

SISTEM KONTROL SUHU DENGAN PID DAN MONITORING DAYA OUTPUT PADA PANEL PHOTOVOLTAIC PORTABLE DENGAN VIRTUAL PRIVATE SERVER

Ardian Nurrahman¹, Nazori A Z²
Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
1652510189@student.budiluhur.ac.id
Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
nazori@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Photovoltaic (PV) adalah suatu sistem yang mampu merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada era yang modern ini sistem photovoltaic sudah banyak menghasilkan banyak manfaat, seperti energi darurat ketika energi utama tidak tersedia, untuk dapat memantau hasil output dari sistem photovoltaic dapat dilakukan berbagai cara, mulai dari menyimpan pada sd card berupa data logger, sampai memakai sistem jarak jauh seperti IoT (Internet Of Things). Sistem perancangan alat ini terdiri dari photovoltaic 30 Wp, sensor suhu, sensor arus, sensor tegangan, sensor lux, atmega 2560, peltier, aki 12 V, raspberry Pi, VPS. Sistem bekerja dengan mengontrol suhu dengan metode PID untuk meredam panas yang mempengaruhi kinerja photovoltaic dan sistem monitoring photovoltaic untuk mengetahui seberapa banyak pemakaian yang telah digunakan dengan virtual private server. Dan diharapkan nantinya dapat digunakan sebagai alat portable yang dapat membantu saat terjadinya bencana alam, sehingga dapat dipantau dan dikontrol dari manapun. Dari pengujian yang dilakukan dengan input setpoint 27,28,29,30,31 didapatkan rata-rata output PID berupa PWM untuk setiap setpointnya adalah 205.65, 226.74,232.53,174.97,204.

Kata kunci: Photovoltaic, Bencana alam, IoT, Kontrol suhu, Virtual Private Server.

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) is a system capable of converting sunlight into electrical energy. In this modern era, the photovoltaic system has produced many benefits, such as emergency energy when the main energy is not available, to be able to monitor the output of the photovoltaic system can be done in various ways, from storing data loggers on SD cards, to using remote systems. such as IoT (Internet Of Things). The design system of this tool consists of a 30 Wp photovoltaic, temperature sensor, current sensor, voltage sensor, lux sensor, atmega 2560, Peltier, 12 V battery, raspberry Pi, VPS. The system works by controlling the temperature with the PID method to reduce heat that affects photovoltaic performance and the photovoltaic monitoring system to find out how much usage has been used with a virtual private server, which is expected to be used as a portable tool that can help when natural disasters occur, so that it can be monitored. and controlled from anywhere. From the tests carried out with the input setpoint 27,28,29,30,31, it was found that the average PID output in the form of PWM for each setpoint was 205.65, 226.74,232.53,174.97,204.

Keywords: Photovoltaic, Natural disasters, IoT, Temperature control, Virtual Private Server.

I. PENDAHULUAN

Pada Jurnal yang berjudul “Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga

Surya” [1] dibahas tentang teknologi photovoltaic mempunyai sifat yang sangat fleksibel dalam teknik rancang bangun dan pemanfaatannya, yang dapat diterapkan untuk pemasangan individual maupun

kelompok sehingga dapat dilakukan dengan swadaya perorangan, masyarakat, perusahaan atau dikoordinir oleh PLN. Dalam hal pendanaan proyek photovoltaic menjadi sangat mungkin untuk menjadi sarana bantuan/kerjasama luar negeri, partisipasi perusahaan maupun golongan (community development) untuk mendukung program listrik pedesaan atau penyediaan jasa energi.

Pada Jurnal yang berjudul “Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)” [2] dibahas tentang perancangan node nirkabel berbasis IoT untuk pemantauan daya listrik dan parameter lingkungan pada sistem PV, yang hasil pemantauan energi listrik tersebut dikirimkan secara nirkabel ke jaringan internet melalui sebuah perangkat wireless router dan modem GSM.

Pada Jurnal yang berjudul “Monitoring Performansi Photovoltaik Modul Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Web” [3] dibahas tentang sistem monitoring performansi photovoltaik modul berbasis web, sistem ini menggunakan modul komunikasi radio frekuensi sebagai penerima data dari sensor yang dipasang di bagian panel surya dan menggunakan Raspberry Pi sebagai server untuk mengolah dan menyimpan data dalam bentuk database sehingga data tersebut dapat diakses melalui web, data yang ditampilkan adalah hasil dari sensor tegangan dan arus yang dipasang di setiap panel surya yang ada pada alat pendeteksi performansi photovoltaic modul.

