3
36	6	34	6
39	7	36	6
42	7	39	7
45	7	41	6
48	6	43	5
51	7	45	6
54	9	49	9
57	10	50	4
60	12	53	9
63	10	56	10
66	18	59	18
69	26	62	26
72	25	64	20
75	41	69	41
78	26	71	22



Gambar 14. Grafik Waktu Pemanasan Air

Gambar 14 menunjukkan waktu pemanasan air di bak penampung air pada awalnya rata-rata 6 menit sampai 7 menit per 3°C akan tetapi semakin lama penelitian kecepatan pemanasan selisihnya cukup banyak yaitu 41 menit pada penelitian ke 16, ini dikarenakan kapasitas/spesifikasi elemen pemanas tidak terlalu besar (350 watt) yang menyebabkan kinerja elemen pemanas menjadi berkurang.

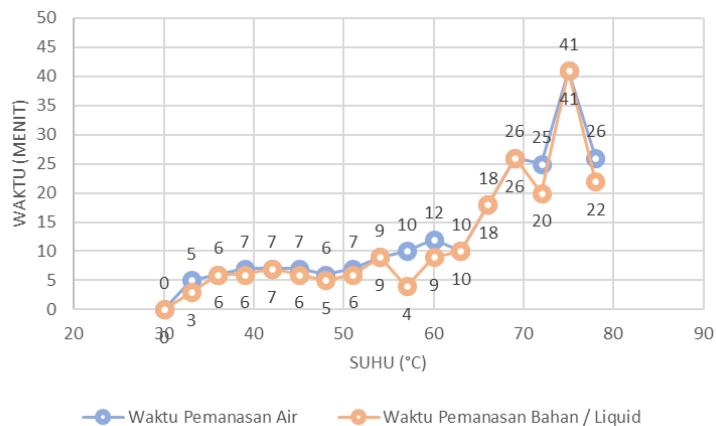


Gambar 15. Grafik Waktu Pemanasan Bahan

Gambar 15. menunjukkan waktu pemanasan bahan di bak penampung bahan (mesin *mixer*) pada awalnya rata-rata 6 menit per 2°C dari suhu 34°C sampai 45°C akan tetapi semakin lama penelitian kecepatan pemanasan selisihnya cukup banyak yaitu 41 menit pada penelitian ke 16, ini dikarenakan kapasitas atau spesifikasi elemen pemanas pada bak penampung air tidak terlalu besar (350 watt) yang menyebabkan kinerja elemen pemanas menjadi berkurang.

Gambar 16 Adalah perbandingan waktu pemanasan air dengan waktu pemanasan bahan pada dasarnya selisihnya tidak begitu banyak di awal penelitian yaitu rata-rata 6

menit sampai 7 menit, ini dikarenakan sistem menggunakan perpindahan panas (konduksi) yang memerlukan waktu dan jarak sehingga mempengaruhi waktu dalam penelitian pada kedua media (air dan margarin)/kedua tempat.

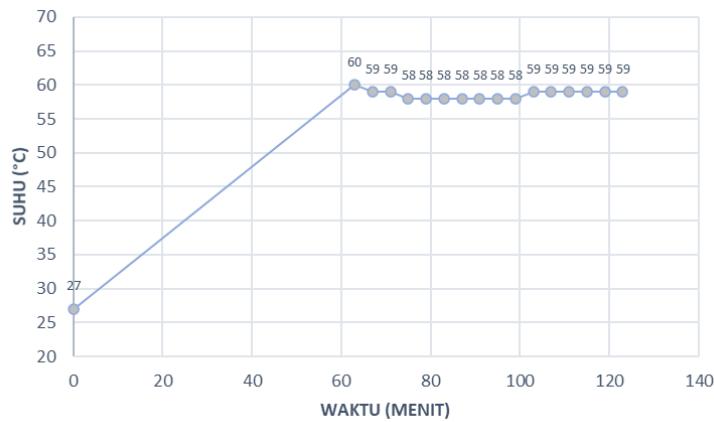


Gambar 16. Grafik Perbandingan Waktu Pemanasan Air Dengan Waktu Pemanasan Bahan

Tabel 3. Perbandingan Kestabilan Suhu

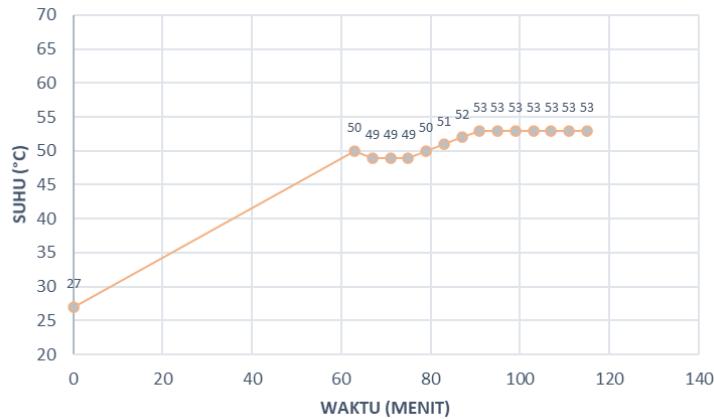
Kestabilan Suhu Bak Penampung Air		Kestabilan Suhu Bak Penampung Bahan	
Suhu (°C)	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Waktu (menit)
27	0	27	0
60	63	50	63
59	67	49	67
59	71	49	71
58	75	49	75
58	79	50	79
58	83	51	83
58	87	52	87
58	91	53	91
58	95	53	95
58	99	53	99
59	103	53	103
59	107	53	107
59	111	53	111
59	115	53	115
59	119	53	119
59	123	53	123

Gambar 17 adalah perbandingan kestabilan suhu air di bak penampung air pada awalnya turun 1°C sampai 2°C dari pemrograman saat penelitian 60°C setelah beberapa menit suhu kembali naik dan stabil.



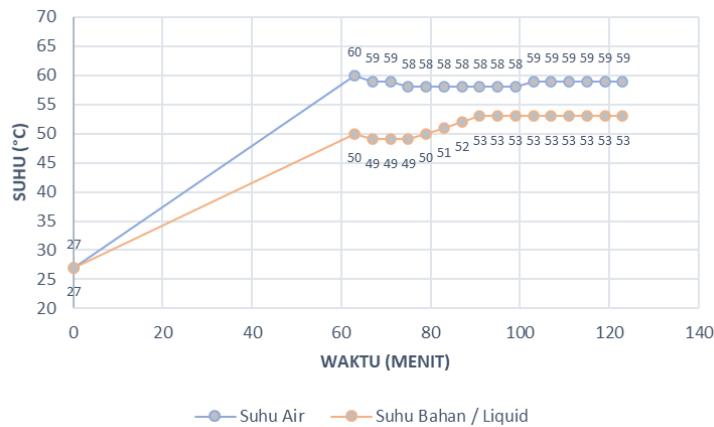
Gambar 17. Grafik Perbandingan Kestabilan Suhu Air

Gambar 18 adalah perbandingan kestabilan suhu bahan di bak penampung bahan (mesin *mixer*) pada awalnya turun 1°C dari pemrograman saat penelitian 50°C setelah beberapa menit suhu kembali naik dan stabil.



Gambar 18. Grafik Perbandingan Kestabilan Suhu Bahan

Gambar 19 adalah perbandingan kestabilan suhu air dengan kestabilan suhu bahan pada dasarnya selisihnya tidak begitu banyak, ini dikarenakan termokontrol TC4S Autonics untuk sistem pembacaan kestabilannya -2 sampai dengan +2 dari angka untuk penelitian/pemrograman.



Gambar 19. Grafik Perbandingan Kestabilan Suhu Air Dengan Kestabilan Suhu Bahan

KESIMPULAN

Pembuatan sistem untuk pemanas ini dinyatakan berhasil, karena pada penelitian bisa didapatkan kestabilan suhu pada rangkaian sistem yang sudah dirancang. Sistem termokopel untuk pembacaan temperatur ini dinyatakan berhasil, karena TC4S Autonics dapat merespon termokopel untuk dapat menghidupkan/mematikan komponen lain pada sistem pemanas. Suhu normal sampai suhu yang diinginkan (30-78°C) memerlukan waktu 3 jam 42 menit (11.00-14.42 WIB) dan untuk proses penelitian kestabilan suhu selama 60 menit (11.54 - 12.54 WIB).

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Jamal A. Rachman Saprin, B.Sc., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pamulang.
2. Bapak Seflahir Dinata, S.T., M.Pd.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pamulang.
3. Bapak Nurkahfi Irvansyah, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan fasilitas.
5. Kedua Orang Tua, Istri dan Anak atas dukungan, motivasi dan doanya.
6. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu sehingga Skripsi ini bisa selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Ramazan Bayindir and Yucel Cetinceviz, 2011. "A water pumping control system with a programmable logic controller (PLC) and industrial wireless modules for industrial plants – An experimental setup", ISA Transactions, Vol. 50, No.: 321-328.

Anil Unlu, Ergun Carus and Ahmet Gorgulu, 2019. "Water heat pump application with double stage back injection", Procedia Computer Science, Vol. 158, No.: 68-73.

Dewi Permata Sari, Evelina, Sabilal Rasyad, Amperawan dan Selamat Muslimin, 2018.

“Kendali suhu air dengan sensor termokopel tipe-k pada simulator sistem pengisian botol otomatis”, Jurnal Ampere, Vol. 3, No.: 1.

Dista Yoel Tadeus dan Iman Setiono, 2018. “Deskripsi teknis pengendali temperatur industri sebagai bagian dari sistem regulasi temperatur”, Gema Teknologi, Vol. 20, No.: 1.

Zaki Rokhandi, Binsar Pangaribuan, Bekti Yulianti dan Nurwijayanti. KN, 2017. “Simulator pengatur otomatis suhu air hangat 37 °C – 55 °C pada water heater berbasis microkontroller atmega 8535”, Jurnal Teknik Elektro, Vol. 8, No.: 3.

Rizki Anggoro (Penterjemah). 2009. Cara Membuat Adaptor. Sumatera Selatan: Politeknik Negeri Sriwijaya.

Erlangga Bayu Setyawan (Penterjemah). 2014. Elektronika Industri “Relai”. Web: Industri3601.

Reynold Rumimper, Sherwin R.U.A. Sompie, S.T., M.T., dan Dringhuzen J. Mamahit, S.T., M.T., 2016. “Rancang Bangun Alat Pengontrol Lampu Dengan Bluetooth Berbasis Android”, E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 5, No.: 3.

Kipas Angin. Web: <https://computory.com/fungsi-kipas-cpu/>.

Francesco Mocera and Aurelio Soma, 2018. “Working cycle requirements for an electrified architecture of a vertical feed mixer vehicle”, Procedia Structural Integrity, Vol. 12, No.: 213-223.

Monitoring Suhu sebagai Proteksi Absensi Karyawan untuk Pencegahan Wabah Covid-19 Berbasis ESP32

Akhmad Iskhaq Mushonif^{1*}, Dwi Anie Gunastuti¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹maulana.aan@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 6 Februari 2025
revisi : 4 April 2025
diterima : 7 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Meluasnya wabah pandemi COVID-19 yang di area dan usaha pengendalian karyawan perkantoran atau perusahaan. Sebuah sensor *infrared obstacle avoid, thermoteter non contact* dilengkapi RFID dan penyemprot *handsanitizer* dibuat dengan tujuan dapat mengurangi kontak antara sesama karyawan. Sistem kerja alat ini, jika seorang karyawan akan melakukan absensi maka akan diukur suhunya terlebih dahulu. Jika suhu normal, proses selanjutnya *tap tag* kartu RFID yang akan menampilkan nama partisipan di layar LCD dan komputer. Sensor suhu MLX90614BCC dengan FOV 35°, dan standar akurasi 0.5°C di suhu kamar. Sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memastikan jarak pengukuran suhu antara tangan dan sensor suhu. Jarak antara sensor dan kulit tangan dibatasi 4cm sampai 9cm. Prosentase pengukuran dilakukan pada 7 partisipan dan keseluruhan bernilai 0.8% dan *timer* pompa DC berdurasi 1.1 detik. Sistem secara keseluruhan sudah bekerja sesuai dengan rencana.

Kata kunci : COVID-19; non contact; motor DC, handsanitizer

ABSTRACT

The spread of the COVID-19 pandemic in the area and efforts to control office or company employees. An infrared obstacle avoidance sensor, a non-contact thermometer equipped with RFID, and a hand sanitizer sprayer are designed to reduce contact between employees. The working system of this tool, if an employee is going to do attendance, their temperature will be measured first. If the temperature is normal, the next step is to tap the RFID card tag, which will display the participant's name on both the LCD screen and the computer. MLX90614BCC temperature sensor with FOV 35°, and standard accuracy of 0.5 °C at room temperature. An HC-SR04 ultrasonic sensor is used to ensure the temperature measurement distance between the hand and the temperature sensor. The distance between the sensor and the skin of the hand is limited to 4cm to 9cm. The percentage of measurements was carried out on 7 participants, and the overall value was 0.8% and the DC pump timer lasted 1.1 seconds. The overall system has worked according to plan.

PENDAHULUAN

Wabah COVID-19 diakibatkan virus SARS-CoV-2, pertama kali ditemukan di kota Wuhan, Tiongkok. Dengan cara penyebaran yang sangat pesat ke negara yang terpapar virus tersebut mencapai 200 Negara. Gejala awal umumnya diawali dengan demam (Raja Friska Yulanda, 2020).

Selain demam, tingkat lanjut gejala tersering jika terpapar virus ini disertai batuk, bersin dan sesak nafas. Demam pada pasien COVID-19 dengan suhu antara 38,1-39°C hampr sebanyak 40%, sementara suhu lebih dari 39°C sebanyak 34%. Artinya sekitar 40% + 34% gejala terinfeksi COVID-19 ditandai dengan demam $38,1^{\circ}\text{C} - \geq 39^{\circ}\text{C}$ (Adityo Susilo dkk. 2020).

Protokol kesehatan di era new normal, maka dibuat sebuah alat yang dapat menyemprotkan pembersih tangan (*handsanitizer*), mendeteksi suhu tubuh seorang karyawan sebelum melakukan absensi *radio frequency identification* (RFID). Jika suhu tubuh salah satu karyawan $>37,50^{\circ}\text{C}$, maka karyawan tersebut tidak dapat melakukan absensi.

Perlu dilakukan sebuah rancang bangun, pengujian dan analisis sistem cek suhu *non contact*, penyemprot *handsanitizer* dan absensi dengan RFID menggunakan MFRC 522, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor *infrathermal* MLX90614, sensor rintangan Infrared, ESP32 dan LCD 16x2 digunakan untuk pengukuran suhu dan sebagai proteksi absensi karyawan. Media penyimpanan pada komputer yang terinstal XAMPP *localhost* dan terkoneksi internet. Pengujian dilakukan dalam ruangan 3m x 3m dengan *light emitting diode* (LED) 10W sebagai lampu penerangan.

Tujuan Penelitian, meliputi analisa keakurasiannya *thermometer* suhu non kontak untuk mendukung protokol kesehatan COVID-19 dan menganalisis hasil kerja alat absensi ini. Sementara manfaat penelitian ini diharapkan dapat mencegah penularan virus COVID-19 dengan menggunakan *handsanitizer*, cek suhu dan mengurangi kontak dengan RFID serta sebagai proteksi absensi untuk karyawan yang bersuhu tubuh di atas 37.5°C .

TEORI

Menurut D. Sharon, dkk. (1982), sensor merupakan sebuah alat yang mampu mendeteksi sebuah gejala maupun sinyal dari perubahan suatu energi. William D.C., (1993), berpendapat bahwa alat ukur merupakan sebuah alat yang mendeteksi sebuah perubahan energi ke dalam sebuah batasan nilai tertentu. Misalnya *thermometer* untuk mengukur suhu dengan satuan nilai, misalnya $^{\circ}\text{C}$.

MLX90614 adalah sebuah sensor suhu non kontak dengan prinsip kerja *infrared*. Sensor suhu ini sudah dikalibrasi oleh pabrik dengan *digital interface*. Resolusi pembacaan adalah $0,02^{\circ}\text{C}$. Sensor suhu tersedia dalam TO-39 standar industri (Melexis NV. 2013).

Infrared Radiation (IR) atau sinar infra merah adalah radiasi elektromagnetik (EMR) dan membawa energi radiasi seperti semua EMR (Infrared Sensor Tutorial for Arduino, 2020).

Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor suara yang bekerja di atas frekuensi 20.000Hz. Sistem kerjanya adalah dengan merubah gelombang listrik menjadi sebuah gelombang suara dan memantulkan gelombang suara (*transmitter*), kemudian dari gelombang suara kembali ditangkap oleh penerima (*receiver*) untuk diubah menjadi besaran listrik. Besarnya selisih waktu (detik) keterlambatan atau *delay* saat *transmitter* memancarkan gelombang suara ultrasonik sampai dengan diterima oleh *receiver* itulah yang akan dijadikan dasar. Semakin besar selisih waktu, tentu akan semakin jauh jaraknya (Elangsaiki, 2021).

RFID adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi data dari sebuah *chip* dengan gelombang elektromagnetik. Pada sebuah sistem RFID terdapat *reader* dan *tag* RFID, dengan cara mendekatkan kedua alat ini maka data pada *tag* bisa teridentifikasi nomor unik dalam kartu RFID tersebut.

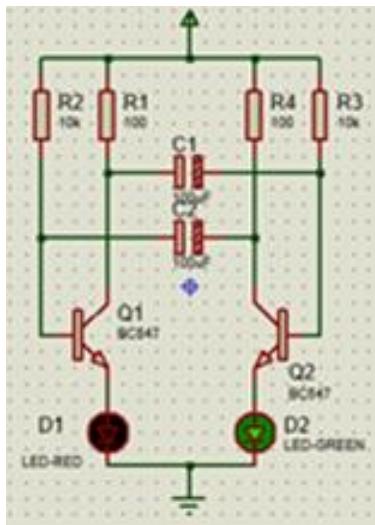
Mikrokontroler adalah sebuah prosesor yang dicetak menjadi sebuah *integrated circuit* (IC) dirancang untuk suatu operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti prosesor (CPU), memori (RAM dan ROM) serta perangkat input dan output yang dapat diprogram (Dickson Kho, 2020).

Liquid crystal display (LCD) merupakan sebuah media tampilan dengan menggunakan cairan kristal, untuk menampilkan status kerja alat, digunakan LCD berukuran 2 x 16 (Iselektronika, 2012).

Rangkaian *flip-flop* merupakan rangkaian elektronika yang mempunyai dua kondisi stabil, dimana ditandai dengan 2 buah LED yang hidup bergantian dengan durasi satuan waktu tertentu (Nyebarilmu, 2021). Durasi waktu *on-off* dapat dihitung dengan persamaan:

$$t = \text{koefesien} \times R \times C \quad (1)$$

Dimana: t adalah waktu (detik) dengan koefisien sebesar 0.7, R besar resistor (ohm) dan C adalah besarnya kapasitor (farad).



Gambar 1. *Flip-flop* dengan 2 transistor.

Gerbang logika adalah sebuah dasar sebuah rangkaian digital. Dalam merancang sebuah rangkaian digital, beberapa rangkaian gerbang logika dikombinasi menjadi lebih rumit (Dickson Kho, 2021). Gerbang logika untuk penelitian ini, diantaranya: gerbang logika *NOT* adalah jenis gerbang yang bersifat membalik dari kondisi input; gerbang logika *AND* merupakan jenis rangkaian logika yang terdiri dari beberapa input dan satu output.

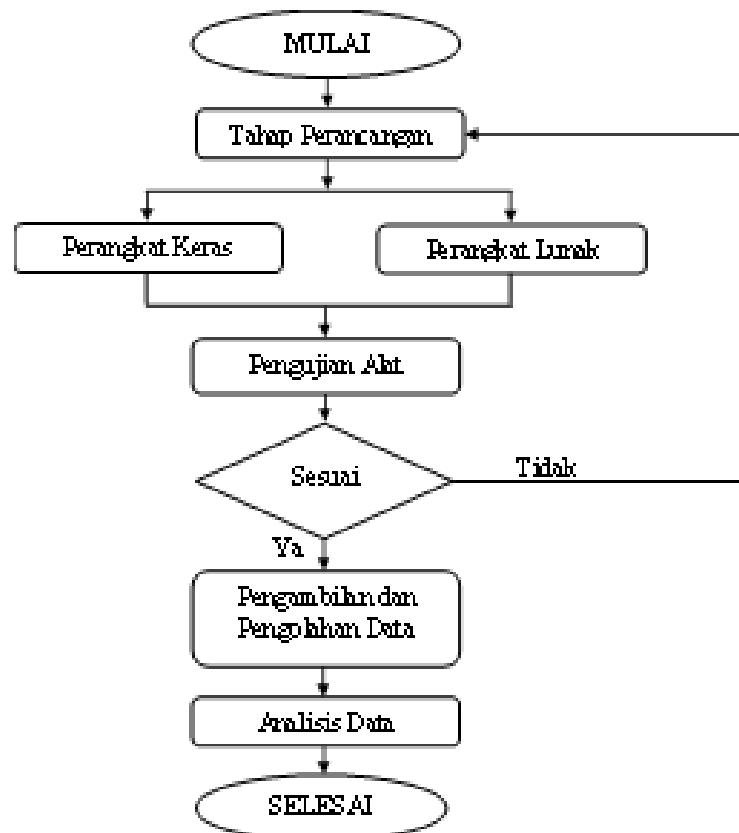
Network time protocol atau NTP dikembangkan pada 1984 oleh David L. Mills yang berasal dari Universitas Delaware. NTP digunakan untuk sinkronisasi waktu pada komputer yang terhubung pada jaringan internet (Kucel, Ipunk, 2021). Database MySQL yang terhubung dengan *website offline localhost* dengan *Xampp* sebagai *webserver*. Untuk dapat melihat data, dengan menggunakan peramban pada umumnya. Komputer digunakan untuk menyimpan dan menjalankan sebuah *website* dengan sebuah aplikasi server lokal, dan hanya bisa diakses oleh komputer itu sendiri. Dengan mengakses pada *web browser* dengan alamat <http://localhost> pada komputer yang menyimpan data situs tersebut. *localhost* mempunyai *internet protocol (IP) address* 127.0.0.1 (Kurinawan, David. 2020).

METODOLOGI

Dalam perancangan, pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak saling berkaitan. Adanya *trouble* pada perangkat keras ataupun perangkat lunak akan menyebabkan terjadinya *error* pada alat yang akan dibuat. Dalam pembuatan alat proteksi absensi, proses kerja alat yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Akses internet sebagai koneksi antara alat dan komputer.
2. Dalam kondisi normal, maka LCD akan menampilkan jam *ss-mm-hh*, tanggal *dd-mm-yyyy* dan setiap 500 milidetik dengan status absensi.

3. Mendekatkan tangan ke sensor ultrasonik HC-SR04 dalam jarak 4-9 cm, sensor MLX90614 membaca suhu tangan yang ditempatkan berdekatan sedemikian rupa untuk kedua sensor.
4. Suhu yang diatur antara 32°C sampai dengan 37,5°C.
5. Menempelkan kartu / tag card RFID untuk ke RFID reader. Data tag card RFID disimpan di komputer.
6. Penggunaan *handsanitizer*, durasi waktu sekitar 5 detik. Mendekatkan tangan ke sensor *obstacle infrared*, maka *timer relay* akan menyalakan pompa DC selama 1 detik.
7. Proses Selesai



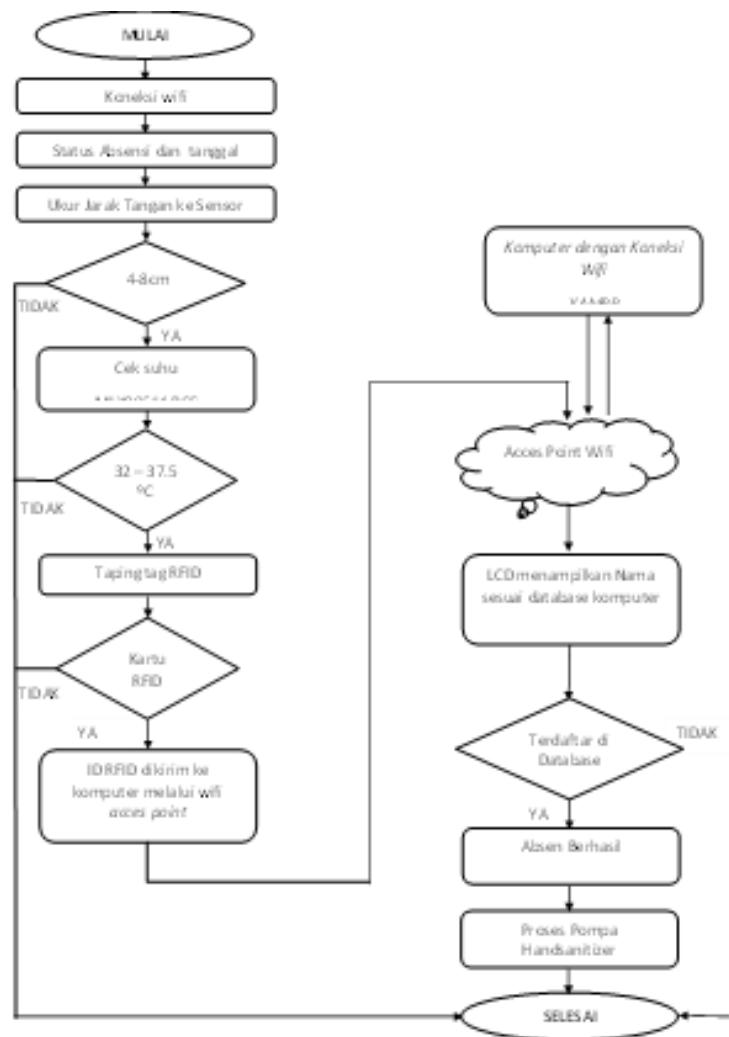
Gambar 2. Alur tahap penelitian.

Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat, terdiri dari beberapa sensor, antara lain :

1. RFID berfungsi untuk membaca kode kartu RFID yang ditempelkan ke alat. *infrared obstacle avoid*, sebanyak dua buah dengan kegunaan masing-masing, seperti : a) sensor pertama, untuk merubah status absensi, dari Masuk-Istirahat-Kembali dan Pulang. b) sensor kedua, berfungsi mentrigger *driver relay* untuk mengendalikan pompa DC untuk mengalirkan cairan *handsanitizer*.

2. Sensor ultrasonik HC-SR04, berfungsi untuk mengatur jarak antara objek yang diukur dan sensor *termometer*.
3. Sensor *thermometer*, tipe MLX90614 BCC berfungsi untuk mengukur suhu , dalam hal ini tangan yang menjadi objek yang diukur.

Setelah mendeskripsikan proses yang akan dirancang, maka dibuat sebuah flowchart alur kerja alat untuk memudahkan dalam perancangan.



Gambar 3. Sistem kerja rangkaian.

Kebutuhan berbagai alat dan bahan untuk memudahkan dalam pembuatan perangkat keras seperti terlihat pada Tabel 1. Dalam pembuatan program, diperlukan bahasa pemrograman seperti pemrograman Arduino Ide untuk ESP32 dan pemrograman dengan *Myphp*.

Tabel 1. Tabel alat dan bahan.

No	Nama Bahan	Fungsi Alat
1	Power Supply 12 V	Supply arus
2	LED 2.2V 18mA	Indikator
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Pendeteksi jarak
4	Node MCU ESP32	Mikrokontroller
5	LCD I2C 16x2	Tampilan layar teks
6	Modul Relai 3,3 V	Sakelar motor listrik
7	Sensor Suhu MX90614BCC	Mendeteksi suhu tanpa kontak
8	Sensor Rintangan <i>Infrared</i>	Mendeteksi posisi tangan
11	Pompa Air Mini 5V	Memompa cairan <i>hand sanitizer</i>
12	Tabung 1 Liter	Menyimpan cairan <i>handsanitizer</i>
13	PCB 1 Layer	Penempatan komponen dan rangkaian modul
14	Buzzer 5V	Penanda proses
15	RFID 3,3V	Akses absensi

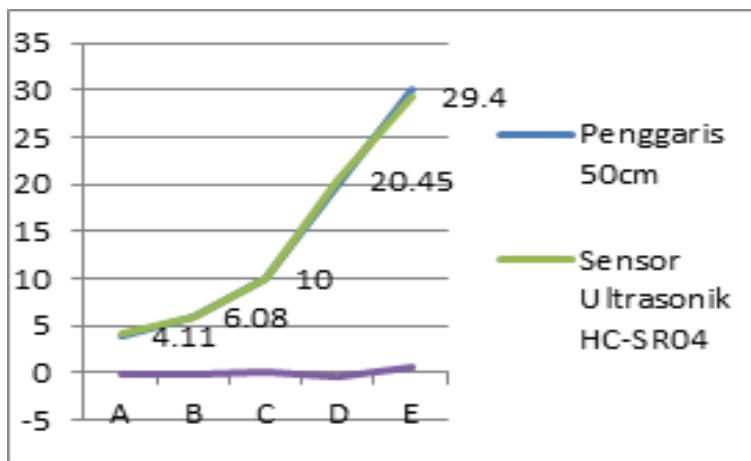
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor jarak antara sensor suhu dan tangan, percobaan dengan sensor ultrasonik tipe HC-SR04, dilakukan di ruangan dengan kalibrasi di 10cm. Hasil percobaan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian antara penggaris sensor ultrasonik HC-SR04.

(a) Mistar (cm)	(b) Ultrasonik (cm)	dev (a-b)	Prosentase (%) = +(b-a)/a
4	4.11	-0.11	2.8
6	6.08	-0.08	1.3
10	10.00	0.00	0.0
20	20.45	-0.45	2.3
30	29.40	-0.60	2.0
Prosentase Error rata-rata			0.9

Gambar 4 menunjukkan bahwa garis selisih tidak lurus, Namun secara garis besarnya error keseluruhan masih dapat dalam batas di bawah 1% dan masih dapat diterima.



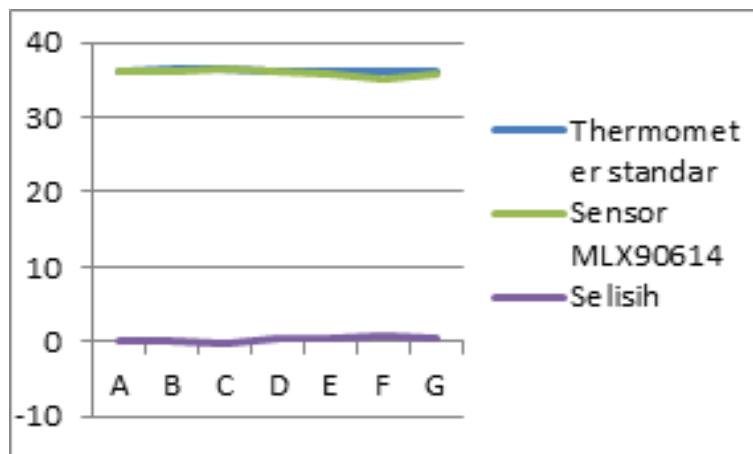
Gambar 4. Grafik kurva S pengambilan data sensor ultrasonik.

Pengujian sensor suhu, pengujian ini dengan mengatur jarak antara sensor suhu dan tangan agar didapatkan hasil yang akurat. Untuk membaca jarak antara tangan dan sensor, penulis membatasi jarak sejauh 7cm sedangkan *thermometer* standar dengan jarak 2cm.

Tabel 3. Pengambilan data untuk beberapa partisipan pada jarak 7cm.

Pengukuran Suhu			
Thermometer (a)	MLX 90614 (b)	Selisih (b-a)	Prosentase Error (%) = (b-a)/a
36.1	36.1	0.0	0.0
36.4	36.2	-0.2	0.5
36.4	36.6	0.2	0.5
36.3	36.0	0.3	0.3
36.3	35.9	-0.4	0.4
36.0	35.2	-0.8	0.8
36.2	35.7	-0.5	1.4
Rata - rata			0.8

Pengambilan data pada 7 calon partisipan, 3 diantaranya tangan kondisi lembab karena mencuci tangan sebelum pengambilan data. Menurut *datasheet* akurasinya 0,5°C sedangkan selisih pengukuran sebesar 0,8°C. Beberapa hal yang mempengaruhi hasil pengukuran, seperti suhu ruang, kondisi kelembaban tangan dan Jarak.



Gambar 5. Kurva pengukuran *thermometer* & sensor MLX90614 BCC.