Pada Jurnal yang berjudul “Perancangan Sistem Portable Solar Water Pump pada Kebun Buah dan Sayur” [4] dibahas tentang pembuatan sistem solar panel energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan beban pompa air. Sektor pertanian belum memanfaatkan energi alternatif secara optimal khususnya pemanfaatan energi yang bersumber dari cahaya matahari. Dalam jurnal yang dikemukakan ini, memberikan solusi berupa perancangan sistem portable solar water pump untuk membantu petanidalam proses penyiraman kebun dengan biaya yang relatif murah. Perancangan sistem portable solar water pump menggunakan panel surya didesain agar mudah dibawa ke lahan perkebunan buah dan sayur. Pompa air bisa bekerja dari jam 09.00 pagi sampai 15.00 sore, pada jam 10.00 sampai 14.00 pompa dapat bekerja dengan optimal, pada jam 09.00 sampai 10.00 dan jam 14.00 sampai 15.00 pompa tidak bekerja dengan optimal.

Pada Jurnal yang berjudul “Pendingin Untuk Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya” [5] dibahas tentang meningkatkan daya keluaran panel surya dengan metode pendinginan menggunakan pipa yang dialiri air. Hasil yang didapatkan adalah bahwa secara keseluruhan, ketika suhu turun, tegangan open circuit, tegangan saat maximum power dan daya maksimum meningkat. Pada suhu 40°C, tegangan saat maximum power dan tegangan open circuit masing-masing adalah 17,5 V dan 22 V dan daya maksimum adalah 10 W. Ketika suhu turun ke 20°C, tegangan saat maximum power dan

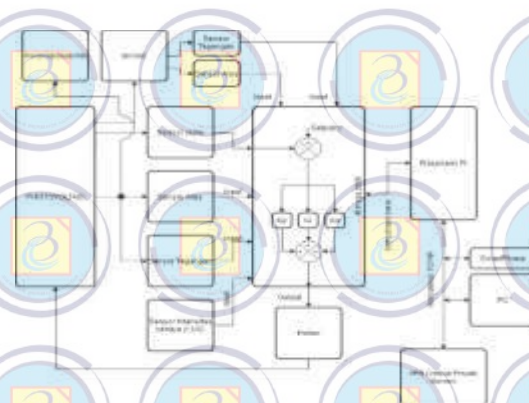
tegangan open circuit meningkat masing-masing ke 20 V dan 24 V. Daya keluaran meningkat ke 12 W ketika suhu turun ke 20°C.

Setelah diketahui dari berbagai penelitian sistem monitoring photovoltaic yang sudah dilakukan sebelumnya, pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah sistem photovoltaic yang portable serta sistem kontrol suhu dengan PID dan monitoring daya output panel photovoltaic dengan virtual private server dengan harapan data yang dikirimkan lebih akurat karena tidak ada gangguan traffic selain sistem monitoring yang dibuat, serta dapat mengontrol suhu photovoltaic dengan metode PID yang diharapkan dapat memperpanjang life time dari fisik serta memaksimalkan daya keluaran dari photovoltaic tersebut.

II. PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem kontrol suhu dengan pid dan monitoring daya output pada panel photovoltaic portable dengan virtual private server, terdiri dari input yang berupa sensor arus, sensor tegangan, sensor suhu dan sensor intensitas cahaya. Dan output terdiri dari peltier untuk mengatur suhu. sistem ini membutuhkan server sebagai media monitoring dan sistem kontrol. Perancangan ini meliputi perancangan mekanik (hardware) dan perancangan pemrograman (software).

A. Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

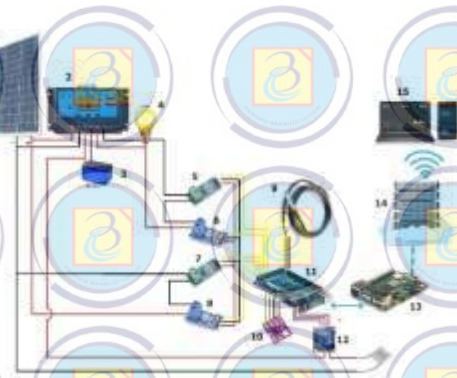
1. Photovoltaic berfungsi sebagai pengubah sinar matahari menjadi listrik.
2. Sensor Suhu berfungsi sebagai pendeteksi suhu photovoltaic.
3. Sensor Arus berfungsi sebagai pendeteksi arus photovoltaic.
4. Sensor Tegangan berfungsi sebagai pendeteksi tegangan photovoltaic.
5. Sensor LUX berfungsi sebagai pendeteksi intensitas cahaya matahari.
6. Atmega 2560 berfungsi sebagai pengolah data pada input dan mengatur output.