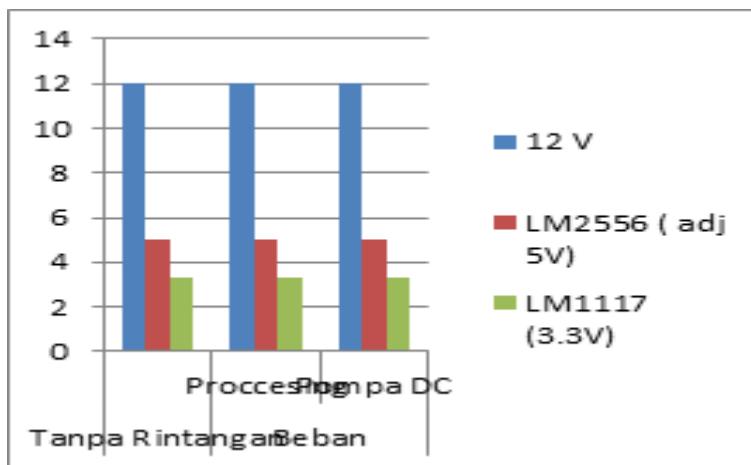
Gambar 5 menunjukkan kurva garis violet tidak rata, namun selisih antara termometer dan MLX90614BCC tidak terlalu jauh.

Pengujian *power supply* dilakukan karena *power supply* berperan penting dalam suatu rangkaian elektronik. Menggunakan LM2556 sebagai *stepdown* dari 12V menjadi 5V. IC regulator LM1117 menurunkan tegangan dari 5V menjadi 3,3V yang digunakan untuk ESP32, sensor *infrared obstacle avoid*, MLX90614BCC, RFID. Sedangkan tegangan 5V digunakan untuk menyuplai LCD 16x2 beserta pompa DC.

Tabel 4. Pengukuran tegangan dengan menggunakan adaptor 12V.

Tegangan (V)	Standby (V)	Beban	
		Process (V)	Pompa DC (V)
12	12.98	12.98	12.90
LM2556 (Adj 4.57V)	4.56	4.56	4.50
LM11117 (3,3V)	3,3	3,3	3,3

Dengan memperhatikan Tabel 4 dan Gambar 6 Secara pengukuran, keluaran tegangan IC regulator LM2556 dan LM1117 masih dalam batas aman dalam pengukuran dengan hasil baik.



Gambar 6. Grafik pengukuran tegangan pada keluaran regulator.

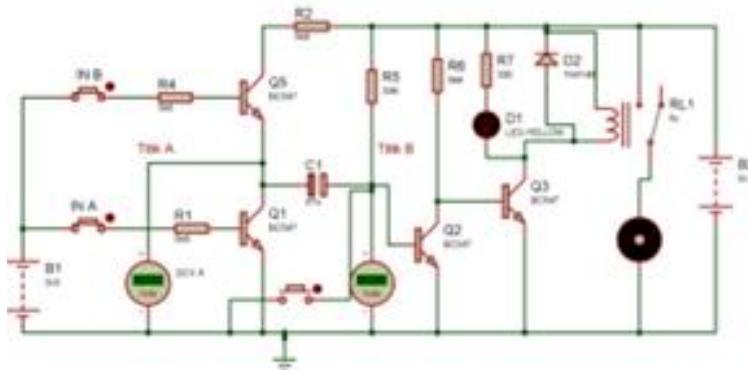
Pengujian *sensor infrared obstacle avoidance* untuk mode status absensi, pengujian dilakukan dengan memutar *trimpot* sampai LED mati di ruang bercahaya matahari, dan setelah diukur didapatkan tegangan *threshold* 2.4V dan *Vin* sebesar 3.28 volt.

Tabel 5. Pengujian sensor *infrared obstacle avoidance*.

Jarak Pantul (cm)	Media Pantul Tangan	Media Pantul Kain	Receiver Infrared (V)	Digital Output
1	On	On	0.19 V	Low
2	On	On	1.76 V	Low
3	On	On	2.27 V	Low
4	Off	Off	2.51 V	High
5	Off	Off	2.64 V	High
6	Off	Off	2.93 V	High

Dengan mengamati Tabel 5, maka dapat disimpulkan bahwa jarak jangkau rintangan yang aman hanya 3cm, karena *Vin* sebesar 3,28V.

Pengujian rangkaian *driver relay infrared obstacle avoidance* dengan *timer* menggunakan rangkaian 4 transistor. Dengan memodifikasi rangkaian *driver relay*, rangkaian *timer* dengan RC, gerbang logika *NOT*, dan gerbang logika *AND*. Sensor *infrared* dalam kondisi normal adalah *HIGH* dan jika mendapat rintangan maka *LOW*, sehingga merubah input B menjadi *NOT* sedangkan input A adalah normal.



Gambar 7. Skema *driver relay*.

Dengan menggunakan persamaan perwaktu dalam *flip-flop*, sebagai *timer* ON kemudian OFF dengan perkiraan waktu sekitar 1 detik, maka didapatkan nilai R sebesar $33\text{ k}\Omega$.

Tabel 6. Tabel kebenaran *driver relay*.

A	B	Out	Titik A	Titik B (V)	Pompa DC On (detik)
0	0	0	0	0.7	Off
1	0	1	2.7	0.7	Off
0	1	0	0.0	-0.7	Off
1	1	0	0.0	0.0	1.1

Nilai sebesar $30,395 \text{ k}\Omega$ dibulatkan menjadi $33 \text{ k}\Omega$ sehingga didapatkan nilai $t = 0.7 \times 33.000 \times 47 \times 10^{-6}$ atau nilai t sebesar 1.1 detik.

KESIMPULAN

sensor MLX90614 BCC akurasi masih dibawah untuk grade untuk medis, dikarenakan akurasinya $0,5^{\circ}\text{C}$ sesuai datasheet. Namun memiliki kelebihan FOV 35° . Jarak antara sensor dan kulit tangan dibatasi 4cm sampai 9cm. Pengukuran suhu di tangan karena lebih mudah dalam pelaksanaan. Persentase pengukuran dilakukan pada 7 partisipan keseluruhan adalah 0.8 %. Kondisi tebaik untuk pengukuran dengan kondisi tangan kering, Cairan handsanitizer tidak terukur, karena menggunakan pompa DC. Cairan *handsanitizer* tidak diukur banyaknya pada saat proses penyemprotan, hanya menggunakan timer pompa DC selama 1.1 detik. Sistem secara keseluruhan sudah bekerja sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Raja Friska Yulanda, 2020. Beda Demam Biasa dengan Suhu Tubuh Corona: Ini Fakta Lengkapnya. <https://www.gooddoctor.co.id/tips-kesehatan/covid-19/suhu-tubuh-corona-dan-demam-biasa-apa-bedanya/>. Diakses 13 September 2020.

Adityo Susilo dkk. 2020. Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini. Jurnal Penyakit Dalam Indonesia. Volume 7 No.1, Hal. 45-67.

- Safitri, M., Dinata, GA. 2020. Non-Contact Thermometer Berbasis Infra Merah. e P-ISSN: 2252- 4983, E-ISSN: 2549-3108. Jurnal SIMETRIS, Vol. 10 No. 1 April 2019
- Melexis NV. 2013. MLX90614 family Datasheet Single and Dual Zone Infra Red Thermometer, 3901090614 Rev 013.
- Infrared Sensor Tutorial for Arduino, ESP8266 and ESP32 <https://diyi0t.com/infrared-sensor-tutorial-for-arduino-and-esp8266/>.
- Diakses pada 23 September 2020
- Elangsakti. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya. 2015. <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>
- Diakses 07 Agustus 2021
- Dickson Kho. Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya. <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>.
- Diakses 24 September 2020.
- Jualan. 2012. Liguid Crystal Display (LCD) 16 x 2. <http://www.ieseletektronika.com/2012/06/liguid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>.
- Diakses pada 25 Oktober 2020
- Rangkaian Flip – Flop versi Modifikasi. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/rangkaian-flip-flop-versi-modifikasi/>.
- Diakses 18 Juli 2021
- Dickson Kho . Pengertian Gerbang Logika Dasar dan Jenis-jenisnya. <https://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>.
- Diakses 10 Juli 2021
- Kucel, Ipunk. Pengertian NTP Server Beserta Fungsi dan Cara Kerjanya <https://www.minatbelajar.com/pengertian-ntp-server-beserta-fungsi-dan-cara-kerjanya/>.
- Diakses 17 Agustus 2021.
- Kurinawan, David. 2020. Pengertian XAMPP Lengkap dengan Cara Menggunakannya (Terbaru). <https://www.niagahoster.co.id/blog/cara-menggunakan-xampp/>.
- Diakses 18 Agustus 2021.

Sistem Monitoring dan Kendali Suhu Keadaan Menggunakan PLC

Fendi Sholeh Wibowo¹, Oky Supriadi¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹fendisw14@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 8 Februari 2025
revisi : 6 April 2025
diterima : 9 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Trainer adalah alat peraga atau alat pembelajaran/percobaan dari suatu alat tertentu dan penunjang alat pratikum untuk melatih kemampuan mahasiswa/mahasiswi. *Trainer* sistem monitoring dan kendali suhu menggunakan PLC (*Programmable Logic Control*) dengan tipe PLC Omron CP1E-N20. Dalam penelitian hal ini prosesor menjalankan peralatan eksternal yang terhubung ke digital output modul berdasarkan kondisi digital input perangkat dan diagram tangga program yang tersimpan di dalam memori PLC. Sistem monitor dan kendali suhu perangkat lunak dibuat menggunakan program *cx-programmer* untuk membuat diagram tangga sistem kendali dan monitor suhu. Untuk perangkat keras kendali suhu atau membutuhkan sensor sebagai pendekripsi aktifitas di ruangan, temperatur kontrol sebagai monitor suhu, *push button* sebagai pengendali pengoprasi alat, lampu indicator sebagai penanda pengoprasi alat.

Kata kunci : *trainer; PLC; sensor; suhu*

ABSTRACT

Trainer is a demonstration tool or learning/experimental tool of a particular tool and supporting practical tools to train students' abilities. The temperature monitoring and control system trainer uses PLC (*Programmable Logic Control*) with the Omron CP1E-N20 PLC type. In this study, the processor runs external equipment connected to the digital output module based on the digital input conditions of the device and the program ladder diagram stored in the PLC memory. The software temperature monitoring and control system is created using the *cx-programmer* program to create a ladder diagram of the temperature control and monitoring system. For temperature control hardware or requiring sensors as activity detectors in the room, temperature control as a temperature monitor, *push buttons* as tool operation controllers, indicator lights as tool operation markers.

Keywords : *trainer; PLC; sensor; temperature*

PENDAHULUAN

Otomasi dibidang Industri sangat berkembang pesat di zaman modern seperti sekarang ini. Khususnya dalam bidang kendali elektronik, mulai dari menggunakan relai, hingga sekarang *programmable logic controller* (PLC). Tuntutan keamanan dan kemudahan penggunaan PLC dalam setiap proses otomatisasi hingga melahirkan sebuah perangkat yang memungkinkan manusia untuk mengetahui proses yang berjalan pada PLC dengan lebih mudah dan bisa banyak untuk dikombinasikan di era Industri 4.0.

Menangani sistem skala industri yang relatif besar, beberapa PLC dan *temperature control* E5CWL digunakan untuk mengontrol proses produksi. Kumpulan beberapa PLC dirancang agar proses otomatisasi dapat berjalan dengan optimal ditambah dengan fungsi pengawasan (*monitoring*), pengendali jarak jauh (*remote control*) yang datanya dapat diperoleh secara *real time*.

Pengambilan fungsi tentang suatu pengendalian suhu ini didasarkan pada besarnya pengaruh suhu yang tidak hanya berperan pada dunia Industri, tapi juga berperan pada dunia kesehatan (inkubator bayi, pembunuhan bakteri e-coli pada suhu 370 Celcius,..dsb.), hasil kualitas produksi (hasil perkebunan, pertanian, peternakan,..dsb.), sistem keamanan gedung, dan hal sejenis lainnya.

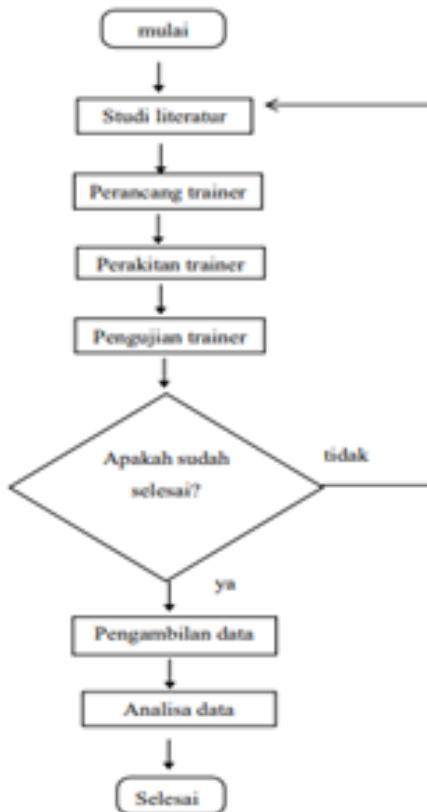
Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya berkaitan dengan sistem pengaturan suhu adalah pengaturan panas suhu proses pasteurisasi susu sapi menggunakan kontroller PI (Erinofiardi, Nurul Iman Supardi dan Redi, 2012); pengaturan suhu rumah menggunakan Arduino Uno (Nurhadi Budi Santosa, 2017); perancangan alat pengatur suhu otomatis pada ruangan produksi *textile spinning* berbasis mikrokontroler Atmega 32 (Bayusari, Ike., 2013); dan penggunaan PLC dalam penyusunan prototipe ruangan (M. R. Amin, A. Ghosh, and A. Hadi, 2018). Berdasarkan masalah-masalah dan keadaan di dunia Industri, maka dapat dikembangkan dan diimplementasikan salah satu dari alat ini.

TEORI

Trainer sistem *monitoring* dan kendali suhu keadaan menggunakan PLC dengan sistem kerja berikut ini: Menjalankan tombol start jika suhu keadaan belum tercapai dan kompresor akan menyala; jika suhu sudah tercapai akan mati, jika photo sensor mendeteksi adanya aktifitas di dalam ruangan maka kompresor akan berjalan sesuai settingan suhu jika *photosensor* tidak mendeteksi adanya aktifitas maka kompresor akan mati walaupun settingan suhu belum tercapai, Tekan tombol *emergency* jika adanya kerusakan atau keadaan darurat, Indikasi *buzzer* akan menyala jika tombol *emergency* ditekan, Tekan tombol *stop* jika rangkaian atau alat tidak digunakan.

METODOLOGI

Metode pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa langkah tahap yang akan ditunjukan pada Gambar 1. Selanjutnya dijelaskan proses-proses pembuatan *trainer* yaitu; mepersiapan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *trainer* sistem monitoring dan kendali suhu menggunakan PLC terdiri dari beberapa perangkat.



Gambar 1. Proses penelitian.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *trainer* sistem *monitoring* dan kendali suhu menggunakan PLC terdiri dari beberapa perangkat seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan yang digunakan.

No	Deskripsi Bahan	Jumlah
1	Sensor PT-100	3
2	PLC Omron CP1E-N20	1
3	Temperature Control Omron E5CWL	1
4	Power Supply	1
5	Push Button	12
6	Pilot Lamp	12
7	Selector Switch	1
8	Photo Sensor PN- T3	1
9	Kontaktor	1
10	MCB 1 fasa	1
11	Stop Kontak	1
12	Banana JProbe	200

Alat pembuatan dan uji yang digunakan dalam pembuatan *trainer* sistem *monitoring* dan kendali suhu menggunakan PLC terdiri dari beberapa perangkat seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat yang digunakan.

No	Deskripsi Alat	Jumlah
1	Mesin Bor	1
2	Multitester	1
3	Tang potong	1
4	Tang press	1
5	Solder	1
6	Tang ampere	1

Terdapat dua sistem yang terlibat dalam perancangan ini: perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software, listing program*).

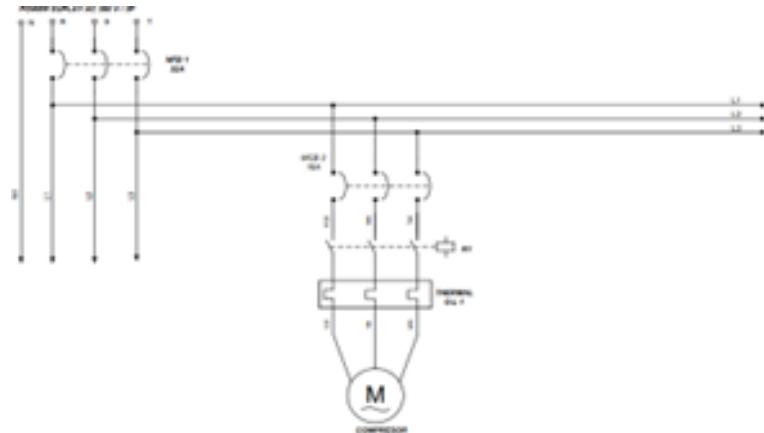
Tahap perancangan perangkat keras, dibuat *wiring diagram* untuk setiap komponen dengan cara merancang komponen tersebut. Dalam merancang suatu sistem yang bekerja secara otomatis, maka langkah awal yang dilakukan adalah mendesain diagram blok sistem yang merupakan diagram dasar dari pembuatan sistem. Model diagram blok sistem yang dimaksud ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram.

Gambar 2 tersebut menunjukkan blok diagram sistem yang dapat dijelaskan secara terperinci berikut: tombol *start* untuk menghidupkan rangkaian kontrol; tombol *stop* untuk mematikan rangkaian kontrol; sensor untuk mendekteksi suhu pada ruangan; *photosensor* untuk mendekteksi ada atau tidaknya aktifitas di dalam ruangan dan tombol *emergency* untuk mematikan atau memutus arus listrik ke mesin atau peralatan elektronik lainnya secara cepat dan mudah.

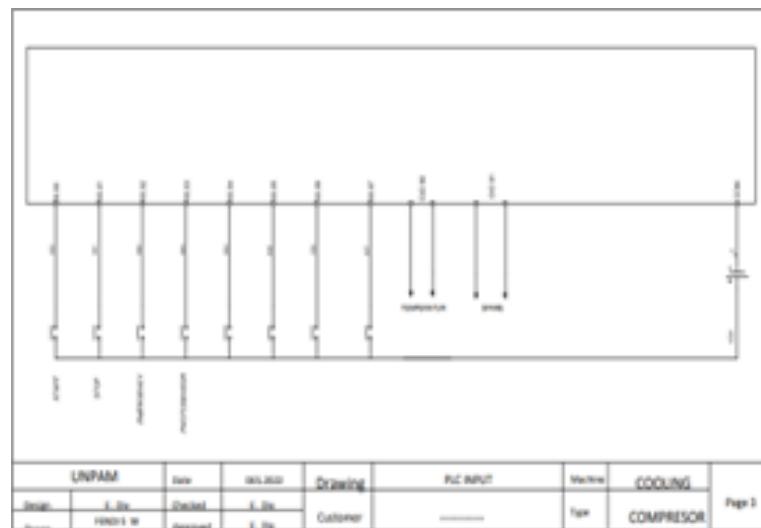
Sebagai penggerak kompresor 1 rangkaian daya motor 1 menggunakan rangkaian DOL (*direct online*) yang merupakan rangkaian daya listrik terdiri dari *miniature circuit breaker* (MCB), kontaktor, TOR (*thermal overload relay*) untuk menggerakan kompressor seperti terlihat pada Gambar 3.



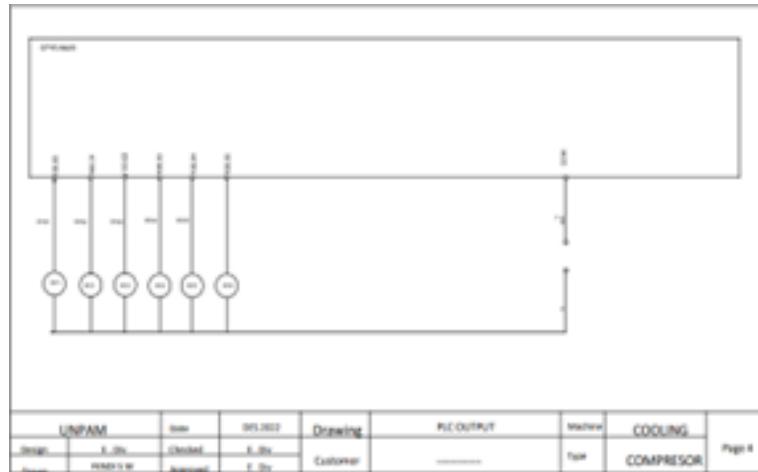
Gambar 3. Rangkaian daya DOL.

Rangkaian *wiring control* PLC dengan memberi power pada pin L1 dan L2 sebagai sumber tegangan 220VAC. Input *device* yaitu *push button*. Sensor 1 dan 2 input *device* berguna untuk mengoperasikan sistem kendali PLC. Output *device* yaitu lampu indikator kontaktor.

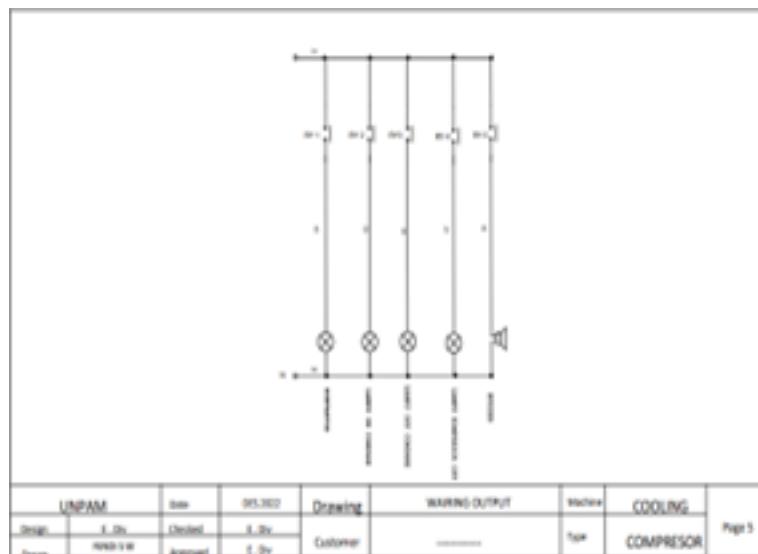
Perancangan sistem program PLC dibutuhkan aplikasi *cx-programmer* untuk membuat *leader diagram* program yang akan dibuat rangkaian *system control*.



Gambar 4 Wiring input PLC.

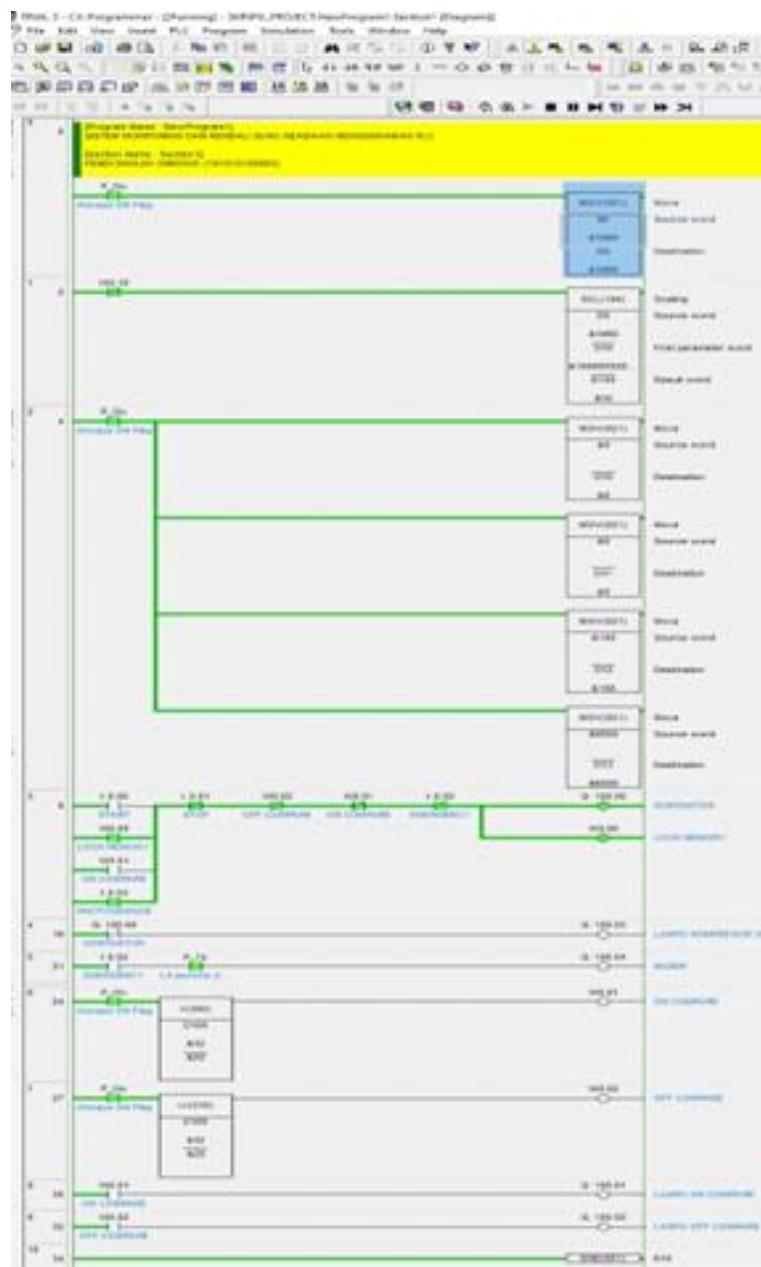


Gambar 5. Wiring output PLC.



Gambar 6. Wiring PLC relay.

Setelah selesai membuat *lader diagram* menggunakan *cx-programmer* sistem kendali kontrol selanjutnya disimulasikan apakah *lader diagram* bisa berjalan sesuai dengan sistem kontrol suhu. Jika tidak terjadi masalah dengan program tersebut maka *lader diagram* bisa di transfer ke PLC dan dapat dioprasikan sesuai sistem kendali suhu.



Gambar 7. Simulasi program PLC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran suhu pertama menggunakan temperatur kontrol seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pembacaan sensor pertama.

Gambar 8 tersebut menunjukkan pembacaan suhu awal sebesar 22.2°C dari settingan 27.9°C. Hasil pengukuran suhu kedua menggunakan temperatur kontrol terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pembacaan sensor kedua.

Gambar 9 tersebut menunjukkan pembacaan suhu awal sebesar 25.1°C dari settingan 27.9°C. Hasil pengukuran suhu ketiga menggunakan temperatur kontrol terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pembacaan sensor ketiga.

Gambar 10 tersebut menunjukkan pembacaan suhu awal sebesar 28.2°C dari settingan 27.9°C.

Tabel 3. Pengukuran suhu dan resistansi.

Percobaan ke-	PT-100 (°C)	Resistansi (Ohm)	
		Perhitungan	Pengukuran
1	22	108.560	109.100
2	25	109.715	109.819
3	28	110.870	111.200

Hasil pengukuran tegangan output *photosensor* pertama dengan jarak 1 meter menggunakan tang ampere terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengukuran pertama tegangan output *photosensor*.

Gambar 11 menunjukkan hasil pengukuran tegangan output sebesar 19.69V. Hasil pengukuran tegangan output *photosensor* kedua dengan jarak 1 meter menggunakan tang ampere terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengukuran kedua tegangan output *photosensor*.

Gambar 12 menunjukkan hasil pengukuran tegangan output sebesar 19.67V. Hasil pengukuran tegangan output *photosensor* ketiga dengan jarak 1 meter menggunakan tang ampere terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengukuran keyiga tegangan output *photosensor*.

Gambar 13 menunjukkan hasil pengukuran tegangan output sebesar 19.66V.

Tabel 4. Pengukuran tegangan *photosensor*.

Percobaan ke-	Jarak (meter)	Tegangan (V)	
		Power Supply	Photosensor
1	1	20	19.69
2	2	21	19.67
3	3	22	19.66

KESIMPULAN

Perancangan sistem kontrol dan kendali suhu ruangan ini berhasil dirancang dengan penambahan *photosensor* untuk mengontrol aktivitas orang di ruangan serta menggabungkannya menjadi satu kesatuan yang bekerja secara otomatis. Kerja sistem kendali dan *monitoring* dengan PLC ketika PLC bertegangan, maka sensor temperatur yang bekerja akan memberikan nilai atau ON pada alamat input PLC. Output PLC akan terlebih dahulu ON untuk menghidupkan kompressor dan alat ini akan bekerja secara terus menerus sampai tercapai temperatur yang telah disetting, ketika tidak ada aktivitas *photosensor* tidak mendeteksi adanya orang, maka kompresor tidak akan ON..

UCAPAN TERIMAKASIH

Berkat rahmat allah SWT *trainer* 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 *trainer* ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Erinofiardi, Nurul Iman Supardi dan Redi. 2012. Penggunaan PLC dalam Pengontrolan Temperatur, Simulasi Pada Prototype Ruangan. *Jurnal Mekanikal* Vol. 2 No. 2, Juli 2012.
- Nurhadi Budi Santosa “PPPPTK BOE / VEDC Malang Mengenal Thermo-ElectriC (PELTIER”23 mei 2017.
- Bayusari, Ike. (2013). “Perancangan Sistem Pemantauan Pengendali Suhu pada Stirred Tank Heater menggunakan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)”. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. 10. (3). 153-159.
- M. R. Amin, A. Ghosh, and A. Hadi, “Design and Implementation of Microcontroller Based Programmable Smart Industrial Temperature Control System: An Undergraduate Level Approach,” *Int. J. Control Autom.*, 2018, doi: 10.14257/ijca.2018.11.4.11.
- Syafitri, Nia dkk “Rancang Bangun Pengontrol Suhu Otomatis pada Sistem Pemanas Day Old Chicken (DOC) Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8”. *Tugas Akhir*. Universitas Tanjungpura. Pontianak. 2015.
- Erinofiardi, Nurul Iman Supardi dan Redi. 2012. Penggunaan PLC dalam Pengontrolan Temperatur, Simulasi Pada Prototype Ruangan. *Jurnal Mekanikal* Vol. 2 No. 2, Juli 2012.
- Mandayatma Eka, Optimalisasi ADC dengan Rekayasa Perangkat Keras Pada Pengukuran Suhu, (*Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang* 2015)
- N. Marwah (2013), Rancangan Sistem Akuisisi Data Suhu Dengan Pt100 Terhadap Fungsi Kedalaman Sumur Pengeboran Berbasis Mikrokontroler H8/3069F. (FMIPA Universitas Indonesia) Jakarta.
- L.A. Bryan and E.A. Bryan. “Introduction to programmable controllers,” in *Programmable Controllers: Theory and Implementation*, 2nd ed., Atlanta, GA: An Industrial Text Company Publication, 1997, pp. 4-32.
- Putra, Agfianto Eko, 2004. Konsep Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay). Yogyakarta : Grava Media.
- Reza, Muaz Hadrul. 2018. Perancangan Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Metoda Logika Fuzzy Tsukamoto. Diploma Thesis, Universitas Andalas.

Rancang Bangun Panel Pompa Submersible

Alief Kurniadi¹, Woro Agus Nurtiyanto¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹alief.kurniadi24@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 9 Februari 2025
revisi : 8 April 2025
diterima : 11 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Pada masa sekarang ini kebutuhan air sangatlah meningkat energi listrik semakin meningkat, maka dari itu dirancang sebuah panel pompa submersible otomatis dengan menggunakan flowmeter untuk memudahkan kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. *Flowmeter* banyak digunakan untuk mengukur karakter aliran baik berupa kecepatan aliran, kapasitas aliran maupun volumenya atau bisa juga di hitung mass flow nya yang berupa berat fluida. Pemilihan jenis serta model dari flow meter tergantung pada aplikasi yang di sesuaikan dengan tujuan, manfaat, tingkat kesulitan instalasi serta akurasi yang di inginkan. Karena itu dibutuhkan rekayasa pemasangan flowmeter agar didapatkan manfaat yang optimal.

Kata kunci : energi listrik, pomp submersible; flowmeter; otomatis

ABSTRACT

Nowadays, the need for water is increasing, electrical energy is increasing, therefore an automatic submersible pump panel is designed using a flowmeter to facilitate water needs in everyday life. Flowmeters are widely used to measure flow characteristics in the form of flow speed, flow capacity or volume or can also be calculated mass flow in the form of fluid weight. The selection of the type and model of the flow meter depends on the application that is adjusted to the purpose, benefits, level of installation difficulty and the desired accuracy. Therefore, flowmeter installation engineering is needed to obtain optimal benefits.