7. Peltier berfungsi sebagai peredam/pendinginan photovoltaic.
8. Penyimpanan/Aki untuk menyimpan hasil besaran energi listrik dari photovoltaic.
9. Beban untuk mendapatkan hasil daya yang dikeluarkan dari photovoltaic.
10. Raspberry Pi berfungsi sebagai penerima dan pengiriman data dari Atmega 2560 dan VPS.
11. VPS (Virtual Private Server) berfungsi sebagai penyimpan dan memonitoring data.
12. PC berfungsi sebagai user monitoring dan smart phone berfungsi sebagai user monitoring mobile.

B. Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja dari untuk sistem monitoring photovoltaic dengan virtual private server ini pada dasarnya sama seperti sistem IoT, yang dimana photovoltaic akan menghasilkan tenaga listrik yang di dapatkan dari sinar matahari. Kemudian tenaga listrik tersebut di inputkan besaran listriknya seperti, tegangan dan arus. Dan juga di inputkan acuan-acuan lainnya yang berefek pada kestabilan besaran listrik yang di dapatkan oleh photovoltaic, seperti sensor suhu dan sensor intensitas cahaya (LUX). Setelah itu data yang di dapatkan akan dikirimkan ke Raspberry Pi dari mikrokontroler Atmega 2560 secara komunikasi serial. Lalu data yang di terima oleh Raspberry Pi akan di simpan pada database secara local dan juga akan di kirimkan melalui jaringan TCP/IP untuk di terima oleh VPS (Virtual Private Server), sehingga VPS tersebut dapat menyimpan data yang telah di terima kedalam database dan juga dapat di tampilkan dengan Web Browser. Selanjutnya untuk prinsip kerja sistem pengontrolan suhu pada permukaan photovoltaic yang bertujuan untuk meredam panas matahari yang berlebih, serta dapat menambah life time dari pemakaian photovoltaic dan juga memaksimalkan daya output photovoltaic. Cara meredam suhu pada photovoltaic digunakan peltier, peltier adalah sebuah komponen pendingin solid state elektrik yang bekerja sebagai pemompa panas dalam melakukan proses pendinginan.

Peltier memindahkan panas melalui kedua sisinya. Peltier mengabsorpsi panas melalui salah-satu sisinya dan memancarkan panas melalui satu sisi lainnya. Pada bagian sisi peltier yang mengabsorpsi panas terjadi efek pendinginan, inilah yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan pendinginan. Lalu peltier ini nantinya akan di kontrol menggunakan driver dan diatur keluarannya dengan PWM (Pulse width modulation) sehingga mendapatkan suhu yang diinginkan. Dengan dipakainya metode PID untuk pengontrolan suhu pada peltier, diharapkan suhu setpoint untuk metode PID ini bernilai 20°C karna suhu ideal tersebut sesuai database dari photovoltaic, yang dimana suhu tersebut akan berpengaruh pada output maksimal pada photovoltaic. Untuk skema perancangan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Skema perancangan sistem photovoltaic.

Keterangan:



Penjelasan:

1. Photovoltaic
2. Kontroler photovoltaic
3. Penyimpanan listrik photovoltaic
4. Beban photovoltaic
5. Sensor arus beban photovoltaic
6. Sensor tagangan beban photovoltaic
7. Sensor arus photovoltaic
8. Sensor tagangan photovoltaic
9. Sensor Suhu
10. Sensor intensitas cahaya (LUX)
11. Mikrokontroler Atmega 2560
12. Driver dan peltier
13. Raspberry Pi
14. Virtual Private Server
15. Interface Monitoring Based Browser

C. Perancangan Mekanik

Mekanik yang dirancang pada sistem photovoltaic ini akan berbentuk box kotak dan terdapat handle tangan seperti koper yang dapat dibawa kemana saja atau portable. Untuk panel photovoltaic yang digunakan berukuran 70 cm x 40 cm dan dapat menyerap daya sebesar 30 WP. Didalam box terdapat 2 tempat dalam perancangan mekanik photovoltaic portable. Tempat pertama lebih besar dari pada tempat kedua, karena pada tempat pertama untuk menaruh panel photovoltaic beserta kabel panel photovoltaic tersebut. Dan tempat kedua digunakan untuk menaruh komponen

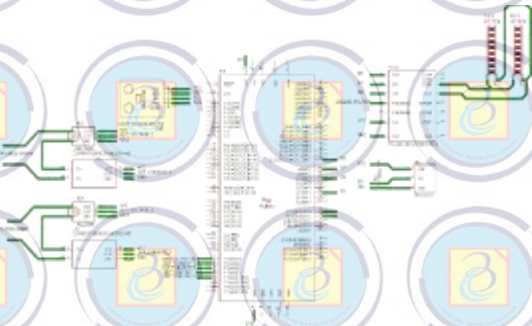
dan rangkaian elektronik seperti mikrokontroler, Raspberry Pi, baterai penyimpanan dan kontroler photovoltaic. Pada permukaan depan box photovoltaic portable ini terdapat port untuk sensor dan terdapat input serta output untuk tegangan dari photovoltaic itu sendiri. Perancangan mekanik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain mekanika photovoltaic tampak perspektif