Keywords: electrical energy, submersible pump; flowmeter; automatic

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu dasar kebutuhan manusia baik untuk keperluan hidup sehari-hari dari kebutuhan untuk minum dan masak, keperluan sanitasi, dan untuk kebutuhan yang menunjang agrobisnis dan proses produksi. Air sebagai elemen terkuat di bumi dan mahluk hidup sangat membutuhkan air. Manusia, tumbuhan, dan hewan, air menjadi bahan pokok untuk kehidupan.

Kemajuan teknologi membawa banyak keuntungan bagi kehidupan manusia. termasuk dalam proses produksi dalam lingkungan Industri. Penggunaan teknologi mampu meningkatkan produktivitas kerja serta meminimalisir *human error* yang umum terjadi. Penggunaan pompa listrik untuk kebutuhan suplai air pada umumnya memiliki kekurangan seperti pompa listrik menjadi rusak (terbakar) disebabkan kurang efisiennya penggunaan pompa yang hidup secara terus menerus dan tidak terkontrol. Sistem kontrol dalam pengisian air otomatis merupakan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengendalikan level air pada tangki air penampungan secara otomatis. Alat pompa otomatis ini dapat memastikan ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Sering terjadi masalah terutama pada daerah yang memiliki sumber air permukaan yang sangat terbatas atau air bawah tanah sangat dalam. Meskipun teknologi peralatan pompa listrik untuk memperoleh air telah tersedia dan mudah diperoleh, tetapi pada daerah-daerah tertentu, ketersedian tenaga penggerak pompa sering menjadi kendala, misalnya karena ketiadaan jaringan listrik PLN atau pada daerah yang sudah mampu menyediakan generator set (genset) tetapi sulit mendapatkan suplai BBM. Saat ini teknologi listrik tenaga surya (*solar energy system*) menjadi popular yang diyakini dapat mengatasi hambatan tersebut. Khususnya di wilayah tropis, cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun di tempat terpencil sekalipun.

TEORI

Panel listrik adalah salah satu perangkat yang berfungsi sebagai suplai, pembagi, penghubung, pengaman, dan pengontrol tenaga listrik dari sumber pemakai. Dibentuk berdasarkan susunan komponen listrik yang disusun dalam sebuah papan kontrol sehingga dapat memudahkan penggunanya. *Switch board* dibagi menjadi beberapa bagian yang saling berhubungan, umumnya terdiri dari bagian utama dan bagian distribusi. Kedua bagian ini terkadang diganti dengan bagian kombinasi, yaitu bagian yang dapat memenuhi peran dari kedua bagian tersebut [1] *Switch board* juga dilengkapi dengan bagian tambahan yang digunakan untuk perangkat rumah yang tidak dapat ditempatkan di bagian yang sama dengan perangkat lain.

Sedangkan panel pompa listrik *submersible* yang berfungsi sebagai pengontrol pompa untuk memindahkan air dari suatu sumber air ke tempat penampungan. Jenis Pompa ini dapat digunakan untuk sumber air yang dalam atau sudah mulai menurun yang bisa kita temukan pada pompa lumpur, pompa minyak, sumur resapan.

Sistem otomatis panel *submersible* biasanya menggunakan komponen *flow meter*, *water level control* (WLC), *electrode stick*, dan *floating switch* yang terhubung ke terminal sebagai sensor kontrol pompa. Panel pompa listrik ini dilengkapi pula dengan *flow meter* dan *solenoid valve* yang berfungsi sebagai pembaca debit air dan membuka tutup keluarnya air.

Secara umum, *flow meter* biasa digunakan untuk mengukur kecepatan aliran, volume, atau total massa air. *Flow meter* dapat digunakan untuk menghitung setiap material

yang dapat mengalir. Penggunaan *flow meter* cukup beragam. Baik pada Industri manufaktur, maupun transportasi hingga berbagai peralatan rumah tangga.



Gambar 1. *Flowmeter.*

Setelah mengetahui cara kerja *water flow monitoring*, penting untuk mengetahui sistem pemasangan *flow meter*. Secara umum, ada tiga sistem pemasangan *flow meter* yang bisa dilakukan. Yaitu cara *in-line*, *insert-in*, dan *clamp-on*.



Gambar 2. *Display LCD flowmeter.*

Fungsi *flow meter* bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi suatu kondisi. Karena itu, penggunaan *flow meter* bisa menjadi sangat penting dan krusial. Namun, jika ditelaah lebih dalam, manfaat *flow meter* bisa berbeda-beda tergantung tujuan, jenis alat, dan cara pengaplikasiannya. Berikut ini adalah beberapa fungsi penggunaan *flow meter* dan sistem *water flow monitoring*:

1. Mengetahui parameter ukuran dari rangkaian elektronik.
2. Mengetahui besaran ukuran aliran material.
3. Menentukan efisiensi dan efektivitas suatu proses.
4. Menghitung penghematan biaya produksi.
5. Mengantisipasi kerusakan mesin.
6. Membantu pemantauan pengolahan limbah

Berikut ini merupakan beberapa parameter yang bisa digunakan untuk menentukan jenis dan model *flow meter* yang tepat: 1) jenis fluida; 2) ukuran pipa; dan 3) besaran akurasi yang ingin dicapai.

Solenoid valve digunakan untuk mengendalikan hidrolik, pneumatik, dan aliran air. *Solenoid valve* ini cocok digunakan untuk aliran dalam satu arah saja dengan tekanan yang

diberikan pada bagian atas dari piringan saluran. *Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Pada sebuah tandon air yang membutuhkan *solenoid valve* sebagai pengatur pengisian air, sehingga tandon tersebut tidak sampai kosong.



Gambar 3. Solenoid valve.

Banyak jenis *solenoid valve*, mulai dari 2, 3, 4 saluran dan sebagainya. Memiliki 2 jenis menurut cara kerjanya, yaitu NC dan NO. Yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran karena hanya memiliki 1 lubang *inlet* dan 1 lubang *outlet*. Tegangan kerja *solenoid valve* 100/200VAC dan tegangan kerja pada DC adalah 12/24VDC).

MCB (*miniature circuit breaker*) sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

Kontaktor merupakan perangkat elektronika yang digunakan untuk memudahkan sistem kerja pada pemasangan listrik atau alat yang berkaitan. Kontaktor bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik, yakni kumparan dialiri tenaga listrik dan menghasilkan Kontak bantu NO (*normally open*) tertutup dan NC (*normally close*) terbuka. Kontaktor terdiri dari dua jenis, yakni kontaktor utama dan kontaktor bantu. Kontaktor utama digunakan untuk rangkaian daya, sedangkan kontaktor bantu digunakan untuk rangkaian control. Penggunaan dan pemasangan kontaktor harus dilakukan dengan baik agar tidak menimbulkan kerusakan.

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*normally close*) dan NO (*normally open*).



Gambar 4. *Push button.*

Pilot lamp merupakan suatu lampu indikasi (indikator lamp) yang berfungsi sebagai tanda adanya arus listrik yang mengalir pada panel listrik tersebut. Pilot lamp akan menyala bila terdapat arus listrik yang masuk pada panel listrik tersebut.



Gambar 5. *Pilot lamp.*

METODOLOGI

Kita pasti pernah melihat panel pompa atau *pump panel* terhubung ke pompa air yang digunakan sebagai pengendalian air untuk kehidupan sehari hari, keperluan perseorangan maupun keperluan perusahaan atau industri.

Fungsi dari *pump panel* yaitu untuk mengontrol motor listrik yang berada di pompa, baik itu di jaringan 1 phasa yang biasa ditemukan di pompa air perumahan ataupun untuk jaringan 3 phasa yang banyak digunakan untuk kebutuhan yang lebih besar seperti pada gedung perkantoran, apartemen, rumah sakit, industri, mall, perusahaan kilang minyak, rumah pompa, dll.

Salah satu manfaat dari panel pompa yang paling sering kita rasakan yaitu pengisian air dari sumbernya menuju tangki penampungan dan didistribusikan menuju kran air disetiap sudut ruangan untuk bisa kita gunakan setiap harinya. Panel disini yang menghidupkan pompa dan mengontrol secara otomatis atau manual untuk menghisap air dari sumbernya saat tangki penyimpanan kosong, serta menjaga debit air yang keluar dari tangki menuju kran agar tetap stabil.

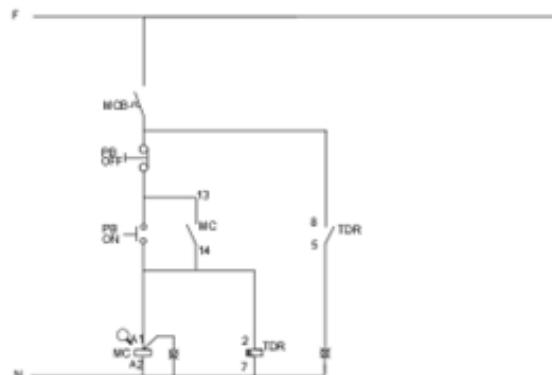
Pada *pump panel* dengan sistem otomatis hidup dan mati pompa ditentukan oleh sensor yang terhubung ke terminal panel, sensor yang digunakanpun ada berbagai jenis dan tergantung kebutuhan.

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan alat ini seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan yang digunakan.

No.	Nama Bahan	Jumlah
1	Box Panel H(700) x W(450) x D(350)	1 Un
2	MCB 1P 6A	1 Pc
3	Contactor LC1-D09 3P 4 kW 380V	1 Pc
4	Push Button NO/NC	2 Pc
5	Pilot Lamp Green	1 Pc
6	Display LCD Flowmeter	1 Set
7	Flow Meter	1 Set
8	Solenoid valve	1 Set

Komponen yang digunakan dalam penelitian ini selanjutnya disusun dengan baik berdasarkan tata letak dan dilakukan pengkablean berdasarkan Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian kontrol.

Pada panel pompa *submersible* ini, perlu mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi air dari sumber ke bak penampungan sesuai yang kita inginkan dan kita butuhkan. dengan membutuhkan waktu seting *timer* selama 12 detik, pada saat kondisi on kontaktor dan *timer* akan bekerja, kemudian *solenoid valve* akan membuka dan mengaliri air hingga waktu 12 detik tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam pembuatan panel listrik *sumbersible pump* adalah dengan memasang MCB sebagai pembatas arus lebih, kontaktor sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik, dan timer sebagai pengatur waktu operasi. Pemasangan beberapa terminal penghubung antara bagian dalam panel dengan bagian luar panel dan/atau pintu panel, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bagian dalam panel.

Selanjutnya dilakukan pemasangan komponen pada bagian luar panel yang terdiri dari *push button* NC yang berfungsi untuk mematikan sistem, *push button* NO yang berfungsi untuk menghidupkan sistem, *pilot lamp* yang berfungsi untuk indiator operasi sistem dan *display LCD flowmeter* sebagai informasi operasi aliran air pada sistem seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses perakitan.

Setelah seluruh komponen yang digunakan terpasang baik pada bagian dalam maupun pada bagian luar panel, kemudian dilakukan pengkabelan setiap komponen agar dapat dioperasikan. Pengkabelan sesuai dengan *single line diagram* yang telah disiapkan, hasil pengkabelan khususnya bagian luar panel dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan dalam panel.



Gambar 10.Tampak depan panel.

Setelah seluruh proses perakitan panel selesai dilaksanakan, selanjutnya dilakukan pengujian operasional dan *monitoring flowmeter* seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. *Display* debit air.

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian operasional panel pompa dengan monitoring aliran air .

KESIMPULAN

Jumlah pengeluaran volume air akan terbaca pada *display LCD flowmeter*. *Solenoid valve* dapat digunakan untuk mengontrol pengisian air ke dalam bak penampungan. Debit air yang mengalir pada pengisian bak tersebut dipengaruhi oleh volume air yang terdapat pada derigen atau wadah air.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Kaprodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang Bapak Ariyawan Sunardi, S.Si., M.T. yang telah memberikan arahan dan perintah untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Pengertian Pompa Air, <https://dabindonesia.co.id/2018/09/30/pengertian-pompa-air/>, 26 Agustus 2019.

Sidharta, Hanugra Aulia S.T., M.MT .” Prinsip kerja ToF (Time of Flight) dalam pembacaan

LIDAR," Universitas BINUS, Malang, 26 Agustus 2019

A. Kusmantoro, T. Indri, S. Ristanto, "Soft Starter Untuk Pompa Submersible Satu Fasa Dengan Controller Pid Tk4S-T4Sn," Universitas Muria Kudus, Semarang, 26 Agustus 2019.

Hughes, Baker. (2006). Electrical Submersible Pump Motor Controller Operator's Manual. Baker Hughes Indonesia.

Hughes, Baker. (2009). Submersible Pump Handbook Ninth Edition. USA: Baker Hughes <http://energiterbarukanonline.blogspot.com/2012/10/menghitung-kebutuhan-tenagasurya.html>. rabu, 28 agustus 2013 16.17 WIB.<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Smarte%20K/article/download/438/375>. (24 Oktober 2013. Jam 9.

Pagliaro Mario, Giovanni Palmisano, dkk. 2008. Flexible Solar Cell. Italy: WILEY-VCH. <http://duniatehnikku.wordpress.com/2011/10/05>

arti-dan-fungsi mcbmccb. <http://my-smt.blogspot.com/2012/07/cara-kerja>

relay.html. <http://bocahisonan.blogspot.com/2011/09/selector> switch.html. http:// Cara Kerja Relay - Mengenal Lebih Dekat SMT Yamaha.htm. http:// Dunia Listrik Dan Elektronika

Selector SWITCH.htm. http:// /Nono Haryono Timer _ Penghitung waktu.htm. .http:// Prinsip Kerja Relay.htm.

[http:// TDR Time Delay Relay _ Timer.htm](http://TDR%20Time%20Delay%20Relay%20_%20Timer.htm)

Sistem Kendali dan Monitoring Panel SDP Berbasis IoT di Gedung MPS Bandar Udara Soekarno-Hatta

Wisnu Aditya¹, Erik Agustian Yulanda¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹aljamjamisibili12@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 11 Februari 2025
revisi : 10 April 2025
diterima : 13 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Sub distribusi panel (SDP) merupakan alat penting karena terhubung langsung dengan sistem kelistrikan bandara. Resiko permasalahan pada panel sangat kemungkinan bisa terjadi, namun harus terus dipantau. Selama ini sistem *monitoring* dan kontrol pada panel masih dilakukan secara manual dan jarang digunakan secara otomatis karena mahalnya biaya. Untuk menyederhanakan sistem pemantauan dan kontrol secara otomatis, diperlukan alat yang sederhana dan sangat berguna. Alat ini didesain dengan sistem kontrol dan monitoring pada SDP berbasis *internet of things* agar mempermudah kinerja teknisi atau penggunanya, menggunakan PZEM004-T untuk sensor, ESP 8266 sebagai mikrokontroler dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk yang berbasis IoT. Untuk kontrol dari alat ini menggunakan relai sebagai pemutus beban. Hasil dari alat ini bisa dikontrol dan dimonitoring tegangan dan arus yang dilakukan pada panel SDP di gedung *main power station* (MPS) yang dapat dimonitoring secara jarak jauh berbasis *internet of things* (IoT). Pengukuran sensor arus memiliki kesalahan error sebesar 0.22%. Pengukuran tegangan memiliki kesalahan pembacaan error sebesar 1.96%. Pengukuran tersebut masih wajar dalam batas toleransi pengukuran. Dengan penerapan sistem kontrol dan monitoring ini diharapkan semua gangguan bisa diatasi dan dengan mudah diperbaiki, sehingga dengan metode ini kinerja teknisi menjadi lebih cepat dan efisien.

Kata kunci : SDP; pemantaua; IoT; PZEM004-T

ABSTRACT

Sub distribution panel (SDP) is an important tool because it is directly connected to the airport's electrical system. The risk of problems with the panel is very likely to occur, but it must be continuously monitored. So far, the monitoring and control system on the panel is still done manually and is rarely used automatically because of the high cost. To simplify the automatic monitoring and control system, a simple and very useful tool is needed. This tool is designed with a control and monitoring system on the SDP based on the internet of things to facilitate the performance of technicians or users, using PZEM004-T for sensors, ESP 8266 as a microcontroller and displayed via the Blynk application based on

IoT. For control of this tool, a relay is used as a load breaker. The results of this tool can be controlled and monitored by the voltage and current carried out on the SDP panel in the main power station (MPS) building which can be monitored remotely based on the internet of things (IoT). Current sensor measurements have an error of 0.22%. Voltage measurements have an error reading error of 1.96%. These measurements are still reasonable within the measurement tolerance limit. By implementing this control and monitoring system, it is hoped that all disturbances can be overcome and easily repaired, so that with this method the technician's performance becomes faster and more efficient.

Keywords : SDP; monitor; IoT; PZEM004-T

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu fungsi energi yang vital dalam kehidupan sehari-hari. Fakta ini memicu permintaan energi listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat, dengan berkembangnya sektor perhotelan, perumahan, pabrik, bandara, dan sebagainya. Dengan peningkatan tersebut diikuti dengan pendistribusian energi listrik yang baik dan efisien untuk memperoleh energi listrik yang memiliki kontinuitas suplai yang semaksimal mungkin.

Namun dengan tidak adanya sistem yang terpusat untuk dapat mengendalikannya, pengguna atau konsumen listrik seringkali khawatir karena penggunaan listrik yang semakin meningkat. Oleh karena itu, dalam upaya meningkatkan keamanan dalam pengendalian energi listrik, maka perlu dilakukan pemantauan energi listrik dengan sistem otomatis atau modern.

Selama itu, dengan sistem ini, teknisi dapat mengontrol konsumsi listrik jika energi listrik telah digunakan. Jika teknisi mengecek langsung di panel, bisa juga dilihat melalui *liquid-crystal display* (LCD). Oleh karena itu perlu membuat suatu alat pengontrol dan pemantau arus listrik. Sehingga pada saat merekam tegangan dan arus bulanan, alat ini dapat memonitor dan mengirimkan data ke teknisi melalui aplikasi yang dapat disimpan dan menjadi *logbook* modern.

TEORI

Kata *monitoring*, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan istilah pemantauan. *Monitoring* merupakan sebuah kegiatan untuk menjamin akan tercapainya semua tujuan organisasi dan manajemen. Dalam kesempatan lain, *monitoring* juga didefinisikan sebagai langkah untuk mengkaji apakah kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana, mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi, melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah tepat untuk mencapai tujuan, mengetahui kaitan antara kegiatan dengan tujuan untuk memperoleh ukuran kemajuan (A. Herliana and P. M. Rasyid, 2016)

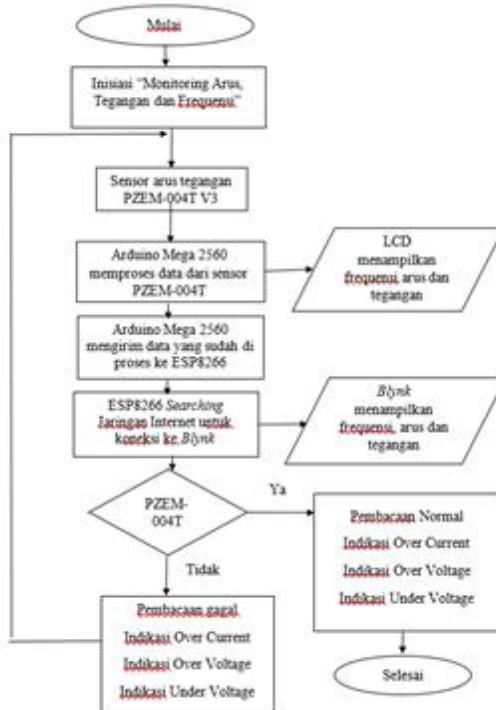
Sub distribution panel (SDP) adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk membagi, menyalurkan dan/atau mendistribusikan tenaga listrik dari sumber atau pusat listrik ke konsumen atau pemakai. Terdapat beberapa komponen di dalamnya, seperti macam-macam *circuit breaker*, busbar, *metering*, *current transformator* (CT), indikator, dan *peralatan* pengukuran lainnya.

Terdapat beberapa panel distribusi dan dibagi menjadi 3 jenis panel yaitu, *low voltage main distribution panel* (LVMDP), *main distribution panel* (MDP), dan *sub distribution panel* (SDP). SDP adalah panel yang berfungsi menerima suplai listrik dari panel MDP. Didalam panel ini terdapat *main breaker* serta *breaker* beban lain yang tersambung dengan panel sub distribusi, yang kemudian membagi arus power listrik kepada beban yang dibutuhkan. Biasanya SDP berbentuk tidak terlalu besar disesuaikan dengan beban yang disupplai oleh panel SDP (D. Muhammad Iqbal Dzaki, S. Hariyadi, and G. Rusmana, 2018).

IoT didefinisikan sebagai sejenis jaringan yang tidak hanya dapat menghubungkan objek, sepenuhnya otomatis, mengumpulkan, mengirim, dan memproses informasi secara cerdas, tetapi juga dapat mewujudkan suatu manajemen ilmiah kapan saja dan di mana saja melalui berbagai perangkat penginderaan dan Internet. Karakteristik dasar IoT adalah: jaringan, instrumen, otomatis, dan cerdas.

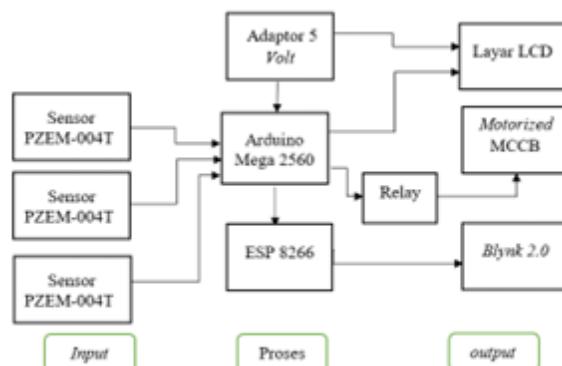
METODOLOGI

Berikut penjelasan detail dari alur *flowchart* sistem kerja dari Gambar 1: 1) Proses inisiasi port pada saat alat mulai diaktifkan atau dihidupkan pertama kali. 2) Sensor PZEM-004T V3.0 melakukan pembacaan arus, tegangan dan frequensi yang akan ditampilkan pada layar LCD alat. 3) Kemudian Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler akan melakukan pembacaan sesuai data yang diterima dari sensor PZEM-004T V3.0 dan menampilkannya pada layar LCD alat. 4) LCD menampilkan nilai frequensi, arus dan tegangan yang telah terbaca oleh arduino mega 2560. 5) Kemudian ESP 8266 meneruskan data yang diperoleh dari arduino mega 2560 dan searching jaringan wifi untuk terhubung ke internet melakukan koneksi ke aplikasi Blynk yang sudah dibuat untuk menampilkan data pengukuran pada aplikasi Blynk. 6) Aplikasi Blynk menampilkan nilai frequensi, arus dan tegangan yang telah di terima dari ESP 8266 pada layar komputer. 7) Apabila pembacaan sensor PZEM-004T mendeteksi terjadinya Over Current, Over Voltage dan Under Voltage maka ES 8266 akan mengirimkan indikasi ke aplikasi Blynk melalui jaringan wifi.



Gambar 1. Flowchart sistem kerja alat.

Gambar 2 merupakan rangkaian sistem parameter listrik SDP berbasis *Internet of Things* bekerja dalam diagram blok. Terdapat beberapa sensor pada rangkaian ini, rangkaian sensor PZEM-004T digunakan untuk membaca nilai tegangan, arus dan frequensi pada module panel yang dibaca oleh rangkaian mikrokontroler yaitu Arduino Mega 2560. untuk diolah sehingga dapat diketahui jumlahnya pada layar LCD dan Blynk. Agar pembacaan sensor dapat ditampilkan di layar laptop, mikrokontroler harus terhubung dengan internet melalui koneksi wifi.



Gambar 2. Diagram kerja alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian penerapan IoT dalam sistem *monitoring* arus, tegangan, frequensi dan kendali panel SDP berbasis ESP-8266, metode penelitian ini membandingkan hasil pengukuran antara manual, blynk dan LCD.

Hasil dari perancangan rangkaian *hardware* adalah tahapan pembuatan bagian-bagian perangkat keras yang dimulai penempatan komponen serta perancangan *wiring* mikrokontroler dengan sensor PZEM-004T dan LCD.

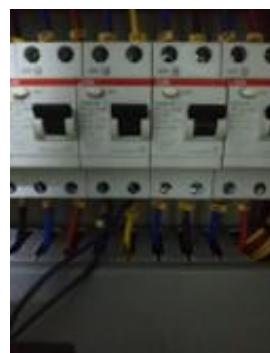


Gambar 3. Hasil perancangan *hardware*.

Gambar 3 merupakan gambaran dari hasil perancangan perangkat keras yang telah dibuat pada penelitian ini. Terdapat sensor PZEM-004T sebagai sensor yang membaca nilai arus, tegangan dan daya. Sebagai pengolah data digunakan mikrokontroler, power supply 5V, layar LCD 20 x 4 dan kotak. Setelah perangkat keras selesai dibuat dan dipastikan tidak ada kesalahan dalam pengkabelan.

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja dengan baik/tidak. Jika alat mengalami masalah, maka perlu dilakukan lagi pengecekan ulang event dan rangkaian komponen yang digunakan. Jika alat berjalan dengan baik, maka dapat menampilkan nilai pada Blynk dan juga menampilkan pembacaan data pada layar LCD.

Pengujian pada Blynk dan layar LCD bertujuan untuk mengetahui apakah Blynk dapat menampilkan nilai yang terbaca oleh sensor yang digunakan. Dalam pengujian ini, sensor PZEM-004T membaca frequensi, arus, tegangan dan daya ditampilkan di layar LCD/Blynk.



Gambar 4. Pengujian pengukuran tegangan.

Pengujian sensor PZEM-004T bertujuan untuk memastikan bahwa sensor tegangan pada alat yang dirancang bekerja dengan baik atau tidak, dengan memperhatikan sensitifitas pada sensor sehingga mendapatkan nilai yang akurat, pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor tegangan yang ditampilkan pada aplikasi Blynk dan layar LCD dengan pengukuran pada alat manual menggunakan tang amper yang dijadikan acuan keakuratan pada sensor tegangan yang digunakan.

Gambar 4 merupakan instalasi sistem koneksi pengujian pada saat melakukan pengukuran tegangan R-S-T. Berikut langkah dan cara pengujian tegangan R-S-T:

1. Hubungkan kabel penghubung pada terminal yang ada pada alat.
2. Koneksikan kabel yang telah terhubung pada tegangan R-S-T pada panel yang dijadikan objek pengambilan data (SDP MPS2).
3. Sambungkan power supply alat perancangan pada input tegangan 220 Vac dan koneksi WI-FI sebagai komunikasi nodeMCU alat dengan platform Blynk.
4. Setelah alat terhubung pada tegangan maka nyalakan alat melalui tombol ON yang terdapat pada alat perancangan.
5. Setelah kabel terinstal dan alat telah menyala maka nilai akan ditampilkan pada layer LCD yang terdapat pada alat dan nilai tegangan yang terdapat pada Platform Blynk

Pengujian PZEM nilai tegangan pada blynk, pengujian sensor PZEM yang dilakukan pada panel SDP MPS2 untuk pengukuran tegangan phasa terhadap phasa dan phasa terhadap netral.



Gambar 5. Pengujian sensor tegangan pada aplikasi blynk.

Gambar 5 merupakan hasil dari pengukuran yang dilakukan pada SDP yang ada di power station 2 (MPS2) di Wilayah Bandara Soekarno Hatta yang ditampilkan pada platform blynk yang sebelumnya telah di instal, terlihat hasil pengukuran tegangan antara

phasa terhadap phasa, phasa terhadap netral, nilai tegangan yang tampil pada aplikasi blynk merupakan nilai yang dimasukan pada tabel hasil data.

KESIMPULAN

Hasil monitoring tegangan, arus dan frequensi berbasis IoT pada blynk dengan ESP 8266 berhasil dilakukan dan diimplementasikan pada SDP yang belum ada pembacaan arus, tegangan dan frequensi secara jarak jauh dan *real time*, memiliki tingkat akurasi yang baik dengan rata-rata *error* pengukuran manual dengan blynk. Pembacaan arus dan tegangan mendekati nilai arus dan tegangan yang sesungguhnya, rata-rata *error* frequensi phasa R, S, T 0,4 %, *error* tegangan antar phasa R, S, T, N 0,2 %, dan *error* arus antar phasa R, S, T 1,96 %. Akurasi pembacaan arus, tegangan dan frequensi terlihat pada akurasi sensor pengukuran manual dan pengukuran pada blynk akurasi nilai frequensi 99 %, arus 94,11 % dan tegangan 98,8 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, dan pihak- pihak terkait lainnya yang telah membantu hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Herliana and P. M. Rasyid, "Sistem Informasi Monitoring Pengembangan Software Pada Tahap," *J. Inform.*, no. 1, pp. 41–50, 2016.
- D. Muhammad Iqbal Dzaki, dkk., "Rancang Bangun Prototype Telemetering Arus Dan Tegangan Pada Sub Distribution Panel Berbasis Android," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Penerbangan Tahun*, no. September, pp. 2548–8112, 2018.
- Rancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Substation Distribution Panel (Sdp) Berbasis Web Di Bandara Udara".
- Y. Badruzzaman, "Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang," *J. Jtet*, vol. 1, no. 2, pp. 50–59, 2012.
- J. P. Me et al., "Desain dan Implementasi Energi Berbasis IoT Sistem Manajemen dengan Akuisisi Data," vol. 7, pp. 29–33, 2017.
- V. V Gavhane and G. M. Kale, "Pengukur Energi berbasis IoT dengan Pemantauan Cerdas Peralatan Rumah Tangga," no. April, pp. 1–5, 2021.
- A. Ma'ruf, R. Purnama, and K. E. Susilo, "Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, dan Faktor Daya Berbasis IoT," *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 5, no. 1, pp. 81–86, 2021, doi: 10.47970/siskom-kb.v5i1.219.
- N. Arifin, R. S. Lubis, and M. Gapy, "Rancang Bangun Prototype Power Meter 1 Fasa Berbasis Mikrkontroller Atmega328P," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 13–22, 2019.
- S. Anwar, T. dkk, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/semnaspnl/article/view/1694>
- J. Media and A. Issn, "Implementasi Sistem Monitoring Pada Panel Listrik," vol. 9, no. 2, pp. 2086–972, 2017.



- P. Fadjar and D. D. Warnana, "Alat Ukur Listrik," *Elektronika*, no. c, pp. 1–62, 2017.
- S. Sadi, "Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air Dan Sistem Kontrol Pada Pintu Air," *J. Tek.*, vol. Vol. 7, no. 1, p. hlm. 77-91, 2018.

Penerapan Sumber Energi Panel Surya sebagai Catu Daya pada Box Sterilisasi Alat Makan Portable Sinar UV-C

Fahrul Rizal¹, Ariyawan Sunardi¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹fahrulrizal203@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 13 Februari 2025
revisi : 12 April 2025
diterima : 15 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Faktor yang mempengaruhi kualitas makanan yaitu terjadinya kontaminasi makanan oleh bakteri melalui peralatan makan yang tidak bersih. Persyaratan jumlah kuman pada alat makan diatur pada permenkes No. 1096 tahun 2011 tentang hygiene sanitasi jasaboga yaitu 0 koloni/cm² alat makan. Oleh karena itu saya ini ingin membuat alat sterilisasi untuk menurunkan atau menimilisir kuman pada alat makan, maka dilakukan dengan sterilisasi secara radiasi menggunakan sinar ultraviolet-c. alat ini bertujuan untuk mensterilkan alat makan pada suatu tempat seperti di mall, rumah sakit, kantor, sekolah, kampus dll. Sinar UV-C sendiri dipercaya dapat membunuh bakteri – bakteri, oleh karena itu saya ingin membuat alat sterilisasi sinar uv-c menggunakan sumber energi panel surya, kebanyakan alat yang beredar luas menggunakan sumber energi PLN. Jadi nilai rata-rata daya selama 8 jam yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 10 Wp adalah 28,35 watt.

Kata kunci : box sterilisasi, panel surya, UV-C daya, beban

ABSTRACT

Factors that affect food quality include food contamination by bacteria through unclean eating utensils. The requirements for the number of germs on eating utensils are regulated in the Minister of Health Regulation No. 1096 of 2011 concerning the hygiene and sanitation of catering services, namely 0 colonies/cm² of eating utensils. Therefore, I want to make a sterilization tool to reduce or minimize germs on eating utensils, so it is done by sterilization by radiation using ultraviolet-c rays. This tool aims to sterilize eating utensils in a place such as in a mall, hospital, office, school, campus, etc. UV-C rays themselves are believed to be able to kill bacteria, therefore I want to make a UV-C ray sterilization tool using solar panel energy sources, most of the widely circulated tools use PLN energy sources. So, the average power value for 8 hours produced by a 10 Wp solar panel is 28.35 watts.

Keywords : sterilization box, solar panel, UV-C power, load

PENDAHULUAN

Higiene dan sanitasi sangat penting, terutama pada tempat tempat umum yang melayani orang banyak, menyebabkan terjadinya hal hal yang merugikan manusia seperti keracunan, diare, dan masalah lainnya yang lebih serius. Kasus penyakit melalui makanan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain kebiasaan mengolah secara tradisional, penyimpanan, penyajian yang tidak bersih, serta penyimpanan dan pencucian alat-alat atau perlengkapan alat makan (Herawati et al., 2019).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar alat makan memenuhi syarat yaitu dengan menambahkan Desinfeksi/Sterilisasi, karena dengan proses ini mikroorganisme, virus, dan protozoa parasit dapat mati sehingga tidak terjadinya penyebaran penyakit melalui alat makan menggunakan desinfeksi yang digunakan dalam membunuh bakteri pada alat makan yaitu menggunakan sinar UV dengan selang waktu yang telah ditentukan.

Sinar matahari menjadi energi listrik adalah suatu efek yang dihasilkan oleh panel surya dengan memanfaatkan efek fotovoltaik. Penemuan ini ditemukan pertama kali oleh Becquerel seorang ahli fisika pada tahun 1939 (Markvart & Castañer, 2005).

Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digunakan untuk kebutuhan sehari – hari contohnya yaitu peralatan listrik di rumah. Sumber energi panel surya adalah sumber energy yang sangat ramah lingkungan (Nugraha, 2020).

Energi yang kita gunakan sehari-hari adalah energy listrik, alat-alat elektronik terutama. Energi listrik saat ini sudah semakin menipis. Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui adalah sumber energi PLN. Di Indonesia yang keadaan geografis setiap tahunnya dapat sinar matahari dapat mengandalkan sumber energi panel surya salah satunya karena sangat efisien dan ramah lingkungan (Muttaqin et al., 2016).

Dibutuhkan alat untuk pengubah arus DC menjadi AC atau converter untuk menggunakan alat rumah tangga.(Asy'ari et al., 2015).

TEORI



Gambar 1. Presentase penurunan angka kuman pada alat makan.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan presentase penurunan angka kuman yang signifikan dengan lama paparan 20 menit dapat menurunkan angka kuman sebesar 100%, lama paparan 15 menit dapat menurunkan angka kuman rata-rata 94%, dan lama paparan 10 menit dapat menurunkan angka kuman rata-rata sebesar 82%.

Semakin lama alat makan diberi paparan sinar ultraviolet maka semakin tinggi penurunan angka kuman pada alat makan tersebut. Hal ini disebabkan oleh sinar ultraviolet memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah material inti sel atau DNA, sehingga mikroorganisme mati. Apabila mikroorganisme disinari oleh sinar ultraviolet, maka ADN (Asam Deoksiribonukleat) mikroorganisme akan menyerap sinar ultraviolet. (Puspita et al., 2021)

Energi terbarukan adalah sumber energi yang ramah lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim yang tidak mencemari lingkungan yang terus meningkat dengan tingkat kehidupan sejalan. Dengan banyaknya sumber energi yang tersedia di alam sekitar kita yang merupakan energi terbarukan ramah lingkungan. Pilihan mengenai jenis sumber energi apakah yang sesuai untuk menggantikan energi tak terbarukan ditentukan oleh beberapa hal dan tentu memerlukan studi mendalam manfaatnya yang sebesar – besarnya agar diperoleh (Kholiq, 2012).

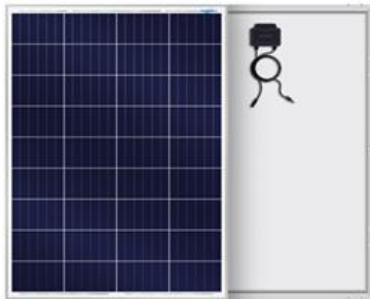
Sebuah perangkat yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik adalah panel surya dengan proses efek fotovoltaik, panel surya menghasilkan tegangan listrik yang sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban. Jika ingin mendapatkan tegangan yang lebih besar diperlukan sel surya dengan beberapa susun secara seri pada sel surya. Dari masing-masing sumber energi listrik perlu diketahui efisiensi penggunaannya agar hasil yang didapatkan maksimal (Purwoto et al., 2018).

Tipe *monocrystalline* adalah tipe yang paling efisien karena daya yang dihasilkan paling tinggi. Memerlukan konsumsi listrik besar tinggi untuk merancang penggunaan pada tipe Monocrystalline pada tempat dengan kondisi alam yang panas dan beriklim ekstrim. Kelemahan dari jenis ini akan tidak berfungsi jika tempat pencahayaan sinar matahari kurang atau disebut juga teduh (Fahrul, 2022).



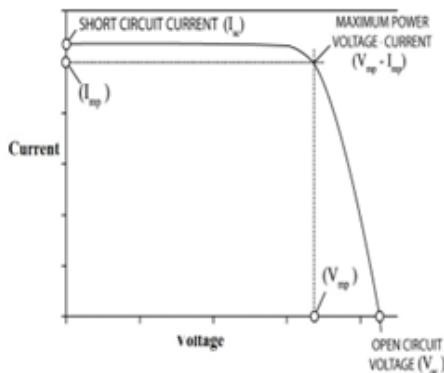
Gambar 2. Panel surya monokristal.

Pada tipe *polycrystalline* dibuat dengan proses pengecoran yang memiliki susunan kristal acak. Dibandingkan dengan tipe *monocrystalline*, tipe ini membutuhkan permukaan yang lebih besar untuk dapat menghasilkan tegangan listrik yang sama. Tipe ini lebih rendah efisiensinya dibandingkan dengan tipe *monocrystalline*, maka itu harga tipe ini lebih murah (Abidin, 2014).



Gambar 3. Panel surya polikristal.

Nilai efisiensi panel surya akan diperoleh dengan melakukan pengukuran kurva V-I dan akan didapat parameter lain seperti I_{sc} (arus hubung singkat), V_{oc} (tegangan tanpa beban), *fill factor* (FF), dan efisiensi (η). Karakteristik output panel surya (kurva V-I) menunjukkan hubungan antara arus dan tegangan, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva karakteristik V-I.

Gambar 4 menunjukkan kurva V-I dapat dilihat pada sumbu horizontal adalah tegangan dan pada sumbu vertikal adalah arus. Kurva diatas pada saat sinar matahari maksimal atau pada suhu yang menyinari panel surya 25 derajat celcius. Tegangan maksimum (V_{mp}), arus maksimum (I_{mp}), daya maksimum (P_{max}) Tegangan tanpa beban (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}). Perhitungan daya output dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \quad (1)$$

Solar charge controller (SCC) adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluaran digunakan. Bekerja untuk

menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. SCC mengatur tegangan dan arus dari panel Surya ke baterai. Sebagian besar panel surya 12 volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12 volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh (Wino Wananda., 2019).



Gambar 5. Solar charge controller.

Aki atau *storage battery* adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatif menggunakan lempeng *timbale* sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat.



Gambar 6. Baterai (Aki).

Fungsi utama aki adalah untuk menyimpan arus yang dihasilkan dan kemudian digunakan untuk memberi energi listrik kepada semua sistem yang membutuhkan (Zainal Abidin., 2014).

Inverter merupakan sebuah alat yang terdiri dari rangkaian elektronika daya dan berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi arus listrik searah menjadi arus bolak-balik.

Inverter juga merupakan kebalikan dari *converter* atau *adaptor*, yang berfungsi menkonversi tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Seiring perkembangan waktu, *inverter* berkembang menjadi topologi mulai dari *inverter* dengan tegangan bolak-balik (AC) saja.



Gambar 7. Inverter.

Inverter yang dapat menghasilkan tegangan sinus murni tanpa disertai harmonisa. Fungsi utama *inverter* adalah mengubah atau mengkonversi tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC).

Inverter biasanya digunakan pada bidang otomatisasi dan teknik industri, *inverter* biasanya diaplikasikan pada proses linear yaitu parameter yang dapat dirubah-ubah. Pada UPS, sistem *inverter* juga digunakan untuk merubah energi dari baterai menjadi arus output ke perangkat pemakai.

Timer adalah sebagai pengatur waktu bagi setiap peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontraktor, dimana bagian input biasanya dinyatakan sebagai kumpuran (*coil*) dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC.



Gambar 9. Timer.

Radiasi UV-C adalah disinfektan yang dikenal untuk udara, permukaan, benda, dan air yang dapat membantu mengurangi risiko terkena infeksi dan telah digunakan secara ekstensif selama lebih dari 40 tahun.



Gambar 10. Lampu UV-C.

Semua bakteri dan virus yang diuji hingga saat ini (ratusan selama bertahun-tahun, termasuk berbagai virus korona) merespons desinfeksi UV-C. Dalam pengujian laboratorium, sumber cahaya UV-C kami melumpuhkan 99% virus SARS-CoV-2 di permukaan dengan waktu paparan 6 detik. Indikasi jelas bahwa UV-C dapat memainkan peran berharga dalam strategi perlindungan.

METODOLOGI

Penelitian pada metodologi yang akan dilakukan pada konsep ini adalah pendekatan melalui konsultasi untuk mendapatkan solusi guna tercapainya tujuan (studi literatur), mengidentifikasi permasalahan, penentuan fokus dari penelitian, perancangan/desain dan pengembangan solusi, pembuatan alat simulasi, pengujian, pembahasan, analisa penelitian dan pengembangan kesimpulan.



Gambar 11. Flowchart.

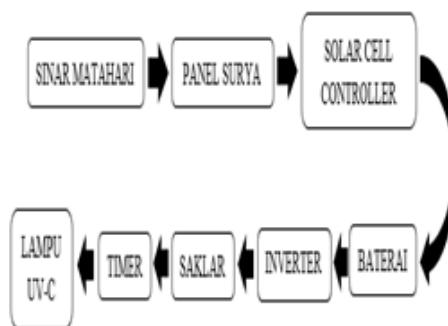
Perancangan alat yang baik dan sistematika akan dapat memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian proses pembuatan alat box sterilisasi. Dalam perancangan alat ini mempunyai tujuan, yaitu mengurangi virus dengan metode sinar UV-C berbasis daya

utama panel surya. Energi surya ini digunakan untuk alat sterilisasi agar tidak lagi membutukan energi listrik PLN.

Tabel 1. Komponen sterilisasi.

No.	Nama Komponen	Jumlah
1	Panel Surya 10Wp	1 Set
2	SCC	1 Set
3	Aki	1 Set
4	<i>Inverter</i>	1 Set
5	<i>Timer</i>	1 Set
6	Lampu	1 Set
7	Saklar	1 Set
8	Kabel	1 Lot
9	Lampu UV-C 20W	1 Set

Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ini merupakan suatu pembangkit yang akan digunakan untuk box sterilisasi. Sistem skema rangakain ini menjelaskan tentang memanfaatkan energi panas matahari, disini memakai komponen panel surya sebagai sumber energi listrik untuk rancang bangun box strelisasi alat makan *portable*.



Gambar 12. Diagram skema PLTS.

Adapun teknik analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur, pada tahap ini dilakukan pencarian landasan – landasan teori yang diperoleh dari berbagai buku, jurnal dan lain – lain untuk melengkapi pertumbuhan konsep dan teori, sehingga memiliki landasan dan keilmuan yang baik dan sesuai.
2. Pengumpulan data, pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data dengan metode wawancara dan observasi, melakukan pengamatan dan analisa terhadap objek penelitian sehingga mendapatkan data dan informasi yang dibutuhkan peniliti.

3. Analisa sistem, pada tahap ini peneliti telah memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yang mana kemudian data-data ini akan diolah, dianalisa dan dievaluasi untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai kebutuhan.
4. Pembuatan laporan, pada tahapan ini dilakukan pembuatan laporan yang disusun berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan teknik pengumpulan data primer dan sekunder sehingga menjadi laporan penelitian yang dapat memberikan gambaran penelitian secara utuh.

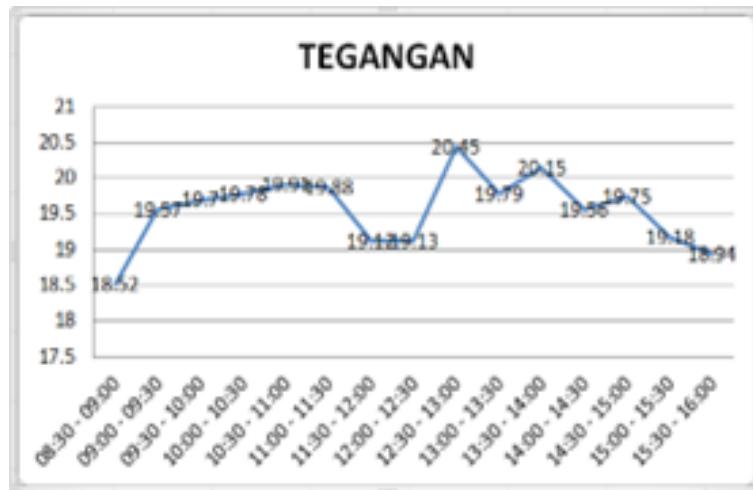
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa ini dilakukan bertujuan untuk mengtahui nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya berkapasitas 10 Wp. Pada Tabel 2 percobaan di hari ke-1 diatas data yang tertera pada tabel tersebut adalah data *realtime* per 30 menit dengan waktu 8 jam dimulai dari 08:30 sampai dengan 16:00. Data tegangan dan arus yang dihasilkan pada panel surya berkapasitas 10 Wp.

Tabel 2. Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya hari ke-1.

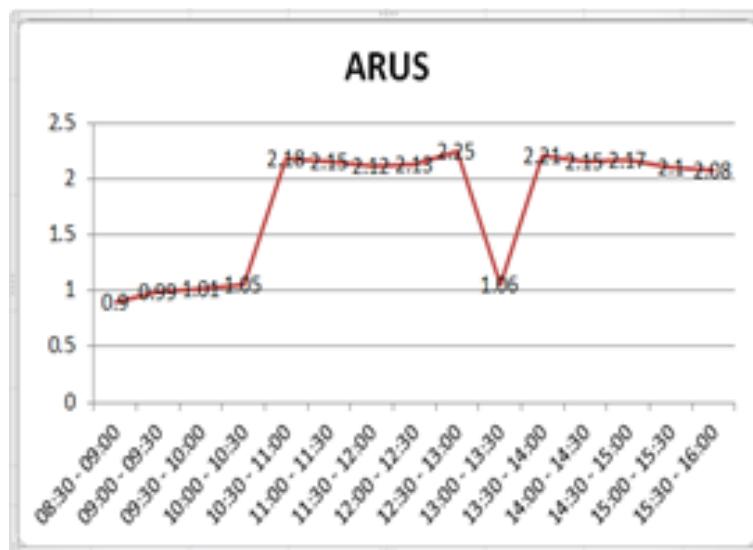
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Kondisi Cuaca
08.30-	18.52	0.90	Cerah
09.00			
09.00-	19.57	0.99	Cerah
09.30			
09.30-	19.70	1.01	Cerah
10.00			
10.00-	19.78	1.05	Cerah
10.30			
10.30-	19.91	2.18	Terik
11.00			
11.00-	19.88	2.15	Terik
11.30			
11.30-	19.12	2.12	Berawan
12.00			
12.00-	19.13	2.13	Berawan
12.30			
12.30-	20.45	2.25	Terik
13.00			
13.00-	19.79	1.06	Terik
13.30			
13.30-	20.15	2.21	Terik
14.00			
14.00-	19.56	2.15	Cerah
14.30			
14.30-	19.75	2.17	Cerah
15.00			
15.00-	19.18	2.10	Mendung
15.30			
15.30-	18.94	2.08	Mendung
16.00			
Total	293.43	26.55	
Rata-rata	19.56	1.77	
Total Daya (W)		34.60	

Panel surya tersebut mendapatkan tegangan dan arus dengan kondisi cuaca hari itu dengan tegangan rata-rata menjadi 19,56V, arus rata-rata menjadi 1,77A, total daya 34,60 watts.



Gambar 13. Grafik tegangan hari ke-1.

Pada Gambar 13 menjelaskan bahwa saat dilakukannya pengukuran terhadap tegangan yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam per 30 menit.



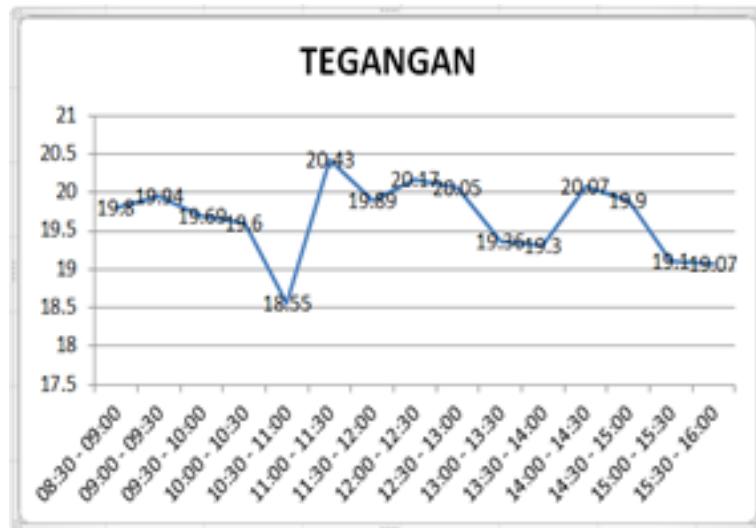
Gambar 14. Grafik arus hari ke-1.

Pada Gambar 14 menjelaskan bahwa saat dilakukan pengukuran terhadap arus yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam per 30 menit.

Tabel 3. Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya hari ke-2.

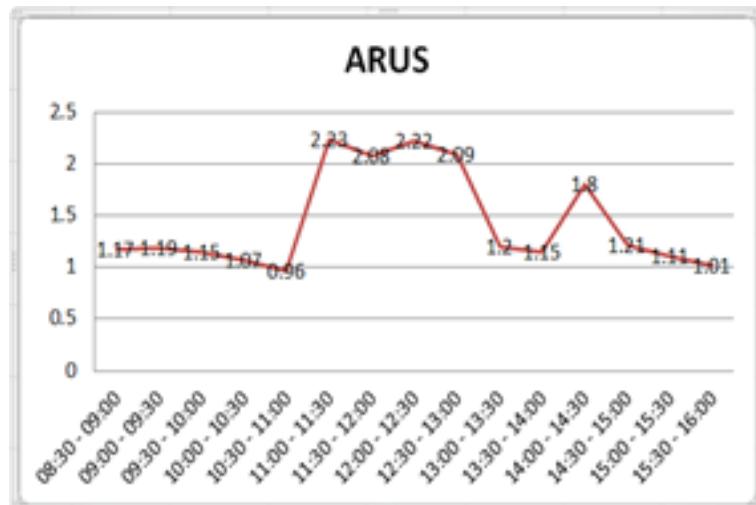
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Kondisi Cuaca
08.30-09.00	19.80	1.17	Cerah
09.00-09.30	19.94	1.19	Cerah
09.30-10.00	19.69	1.15	Cerah
10.00-10.30	19.60	1.07	Cerah
10.30-11.00	18.55	0.96	Cerah
11.00-11.30	20.43	2.23	Terik
11.30-12.00	19.89	2.08	Terik
12.00-12.30	20.17	2.22	Terik
12.30-13.00	20.05	2.09	Terik
13.00-13.30	19.36	1.20	Cerah
13.30-14.00	19.30	1.15	Cerah
14.00-14.30	20.07	1.80	Cerah
14.30-15.00	19.90	1.21	Cerah
15.00-15.30	19.10	1.11	Berawan
15.30-16.00	19.07	1.01	Berawan
Total	295.37	21.64	
Rata-rata	19.69	1.44	
Total Daya (W)	28.35		

Pada Tabel 3 percobaan di hari ke-2, data yang tertera pada tabel tersebut adalah data *realtime* per 30 menit dengan waktu 8 jam dimulai dari 08:30 sampai dengan 16:30 dan menjelaskan data tegangan dan arus yang dihasilkan pada panel surya berkapasitas 10 Wp. Panel surya tersebut mendapatkan tegangan dan arus dengan kondisi cuaca pada hari itu. Tegangan rata-rata 19,69V, arus rata-rata 1,44A dan daya total 28,35 watt.



Gambar 15. Grafik tegangan hari ke-2.

Gambar 15 menjelaskan bahwa saat dilakukannya pengukuran terhadap tegangan yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam per 30 menit.



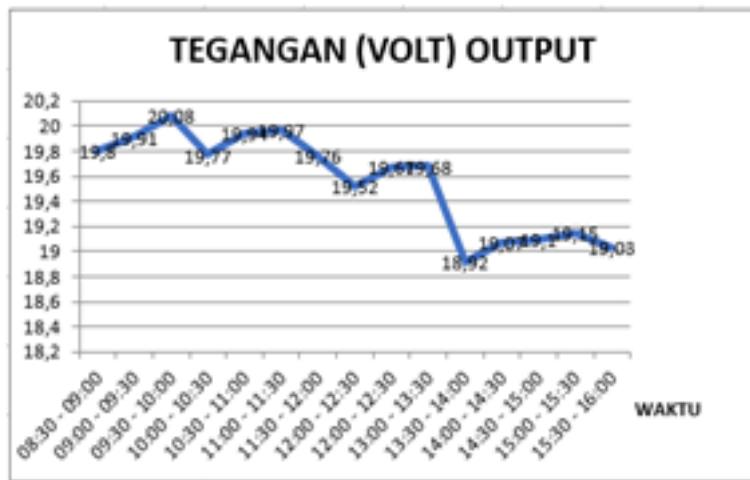
Gambar 16. Grafik arus hari ke-2.

Gambar 16 menjelaskan bahwa saat dilakukan pengukuran terhadap arus yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam per 30 menit.

Tabel 4. Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya hari ke-3.

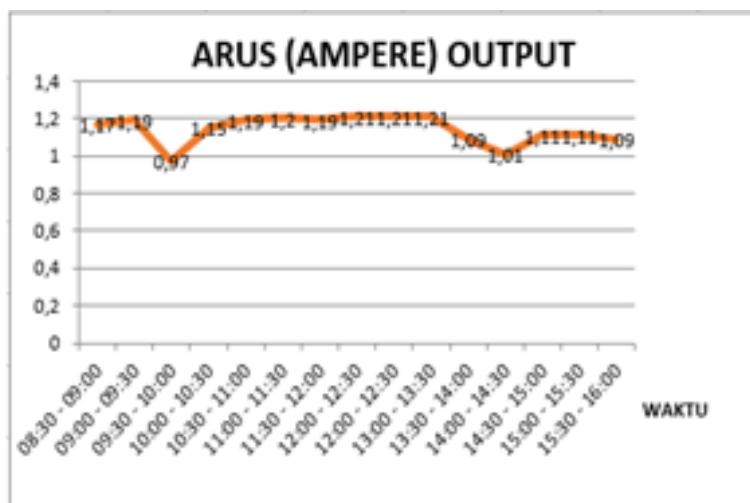
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Kondisi Cuaca
08.30-09.00	19.80	1.17	Cerah
09.00-09.30	19.91	1.19	Cerah
09.30-10.00	20.08	0.97	Cerah
10.00-10.30	19.77	1.15	Cerah
10.30-11.00	19.94	1.19	Cerah
11.00-11.30	19.97	1.20	Terik
11.30-12.00	19.76	1.19	Terik
12.00-12.30	19.52	1.21	Terik
12.30-13.00	17.67	1.21	Terik
13.00-13.30	19.68	1.21	Terik
13.30-14.00	18.92	1.09	Berawan
14.00-14.30	19.07	1.01	Berawan
14.30-15.00	19.10	1.11	Berawan
15.00-15.30	19.15	1.11	Berawan
15.30-16.00	19.03	1.09	Berawan
Total	293.37	17.10	
Rata-rata	19.55	1.14	
	Total Daya (W)	22.28	

Pada Tabel 5 percobaan di hari ke-3, data yang tertera pada tabel tersebut adalah data realtime per 30 menit dengan waktu 8 jam dimulai dari 08:30 sampai dengan 16:30 dan menjelaskan data tegangan dan arus yang dihasilkan pada panel surya berkapasitas 10 Wp.



Gambar 17. Grafik tegangan hari ke-3.

Panel surya tersebut mendapatkan tegangan dan arus dengan kondisi cuaca pada hari itu. Tegangan rata-rata 19,55V, arus rata-rata 1,14A dan total daya 22,28 watt. Gambar 17 menjelaskan bahwa saat dilakukannya pengukuran terhadap tegangan yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam per 30 menit.



Gambar 18. Grafik arus hari ke-3.

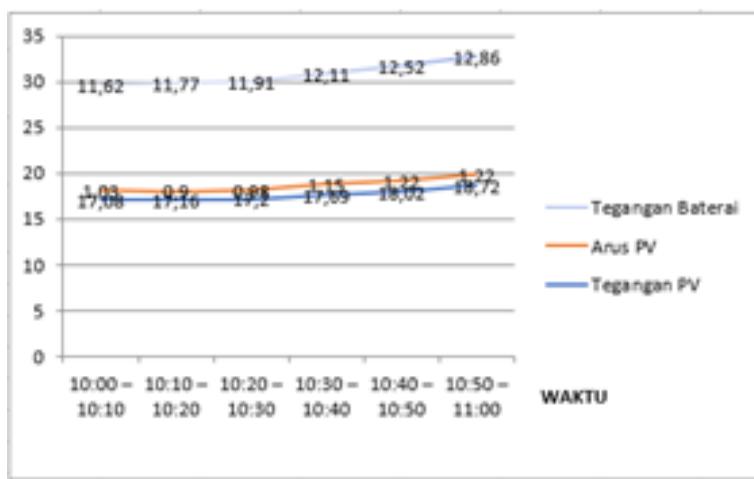
Gambar 18 menjelaskan bahwa saat dilakukan pengukuran terhadap arus yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam per 30 menit.

Pada Pengujian ini dilakukan pengambilan data pada pengecasan baterai terhadap panel surya berkapasitas 10wp dengan kondisi baterai yang sudah terpakai sebanyak 50%. Tabel 5 adalah data dari pengisian baterai sampai penuh (100%) selama 1 jam per 10 menit dengan cuaca yang berbeda-beda.

Tabel 5. Mengukur tegangan pada pengisian baterai.

Waktu	Keluaran Panel Surya Volt (V)	Arus (A)	Volt Baterai (V)	Kondisi Cuaca
10.00-10.10	17.08	1.03	11.62	Cerah
10.10-10.20	17.16	0.90	11.77	Berawan
10.20-20.30	17.20	0.98	11.91	Berawan
10.30-10.40	17.69	1.15	12.11	Cerah
10.40-10.50	18.02	1.22	12.52	Cerah
10.50-11.00	18.72	1.22	12.86	Terik

Gambar 19 menjelaskan tentang pengisian baterai 12V 7Ah dari kondisi 50% sampai terisi penuh dengan menggunakan panel surya berkapasitas 10 Wp membutuhkan waktu selama 1jam. Dalam pengisian baterai dari jam 10:00 tegangan yang dihasilkan oleh output panel surya sebesar 17.08 Volt. Puncak tertinggi tegangan panel surya dihasilkan pada jam 10:50-11:00 yang menghasilkan tegangan sebesar 18,72 Volt dengan kondisi cuaca panas terik.


Gambar 19. Grafik pengecasan baterai terhadap panel surya.

KESIMPULAN

Sistem PLTS atau juga bisa disebut dengan pembangkit tenaga surya ini yang digunakan pada rancang bangun alat sterilisasi ini sebesar 10 Wp (Watt peak). Sistem PLTS ini mempunyai rugi – rugi daya (losses) sebesar 15% sehingga besaran energi yang keluar dari PLTS tersebut dikurangi dengan besaran losses. Jadi 100% ini adalah alat yang masih baru, sedangkan 15% adalah losses, hasilnya adalah 85%. Jadi $10 \text{ Wp} \times 85\% = 8.5 \text{ Watt}$ yang dibulatkan menjadi 9 watt. Baterai (Aki) yang digunakan pada alat sterilisasi berukuran 12V 7Ah dengan menggunakan panel surya sebesar 10Wp

membutuhkan waktu 2 jam dengan kondisi baterai dalam keadaan kosong atau 0% sampai 100% (keadaan penuh) dalam kondisi cuaca cerah. Pada umumnya nilai yang dihasilkan oleh panel surya, minimal cahaya matahari mengenai panel surya selama 5 jam. Tapi disini saya untuk mencari data dan menganalisa tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya selan 8 jam per 30 menit agar bisa mendapatkan nilai rata-rata perhari, jadi total rata-rata selama 8 jam per 30 menit adalah. hasil tegangan sebesar 19,69 Volt dan hasil arus sebesar 1,44 Ampere. Lalu dijumlahkan $19,69 \text{ Volt} \times 1,44 \text{ Ampere} = 28,35 \text{ Watt}$. Jadi nilai rata-rata watt selama 8 jam yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 10 Wp adalah 28,35 watt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bersyukur kepada Allah SWT atas segala nikmatnya. Saya ucapan terima kasih kepada pembimbing dan Kaprodi yang telah berkenan memberikan waktu, tenaga dan pemikiran agar jurnal ini bisa terselesaikan. dan tak lupa kepada orang tua, saudara dan teman seperjuangan dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Pamulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Puspita, I., Djuhriah, N., & Fikri, E. (2021). Efektivitas Variasi Lama Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap Penurunan Total Kuman Pada Alat Makan Di Pantry PT. X. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 2(2), 440-446.
- Markvart, T., & Castañer, L. (2005). Solar Cells. *Solar Cells*, 7(2), 157–163. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-457-2.X5000-8>
- Abidin, Z. (2014). Penyedia Daya Cadangan Menggunakan Inverter. *Jurnal INTEKNA*, 2, 102–209.
- Muttaqin, I., Irhamni, G., & Agani, W. (2016). Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 Watt Untuk Penerangan Parkiran Uniska. *Teknik Mesin UNISKA*, 01(02), 33–39.
- Asy'ari, H., Danang, N., & Putro, J. (2015). Desain Pemipil Jagung dengan Sumber Energi Tenaga Surya dan Energi Listrik PLN. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 15(2), 47–52
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Nugraha, I. M. A. (2020). Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(2), 101. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.vol.4.no.2.76>
- Herawati, D. N. A., Prijanto, T. B., Ardiani, Y., & Saputra, A. S. (2019). Variasi Jarak Penyinaran Lampu UV Terhadap Penurunan Angka Kuman Pada Alat Makan. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2), 150-154.
- Fahrul, M. (2022). Rancang Bangun Dan Analisis Kinerja Sistem Water Heater Berbasis Sel Fotovoltaik= Design and Performance Analysis of Photovoltaic Cell.<http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/14585/>
- Kholiq, I. (2012). Editorial Board. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(1), i. [https://doi.org/10.1016/s1877-3435\(12\)00021-8](https://doi.org/10.1016/s1877-3435(12)00021-8)

Analisis Pembiayaan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 50kWp Universitas Pamulang Menggunakan PV-Syst 7.3

M. Agmal Arya Putra¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹muh.agmal23@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 4 Februari 2025
revisi : 2 April 2025
diterima : 5 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Salah satu sumber energi listrik dari fosil yang terus menerus digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari semakin lama akan semakin menipis. Kekurangan jumlah bahan bakar fosil menghasilkan sebagian besar energi. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah jenis pembangkit energi listrik yang menggunakan potensi besar sinar matahari untuk menghasilkan listrik. Konstruksi PLTS memerlukan biaya pemasangan yang sangat mahal, jadi diperlukan analisa ekonomi untuk mengetahui besarnya investasi awal yang harus disediakan. Selain itu, diperlukan studi kelayakan proyek dan studi ekonomi untuk menghitung biaya pembangunan dan kelayakan pembangunan sistem PLTS tersebut. Untuk mencapai tujuan dari sebuah pembangunan proyek yang memenuhi kriteria biaya (anggaran), dan mutu (kualitas). Menggunakan metode analisis berdasarkan data yang didapat dari tempat penelitian. Hasil analisis pembiayaan perancangan PLTS menunjukkan, penggeraan proyek PLTS menghabiskan investasi awal sebesar Rp. 1.717.149.250 dan dalam pelaksanaan menghabiskan investasi awal sebesar biaya total sebesar Rp 1.954.517.250.

Kata kunci: Energi, PLTS, analisa ekonomi, studi kelayakan, investasi

ABSTRACT

Energy is one of the main needs in human life. One of the sources of electrical energy from fossils that is continuously used to meet daily needs will gradually become depleted. The shortage of fossil fuels produces most of the energy. Solar power plants (PLTS) are a type of electrical energy generation that uses the great potential of sunlight to generate electricity. The construction of solar power plants requires very expensive installation costs, so an economic analysis is needed to find out the amount of initial investment that must be provided. In addition, a project feasibility study and an economic study are needed to calculate the construction cost and feasibility of the construction of the solar power plant. To achieve the goals of a project development that meets the criteria of cost (budget), and quality (quality). Using an

analysis method based on data obtained from the research site. The results of the analysis of the solar PV design financing show that the work on the solar power plant project spent an initial investment of Rp. 1,717,149,250 and in the implementation spent an initial investment of a total cost of Rp. 1,954,517,250.

Keywords: Energy, solar PV, economic analysis, feasibility study, investment

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Sebagian energi listrik dihasilkan menggunakan bahan bakar fosil, dan seiring berjalannya waktu, sumber energi fosil tersebut semakin menipis. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit energi listrik yang memanfaatkan sinar matahari, yang potensinya sangat melimpah di Indonesia. Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan energi matahari karena dilalui oleh garis khatulistiwa. Lokasi garis lintang, kondisi atmosfer, dan posisi matahari terhadap garis khatulistiwa memengaruhi besar kecilnya radiasi matahari yang diterima. Dengan tingkat radiasi rata-rata sebesar 4,8 kWh per meter kubik pada tahun 2019, Indonesia memiliki keuntungan besar dalam penggunaan fotovoltaik untuk menghasilkan listrik.

Komponen yang dibutuhkan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik disebut sel surya. Efisiensi sel surya dapat ditingkatkan dengan menambahkan reflektor atau konsentrator. Reflektor atau konsentrator panel surya berbentuk seperti cermin yang berfungsi memantulkan sinar matahari dan memfokuskannya pada panel surya. Pantulan sinar matahari ini memusatkan intensitas cahaya pada panel surya sehingga meningkatkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel tersebut. Penambahan reflektor atau konsentrator pada panel surya dapat meningkatkan kinerja panel, namun teknik ini juga memiliki kekurangan. Peningkatan intensitas cahaya dapat menyebabkan suhu panel meningkat, sehingga energi yang dihasilkan modul sel surya dapat terpengaruh oleh kenaikan suhu.

Konstruksi PLTS membutuhkan biaya pemasangan yang cukup tinggi. Untuk menghitung besarnya investasi awal, diperlukan studi kelayakan proyek dan kajian ekonomi guna memastikan bahwa pembangunan sistem PLTS layak secara teknis dan finansial (Pasaribu, 2020).

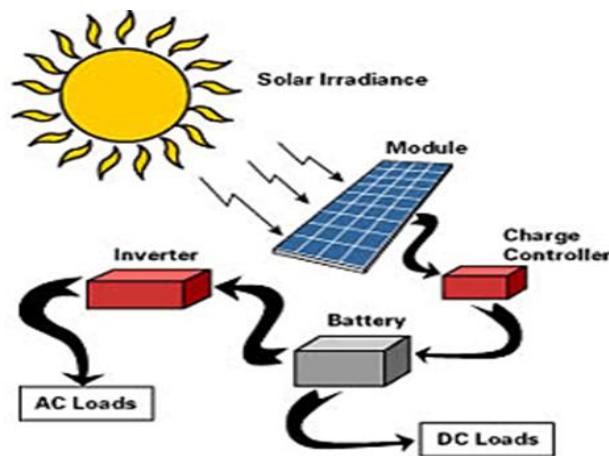
TEORI

Sistem PLTS terdiri dari rangkaian komponen utama dan komponen pendukung, mulai dari modul fotovoltaik, inverter, baterai, sistem kontrol, sistem proteksi, pelacak surya, konstruksi, hingga sistem monitoring. Perancangan sistem PLTS dapat dimulai melalui

identifikasi beban harian, mingguan, hingga bulanan, menghitung energi yang dibutuhkan, menentukan teknologi fotovoltaik yang sesuai, menetapkan teknologi dan kapasitas inverter serta baterai, serta memilih lokasi yang tepat untuk dilakukan pemasangan. Dengan memilih komponen dan teknologi yang tepat maka performa sistem PLTS tentu akan semakin baik.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menghasilkan dan mengkonversi energi matahari menjadi tenaga listrik. Sebagai sumber energi alternatif, PLTS merupakan pilihan yang tidak berbahaya bagi ekosistem atau dikenal sebagai tenaga ramah lingkungan. Sel bertenaga matahari, atau sering disebut sel fotovoltaik dalam bahasa Inggris, berasal dari kata “foto” yang berarti cahaya matahari dan “volt” sebagai satuan tegangan listrik. Sel berbasis matahari merupakan perangkat semikonduktor yang memiliki permukaan aktif cukup besar dan terbentuk dari rangkaian dioda tipe “p” dan “n” yang dapat menyerap energi dari sinar matahari serta mengubahnya menjadi arus listrik melalui efek fotovoltaik.

Perbedaan utama pada panel sel surya terletak pada bahan dasar sel fotovoltaiknya. Bahan sel surya yang paling umum digunakan adalah silikon, yang tampil seperti kaca dan tersedia dalam bentuk polikristalin. Jenis polikristalin memiliki warna biru muda hingga biru keabu-abuan dan merupakan jenis yang paling sering digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya berskala kecil hingga menengah. Sel surya berbahan silikon polikristalin dikenal memiliki efektivitas cukup baik serta stabil digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan.



Gambar 1. Proses pembangkit listrik tenaga surya.

Kualitas daya sistem tenaga listrik memerlukan energi listrik yang berkualitas, terutama dalam kondisi yang bersifat kritis dan sensitif. Permasalahan kualitas kelistrikan mencakup situasi yang berkaitan dengan deviasi tegangan atau frekuensi yang dapat menyebabkan kegagalan atau gangguan pada peralatan yang digunakan. Jenis gangguan kualitas energi meliputi transien, ketidakstabilan, osilasi, interupsi, sag/under-voltage, swell atau tegangan

berlebih, harmonik, DC offset, derau antar-harmonik, fluktuasi tegangan, serta variasi frekuensi. Seluruh aspek tersebut berkaitan erat dengan kondisi tegangan suplai.

Fluktuasi tegangan yang berada di luar batas tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau mengganggu hasil produksi. Oleh karena itu, diperlukan berbagai upaya untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas tenaga listrik. Dalam konteks daya aktif, faktor daya memiliki peran penting. Faktor daya didefinisikan sebagai rasio antara daya aktif dan daya semu yang umumnya digunakan dalam sistem kelistrikan arus bolak-balik (AC).

PV-Syst merupakan perangkat lunak sistem photovoltaik, atau PV-Syst, difungsikan dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk mensimulasikan, membuat perancangan, mengukur, juga menganalisis data yang terkait dengan sistem photovoltaik. Karena cakupannya yang luas, sangat tidak mungkin untuk membahas semua masalah yang muncul saat menggunakan sistem PV-Syst.



Gambar 2. PV -Syst.

Setelah aplikasi software PV-Syst terbuka maka pada layar komputer (window) akan muncul empat bagian menu yang terdiri dari Preliminary design, Project Design pumping dan Databases.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mempermudah penelitian yang dilakukan agar lebih terarah maka flowchart/diagram alir. Berikut flowchart penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Flowchart.

Metode analisis yang digunakan adalah metode kuantitatif untuk membahas pembiayaan dalam perancangan simulasi PLTS menggunakan software Pvsys di Universitas Pamulang. Data primer dan sekunder harus dikumpulkan dan dibandingkan dengan perangkat lunak PV-Syst atau proses formula terkait. Menganalisis sistem PLTS. Selain melakulkan pencarian data-data, dilakukan juga tanya jawab kepada para dosen pembimbing maupun orang-orang yang ahli dalam bidang ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

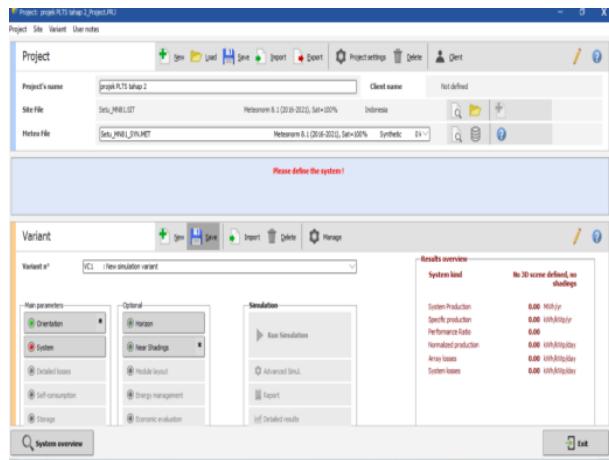
Berdasarkan biaya awal investasi dan perhitungan untuk pemeliharaan dan biaya operasional biaya siklus operasional untuk PLTS yang akan dibangun selama hidup proyek dari 25 tahun adalah:

$$Lcc = C + Mpw$$

$$Lcc = Rp. 1.938.517.250 + Rp 16.147.848$$

$$Lcc = Rp. 1.829.665.098$$

Simulasi biaya operasional menggunakan software PV-Syst dengan tampilan sistem grid connected seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan sistem grid connected.

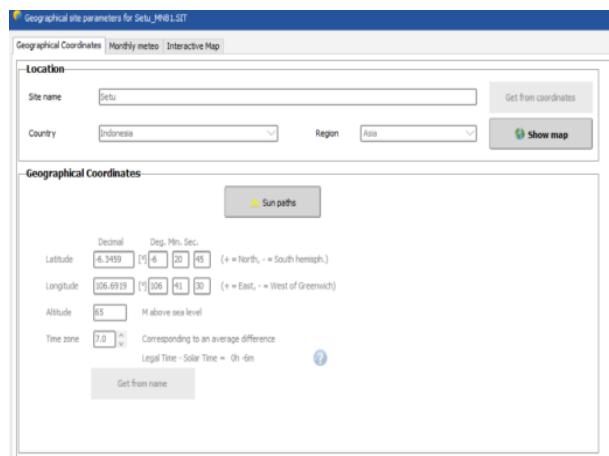
Langkah kedua Setelah tampilan grid connected terbuka seperti pada Gambar 5 sebelumnya harus mengisi terlebih dahulu projelct's name lalu menu data site and meter, dan perlu diisi juga menu data sistem yakni parameter-parameter untuk sistem grid connected.



Gambar 5. Data site and meter.

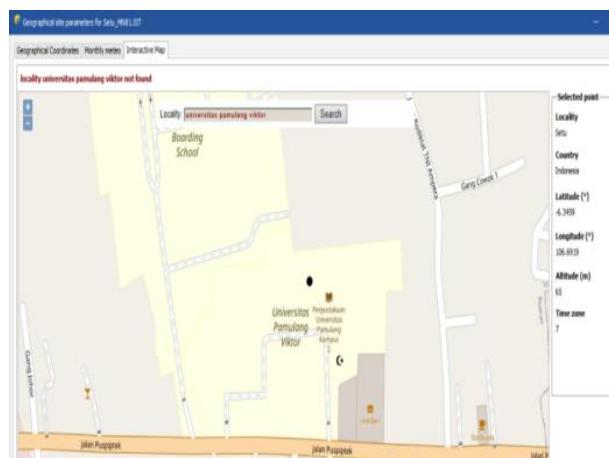
Langkah ketiga untuk mengisi data site and meter klik tulisan site and meter pada menu awal maka muncul tampilan seperti pada Gambar 6 kemudian klik open site lalu akan tampil seperti Gambar 7 Untuk memasukkan lokasi serta koordinat geografi sebelumnya,

pastikan koneksi internet pada laptop/PC terhubung. Tentukan lokasi menggunakan nama lokasi, negara dan wilayah sesuai area penempatan panel surya.



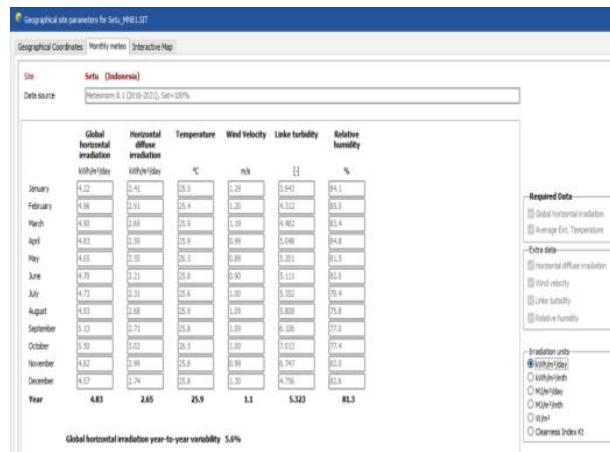
Gambar 6. Data lokasi dan koordinat geografis.

Untuk kolom Geographical Coordinates diisi secara otomatis menggunakan fitur interactive map dapat dilihat pada Gambar 7. Jika sudah ditandai klik accept selected point dan kolom Geographical Coordinates akan otomatis terisi dengan data acuan meteorologi dan nilai latitude sesuai letak Universitas Pamulang dapat diketahui seperti pada Gambar 8. Untuk data koordinat geografi bisa juga diisi secara manual dengan mengisi kolom latitudte, longitude, atitude dan time zone yang didapat dari sumber lain seperti google earth. Jika berhasil maka tampilan akan berwarna hijau.



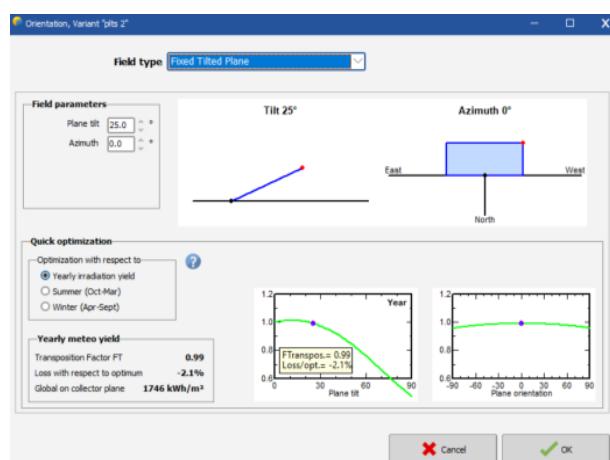
Gambar 7. Fitur Interactive map.

Langkah keempat masukan data sistem pada menu sistem di dalamnya terdapat parameter yang harus diisi yaitu array specification dan field parameters. Untuk kolom data array specification cukup memasukkan salah satu data yang ada dalam penelitian ini dimasukkan data area terbaik seluas 1500 m^2 . Setelah diisi maka data nominal power dan annuar yield akan otomatis terisi sesuai perhitungan dari program PV-Syst.



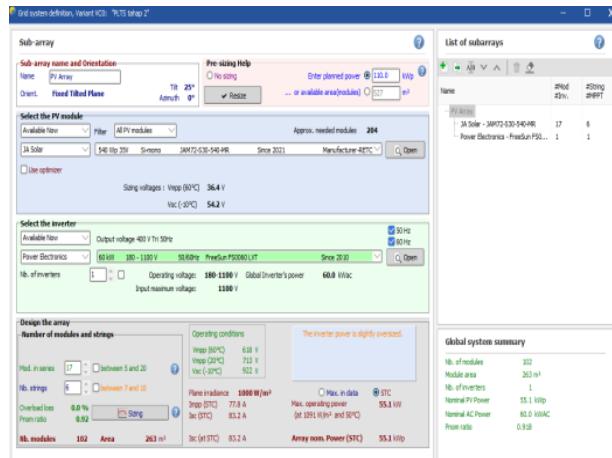
Gambar 8. Data koordinat geografis.

Pada kolom field parameters kita tentukan berapa derajat kemiringan dan azimuth arah hadap modul surya dengan percobaan beberapa variasi sudut kemiringan yang telah ditentukan untuk mengetahui potensi energi surya yang optimal. Salah satu sudut kemiringan yang dipakai yaitu 14 derajat seperti pada Gambar 9, bila sudah dimasukkan klik Ok.



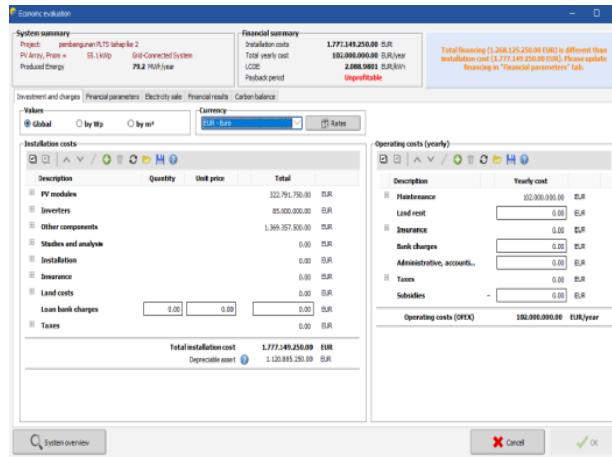
Gambar 9. Data sistem specification.

Kemudian Setelah mengklik OK maka tampilan akan kembali ke menu run simulation lalu pilih menu sistem untuk mengisi data panel surya yang diperlukan lalu klik Ok.



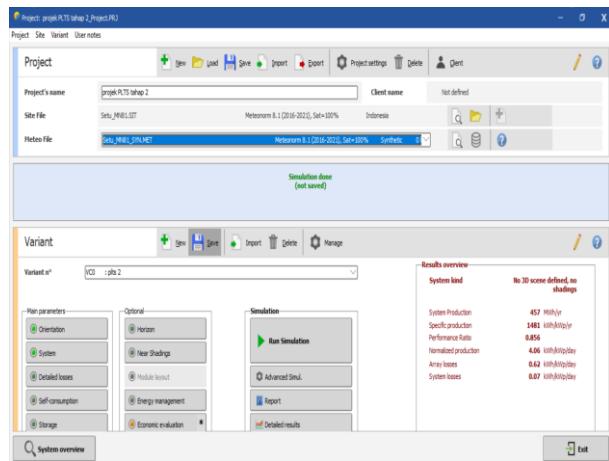
Gambar 10. Sistem defenition.

Dan untuk penambahan data ekonomi, seperti harga PV, Inverter dan biaya lainnya. Klik Economic Evaluation jika sudah lalu klik Ok.

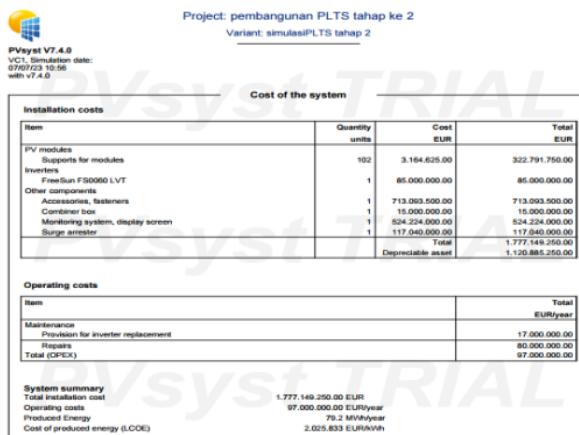


Gambar 11. Economic evaluation.

Setelah selesai mengisi data yang diperlukan, maka tampilannya akan seperti Gambar 12 berikut ini.


Gambar 12. Indikator lampu hijau

Kemudian kita jalankan simulasinya, dengan mengklik Run Simulation, lihat Gambar 13 berikut ini.


Gambar 13. Hasil simulasi.

KESIMPULAN

Diperlukan perencanaan dalam pembangunan proyek agar pelaksanaan pengerjaan dapat berjalan dengan apa yang direncanakan. Pengerjaan proyek PLTS menghabiskan modal awal atau investasi awal perencanaan sebesar Rp. 1.717.149.250 dan dalam pelaksanaan menghabiskan modal awal atau investasi awal dengan biaya total sebesar Rp 1.954.517.250. Hasil analisa perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk analisis biaya operasional di Universitas Pamulang sebesar Rp 1.829.665.098.

DAFTAR PUSTAKA

- Bawalo, J., Rumbayan, M., & Tulung, N. M. (2021). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya di rumah kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud.
- Goetsch, D. L. (1994). *Introduction to total quality: Quality, productivity, competitiveness*.
- Hardani. (2019). *Dye-sensitized solar cell*.
- Hayul, T. S., & Siregar, R. H. (2018). Studi potensi pembangkit listrik tenaga hybrid di Banda Aceh menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (pp. 9–16).
- Imaduddin, M. G. (2017). *Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on-grid dengan kapasitas 30 kWp di Taman Wisata Angke Kapuk*. Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- Latukonsina, A. S. (n.d.). *Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya sistem on-grid 10 kWp di Gedung SMA Negeri 4 Maluku Tengah*.
- M. Renzini. (2012). *Grid connected inverter untuk penerapan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya*. Universitas Indonesia.
- Nikentut Sari. (2011). *Ekonomi teknik*.
- Prawoto, B. H., Jatmiko, M. A., & Ilham Fahmi Huda. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif.
- Sakti, I. T. (2018). *Panduan studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat*. Teltra Tech ES.
- Saputra, I. (2021). Analisa potensi pembangkit listrik tenaga surya hibrida pada pesisir Pantai Labu menggunakan software HOMER.
- Sulgiriyanta, I. B. K. (2022). *Draft buku ajar pembangkit listrik tenaga surya*. Retrieved from Retrieveld Journal.
- Sulriadi, & Mahdi Syukri. (2010). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpadu menggunakan software PVSYST pada kompleks perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 9(2), 77–80.
- Wijasa Gaultama, P. (2021). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sistem offgrid dengan kapasitas 2 kWp pada instalasi Menara Sular Bulukumba.
- Yulianto, R. R. H. (2021). Analisis efisiensi panel surya sebagai energi alternatif. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, 5(2), 79–87. <https://doi.org/10.31849/saineltin.v5i2.7024>

Pemanfaatan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro di Sungai Krukut Jakarta Selatan

Verdizha Fauzan¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹verdizhafauzan@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 6 Februari 2025
revisi : 4 April 2025
diterima : 7 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Jakarta Selatan memiliki sungai disela-sela kotanya, salah satunya sungai krukut. Lampu penerangan di sekitar sungai masih menggunakan listrik PLN, maka dari itu dengan potensi air yang dimiliki sungai dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga piko hidro sebagai energi baru terbarukan yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan energi air dari PLTPH dengan pengaplikasian langsung yaitu pemasangan lampu pada jalan pada jembatan. Metode yang digunakan dengan menghitung besar daya yang dihasilkan oleh PLTPH kemudian melakukan pengujian pengecasan baterai dan beberapa beban lampu yang ditentukan. Hasil pengukuran debit air didapat sebesar 2.23m3/s, pengujian turbin mendapatkan nilai terbesar 271RPM, pengujian generator mendapatkan nilai terbesar 2084RPM dengan 77.4Vdc. Hasil daya dari PLTPH mampu dimanfaatkan energi listriknya untuk penerangan jalan pada jembatan penyebrangan sungai dengan daya terbesar 13.7W, waktu yang diperlukan untuk pengecasan baterai 8Ah dengan rata-rata tegangan 12,8V dan arus 0.98A yaitu 8jam serta tegangan pada baterai 13.6V. Hasil pengujian beban lampu 10W nilai terbesar 296RPM dengan 12.4V dan 0.29A serta daya 3.59W. Pada lampu 20W dan 30W nilai terbesar yaitu 262RPM dengan 10.00V dan 0.67A serta daya 6.7W. Pada lampu 10W, 20W dan 30W nilai terbesar yaitu 252RPM dengan 9.8V dan 1.4A serta daya 13.7W.

Kata Kunci: penerangan, potensi air, PLTPH, debit air, pengecasan baterai

ABSTRACT

South Jakarta has rivers on the sidelines of its city, one of which is the Krukut River. The lighting around the river still uses PLN electricity, therefore with the potential of the water that the river has, it can be used for hydro power plants as new and renewable energy that is environmentally friendly. The purpose of this research is to utilize water energy from PLTPH with direct application, namely the installation of lights on roads on bridges. The method used is to calculate the amount of power generated by the PLTPH and then test the battery charging and some specified lamp loads. The results of the water discharge measurement were obtained at 2.23m3/s, the turbine test got the largest value of

271RPM, the generator test got the largest value of 2084RPM with 77.4Vdc. The power output from PLTPH can be used for street lighting on the river crossing bridge with the largest power of 13.7W, the time required for charging an 8Ah battery with an average voltage of 12.8V and a current of 0.98A, which is 8 hours, and the voltage in the battery is 13.6V. The test results of the 10W lamp load had the largest value of 296RPM with 12.4V and 0.29A and a power of 3.59W. In 20W and 30W lamps, the largest value is 262RPM with 10.00V and 0.67A, and 6.7W power. In 10W, 20W, and 30W lamps, the largest value is 252RPM with 9.8V and 1.4A, and 13.7W power.

Keywords: lighting, water potential, PLTPH, water discharge, battery charging

PENDAHULUAN

Jakarta selatan memiliki sungai disela-sela kotanya, hampir disetiap sungainya memiliki jembatan penyeberangan dikarenakan padatnya penduduk, Saat ini penerangan jalan umum masih menggunakan listrik PLN, Melihat potensi aliran sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik sederhana untuk penerangan jalan sebagai energi terbarukan yang berpotensi menggantikan energi listrik PLN (Asgar & Natsir, 2017).

Listrik yang dihasilkan dalam skala kecil pada pembangkit listrik tenaga pyco-hydro yang cukup untuk charger ke baterai, Energi baterainya dapat dimanfaatkan untuk menerangi jembatan desa didekat sungai tersebut. Proses manufaktur juga menggunakan barang bekas yang membantu mengurangi biaya produksi (Fitmawati et al., 2019).

Jembatan didaerah dekat sungai krukut masih banyak yang belum memiliki penerangan, Sehingga pada malam hari penduduk sekitar hanya mengandalkan lampu penerangan kendaraan untuk menyeberang, Bagi penduduk yang tidak memiliki penerangan untuk berjalan akan mempersulit orang untuk pergi keluar dan membeli bahan makanan, karena tidak ada penerangan di jembatan tersebut, kemungkinan besar akan mengalami kejahatan kriminal dan perampokan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan pembangkit listrik tenaga air pico hidro di sungai krukut jakarta selatan sebagai energi terbarukan untuk menyalakan beberapa lampu sebagai penerangan yang akan di pasangkan pada jembatan sungai krukut tersebut pada malam hari.

TEORI

Yusmartato pada tahun 2022, Dalam penelitiannya memanfaatkan pembangkit listrik pikohidro pada aliran sungai di Desa Bandar Rahmat dengan biaya perunitnya yang dibutuhkan untuk membuat pltphnya sebesar 30juta yang dapat beroperasi sesuai dengan debit air (Yusmartato, 2022).

Sulaiman pada tahun 2021, Dalam penelitiannya melakukan perhitungan terhadap debit aliran sungai untuk menghasilkan potensi daya yang dapat diperoleh dari energi potensial aliran air sungai dengan beberapa anak sungai, Menghasilkan dari 20 anak sungai ada 2 anak sungai yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan daya 5,5 dan 8,5 kW, Dimana daerah tersebut tidak dijangkau oleh PLN (Sulaiman et al., 2021).

Dalam klasifikasinya pembangkit listrik dengan tenaga air telah memberikan keuntungan bagi masyarakat dalam pemanfaatan sumber energinya. Dampak energi lain yang terdahulu telah mengalami dampak buruk pada lingkungan, Indonesia dengan kaya akan energi terbarukan yang ramah lingkungan serta ekonomis tanpa adanya polusi dapat dimanfaatkan sumber daya terutama airnya (Hartanto et al., 2019).

Pada saat ini masyarakat banyak masih merasakan adanya ketersediaan listrik dibanding dengan permintaan, akan tetapi keperluan untuk kebutuhan listrik juga bertambah, Dengan beberapa penyebabnya yaitu (Yusmartato et al., 2022): meningkatnya pembangunan infrastruktur dalam negeri, meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk pertahunnya, meningkatnya perkembangan alat-alat yang menggunakan energi listrik.

Besarnya kapasitas daya yang dihasilkan digunakan untuk mengkategorikan penggunaan fasilitas pembangkit listrik, maka dapat dikategorikan tipe dan kapasitas yaitu sebagai berikut: (Penche & Minas, 1998).

Tabel 1. Tipe dan kapasitas PLTA.

TIPE	KAPASITAS
Mikro Hidro	1-100 KW
Mini Hidro	100-1000 KW
Small Hidro	1-15 MW
Large Hidro	>100 MW
Medium Hidro	15-100 MW
Pico Hidro	<500 W

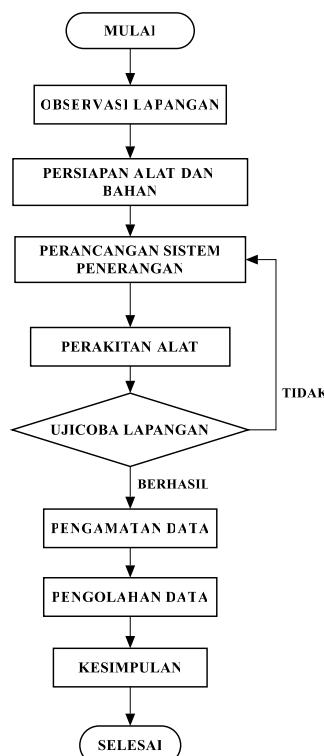
Debit aliran sungai adalah laju aliran air yang mengalir dengan jumlah besaran dari daerah aliran sungai dalam satuan volume per waktu. Debit aliran sungai dipengaruhi siklus hidrologi yaitu hujan dalam hal ini. Debit aliran akan semakin besar apabila intensitas hujan tinggi pada musimnya dibandingkan pada musim kemarau debit aliran sungai akan lebih kecil. Besar kecilnya debit aliran sungai juga dipengaruhi sedimentasi dari hulu sungai. Debit aliran dapat diukur satunya dengan menggunakan alat current meter atau dengan cara metode velocity (IIS MAIDAH, 2018).

Dalam pengukuran debit aliran sungai dapat melalui empat teknik katagori yaitu: Pengukuran dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang pada sungai. Pengukuran dengan menggunakan bahan kimia berwarna yang alirkan

dalam sungai (substance tracing method). Pengukuran dengan membuat bangunan pengukuran debitt air seperti weir (aliran air lambat) atau flume (aliran cepat). Pengukuran volume air sungai.

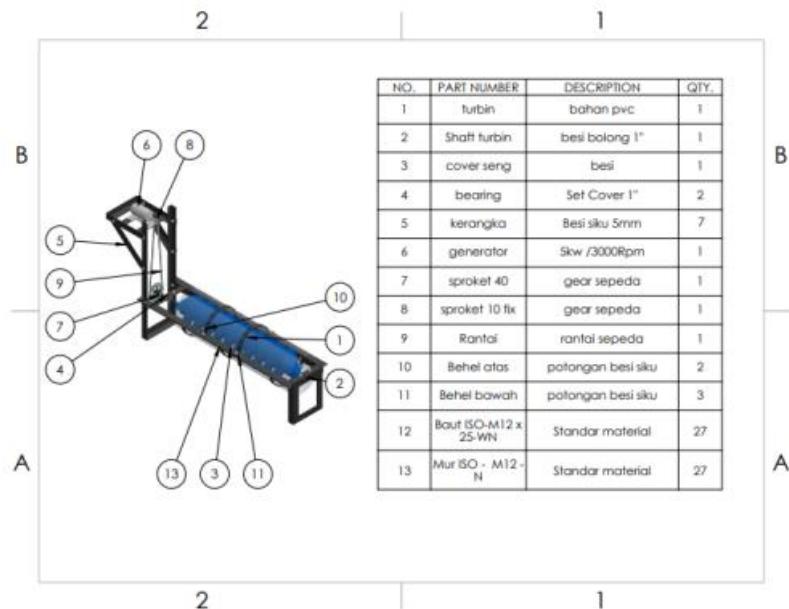
METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode pemanfaatan pembangkit listrik tenaga pico hidro, yaitu diawali dengan observasi lapangan kemudian menghitung hasil daya yang dikeluarkan, untuk dimanfaatkan penarangan pada jalan jembatan yang ada dilokasi observasi, dengan mengacu hasil dari daya keluaran PLTPH.



Gambar 1. Tahapan diagram alur penelitian.

Pada bagian ini menjabarkan desain spesifikasi pembangkit listrik tenaga piko hidro yang telah dirancang dan dibuat untuk diaplikasikan langsung pada sungai bertujuan dapat dimanfaatkan sebagai penerangan pada jembatan penyeberangan.


Gambar 2. Bill of materials.

Gambar 2 menunjukkan rincian bill of materials dimana pembuatannya dapat menggunakan barang bekas, alat ini tidak menimbulkan bising dan ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pembangkit listrik energi bensin dan fosil, untuk spesifikasi dari PLTPH akan dijelaskan pada tabel 2.

Dalam bagian ini akan disebutkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini sebagai penunjang keberhasilan dari penelitian ini, Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Alat dan bahan.

No	Alat dan Bahan	Merk	Spesifikasi	Jumlah
1	Generator DC	-	1200 RPM	1 unit
2	Baterai	MSA	12Vdc/8Ah	1 unit
3	Kabel	Supreme	NYM 2x1.5	20 meters
4	Tiang Galvanis	-	Tebal 2mm	2 unit
5	Lampu DC	-	10W,20W,30W	3 unit
6	Klem Pipa Besi	-	1 inch	4 unit
7	Kap/ Cover Lampu	-	Water resist	2unit
8	Pipa Kabel Listrik	BOSS	20mm	4 unit /
9	Selang Fleksibel	BOSS	20mm	2 meters
10	Shock Pipa	-	20mm	4 unit
11	Tacho Meter	-	2.5-100000RPM	1 unit
12	Multitester	EZREN	AC: 200mV-750V, 2mA-20A DC:200mV-1000V, 20mA-20A	1 unit
13	Buck Boost Converter	XL6009	Adjustable Step up/Step down DC to DC	1 unit
14	Solar Charger Controller	-	20A	1 unit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini memperlihatkan hasil dari pembuatan perancangan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga pico-hydro(PLTPH).



Gambar 3. Hasil Perancangan PLTPH.

Pada Gambar 3 adalah hasil dari perancangan pembangkit listrik tenaga pico hidro yang mana telah dibuat dengan barang-barang yang mudah ditemukan dipasaran serta dengan harga yang terjangkau ramah lingkungan.

Pengukuran debit aliran sungai pada penelitian ini dilakukan pada beberapa percobaan di sungai krukut, pengukuran menggunakan teknik apung dalam pengambilan datanya sebagai berikut. : luas penampang $1,8\text{m}^2$ dengan Lebar penampang 6 meter dan kedalaman sungai 0.3 meter. Kecepatan aliran air dapat dilakukan dengan beberapa percobaan dengan ditentukan jarak penampang 2 meter, maka dapat dilihat hasilnya pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil percobaan kecepatan aliran air.

Periode	Waktu Jarak Tempuh (s)	Jarak Penampang (m)	Kecepatan Air (m/s)	Luas Penampang (m^2)
1	1.70	2	1.3	1.8
2	1.79	2	1.18	1.8
3	1.77	2	1.21	1.8
4	1.75	2	1.24	1.8
5	1.73	2	1.27	1.8
6	1.78	2	1.20	1.8
Avg.	1.75	2	1.23	1.8

Berdasarkan Tabel 3 dapat diamati bahwa waktu tercepat ada di periode 1 sebesar 1.70s dan waktu terlamanya ada di periode 2 sebesar 1.79s, Dapat dirata-ratakan dalam percobaan tersebut dengan waktu tercepat berbanding dengan jarak penampang menghasilkan kecepatan aliran air sebesar 1.23m/s dengan luas penampang 1.8m^2 . sehingga besarnya debit aliran air $2,21\text{m}^3/\text{s}$, kecepatan air 1.23m/s dan luas penampang 1.8m^2 . Setelah melakukan periode percobaan perhitungan didapatkan hasil dari perhitungan debit aliran air pada sungai sebesar $2,21\text{m}^3/\text{s}$.

Pengujian tanpa beban pada penelitian ini dilakukan pada sungai krukut dengan mengamati hasil keluaran yang diperoleh oleh turbin saat turbin menerima energi potensial air langsung, hasil pengujian menggunakan alat bantu elektronik yaitu alat ukur tacho meter dan multimeter sebagai alat untuk mengamati hasil dari turbin pembangkit listrik tenaga pico-hydro (PLTPH).



Gambar 4. Pengambilan data pada generator.

Hasil dari pengukuran besaran listrik dan revolution per minute (RPM) pada generator pengambilan data pembangkit listrik tenaga piko hidro tanpa beban di ambil pada waktu yang ditentukan yaitu pada pukul 16:00-19:30 waktu Indonesia bagian barat (WIB) hasilnya dapat dilihat dari Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengambilan data generator.

Waktu	Hasil Pengambilan Data Generator			
	Debit air (m/s ³)	Putaran Turbin (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Vdc)
16:00	2.01	249.5	998	73,5
16:30	2.17	265	1060	75,7
17:00	2.02	250	1000	71,4
17:30	2.16	264.5	1058	75,5
18:00	2.09	257.5	1030	73,5
18:30	2.20	268	1072	76,4
19:00	2.12	261.25	1045	74,6
19:30	2.23	271	1084	77,4
Rata-rata	2.12	260.8	1043.3	74,7

Pengujian beban lampu 10W, 20W dan 30W ini dilakukan pada sungai krukut dengan mengamati hasil keluaran yang diperoleh oleh turbin saat turbin menerima energi potensial air langsung yang ditransmisikan pada generator sehingga menghasilkan listrik, hasil pengujian menggunakan alat bantu elektronik yaitu alat ukur tacho meter dan multimeter sebagai alat untuk mengamati hasil dari turbin pembangkit listrik tenaga pico-hydro (PLTPH), Pada proses pengujian beban lampu dengan memanfaatkan hasil keluaran energi dari Generator diberikan beban lampu yang diamati besaran tegangan dan arus yang dihasilkan selama pembebatan yang dilakukan.



Gambar 5. Pengambilan data generator dengan beban 10W dan 30W.

Gambar 5 adalah proses pengambilan data pada pembebanan pada lampu 10W, 20W dan 30W yang dilakukan di sungai Krukut dari penelitian ini hasil dari uji coba yang dilakukan pada sungai selama 4 jam pada pukul 17:00-21:00 WIB data yang diperolah kemudian diolah dan di masukkan kedalam tabel, Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Data Generator Dengan Beban 10W, 20W dan 30W

Waktu	Hasil Pengambilan Data Generator				
	Debit Air (m ³)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
17:00	2.14	253.7	10.5	1.1	11.5
18:00	2.15	254	10.3	1.2	12.3
19:00	2.16	253.4	10.1	1.3	13.1
20:00	2.18	253	10	1.35	13.5
21:00	2.20	253.9	9.8	1.4	13.7
Rata-rata	2.17	253.6	10.1	1.2	12.8

KESIMPULAN

Hasil pengukuran debit air sungai sebesar 2.23m³/s dengan pengujian putaran turbin mendapat nilai tertinggi 271RPM dan Pengujian pada generator tertinggi 1080 RPM menghasilkan tegangan 77.4Vdc. Pembangkit listrik tenaga piko hidro mampu dimanfaatan energinya untuk penerangan jalan pada jembatan penyebrangan sungai dengan daya terbesar 13.7W. Waktu yang diperlukan untuk pengecasan baterai 8Ah dengan rata-rata tegangan 12,8V dan Arus 0.98A yaitu 8jam serta tegangan pada baterai 13.6V. Hasil pengujian beban dengan lampu 10W dengan nilai terbesar yaitu 296RPM dengan 12.4V dan 0.29A serta daya 3.59W, Pada lampu 20W dan 30W dengan nilai terbesar yaitu 262RPM dengan 10V dan 0.67A serta daya 6.7W, Pada lampu 10W, 20W dan 30W dengan nilai terbesar yaitu 252RPM dengan 9.8V dan 1.4A serta daya 13.7W. Pemanfaatan dalam turbin air PLTPH di sungai krukut untuk menghasilkan listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan untuk penerangan jalan jembatan disekitar sungai krukut. Studi kelayakan menunjukan bahwa pemanfaatan pembangkit listrik tenaga pico hidro disungai krukut layaknya untuk dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, D. P., Saefudin, D., Handayani, P., Sugiarta, Y. G., Vauzia, F., & Suyanto, S. (2023). Desain dan implementasi rangkaian konverter jenis non-isolated buck and boost DC-DC. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 3(3), 247–254. <https://doi.org/10.35313/jitel.v3.i3.2023.247-254>
- Asgar, D., & Natsir, A. (2017). *Pra perencanaan teknik pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTM) Kokok Babak, Lombok Tengah* [Pre-engineering planning of hydro power Kokok Babak, Central Lombok].
- Fitmawati, F., Isda, M. N., Isnaini, I., Sofiyanti, N., & Roza, R. M. (2019). Inovasi teknologi hidroponik melalui pemanfaatan barang bekas dan nutrisi buatan sendiri sebagai usaha peningkatan pendapatan petani di Desa Kualu Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 1, 499–505. <https://doi.org/10.31258/unricsce.1.499-505>
- Gultom, N., & Syarifuddin Kadir, B. (2022). Analisis debit air di daerah tangkapan air (DTA) Barabai Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(5).
- Hartanto, B., Sekolah, S., Maritim, T., & Stimaryo, Y. (2019). Kebijakan pemanfaatan energi dan sumberdaya energi mineral kelautan Indonesia.
- Husada, H. (2015). Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan jaringan sensor nirkabel dengan pemakaian daya tepat guna.
- IIS Maidah. (2018). Analisis debit air sungai pada Sungai Barumun Desa Simanulang Jae Kabupaten Padang Lawas Kecamatan Barumun. <http://repository.upp.ac.id/id/eprint/623>
- Muhammad, J., Sherwin, R., & Sompie. (2019). Rancang bangun alat pemantau arus dan tegangan di sistem panel surya berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8.
- Muzaka, K., Prayogo, G. S., & Pamuji, D. R. (2021). Pemanfaatan teknologi pembangkit listrik tenaga pikohidro di Desa Pesucen Kabupaten Banyuwangi. *Journal of Social Responsibility Projects by Higher Education Forum*, 1(3).
- Penche, & Minas. (1998). *Layman's guidebook on how to develop a small hydro site*.
- Sari, E. R., & Sapa, D. A. (2010). Pembuatan dan pengujian model turbin ulir.
- Sugiri, A., Yudi Eka R., & A., Jurusan Teknik Mesin, D., Teknik Universitas Lampung. (2013). Studi potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal FEMA*, 1(1).



Sulaiman, D., Romadhoni, W., & Purnama, P. (2021). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hydro pada anak sungai di Bulungan. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 61–66. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.61-66>

Yusmartato, Z., Pelawi, Z., Yusniati, F., Fauzi, & Shalahuddin Alayubi Sitanggang. (2022). Pemanfaatan aliran air untuk pembangkit listrik. *Journal of Electrical Technology*, 7(1).

Analisa Nilai Faktor Daya pada Panel Low Voltage Main Switch Board Gedung XYZ Jakarta

Dedyi Susanto¹, Kiswanta^{2*}

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

²dosen00787@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 8 Februari 2025
revisi : 6 April 2025
diterima : 9 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Besar energi listrik yang dikonsumsi dipengaruhi oleh beban yang digunakan. Beban listrik mempunyai sifat resistif, induktif, dan kapasitif. Karakteristik ini akan berdampak pada sistem tenaga listrik, khususnya faktor daya. Nilai faktor daya dibatasi dari 0 sampai dengan 1. Jika nilai faktor daya mendekati 1, daya aktif tinggi maka sistem tenaga listrik akan lebih baik dan sebaliknya, jika lebih rendah mendekati hingga 0 maka daya aktif rendah. Sehingga lebih sedikit energi listrik yang dapat digunakan dari sejumlah energi yang tampaknya sama. Standar nilai minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah $>0,85$. Apabila faktor daya kurang dari 0,85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours. Beban yang beroperasi normal sesuai dengan faktor daya lagging. Dalam kasus tersebut, ada aliran daya reaktif sehingga kapasitas sistem berkurang, hal ini dapat meningkatkan kerugian sistem dan mengurangi tegangan system, di satu sisi, faktor daya rendah berarti tagihan listrik akan menjadi lebih tinggi untuk konsumsi daya pada konsumen. Koreksi faktor daya diterapkan untuk menetralkan sebanyak mungkin arus magnetisasi dan untuk mengurangi kerugian di sistem distribusi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur, menganalisis, menghitung dan mensimulasikan daya pada LVMSB di gedung XYZ. Metode yang digunakan adalah dengan menginput nilai tegangan, daya nyata, dan ampere aktual dari kondisi sebenarnya sehingga diperoleh nilai faktor daya dari kondisi saat ini. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pada saat observasi nilai terendah faktor daya sebesar 0,88 dan pada saat perhitungan nilai faktor daya tertinggi sebesar 0,94 atau 7% lebih tinggi dari pada pengukuran.

Kata kunci : Daya nyata, Energi listrik, Faktor daya

ABSTRACT

Electrical loads have resistive, inductive and capacitive properties. These characteristics will have an impact on the electric power system, especially the power factor. The power factor value is limited from 0 to 1. If the power factor value is close to 1, the active power is high then the electric power system will be better and vice versa, if it is lower, close to 0 then the active power is low. So less electrical energy can be used from what appears to be the same amount of energy. The minimum standard value for power factor set by PLN based on SPLN

70-1 regulations is >0.85 . If the power factor is less than 0.85, PLN will take into account the excess use of Kilo Volt Ampere Reactive Hours. Normally operating loads correspond to the lagging power factor. In this case, there is a flow of reactive power so that the system capacity is reduced, this can increase system losses and reduce system voltage. On the one hand, a low power factor means that electricity bills will be higher for consumer power consumption. Power factor correction is applied to neutralize as much magnetizing current as possible and to reduce losses in the distribution system. The aim of this research is to measure, analyze, calculate and simulate the power at the LVMSB in the XYZ building. The method used is to input the actual voltage, real power and amperage values from actual conditions to obtain the power factor value from current conditions. Based on the research results, it was found that at the time of observation the lowest value of the power factor was 0.88 and at the time of calculation the highest power factor value was 0.94 or 7% higher than the measurement.

Keywords: Real power, Electrical energy, Power factor

PENDAHULUAN

Penggunaan pasokan listrik berkapasitas tinggi seringkali digunakan untuk tujuan komersial atau professional ketika menggunakan listrik berkapasitas tinggi, terkadang kita menemui banyak permasalahan berbeda (Marpaung et al., 2020). Permasalahan tersebut adanya rugi-rugi jaringan dan penurunan tegangan yang terjadi pada saluran (Wildan Arif Billahi, 2021). Perkembangan teknologi akhir-akhir yang mengalami kemajuan cukup pesat, ditandai dengan adanya elektronika atau yang biasa disebut dengan muatan listrik, salah satu permasalahan yang berkaitan dengan pendistribusian energi listrik ke pusat distribusi adalah penurunan faktor daya akibat penggunaan beban listrik induktif (Esye & Lesmana, 2021).

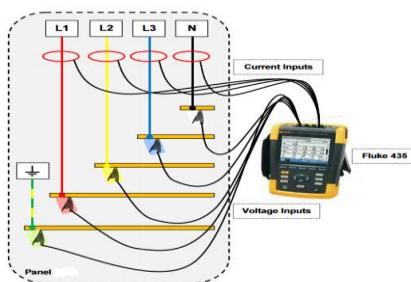
Beban yang beroperasi normal sesuai dengan faktor daya lagging. Dalam kasus tersebut, ada aliran daya reaktif sehingga kapasitas sistem berkurang, hal ini dapat meningkatkan kerugian sistem dan mengurangi tegangan *system*, di satu sisi, faktor daya rendah berarti tagihan listrik akan menjadi lebih tinggi untuk konsumsi daya pada konsumen (Maharani, 2021) Koreksi faktor daya diterapkan untuk menetralkan sebanyak mungkin arus magnetisasi dan untuk mengurangi kerugian di sistem distribusi. Ini menawarkan banyak manfaat untuk komersial konsumen listrik, termasuk mengurangi tagihan listrik sebesar menghilangkan biaya pada daya reaktif, dan mengurangi kerugian membuat kVA tambahan dari suplai yang ada (Pasangkunan et al., 2021) Masalah lain yang ditemui pada sistem tegangan tinggi adalah Faktor daya rendah. Hal ini terjadi ketika kebutuhan daya reaktif lebih tinggi dibandingkan kebutuhan daya aktif, faktor daya yang rendah dapat mengakibatkan peningkatan konsumsi energi, penurunan efisiensi sistem, dan denda dari perusahaan utilitas (Naibaho, 2019).

Untuk mengatasi masalah tersebut koreksi faktor daya harus digunakan. Kapasitor koreksi faktor daya digunakan untuk mengkompensasi kebutuhan daya reaktif, meningkatkan faktor daya keseluruhan dan mengurangi biaya energy, oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk

mengetahui nilai faktor daya selama operasi kerja dan menghitung nilai dari faktor daya serta membandingkan sesuai dengan standar acuan faktor daya. Metode yang digunakan yaitu pendekatan penelitian kuantitatif dengan bantuan alat ukur Power Quality Analyzer FLUKE 435 Series II dan simulasi aliran daya menggunakan software ETAP.

TEORI

Data yang dibutuhkan merupakan data yang di ambil dari Gedung XYZ seperti data beban yang ada pada Lvmsb meliputi faktor daya, kW, kVAR, kVA dan data yang dibutuhkan lainnya sehingga dapat diketahui berapa nilai faktor daya yang ada pada Lvmsb, lihat seting peralatan sesuai pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pengukuran PQA.

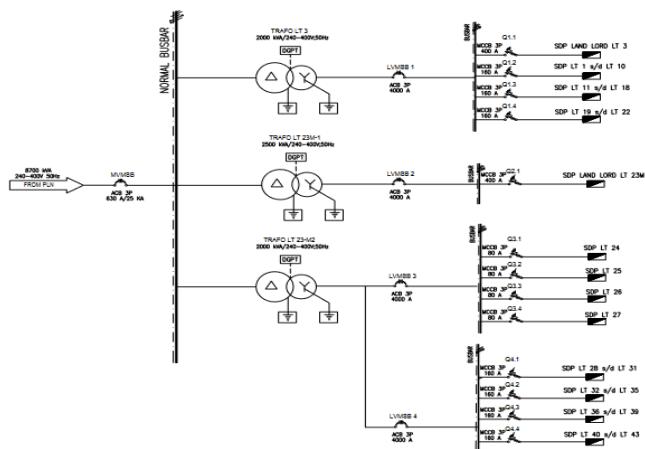
METODOLOGI PENELITIAN

Analisis data merupakan bagian dalam penelitian, terutama jika di gunakan untuk membuat kesimpulan tentang masalah yang diteliti. Teknik analisis yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisa data. Penggunaan statistik deskriptif merupakan salah satu yang biasa digunakan peneliti dan praktisi data sebagai teknik analisis data. Teknik ini biasanya digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan data-data yang sudah terkumpul sebelumnya tanpa merubah sumber datanya. Analisa ini akan meliputi perhitungan beban pada LVMSB, perhitungan rata-rata faktor daya pada saat jam kerja sehingga mendapatkan nilai faktor daya maksimal beban.

Electric Transient Analysis Program (ETAP) merupakan software yang digunakan untuk menganalisis sistem tenaga listrik. Software ETAP dapat bekerja secara offline (untuk simulasi sistem tenaga listrik) maupun secara online yang bertujuan untuk menganalisis data secara real time seperti halnya SCADA (Kurniawan et al., 2019). Software ETAP bermanfaat dalam perencanaan sistem kelistrikan. Dalam ETAP, terdapat jenis-jenis elemen seperti elemen AC, instrument maupun elemen DC. Analisis aliran daya merupakan suatu analisis yang digunakan untuk mengetahui kondisi sistem dalam keadaan normal, sehingga diperlukan dalam perencanaan sistem dimasa depan dan merupakan evaluasi terhadap sistem yang ada. Analisis ini meliputi penentuan besarnya nilai tegangan (V), daya aktif (P) dan reaktif (Q) serta sudut fasa (ϕ) masing-masing bus pada sistem. (Kiswanta, E. Sumarno, K. Santosa, K. Indrakoesoema, 2019).

Data yang diperlukan untuk analisis aliran daya adalah sebagai berikut: Data pembangkit yaitu kapasitas daya aktif (P) dalam satuan Watt (Watt) dan reaktif (Q) dalam satuan Volt Ampere (VA), tegangan terminal (V) dalam Kilovolt (KV). Data Transformator Daya yaitu kapasitas masing-masing trafo dalam kiloVolt Ampere (kVA), tegangan (V) dalam Kilovolt (KV). Data saluran transmisi dan Data beban daya aktif (P).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Single line diagram listrik gedung XYZ.

Berikut merupakan hasil pengukuran Aliran daya pada Gedung XYZ Jakarta yang memiliki diagram seperti Gambar 2 yang diisikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil observasi faktor daya.

No	Aspek Yang Diamati	Observasi
1	Faktor daya sebelum dihubungkan ke kapasitor bank	0.88
2	Faktor daya sesudah dihubungkan ke kapasitor bank	0.93

Observasi dilakukan pada jam 08.00 pada panel LVMSB untuk mengetahui berapa faktor daya ketika sebelum dan sesudah dihubungkan pada kapasitor bank yang terpasang dalam observasi ini. Setelah melakukan observasi secara manual maka selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer untuk mengetahui lebih detail mengenai berapa besaran faktor daya yang terjadi pada sistem LVMSB. Pengukuran dilakukan selama 7 hari untuk mengetahui nilai faktor daya yang berfluktuatif dengan beban yang terpakai saat pengukuran.

Pengukuran dilakukan pada panel LVMSB Gedung XYZ Jakarta dengan Durasi pengukuran pada panel selama 7 hari dan interval waktu pengambilan data setiap 10 detik. Langkah – langkah yang diakukan antara lain: Menghidupkan Power Quality Analyzer FLUKE 435 Series II sebagai alat ukur yang digunakan. Menghubungkan clamp i430TF pada masing-masing fasa R, S, T panel dengan pola warna yang sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3. Clamp i430TF

Menghubungkan jumper tegangan R, S, T serta grounding pada panel sesuai warna masing-masing kemudian dikoneksikan pada alat ukur sesuai Gambar 4.



Gambar 4. Jumper tegangan.

Pada tampilan menu alat ukur setting pada power & energy sesuai Gambar 5. Setelah pengukuran sudah benar selanjutnya mulai recording atau perekaman dan simpan hasil pengukuran.



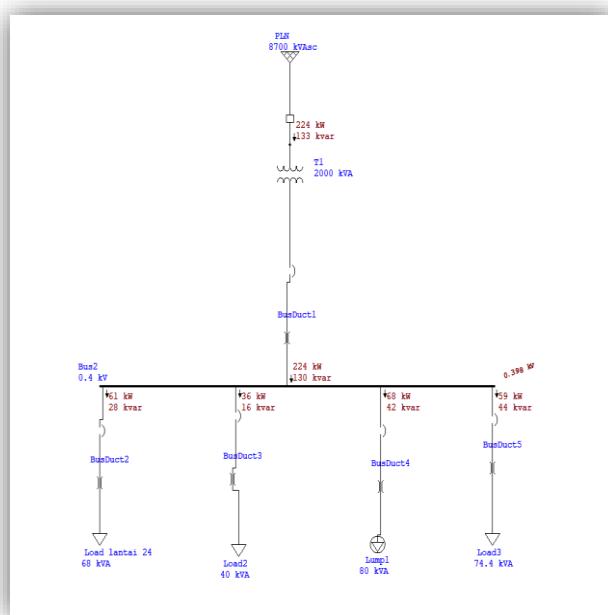
Gambar 5. Tampilan menu alat ukur PQA.

Setelah data selesai direkam langkah selanjutnya adalah transfer data hasil rekaman dari alat ukur Power Quality and Energy Analyzer Fluke 435 series II ke komputer. Langkah berikutnya sebagai berikut: Save lalu Matikan alat ukur dan lepaskan memory pada alat ukur. Install software power log sebagai interface Power Quality and Energy Analyzer Fluke 435 series II. Buka software power log lalu pilih download recorded data pada menu toolbar untuk menyimpan hasil pengukuran di komputer. Membuka folder data (SD card.fpq) yang telah disimpan pada komputer.

Analisis kinerja suatu sistem tenaga dalam keadaan operasi normal disebut *power flow study*. Hasil yang ingin dicapai dari *load flow study* ini merupakan menentukan tegangan, arus,

aliran daya aktif dan reaktif pada system tenaga untuk suatu kondisi beban tertentu. Tujuan dari analisis aliran beban dalam system tenaga listrik untuk keperluan perencanaan dan perancangan guna menentukan kondisi operasi optimal pada system yang ada (existing) dan untuk menentukan perluasan system yang akan datang secara optimal.

Sesuai Gambar 6 dengan Etap, sumber dari PLN menyuplai tegangan sebesar 20 kV, 8700 kVA dan 251 Ampere. Daya pada Bus 1 dalam keadaan beban yang mengalir 224 kW, 133 kvar dan pada Bus 2 setelah melewati Busduct 1 menjadi 224 kW, 130 kvar setelah itu pada Busduct 2 untuk load lantai 24 sebesar 61 kW, 28 kvar, pada Busduct 3 load lantai 25 sebesar 36 kW, 16 kvar, pada Busduct 4 load lantai 26 sebesar 68 kW, 42 kvar dan pada Busduct 5 load lantai 27 sebesar 59 kW, 44 kvar. Berikut simulasi dan hasil simulasi aliran daya yang terjadi pada Gedung XYZ Jakarta.



Gambar 6. One line diagram etap

Tabel 2. Bus loading summary report.

BUS ID	kV	Constant kVA		Constant Z		Constant I		Generic		Total Bus Load			
		MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MVA	%PF	Amp	
Bus 1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0,261	86,1	7,5	
Bus 2	0,400	0,041	0,026	0,183	0,105	0	0	0	0	0,259	86,4	376,1	

Pada Tabel 2. merupakan hasil dari simulasi menggunakan Etap dengan mengambil data pada report manager, data pada Bus 1 dengan tegangan 20 kV Total Bus Load 0,261 MVA dengan faktor daya 86,1 dan ampere 7,5. pada Bus 2 dengan tegangan 0,400 kV atau 400 terbaca pada Constant kVA 0,041 MW dan 0,026 Mvar, Constant Z 0,183 dan 0,105 Mvar, pada Bus Load 0,259 MVA dengan faktor daya 86,4 dan ampere 376,1. Hasil report manager pada Etap penulis hanya mengambil data Bus loading summary report dan data summary loading dan demand yang ada pada Tabel 3.

Tabel 3. Summary loading dan demand

Ringkasan Generasi, Pembebanan & Permintaan Total				
	MW	Mvar	MVA	%PF
Source (Swing Buses)	0,224	0,113	0,261	86,09 Lagging
Source (Non-Swing Buses)	0,000	0,000	0,000	
Total Demand	0,224	0,113	0,261	86,09 Lagging
Total Motor Load	0,041	0,026	0,049	85,00 Lagging
Total Static load	0,183	0,105	0,210	86,77 Lagging
Total Constant I Load	0,000	0,000	0,000	
Total Generic Load	0,000	0,000	0,000	
Apparent Losses	0,000	0,002		
System Mismatch	0,000	0,000		

KESIMPULAN

Gambaran sistem distribusi listrik di Gedung XYZ mendapatkan supply Tegangan listrik dari PLN sebesar 20 kV dan daya sebesar 8700 Kva, kemudian Tegangan diturunkan melalui trafo Step Down dengan kapasitas 2000 kVA menjadi 400 V lalu didistribusikan ke beban panel LVMSB kemudian dibagi ke beberapa SDP yaitu lantai 24 dengan static load 60 kVA, lantai 25 dengan static load 40 kVA, lantai 26 lumped load 80 kVA dan lantai 27 dengan static load 74,4 kVA. Pengukuran dilakukan pada panel Lvmsb Gedung XYZ Jakarta dengan Durasi pengukuran pada panel selama 7 hari dan interval waktu pengambilan data setiap 10 detik dengan menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer FLUKE 435 Series II. Mendapatkan hasil data yang diperoleh dari alat ukur berupa daya nyata (kW), daya semu (kVA), daya reaktif (kVAR) dan faktor daya ($\cos \phi$). Hasil Pengukuran nilai faktor daya menggunakan alat Power Quality Analyzer mendapatkan nilai tertinggi sebesar 0,95 dan nilai terendah sebesar 0,90. Hasil perhitungan mendapatkan nilai faktor daya tertinggi sebesar 0,94 dan nilai terendah sebesar 0,85, Hasil Simulasi mendapatkan nilai rata-rata faktor daya sebesar 86,2. Hasil Pengukuran faktor daya masih dikategorikan normal karena standar PLN yang ditetapkan berdasarkan peraturan SPLN 70-1 $>0,85$.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin, A., Mudjiono, E., Prasetyo, B. E., & Grandyana, N. (2020). Kajian teknis dan ekonomis pemasangan capacitor bank 2×400 kVAR di PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) Tuban. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 7(1), 37–42. <https://doi.org/10.33795/elposys.v7i1.96>
- Afandi, A., & Afifah, F. (2018). Analisa penggunaan kapasitor bank dalam upaya perbaikan faktor daya. *Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta*, 3(2).
- Apriani, Y. (2021). Analisa sistem pengaman motor listrik dengan menggunakan main control

center (MCC) PT Perta-Samtan Gas Sungai Gerong. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 45–55. <https://doi.org/10.36546/te.v9i1.378>

Basudewa, D. A. (2020). Analisa penggunaan kapasitor bank terhadap faktor daya pada Gedung IDB Laboratory UNESA. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), 697–707.

Esye, Y., & Lesmana, S. (2021). Analisa perbaikan faktor daya sistem kelistrikan. *XI*(1), 103–113.

Ferdiansah, B., Margiantono, A., & Ahmad, F. (2023). Analisis pengaruh kapasitor bank terhadap nilai faktor daya dan nilai jatuh tegangan. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(2), 234–241. <https://doi.org/10.37905/jeee.v5i2.20893>

Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi daya listrik pada dispenser dengan jenis merk yang berbeda menggunakan inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37–42. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.37-42>

Husna, J., & Pelawi, Z. (2018). Menentukan indeks SAIDI dan SAIFI pada saluran udara tegangan menengah di PT PLN Wilayah NAD Cabang Langsa. *Buletin Utama Teknik*, 14(1), 13–17.

Indra Roza, F. I., & Pasaribu, D. (2021). Analisa pengaruh penggunaan VSD (variable speed drive). 4(1), 0–7.

Isac. (2019). *Power quality analyzer*.

Kiswanta, E., Sumarno, K., Santosa, K., Indrakoesoema, K., & H. (2019). Desain listrik untuk pemurnian helium dan sistem pasokan RDE. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/5/052001>

Kurniawan, R., Daud, M., & Hasibuan, A. (2022). Study of power flow and harmonics when integrating photovoltaic into microgrid. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 5(1), 33–46. <https://doi.org/10.46574/motivection.v5i1.171>

Kurniawan, R., Hani, S., & Kristiyana, D. S. (2019). Analisa aliran daya pada sistem tenaga listrik di PT Kirana Megatara menggunakan software Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 12.6. *Jurnal Elektrikal*, 6, 62–69.

Lestari, P. D. (2020). Analisa perhitungan nilai kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya pada PT Karya Toha Putra. 12(1), 15–21.

Maharani, G. S. (2021). Analisis kualitas daya listrik pada industri kayu lapis.

Maharani, G. S., Pravitasari, D., Nisworo, S., & Universitas Tidar. (2021). Analisis kualitas daya listrik pada alat bengkel. *Prosiding SENASTER Fakultas Teknik Universitas Tidar*, 1(1), 112–156.

Marpaung, C. O. P., Siahaan, U., & Sudarwani, M. M. (2020). Perancangan sistem microgrid untuk mempercepat akses terhadap energi listrik pada kawasan wisata Setu Rawalumbu Kota Bekasi. *JURNAL Comunità Servizio*, 2(1), 352–378. <https://doi.org/10.33541/cs.v2i1.1659>

Marzuki, A., & Ramli. (2019). Perancangan dan penggunaan low pass filter pada beban non linier. *Vokasi*, 14(1), 9–15.

Naibaho, N. (2019). Komparatif antara penggunaan kapasitor daya. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

Pasangkunan, R., Karim, S. A., & Universitas Negeri Makassar. (2021). Pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap faktor daya pada reefer plug di PT Pelindo IV Makassar Branch New Port. 19(1), 26–30.

Popescu, M., Bitoleanu, A., Linca, M., & Suru, C. V. (2021). Improving power quality by a four-wire shunt active power filter: A case study. *Energies*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/en14071951>

Refaldi, I., Basir, Y., & Yusa Wardhani, D. U. (2022). Analisis fluktuasi beban terhadap efisiensi generator sinkron di PT Pembangkit Listrik Palembang Jaya. *Jurnal Ampere*, 6(2), 91. <https://doi.org/10.31851/ampere.v6i2.7293>

Roza, I. (2018). Analisis penurunan cos phi dengan menentukan kapasitas kapasitor bank pada pembangkit tenaga listrik pabrik kelapa sawit (PKS). *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 2(1).

Rusdiansyah, & Sarri, T. C. (2023). Analisis perbaikan faktor daya untuk efisiensi pembebanan pada RSUD I.A. Moeis Samarinda. 1(1), 126–139.

Sahidanto, M. H. S., Wafiq, B., Zain, H. A., Nurulita, F. A., & Putri, T. E. (2023). Analisis metode sisip trafo satu fasa dan rekonfigurasi jaringan dalam mengatasi trafo overload. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 4(2), 46–52. <https://doi.org/10.22146/juliet.v4i2.84940>

Sari, F., & Darwanto, A. (2021). Analisis sistem eksitasi pada generator paralel terhadap daya reaktif. *Jurnal Teknologi*, 14(1), 10–19. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i1.3276>

Rizqiya, V. B. (2018). Analisis perencanaan perbaikan faktor daya sebagai upaya optimasi daya listrik. *UNNES Library*.

Billahi, W. A. (2021). Analisis perubahan nilai faktor daya terhadap pemasangan kapasitor bank.

Yuniarto, Y., & Ariyanto, E. (2018). Korektor faktor daya otomatis pada instalasi listrik rumah tangga. *Gema Teknologi*, 19(4), 24. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i4.19153>

Analisa Pengaruh Konduktivitas Tembaga Terhadap Hasil *Projection Welding* Seat Assy di PT. Selamat Sempurna Tbk.

Haryono¹, Ariyawan Sunardi²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹ha_ryono@yahoo.co.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 9 Februari 2025
revisi : 8 April 2025
diterima : 11 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Dalam industri, improvisasi bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi dan mengurangi jumlah produk cacat. Ketika melakukan pengelasan pada material SPC (Steel Plate Coiled) dengan mesin *projection welding*, kerusakan produk sering terjadi akibat elektroda yang kotor setelah proses pengelasan. Untuk mengoptimalkan hasil pengelasan dan meminimalkan cacat produksi, material elektroda tembaga diganti dari Ni Be Cu (Nikel Beryllium Tembaga) menjadi Cu Cr Zr (Tembaga Kromium Zirkonium). Pengujian elektroda meliputi pengujian resistansi material, kekerasan, dan kualitas pengelasan. Desain elektroda menggunakan desain yang sudah ada. Hasil pengujian menunjukkan bahwa material tembaga Cu Cr Zr memiliki kekerasan sebesar 76 HRB dan resistansi sebesar 0,016 mΩ, sedangkan Ni Be Cu memiliki kekerasan sebesar 86,5 HRB dan resistansi sebesar 0,023 mΩ. Pengujian pengelasan dengan parameter waktu tekan 28 ms, arus pengelasan 30 kA, waktu tahan 15 siklus, tekanan udara 5 bar, menunjukkan bahwa elektroda Cu Cr Zr lebih efisien dengan persen deviasi sebesar 6,24% untuk nilai output aktual arus dan nilai Cpk 5,66 untuk pengujian kekuatan hasil pengelasan, dibandingkan dengan Ni Be Cu yang memiliki persen deviasi sebesar 14,87% untuk nilai output aktual arus dan nilai Cpk 3,43 untuk pengujian kekuatan hasil pengelasan. Dengan perubahan material elektroda, terjadi penurunan produk *reject* sebesar 18,7% dikarenakan kegagalan dalam proses pengelasan.

Kata kunci: Resistance spot welding; seat assy; improvement material elektroda

ABSTRACT

In industry, improvisation aims to improve production quality and reduce the number of defective products. When welding SPC (Steel Plate Coiled) material with a projection welding machine, product damage often occurs due to dirty electrodes after the welding process. To optimize welding results and minimize production defects, the copper electrode material was changed

from Ni Be Cu (Nickel Beryllium Copper) to Cu Cr Zr (Copper Chromium Zirconium). Electrode testing includes testing material resistance, hardness and welding quality. The electrode design uses existing designs. The test results show that the Cu Cr Zr copper material has a hardness of 76 HRB and a resistance of 0.016 mΩ, while Ni Be Cu has a hardness of 86.5 HRB and a resistance of 0.023 mΩ. Welding tests with parameters of press time of 28 ms, welding current of 30 kA, hold time of 15 cycles, air pressure of 5 bar, show that the Cu Cr Zr electrode is more efficient with a percent deviation of 6.24% for the actual output current value and Cpk value of 5, 66 for testing the strength of welding results, compared to Ni Be Cu which has a percent deviation of 14.87% for the actual output current value and a Cpk value of 3.43 for testing the strength of welding results. With the change in electrode material, there was a decrease in rejected products by 18.7% due to failure in the welding process.

Key words: Resistance spot welding; Seat assembly; Improved electrode material

PENDAHULUAN

Persaingan di dunia industri semakin bertambah seiring perkembangan jaman. Perusahaan menuntut adanya peningkatan kualitas dari produk yang dihasilkan. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan improvisasi dan inovasi dalam meningkatkan kualitas dari produk. Improvisasi juga diperlukan untuk penurunan cacat produksi, sehingga biaya produksi dapat ditekan semaksimal mungkin (Sumarno et al., 2023).

Mesin projection welding merupakan salah satu dari jenis resistance spot welder yang dipergunakan oleh PT. Selamat Sempurna Tbk dalam membentuk filter oli dari meteial baja SPC. Dalam proses pembentukannya, mesin *projection welding* menggunakan elektroda yang terbuat dari meteial tembaga untuk menyatukan material baja SPC dengan cara mengalirkan energi arus listrik melalui elektroda sehingga material tersebut panas dan menjadi komponen *seat assy*.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis material elektroda yang terbaik antara tembaga jenis Ni Be Cu dan Cu Cr Zr dengan melakukan pengujian *Electrical Conductivity* dan *Resistance*. Serta Menghitung efektivitas *improvement* penggantian material elektroda dari tembaga jenis Ni Be Cu dan Cu Cr Zr.

TEORI

Produk *reject* pada *element cover (elco)* yang terjadi pada mesin *Resistance Spot Welding Auto Rotary* disebabkan oleh komponen *element cover* tidak center dengan *ring mould* pada saat proses *loading* ke *ring mould* sebelum proses las antara komponen *element cover* dengan komponen *seat* (Sitepu, 2020).

Lean Six Sigma merupakan salah satu inisiatif paling populer di berbagai sektor industri, termasuk manufaktur industri. Pendekatan Six Sigma digunakan sebagai alat dalam memecahkan masalah produksi yang dapat dirumuskan sebagai terobosan dalam

peningkatan produksi, mengurangi cacat produk, mengurangi biaya produksi, memperpendek siklus produksi, meningkatkan pertumbuhan pangsa pasar, hingga mempertahankan pelanggan (Kurnia & Purba, 2021).

Parts Per Million (ppm) ini mewakili rasio antara jumlah unit zat tertentu dengan satu juta unit total larutan. Pengukuran ppm tidak hanya digunakan dalam pengukuran ilmiah, tetapi juga memainkan peran penting dalam penilaian kinerja kualitas. Pelanggan sering menggunakan ppm sebagai ukuran untuk mengevaluasi kualitas produk atau layanan (Raman & Basavaraj, 2019).

Untuk menghitung ppm dalam perhitungan produk defect yang terjadi, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ppm = \frac{x}{y} * 10^6 \quad (1)$$

Dimana:

1. x adalah jumlah dari produk defect.
2. y adalah jumlah total keseluruhan produk.
3. ppm adalah produk defect dalam part per million (ppm)

Material baja merupakan suatu jenis logam yang terdiri dari unsur besi (Fe), karbon (C) dan unsur lainnya. Steel plate hot rolled deep drawing atau disingkat dengan SPHD merupakan salah satu jenis steel plate coil yang biasanya memiliki kadar karbon rendah, permukaan yang lebih halus dan mudah dibentuk.

Material Tembaga memiliki sifat lunak tembaga dapat dijelaskan oleh konduktivitas listriknya yang tinggi ($59,6 \times 10^6 \text{ S/m}$) dan oleh karena itu juga mempunyai konduktivitas termal yang tinggi (kedua tertinggi) di antara semua logam murni pada suhu kamar.

Tembaga tidak bereaksi dengan air, namun ia bereaksi perlahan dengan oksigen dari udara membentuk lapisan coklat-hitam tembaga oksida. Berbeda dengan oksidasi besi oleh udara, lapisan oksida ini kemudian menghentikan korosi berlanjut (Sifa, 2016).

Konduktivitas Pada Logam karena adanya pergerakan elektron tersebut memicu terjadinya efek kelistrikan. Efek kelistrikan inilah yang menentukan konduktivitas dan resistivitas suatu bahan. Kedua sifat ini dapat diketahui melalui perhitungan. Oleh sebab itu praktikum ini dilakukan untuk menentukan besarnya nilai resistivitas suatu material, sehingga nantinya dapat diketahui jenis material tersebut (Eko Pramono, M., Putri Riadi, N., & Anggoro, 2020).

Elektroda mesin resistance spot welding dan projection welding untuk memilih elektroda yang sesuai dalam resistance spot welding, beberapa faktor perlu dipertimbangkan, seperti jenis dan ketebalan material yang akan dilas. Material konduktor untuk pengelasan dalam resistance spot welding memiliki beberapa syarat yang perlu dipenuhi, yaitu:

1. Konduktivitas Yang Baik

Semakin tinggi nilai konduktivitas suatu material, maka semakin baik dan semakin efisien untuk menghantar arus listrik melalui material tersebut.

2. Modulus Elastisitas Besar

Material konduktor pada elektroda harus memiliki sifat modulus elastisitas yang memadai agar dapat tahan terhadap deformasi selama proses pengelasan.

3. Koefisien Pemuaian Yang Kecil

Material konduktor harus memiliki sifat koefisien pemuaian yang rendah untuk memastikan bahwa material tersebut tidak mengalami perubahan dimensi secara signifikan saat terjadi panas selama proses pengelasan berlangsung.

4. Kekuatan Mekanis Yang Tinggi

Material konduktor harus memiliki kekuatan mekanis yang cukup memadai, sehingga tahan terhadap beban dan tekanan selama proses pengelasan.

Dalam proses *spot welding*, penentuan intensitas arus dan durasi waktu pengelasan saling terkait dan berpengaruh pada hasil sambungan las. Ini berarti bahwa jika intensitas arus tinggi, maka durasi waktu pengelasan akan lebih singkat, dan sebaliknya, jika intensitas arus rendah, durasi waktu pengelasan dapat lebih lama. Selain itu, faktor ini juga dipengaruhi oleh ketebalan material yang akan dilas (Ismail et al., 2024).

Welding Checker merupakan proses pengelasan resistance spot welding, welding checker dilakukan untuk menganalisis parameter kunci dalam proses pengelasan. parameter tersebut meliputi:

1. Tegangan (*Voltage*): Tegangan yang diterapkan pada elektroda selama proses pengelasan.
2. Daya (*Ampere*): Besaran arus listrik yang mengalir melalui elektroda dan benda kerja.
3. Gaya Tekan pada Elektroda (*Newton*): Tekanan yang dihasilkan oleh elektroda terhadap benda kerja selama proses pengelasan.
4. Siklus (Waktu): Durasi keseluruhan proses pengelasan, termasuk waktu pengelasan dan waktu pendinginan.

Pengukuran resistansi metode four point probe, resistansi atau Hambatan adalah sifat dari suatu material atau komponen yang menentang aliran arus listrik yang melewatkinya. Ini diukur dalam Ohm dan dilambangkan dengan simbol " Ω ". Resistensi muncul karena interaksi antara elektron dan atom atau molekul yang membentuk material (Riset et al., 2020).

Metode empat probe menggunakan pasangan elektroda terpisah: dua sebagai sumber arus dan dua lainnya sebagai detektor tegangan. Biasanya, metode ini digunakan untuk mengukur resistansi permukaan (sheet resistance) pada lapisan tipis atau substrat (Eko Pramono, M., Putri Riadi, N., & Anggoro, 2020).

METODOLOGI

Dalam penelitian ini, pemilihan meterial tembaga dilakukan berdasarkan konduktivitas listrik, konduktivitas termal dan tingkat kekerasan yang sesuai dengan

klasifikasi elektroda untuk mesin *resistance spot welding*. Yang kemudian dilakukan pengujian material tersebut untuk mengetahui nilai resistansi dan tingkat kekerasan serta nilai konduktivitas dari material tersebut.

Pengujian Pengelasan dilakukan dengan cara menggunakan elektroda tersebut pada mesin projection welding, pengelasan dilakukan terhadap 100 sampel percobaan pengelasan untuk menggabungkan komponen *elemen cover (elco)* dengan *seat* menjadi *seat assy*. Dimana setiap 4 sampel percobaan, akan dilakukan pengujian kekerasan sambungan pada komponen *seat assy*. Hal ini untuk mengetahui kualitas pengelasan dari elektroda tersebut. Pemantauan arus pengelasan dilakukan selama proses pengelasan sampel berlangsung menggunakan instrumen *welding checker*.

Alat Pengujian berupa mesin las projection manual PT. Selamat Sempurna Tbk departemen produksi Press Shop Spin On merupakan mesin resistance spot welding yang dioperasikan secara manual dengan satu operator.



Gambar 1. Mesin projection welding manual.

Mesin uji kekerasan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode uji kekerasan Brinell.



Gambar 1. Mesin uji kekerasan logam.

Alat pengujian pengelasan atau *welding checker* yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah keluaran Miyachi.



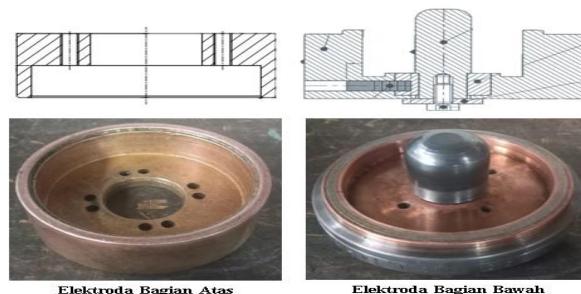
Gambar 3. Instrumen welding checker.

Instrument *DC Resistance Meter* yang dipergunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Four Point Probe (FPP)*.



Gambar 2. Instrumen DC resistance meter.

Desain elektroda untuk mesin *Resistance Spot Welding* yang dipergunakan dalam penelitian ini mengikuti desain elektroda yang telah ada (*existing design*). Desain tersebut memiliki kriteria sebagai berikut: Sistem plug-on (bongkar pasang) dengan mudah. Menggunakan sistem *Poka-yoke* (konsep anti salah). Mencegah centering tinggi (maks. 0.40 mm). Mencegah levelling tinggi (maks. 0.40 mm).



Gambar 3. Desain elektroda mesin resistance projection welding.

Parameter Welding Control merupakan parameter Pengelasan merupakan faktor penting yang mempengaruhi hasil pengelasan. Parameter yang akan digunakan dalam pengujian sebagai berikut:

Squeeze time	: 28 ms
Welding time 1 dan 2	: 03 dan 04 cycle
Welding current 1 dan 2	: 28 dan 30 kA
Hold time	: 15 cycles
Pressure angin	: 5 bars

Perhitungan Nilai Index Kapabilitas Proses (Cp dan Cpk) dalam melakukan perhitungan Cp dan Cpk, penulis menggunakan alat bantu berupa software Microsoft Excel (dengan resolusi perhitungan 2-digit dibelakang koma) dan Minitab.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian meterial tembaga Cu Cr Zr (Copper Chromium Zirconium) dan Ni Be Cu (Nickel Beryllium Copper) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Material Tembaga

No	Jenis Material (Tembaga)	Aktual Hardness (HB)	Aktual Hardness (HRB)	Standard Hardness (HRB)	Electrical Conductivity (%)	Resistance (mΩ)
1	Cu Cr Zr	113	76	70 - 80	80	0,016
2	Ni Be Cu	221	86.5	85 - 92	52	0,023

Dari hasil pengujian material tembaga yang terdapat pada tabel 1 dapat diketahui bahwa material Cu Cr Zr memiliki nilai konduktivitas yang lebih tinggi sehingga dapat menghantar arus listrik jauh lebih baik dibandingkan dengan material Ni Be Cu, hanya saja material tersebut memiliki tingkat kekerasan yang lebih rendah yang dapat menyebabkan deformasi (perubahan bentuk) apabila digunakan untuk proses pengelasan dalam jangka yang panjang.

Hasil pengujian pengelasan seat assy, pengujian pengelasan dilakukan menggunakan mesin projection welding manual, parameter pengelasan telah ditentukan sebelumnya. Proses pengujian pengelasan dilakukan sebanyak 100 kali percobaan pengelasan seat assy untuk setiap jenis material elektroda menggunakan mesin projection welding manual, dan dari setiap 4 kali percobaan pengelasan, akan dilakukan uji kekuatan pada seat assy untuk mengetahui hasil dari pengelasan tersebut.

Tabel 2. Rekap Hasil Uji Kekuatan Hasil Pengelasan

No	Uji Kekuatan Hasil Pengelasan	Satuan	Ni Be Cu	Cu Cr Zr
1	Welding Current	kA	30.00	30.00
2	Jumlah Pengambilan Sampel	Sampel	100.00	100.00
3	Nilai Ampere Minimum	kA	29.50	30.90

4	Nilai Ampere Maksimum	kA	30.10	31.10
5	Nilai Ampere Rata-rata	kA	29.90	30.96
6	Deviasi Ampere	%	14.87	6.24

Pada Table 2 dapat dilihat bahwa *output current* dari mesin *projection welding manual* saat melakukan uji pengelasan komponen seat assy menggunakan elektroda dari material *NiBeCu* dan *CuCrZr* elektroda dari material *CuCrZr* memiliki tingkat penyimpangan arus yang rendah dan cukup stabil dengan nilai deviasi sebesar 6,24%. Hal ini membuktikan bahwa konduktivitas listrik dari suatu material elektroda memiliki peranan penting dalam proses pengelasan, khususnya untuk pengelasan jenis *resistance spot welding*. Hasil pengujian destructive test kualitas pengelasan terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Destructive Test Kualitas Pengelasan

No	Uji Kekuatan Hasil Pengelasan	Satuan	Ni Be Cu	Cu Cr Zr
1	Target	kg/cm ²	30	30
2	Toleransi	%	20	20
3	Jumlah Sampel	Sampel	25	25
4	Nilai Minimum	kg/cm ²	29.57	33.52
5	Nilai Maksimum	kg/cm ²	30.98	33.95
6	Nilai Rata-rata	kg/cm ²	30.3	33.74
7	Standar Deviasi Proses (σ)	(σ)	0.53	0.13

Dari data uji kekuatan hasil pengelasan seat assy menggunakan elektroda *Ni Be Cu* dan *Cu Cr Zr* sebagai berikut: Perhitungan indeks kapabilitas *Cp* dan *Cpk* elektroda *Ni Be Cu* sebagai berikut:

$$USL = \text{Target} + \text{Toleransi} = 30 + (30 * 0,2) = 36$$

$$LSL = \text{Target} - \text{Toleransi} = 30 - (30 * 0,2) = 24$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{36 - 24}{6 * 0,53} = 3,77$$

$$Cpk = \min \left(\frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}, \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \right)$$

Dari perhitungan diatas, hasil uji kekuatan dari pengelasan menggunakan elektroda *Ni Be Cu* hasil *Cpk* sebesar 3,58. Nilai tersebut melampaui batas standar minimal *Cpk* yaitu 1,33. Hal ini menandakan bahwa elektroda tersebut mampu untuk menangani. Perhitungan indeks kapabilitas *Cp* dan *Cpk* elektroda *Cu Cr Zr* sebagai berikut:

$$USL = \text{Target} + \text{Toleransi} = 30 + (30 * 0,2) = 36$$

$$LSL = \text{Target} - \text{Toleransi} = 30 - (30 * 0,2) = 24$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{36 - 24}{6 * 0,13} = 15,38$$

$$Cpk = \min \left(\frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}, \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \right)$$

$$Cpk = \min \left(\frac{9,74}{0,39}, \frac{2,26}{0,39} \right) = 5,79$$

Dari perhitungan diatas, hasil kekuatan dari pengelasan menggunakan elektroda Cu Cr Zr memperoleh hasil Cpk sebesar 5,79. Nilai tersebut melampaui batas standar minimal Cpk yaitu 1,33. Hal ini menandakan bahwa elektroda tersebut mampu untuk menangani proses. Hasil improvisasi elektroda pada mesin *projection welding* terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Jenis Produk Reject

No	Jenis Reject	Sebelum Improvisasi		Reject	Produksi	PPM	Sesudah Improvisasi		Reject	Produksi	PPM
		Jan	Feb				2 bulan				
1	Spot Lepas	2	4	6		201	0	1	1		34
2	Las Lumer	13	9	22	29793	735	2	0	2	29612	236
3	Spot Terbakar	31	26	57		1913	4	7	11		203
4	Las Miring	5	7	12		403	3	1	4		135
	Total	51	46	97	29793	608	9	9	18	29612	608

Perbandingan jenis produk reject beserta jumlahnya antara sebelum dilakukan improvisasi dan sesudah dilakukan improvisasi material elektroda pada mesin projection welding. Perbandingan tersebut dimaksudkan untuk menilai tingkat keberhasilan improvisasi yang telah dilakukan.

PT. Selamat Sempurna Tbk memiliki standar minimal penurunan *reject ppm (part-per-million)* sebesar 10% setelah dilakukan improvisasi. Nilai penurunan *reject ppm (part-per-million)* sesudah dan sebelum improvisasi sebesar : $(608 / 3256) * 100 = 18,7\%$. Dengan hasil ini maka improvisasi dinyatakan sukses, melihat penurunan persentasi *reject ppm (part-per-million)* melebihi standar sebesar 10%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari trial pengujian elektroda dengan material tembaga jenis Cu Cr Zr dan Ni Be Cu pada mesin Projection Welding, dapat ditarik kesimpulan bahwa: Pengujian material tembaga jenis Cu Cr Zr menggunakan DC resistance meter memiliki konduktivitas yang lebih baik dengan nilai resistansi sebesar 0,016 mΩ dibanding dengan material tembaga jenis Ni Be Cu yang memiliki nilai resistansi 0,023 mΩ. Pengujian output arus

aktual menggunakan welding checker pada saat proses pengelasan menggunakan arus pengelasan sebesar 30 kA, material elektroda tembaga jenis Cu Cr Zr lebih stabil dengan rata-rata kuat arus sebesar 30,96 kA dengan penyimpangan arus sebesar 6,24% dibanding material elektroda tembaga jenis Ni Be Cu yang memiliki rata-rata kuat arus sebesar 29,90 kA dengan penyimpangan arus sebesar 14,87%. Pengujian kualitas pengelasan pada komponen seat assy menggunakan mesin destructive test, material elektroda tembaga jenis Cu Cr Zr memiliki hasil uji kekuatan lebih tinggi dengan perolehan rata-rata 33,74 kg/cm² dibandingkan dengan material elektroda tembaga jenis Ni Be Cu yang memiliki perolehan rata-rata 30,30 kg/cm². Standar minimal uji kekuatan hasil pengelasan yaitu sebesar 18 kg/cm² sesuai yang tertera pada SOP mesin. Pengujian kekuatan hasil pengelasan komponen seat assy menggunakan mesin destructive test, material elektroda tembaga jenis Cu Cr Zr memiliki nilai Cpk 5,66 lebih besar dibanding material elektroda tembaga jenis Ni Be Cu yaitu sebesar 3,43. Improvisasi berhasil, setelah dilakukan improvisasi pada material elektroda terjadi penurunan reject akibat kegagalan dalam proses pengelasan, penurunan tersebut sebesar 18,7%. PT. Selamat Sempurna Tbk memiliki standar minimal penurunan reject sebesar 10% apabila melakukan suatu improvisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Pramono, M., Putri Riadi, N., & Anggoro, D. (2020). Pengujian konduktivitas listrik material dengan metode four point probe (FPP). *Laporan Praktikum Fisika Laboratorium*.
- Ismail, N. I., Teknik, F., Giri, U. S., & Sidoarjo, K. (2024). Analisis parameter mesin spot welding terhadap kekuatan sambungan las pada komponen grill diffuser. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1).
- Kurnia, H., & Purba, H. H. (2021). A systematic literature review of Lean Six Sigma in various industries. *JEMIS: Journal of Engineering Management and Industrial Studies*, 9(2), 19–30. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2021.009.002.3>
- Raman, R. S., & Basavaraj, Y. (2019). Quality improvement of capacitors through fishbone and Pareto techniques. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 3878(2), 2248–2252. <https://doi.org/10.3940/ijrte.B2444.078219>
- Riset, P., Daya, S., & Nasional, B. S. (2020). Pengaruh tegangan uji terhadap nilai resistansi dari resistor standar dalam order giga ohm. *Prosiding Nasional*, 48–54.
- Sifa, A. (2016). Penuaan elektrode CuCr1Zr spot welding dengan pendekatan numerical. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(08), 42–45.
- Sitepu, (2020). Analisis reject dominan pada mesin las resistance spot welding auto rotary. *EPIC: Engineering and Technology*, 7(1), 11–20. <https://doi.org/10.32493/epic.v7i1.38199>
- Sumarno, E., Setiawan, R. A., Elektro, T., Pamulang, U., & Tangerang, K. (2023). Modifikasi sistem kontrol mesin curing guna mengurangi defect leaky bladder di PT XYZ. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 614–619.

Rancang Bangun Detektor Alpha Dengan Menggunakan BPX61 Dioda Berbasis Semikonduktor

Muhammad Rizki Fadhilah¹, Kiswanta^{1*}, Rezky Mahardika²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

²Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran – BRIN

¹muhammadrizki.f16@gmail.com, dosen00787@unpam.ac.id

²rezkymahardika90@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 11 Februari 2025
revisi : 10 April 2025
diterima : 13 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun detektor partikel alpha dengan menggunakan BPX61 DIODA berbasis semikonduktor. Pengujian dilakukan dengan sumber radiasi alpha (Am-241) dan pengukuran background lingkungan. Sinyal yang dihasilkan oleh detektor kemudian ditampilkan dalam bentuk gelombang menggunakan osiloskop dan diolah lebih lanjut menggunakan Arduino UNO untuk visualisasi grafis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa detektor ini mampu mendeteksi partikel alpha dengan jelas, membedakan antara sinyal dari sumber radiasi dan background. Analisis sinyal dilakukan untuk memastikan akurasi keandalan detektor dalam berbagai kondisi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi signifikan dalam pengembangan alat deteksi radiasi yang efisien dan terjangkau.

Kata Kunci: Arduino Uno, BPX61 DIODA, Detektor Partikel Alpha, Osiloskop, Pengukuran Background, Sampel Radiasi Am-241.

ABSTRACT

We conducted testing using an alpha radiation source (Am241) and measured the environmental background. The signal generated by the detector is then displayed in waveform using an oscilloscope and further processed using an Arduino UNO for graphical visualization. The test results show that this detector can detect alpha particles clearly, distinguishing between signals from radiation sources and backgrounds. Signal analysis was conducted to ensure the detector's accuracy under various conditions. This study's results are expected to significantly contribute to developing efficient and affordable radiation detection devices.

Keywords: Alpha Particle Detector, Arduino Uno, Am-241 Radiation Sample, BPX61 DIODE, Background Measurement, Oscilloscope.

PENDAHULUAN

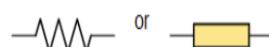
Radiasi alfa muncul ketika sebuah inti atom tidak stabil dan meluruh bersama partikel alfa, sedangkan radiasi beta muncul ketika sebuah inti atom mengalami ketidakstabilan (Krane, 2014). Setelah peluruhan alfa dan beta, inti atom yang meluruh dapat berada pada keadaan eksitasi, di mana inti akhir mencapai keadaan dasar setelah memancarkan satu atau lebih foton, yang dikenal sebagai sinar gamma (Krane, 2014). Radiasi alfa adalah jenis radiasi yang paling berbahaya bagi manusia karena dapat menghasilkan banyak energi dan menyebabkan kerusakan (Krane, 2014).

Penggunaan spektrometri alfa telah mengalami perkembangan dalam beberapa bidang dalam beberapa tahun terakhir. Ini termasuk pengukuran untuk mendapatkan data tentang peluruhan bahan radioaktif, studi geologi, dan pengukuran tingkat radioaktivitas rendah di lingkungan. Saat ini, pengembangan spektrometer yang melibatkan titik cahaya nyata untuk berbagai aplikasi telah dilakukan, baik yang dibuat oleh organisasi atau karena eksplorasi logis. Pembelian spektrometer di berbagai pusat penelitian pendidikan memerlukan biaya yang tidak sedikit karena secara umum spektrometer yang dijual di pasaran tergolong mahal, maka dengan adanya perancangan alat ini membuat sebuah alat detektor yang ringan dan mudah dipasang untuk melakukan monitoring dan dapat dibawa kemana saja dengan ukurannya yang praktis serta harganya yang tidak mahal.

Penelitian ini menggunakan Arduino UNO sebagai output dari rangkaian detektor alpha, osiloskop dan Arduino IDE untuk menampilkan grafik dari detektor alpha dengan menggunakan BPX 61 dioda berbasis semikonduktor.

TEORI

Resistor ialah komponen elektronik dasar yang dipergunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir pada suatu rangkaian. mirip namanya, resistor bersifat resistif serta umumnya terbuat dari karbon. dari aturan Ohm, diketahui bahwa resistansi berbanding terbalik dengan arus yang mengalir melalui resistansi. Satuan resistansi sebuah hambatan disebut ohm, atau diwakili oleh simbol Ω (Yulianti et al., 2021).



Gambar 1. Simbol resistor.

Bentuk fisik resistor pada umumnya berbentuk seperti tabung memakai 2 kaki pada ujung-ujungnya. di bagian badan ada bulat yang membentuk cincin atau gelang atau kode warna buat mengetahui besarnya resistansi tanpa mengukur menggunakan Ohmmeter. Kode warna tersebut artinya standar manufaktur yg dikeluarkan oleh EIA (*Electronic Industries Association*) (Dwi Cahyono et al., 2023).



Gambar 2. Bentuk fisik resistor.

Kapasitor adalah komponen elektronik yang dipergunakan buat menyimpan muatan listrik, serta secara sederhana terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor disebut keping. Kapasitor dianggap juga kondensator artinya alat atau komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik sementara waktu. Kapasitor terdiri dari dua konduktor (lempengan logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator ini seringkali disebut bahan (zat) dielektrik. Sebuah kapasitor mempunyai prinsip menjadi generator yang mampu membentuk daya reaktif (Almanda & Majid, 2019).

Fotodioda BPX-61 buatan Osram dipilih sebagai detektor untuk proyek ini. Sensor cahaya fotokonduktif, resistansi sensor dioda BPX61 berubah saat terkena cahaya. Sensor dioda Bpx61 dapat menjawab peningkatan sebagai cahaya tampak atau tidak terdeteksi dan mengubah kekuatan cahaya yang dibedakan menjadi aliran listrik. Sensor ini mutlak diperlukan untuk implementasi ilmiah yang berbeda seperti kontrol proses, sistem komunikasi serat optik, keselamatan, penginderaan lingkungan dan juga dalam aplikasi pertahanan. Contoh fotodetektor adalah fototransistor dan fotodiода (Simatupang et al., 2023).

Penelitian ini menggunakan model op amp tujuan umum IC TL072 dari Texas Instruments, Inc. IC ini memiliki fitur unik: JFET Op-Input dengan noise rendah. Produk amplifier dan mendapatkan bandwidth hingga 3 MHz, bandwidth efektif adalah sekitar 1 MHz. Oleh karena itu IC ini sangat cocok untuk budget bandwidth minimal 500 kHz dan transmisi data kecepatan rendah. Alasan lainnya adalah tersedia di pasar elektronik lokal dan relatif murah (Fuada, 2022).

Osiloskop ialah sebuah perangkat pengukur elektronika yang mempunyai kemampuan buat memvisualisasikan bentuk sinyal, baik sinyal analog juga sinyal digital, sehingga memungkinkan pengguna untuk melihat, mengukur, menghitung, dan menganalisis sinyal-sinyal tersebut sesuai dengan bentuk keluaran yang diinginkan. Osiloskop bisa dipilih sebagai 2 jenis, yaitu osiloskop analog serta osiloskop digital. Keduanya mempunyai prinsip kerja yang serupa, yaitu mendapatkan sinyal input berupa tegangan listrik serta menampilkannya pada sebuah layer (Bachmid et al., 2017) (Hadziqoh et al., 2023).

Software Proteus 8 merupakan pemrograman untuk perencanaan PCB yang juga dilengkapi dengan peragaan pspice pada level skema sebelum rangkaian skematik dipindahkan ke PCB (Falany dan Budi, 2015). Proteus merupakan pemrograman buatan

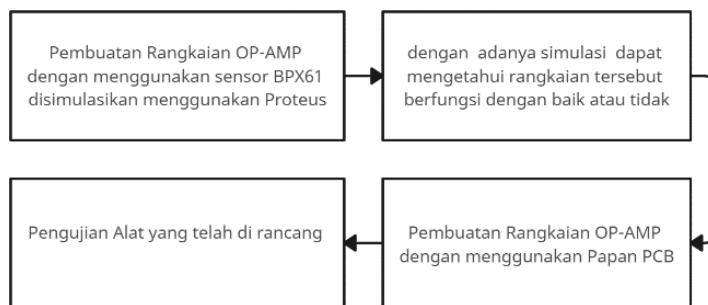
Labcenter Hardware yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan rekreasi VSM dan PCB. Proteus saat ini menawarkan hampir 800 variasi mikrokontroler yang dapat langsung dimanfaatkan untuk simulasi (Rini, 2018).

Arduino Uno R3 adalah papan mikrokontroler berdasarkan chip ATmega328P. Arduino Uno mempunyai 14 pin masukan/hasil terkomputerisasi (atau I/O yang biasanya tersusun, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai keluaran PWM, termasuk pin 0 sampai 13), 6 pin informasi sederhana, menggunakan permata 16 MHz, termasuk pin A0 ke A5, asosiasi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Hal Tersebut ialah semua yang diperlukan dalam mendukung sebuah rangkaian mikrokontroller (Amarudin et al., 2020).

Software Arduino IDE, dalam pemrograman arduino hal ini sangat penting mengingat dari awal masuknya program tersebut dibuat dan ditransfer menggunakan pemrograman arduino, hal ini bertujuan untuk menanamkan kode program tersebut ke dalam IDE Arduino (Anantama et al., 2020).

METODOLOGI

Blok Diagram rangkaian alat penelitian



Gambar 3. Blok Diagram Penelitian

Pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa pembuatan OP-AMP dengan menggunakan sensor BPX61 dioda disimulasikan menggunakan Proteus, kemudian setelah simulasi rangkaian tersebut berfungsi dengan baik maka selanjutnya pembuatan rangkaian OP-AMP yang telah disimulasikan di proteus kemudian di cetak menggunakan papan PCB, setelah itu jika rangkaian tersebut sudah di cetak menggunakan pcb maka tahap terakhir yaitu pengujian alat ini menggunakan aplikasi Arduino dan Osiloskop supaya dapat terlihat dalam bentuk grafik.

Alat dan bahan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut: BPX61 dioda, osiloskop, proteus 8, papan PCB, solder dan timah, kapasitor, resistor, IC tl072, battery 9V, kabel jack DC.



Gambar 4. Flowchart penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari alat detektor radiasi alpha ini menunjukkan bahwa rangkaian berfungsi dengan baik dalam mendeteksi radiasi alpha. Alat ini terdiri dari sebuah papan sirkuit cetak (PCB) yang berisi berbagai komponen elektronik seperti IC, resistor, dan kapasitor. Papan ini mendapatkan suplai daya dari baterai 9V yang terhubung melalui kabel. Hasil deteksi radiasi dikirim melalui kabel ungu ke perangkat seperti oscilloscope atau Arduino untuk analisis lebih lanjut. Semua komponen tersebut ditempatkan di dalam sebuah kotak pelindung berwarna biru yang melindungi dari kerusakan fisik dan interferensi eksternal. Dengan desain ini, alat detektor radiasi alpha ini mampu mendeteksi dan mengirimkan data radiasi alpha secara efektif dan efisien.

Gambar 5 menunjukkan tampilan atas dari rangkaian detektor radiasi alpha yang dirakit di dalam sebuah kotak pelindung berwarna biru. Rangkaian ini menggunakan PCB dengan berbagai komponen, termasuk IC, resistor, dan kondensator, yang terhubung dengan dioda BPX61 untuk mendeteksi radiasi alpha. Kabel merah dan hitam terhubung ke baterai 9V sebagai sumber daya, sementara kabel lain mengirimkan sinyal ke perangkat

lain seperti osiloskop atau Arduino. Seluruh rangkaian terpasang dengan rapi di dalam kotak, memastikan kemudahan dalam penggunaan.



Gambar 5. Tampilan atas rangkaian alpha

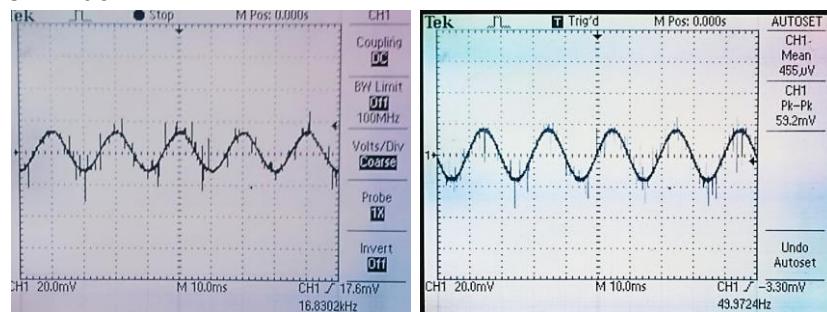


Gambar 6. Tampilan bawah rangkaian alpha

Gambar 6 menunjukkan tampilan bawah dari rangkaian Detektor alpha yang ditunjukkan memiliki desain yang sederhana namun fungsional. Casingnya menggunakan papan PVC bergelombang yang ringan dan kuat, dengan komponen utama di tengah, yaitu dioda semikonduktor BPX61, terlihat melalui sebuah lubang kecil. Dioda ini terpasang pada papan sirkuit kecil untuk mendeteksi partikel alpha.

Pada pengujian ini tidak dengan menggunakan sampel radiasi alpha, ada beberapa pengujian alat dengan background atau suhu sekitar dengan menggunakan osiloskop yaitu sebagai berikut:

Pengujian Ke – 1 dan 2

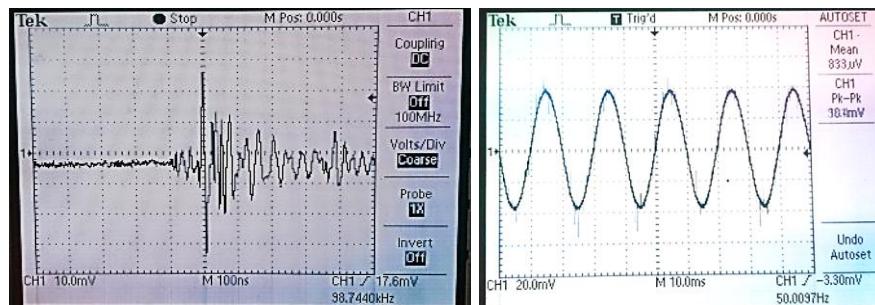


Gambar 7. Pengujian ke – 1 dan 2 Tanpa adanya radiasi

Gambar menunjukkan hasil pengukuran sinyal dari detektor radiasi alpha menggunakan osiloskop. Pada tampilan osiloskop, skala tegangan adalah 20 mV/div dan skala waktu adalah 10 ms/div. Gambar menunjukkan tampilan sinyal dari osiloskop yang digunakan untuk mendeteksi radiasi alpha. Parameter-parameter yang ditampilkan meliputi rata-rata sinyal (Mean) sebesar 455 μ V, amplitudo puncak-ke-puncak (Peak-to-Peak) sebesar 59.2 mV, dan offset DC sebesar -3.30 mV. Frekuensi yang ditampilkan oleh osiloskop adalah 49.9724 Hz.

Setelah perancangan dan pembuatan detektor partikel alpha berbasis photodioda BPX61 selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian alat untuk memastikan kinerjanya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sumber radiasi alpha, seperti Amerisium-241. Sumber radiasi ditempatkan pada jarak yang aman dan sesuai dengan protokol keselamatan radiasi.

Pengujian ke – 1 dan 2



Gambar 8. Pengujian Ke – 1 Dengan adanya radiasi

Gambar diatas menunjukkan Hasil pengujian ke – 1 detektor radiasi alpha menggunakan BPX61 dan sumber Am-241 ditampilkan pada osiloskop. Sinyal yang terlihat menunjukkan puncak tajam setiap kali partikel alpha terdeteksi, dengan tegangan sekitar 17.6 mV. Namun, ada sinyal berfrekuensi tinggi sekitar 98.7 kHz yang bisa disebabkan oleh interferensi atau noise dari lingkungan. Pada gambar osiloskop, kita melihat tampilan sinyal dari detektor alpha yang menggunakan Am-241 sebagai sumber radiasi. Pengaturan osiloskop menunjukkan skala tegangan vertikal sebesar 20.0 mV per divisi dan skala waktu horizontal sebesar 10.0 ms per divisi. Dari pembacaan ini, terlihat bahwa sinyal memiliki nilai rata-rata sebesar 833 μ V dan nilai puncak ke puncak (peak-to-peak) sebesar 38.1 mV. Selain itu, osiloskop secara otomatis mendeteksi frekuensi sinyal sebesar 50.0097 Hz.

Pada grafik hasil pengujian detektor radiasi alpha tanpa adanya sumber radiasi, sumbu X (horizontal) menunjukkan waktu atau jumlah pembacaan data yang dilakukan oleh Arduino, di mana setiap titik mewakili hasil pengukuran tegangan pada interval waktu tertentu. Sumbu Y (vertikal) menampilkan nilai tegangan yang diukur, dengan skala antara 680 hingga 740, yang mengindikasikan fluktuasi tegangan dari detektor. Fluktuasi ini mencerminkan adanya noise dalam sistem, baik dari lingkungan sekitar maupun dari komponen elektronik dalam rangkaian. Dengan menganalisis sumbu X dan Y, kita dapat

memahami bagaimana sinyal tegangan berubah seiring waktu dan seberapa besar pengaruh noise terhadap pengukuran.



Gambar 9. Pengujian ke – 1 dan 2 Tanpa adanya radiasi menggunakan Arduino uno

Grafik yang ditunjukkan merupakan hasil pengujian detektor radiasi alpha tanpa adanya sumber radiasi, menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Hasil grafik menunjukkan fluktuasi sinyal yang berada pada sumbu Y di kisaran 124 hingga 140, dan pada sumbu X kisaran 0 hingga 43 yang mencerminkan noise latar belakang. Fluktuasi ini adalah hal yang normal dan disebabkan oleh faktor lingkungan atau noise elektronik dalam detektor. Tidak ada sinyal kuat yang terdeteksi, yang menunjukkan bahwa detektor berfungsi dengan baik dan hanya menangkap noise latar belakang tanpa adanya interaksi partikel alpha. Sinyal dasar yang stabil menunjukkan bahwa sistem bekerja secara normal tanpa adanya gangguan eksternal yang signifikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah detektor partikel alpha dengan menggunakan dioda BPX61 berbasis semikonduktor. Detektor ini dirancang untuk mendeteksi partikel alpha yang dipancarkan oleh sumber radioaktif, seperti Am241, dan menampilkan hasil deteksi dalam bentuk sinyal listrik yang dapat dilihat melalui osiloskop dan diolah lebih lanjut dengan Arduino Uno untuk ditampilkan dalam bentuk grafik. Pengujian dilakukan di PTKMR BRIN dengan dua skenario: pengujian terhadap sampel Am241 dan pengujian terhadap latar belakang (background) radiasi. Sinyal yang dihasilkan dianalisis untuk menentukan kemampuan detektor dalam mendeteksi partikel alpha.

DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, D., & Majid, N. (2019). Studi analisa penyebab kerusakan kapasitor bank sub station welding di PT. Astra Daihatsu Motor. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 2(1), 7. <https://doi.org/10.24853/resistor.2.1.7-14>
- Amarudin, A., Saputra, D. A., & Rubiyah, R. (2020). Rancang bangun alat pemberi pakan ikan menggunakan mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 7–13. <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1.231>

Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat pantau jumlah pemakaian daya listrik pada alat elektronik berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.712>

Dwi Cahyono, B., Irwanto, & Iqbal Nugraha, M. (2023). Pengembangan media pembelajaran elektronika dasar untuk memahami nilai resistor berdasarkan kode warna 3 gelang dan 4 gelang bagi siswa SMK kelas X jurusan teknik otomasi industri. *Journal on Education*, 5(4), 11547–11557.

Fuada, S. (2022). Prototyping design of low-cost bias-T circuit based-on op-amp for visible light communication. *Journal of Communications*, 17(1), 63–73. <https://doi.org/10.12720/jcm.17.1.63-73>

Hadziqoh, N., Mulyadi, R., Lasiyah, N., & Muddasir, M. (2023). Analisa parameter frekuensi pada pengujian dan kalibrasi elektrostimulator. *Al-Tamimi Kesmas: Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health Sciences)*, 12(1), 93–99. <https://doi.org/10.35328/kesmas.v12i1.2445>

Rini, N. (2018). Simulasi desain skema robot line follower penyiram tanaman menggunakan simulator software Proteus 8. *Petir*, 10(2), 73–81. <https://doi.org/10.33322/petir.v10i2.26>

Simatupang, J. W., Prastyo, L. A., Junior, Z., & Fernando, F. (2023). Pemanfaatan sensor fotodioda berbasis penguat IC LM358 sebagai pendekripsi jarak api pada saat kebakaran. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 6088–6095. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5910>

Sumardi, T., & Nurashia, S. (n.d.). Deteksi ionisasi udara akibat radioaktivitas americium-241 (Am-241) melalui parameter kelistrikan. *Bullet: Jurnal Multidisiplin Ilmu*.

Yulianti, T., Samsugi, S., Nugroho, P. A., & Anggono, H. (2021). Rancang bangun alat pengusir hama babi menggunakan Arduino dengan sensor gerak. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 21. <https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.1032>

Analisa Performa Inverter 40 kWp PLTS Atap Unpam Viktor

Agung Dwi Herlangga¹, Seflahir Dinata²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹Agungdwi630@gmaol.com

²dosen01138@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 13 Februari 2025
revisi : 12 April 2025
diterima : 15 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Sistem PLTS secara on-grid memungkinkan pengguna menghasilkan energi listrik yang terhubung dengan jaringan PLN. Agar sistem PLTS yang terpasang dapat bertahan lama, maka menjaga inverter agar dalam kondisi yang optimal sesuai dengan prosedur pemasangan adalah hal yang utama. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya pada PLTS ATAP Universitas Pamulang yang nantinya masuk ke inverter sesuai dengan pembebatan pada inverter SUNGROW SG40CX. Pengukuran pada penelitian ini meliputi pengujian iradiasi matahari, suhu PV dengan menggunakan alat SEAWARD SOLAR SURVEY 200R. Dari hasil pengukuran dan hasil perhitungan yang dilakukan selama penelitian diketahui efisiensi rata-rata inverter terendah didapat pada angka 96,3% dan efisiensi rata-rata tertinggi didapat pada angka 98,35%. Performa rata-rata inverter yang didapat selama penelitian berada pada angka 12,29% hingga 70,96%.

Kata kunci : PLTS, PLTS On-Grid, Efisiensi Inverter, Performa Inverter

ABSTRACT

In order for the installed PLTS system to last a long time, keeping the inverter in optimal condition according to the installation procedure is the main thing. So this research aims to analyze the power on the Pamulang University ATAP PLTS which will enter the inverter according to the loading on the SUNGROW SG40CX inverter. Measurements in this study include testing solar irradiation, PV temperature using the SEAWARD SOLAR SURVEY 200R tool. From the measurement results and calculation results carried out during the study, it is known that the lowest inverter average efficiency is obtained at 96.3% and the highest average efficiency is obtained at 98.35%. The average inverter performance obtained during the study was 12.29% to 70.96%.

Keywords: Solar PV, On-Grid Solar PV, Inverter Efficiency, Inverter Performance

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi pada saat ini sangat meningkat untuk memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari. Banyak peralatan yang menggunakan tenaga listrik untuk mempermudah pekerjaan baik dalam bidang industri maupun rumah tangga. Sehingga agar dapat menyuplai kebutuhan energi tersebut banyak dikembangkan sumber tenaga atau sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan dapat diperbaharui (Martawati dkk., 2018).

Salah satunya adalah energi surya yang nantinya dapat dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sinar matahari selalu ada setiap hari selama waktu yang cukup lama dengan perkiraan 12 jam, sehingga penggunaan sinar matahari sangat menguntungkan dan ramah lingkungan. Konsumen harus merancang alat untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik, yang dapat digunakan setiap hari (Amalia dkk., 2022).

Inverter adalah komponen penting dari sistem PLTS. Inverter mengubah listrik DC yang dihasilkan oleh panel surya menjadi listrik AC, yang dapat digunakan oleh beban rumah tangga atau dikirim ke jaringan (Amalia dkk., 2022). Efisiensi nominal inverter ditunjukkan dalam spesifikasi pabrikan dan merupakan nilai yang ditunjukkan selama pengoperasian dalam rentang tegangan inverter nominal dan pada beban parsial antara 50% dan 80% daya nominal. Nilai ini dapat berubah sesuai dengan daya input dan tegangan rangkaian PV. Dalam praktiknya, hal ini sangat sulit untuk dipertahankan. Ini karena radiasi matahari dan suhu lingkungan secara langsung mempengaruhi tegangan inverter, yang dapat menyebabkan efisiensi inverter tidak sesuai dengan kondisi nominalnya (Ketjoy dkk., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya, efisiensi, dan performa inverter SUNGROW SG40CX pada PLTS ATAP Universitas Pamulang.

TEORI

Sistem pembangkit listrik PLTS terinterkoneksi (On Grid) atau sistem photovoltaic terinterkoneksi jaringan adalah sistem yang menghasilkan listrik dengan menggunakan radiasi matahari. Seperti namanya, sistem ini akan terhubung ke jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya atau modul photovoltaic, yang menghasilkan jumlah listrik yang paling mungkin (Rezky Ramadhan dkk., 2022).

Panel surya merupakan perangkat utama dalam sistem Pembangkit Tenaga Surya (PLTS). Pada panel surya terdapat peristiwa mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang biasa disebut dengan istilah efek fotolistirik. Sebuah panel surya terdiri dari beberapa sel surya. Sel surya inilah yang nantinya menangkap intensitas cahaya matahari untuk diubah menjadi arus listrik bergantung pada cuaca (berawan, hujan, mendung). Jika cuaca mendung atau bahkan hujan maka arus listrik akan menurun.

Sel surya terbuat dari bahan semikonduktor tipe n dan p. Tipe n mengandung banyak electron dan tipe p mengandung proton. Medan listrik muncul di sekitar permukaan di mana kedua lapisan p-n bersentuhan. Ini terjadi ketika foton matahari menyentuh permukaan sel surya, elektron-elektron dari semikonduktor tipe n bergerak ke semikonduktor tipe p, menyebabkan arus listrik (Kurniawan dkk., 2022).

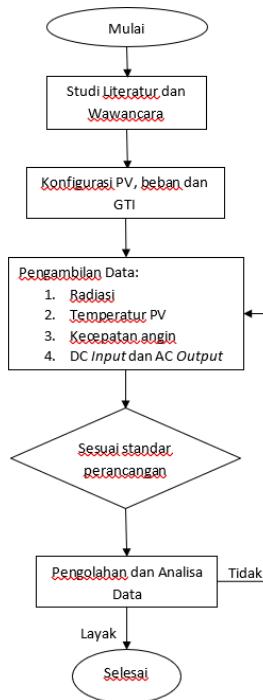
Inverter

Inverter adalah suatu alat yang mengubah tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC). Fungsi inverter adalah mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC simetris dengan besaran dan frekuensi yang diperlukan. Pemilihan inverter sendiri disarankan kapasitas dari inverter setidaknya 20% lebih tinggi dari perkiraan beban. (Rezky Ramadhana dkk., 2022)

Micro-inverter mengubah arus searah yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik. Daya AC dari masing-masing micro-inverter digabungkan dengan daya micro-inverter lainnya dan dikirim ke jaringan Listrik (Purnomo dkk., 2023).

METODOLOGI

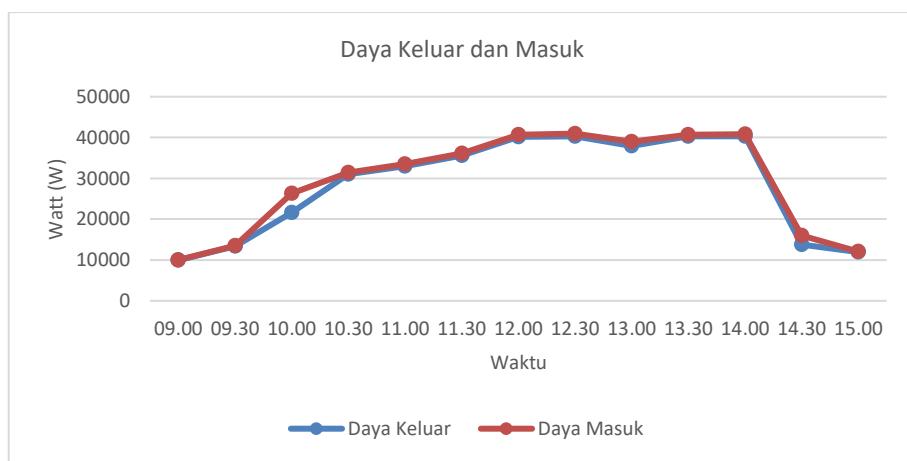
Dalam penelitian “analisa performa inverter 40 kwp plts atap universitas pamulang” terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan agar penelitian berjalan sesuai rencana. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart penelitian.

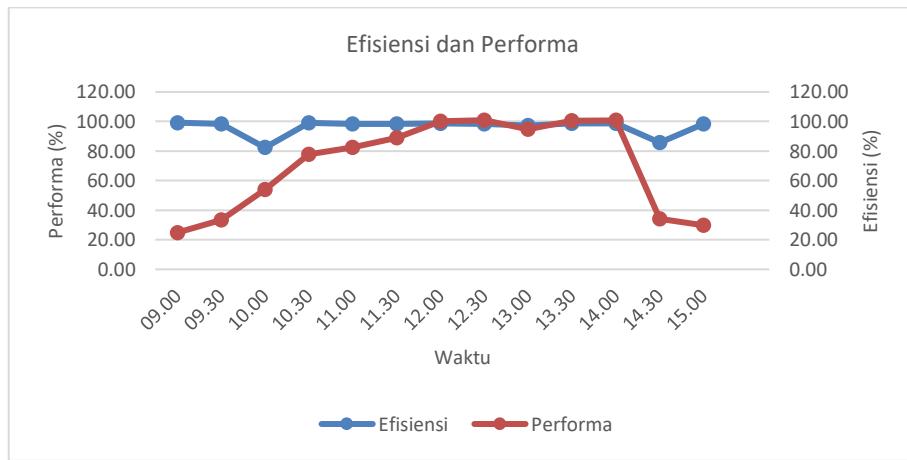
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran radiasi matahari dilakukan secara langsung selama kurang lebih 7 hari setiap jam 9.00 s.d 15.00 WIB. Pengambilan data ini dilakukan di atap Gedung B Universitas Pamulang Viktor yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar radiasi matahari yang dapat ditangkap oleh PV yang nantinya akan menghasilkan sumber listrik DC sebelum diubah oleh inverter menjadi listrik untuk kebutuhan rumah tangga. Adapun alat yang dipakai dalam pengukuran radiasi matahari ini merupakan Seaward Solar Survey 200R dan Anemometer GM816 untuk mengetahui kondisi suhu dan kecepatan angin sekitar area PV.



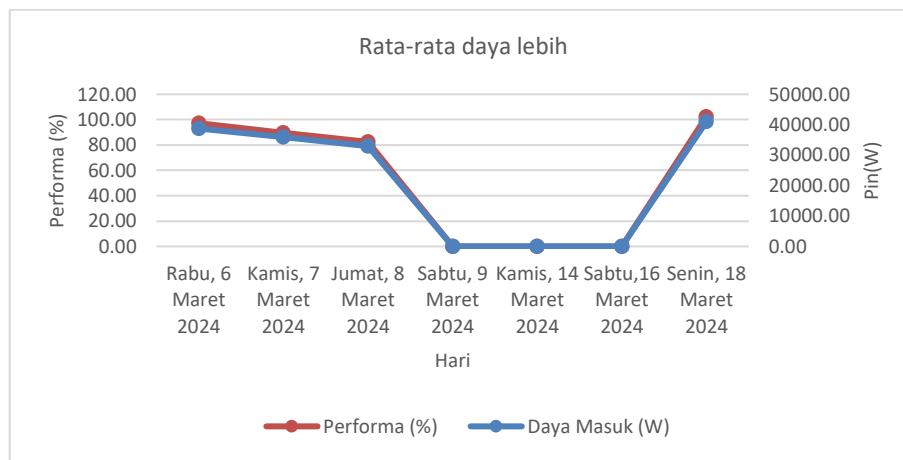
Gambar 2. Grafik pengukuran hari ke-1.

Untuk perhitungan efisiensi digunakan untuk melihat seberapa besar konversi daya listrik yang dilakukan inverter dimana, nilai efisiensi inverter didapat dari daya keluar yang dibagi dengan daya masuk.



Gambar 3. Grafik Efisiensi dan performa hari ke-1.

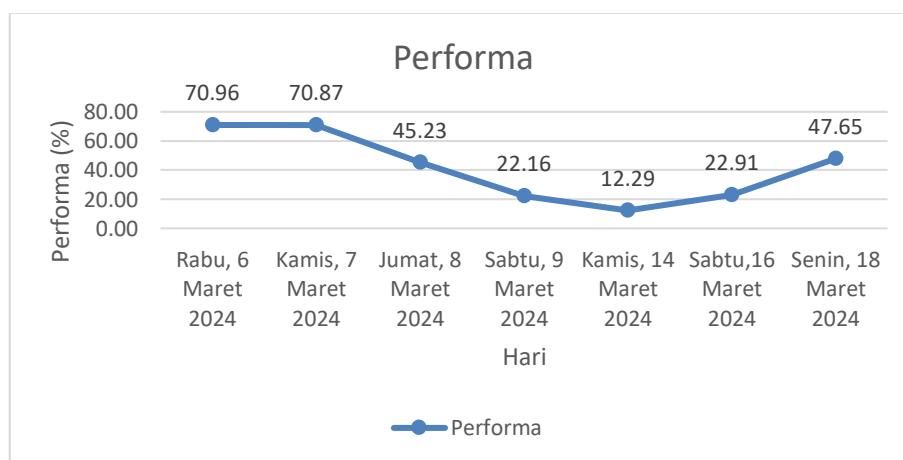
Pada penelitian yang dilakukan terdapat daya yang melebihi kapasitas dari inverter, apabila daya lebih tersebut sering terjadi maka akan mengurangi lifetime dari komponen inverter. Untuk memperpanjang masa pakai inverter maka penggunaan daya dari inverter sebaiknya 80% dari kapasitasnya. Yang dimana berarti 80% dari 40 kWp adalah 32 kWp atau 20% dari daya yang dihasilkan oleh PLTS UNPAM Viktor sebesar 39,1 kWp dengan asumsi loss sebesar 15% adalah 46,92 kWp.



Gambar 4. Grafik daya berlebih.

Pada gambar 4 terlihat grafik rata-rata daya masuk yang mendekati atau bahkan melebihi kapasitas dari inverter selama penelitian berlangsung. Diketahui pada hari pertama terdapat banyak daya yang hampir mendekati kapasitas dari inverter pada rata-rata 38815,29 W dengan performa rata-rata 97,04 %. Terdapat juga hari tertentu dimana daya masuk masih pada batas wajar.

Pada penelitian yang dilakukan selama 7 hari di PLTS ATAP Universitas Pamulang Viktor maka dapat dilihat performa inverter sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik performa inverter selama 7 hari.

Pada gambar 5 terlihat grafik performa dari inverter SUNGROW SG40CX selama penelitian berlangsung. Performa dari inverter pada hari ke-1 dan 2 terbilang cukup tinggi yang berkisar diatas 70% sedangkan pada hari ke-4 hingga ke-6 terbilang cukup rendah dengan kisaran dibawah 30%. Tinggi rendahnya performa inverter tidak terlepas dari daya yang dihasilkan serta radiasi dan juga suhu pada PV.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PLTS Universitas Pamulang selama beberapa hari, maka dapat disimpulkan bahwa Dari hasil penelitian didapatkan bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya berdasarkan dari radiasi dan suhu pada seluruh string panel surya. Rata-rata radiasi 175,85W/m² – 680W/m² dan suhu 28,2°C - 39,62°C pada string 1. Jika terdapat panel yang kurang optimal dalam menangkap radiasi dapat menurunkan daya yang dihasilkan oleh 1 string tersebut. Efisiensi inverter selama penelitian berada pada rata-rata di 96,30% - 98,35%. Yang dimana mendekati maksimal efisiensi pada data sheet inverter sebesar 98,6%. Performa dari inverter jika dilihat dari per jamnya terdapat titik dimana melebihi kapasitas maksimal inverter sehingga menghasilkan performa diatas 100%. Tetapi jika dilihat dari rata-rata perharinya didapatkan hasil sebesar 12,29% - 75,13%. Hasil ini dapat dikatakan bahwa performa inverter SUNGROW SG40CX yang berada pada ATAP PLTS Universitas Pamulang bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H. M., Setiawan, E. A., Setiawan, A., & Siregar, D. (2017). Analysis on solar panel performance and PV-inverter configuration for tropical region. *Journal of Thermal Engineering*, 3(3). Yildiz Technical University Press.
- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. (2022). Analisa perbandingan daya keluaran panel surya tipe monokristalin 50 Wp yang dirangkai seri dan paralel pada instalasi PLTS off-grid. *ELEMENTER*, 8(1).
- Ketjoy, N., Chamsa-ard, W., & Mensin, P. (2021). Analysis of factors affecting efficiency of inverters: Case study grid-connected PV systems in lower northern region of Thailand. *Energy Reports*, 7, 3857–3868. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.06.075>
- Kurniawan, I., Mesin Politeknik Negeri Sambas, T., Raya Sejangkung, J., & Barat, K. (2022). Pengaruh bentuk rangkaian panel surya terhadap kuat arus, tegangan, dan daya. 6(1), 26–35.
- Mansur, A. (2021). Analisa kinerja PLTS on-grid 50 kWp akibat efek bayangan menggunakan software PVsyst. *Transmisi*, 23(1), 28–33. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.1.28-33>
- Martawati, M., JTM, J., & PN Malang. (2018). Analisis pengaruh intensitas cahaya.

Mubarok, A. (2023). Perencanaan instalasi PLTS on-grid kapasitas 118 kWp di Cijeruk Bandung pada proyek PT ATW Solar.

Nathawibawa, A. A. N. B. B., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2016). Analisis produksi energi dari inverter pada grid-connected PLTS 1 MWp di Desa Kayubihi Kabupaten Bangli. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(1), 131. <https://doi.org/10.24843/mite.1601.18>

Purnomo, S., Arief, Y. Z., Jaenul, A., & Wilyanti, S. (2023). Analisis pengaruh cuaca terhadap efisiensi panel surya grid-tie menggunakan konfigurasi micro inverter dan string inverter terhadap energi yang dihasilkan. *Jurnal Media Elektro*, 100–110. <https://doi.org/10.35508/jme.v12i2.12648>

Ramadhania Nurhakim, F., Gun, G., Gunadi, R., & Ulfiana, A. (2022). Monitoring dan analisa performa inverter pada PLTS off-grid satu fasa berbasis Arduino di Laboratorium Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*. <http://prosiding.pnj.ac.id>

Ramadhana, R. R., Iqbal, M. M., Hafid, A., & Teknik Elektro, J. (2022). Analisis PLTS on-grid. 14(1).

Sutikno, T., Subrata, A. C., Purnama, H. S., Arsadiando, W., Pamungkas, A., & Wahono, T. (2022). Kemajuan teknologi konverter, MPPT, penyimpanan energi, dan stabilitas pada sistem pembangkit listrik tenaga surya.

Uli, I., & Simanjuntak, V. (2022). Analisa anti-islanding pada inverter 3 fasa PLTS hybrid 5 kW terhadap jaringan PLN. *CYCLOTRON*, 5(2). <https://doi.org/10.30651/cl.v5i2>

Wati, E., Pramono Jati, B., & Nugroho, D. (2023). Analisa performa kinerja PLTS off-grid yang dirangkai secara seri-paralel untuk penerangan ruangan. 8(2). <https://doi.org/10.31851/ampere>