D. Perancangan Elektronik

Perancangan perangkat elektronik ini terdiri dari perancangan rangkaian sensor LUX, sensor arus, sensor tegangan, sensor suhu, dan perancangan output peltier. Rangkaian keseluruhan dari sistem kontrol dan monitoring photovoltaic dengan virtual private server dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skematic Keseluruhan Sistem

E. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak pada sistem photovoltaic dengan virtual private server, digunakan beberapa software sebagai pengirim data, penyimpanan data dan mengambil data. Seperti Python 2.7, MYSQL, PhpMyadmin, Grafana dan Arduino IDE sebagai text editor pemrograman arduino mega 2560. Sebelum masuk ke tahap pemrograman atau konfigurasi Software, terlebih dahulu dibuat diagram alir sistem program yang menggambarkan algoritma yang akan dibuat. Terdapat dua diagram alir program yang akan dibuat, yakni sistem monitoring dan kontrol suhu pada mikrokontroler Atmega 2560, dan sistem monitoring dan kontrol suhu pada Raspberry Pi. Diagram alir program untuk monitoring dan kontrol suhu pada mikrokontroler Atmega 2560, dan sistem monitoring dan kontrol

suhu pada Raspberry Pi dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. diagram alir prinsip kerja sistem monitoring dan kontrol suhu pada mikrokontroler Atmega 2560



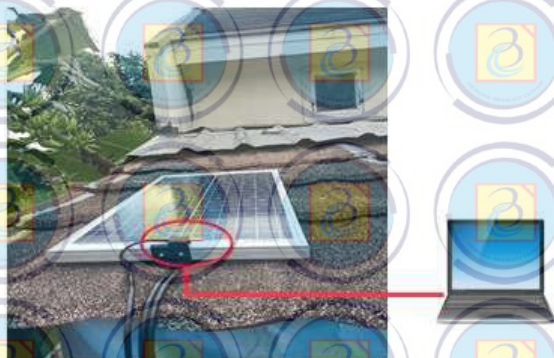
Gambar 6. diagram alir prinsip kerja sistem monitoring dan kontrol suhu pada Raspberry Pi

III. PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui hasil rata-rata pembacaan sensor suhu

DS18B20 setiap 5 menit sekali dengan 10 kali percobaan. Cara pengujiannya dengan membaca data sensor melalui *serial monitor*. Pembacaan sensor dimulai dari jam 8.40 sampai dengan 9.30. . Cara pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Tabel 1. Data Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20

Waktu	sensor suhu DS18B20 (Derajat Celcius)
8:40:43 AM	40,75
8:45:02 AM	41,19
8:50:13 AM	41,94
8:55:08 AM	41,88
9:00:00 AM	42,75
9:05:52 AM	43,38
9:10:41 AM	43,88
9:15:12 AM	44,06
9:25:15 AM	44,44
9:30:28 AM	43,38
$\Sigma Xn = 427,65$	

Jadi untuk nilai rata-rata dari Tabel 1 pengujian sensor suhu DS18B20 dapat di kalkulasi sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma Xn}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{427,65}{10}$$

$$\bar{X} = 42,76$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai rata-rata pada sensor suhu DS18B20 untuk mengukur temperature *photovoltaic* adalah 42.76 °C.

B. Pengujian Sensor Arus ACS712 dan Sensor Tegangan

Pengujian Sensor Arus ACS712 dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari hasil pembacaan Sensor Arus ACS712 dengan pembacaan pada serial monitor. Cara pengujiannya dengan memberi tegangan menggunakan ACU 12 V dan memberi beban motor DC 12 V 2 A, serta mengukur menggunakan multimeter untuk di jadikan perbandingan. Cara pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Sensor Arus ACS712

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712 dan Sensor Tegangan

Waktu (Jam)	V.in (Volt)	A.in (Ampere)	V.load (Volt)	A.load (Ampere)
8:40:00 AM	22.13	1.5	22.71	0.3
9:10:00 AM	22.57	1.5	22.54	0.3
9:40:00 AM	22.62	1.5	22.45	0.3
10:10:00 AM	22.76	1.5	22.59	0.3
10:40:00 AM	22.45	1.5	22.27	0.3
11:10:00 AM	21.32	1.5	21.15	0.3
11:40:00 AM	21.54	1.5	21.39	0.3
12:10:00 AM	22.08	1.5	17.26	0.3
12:40:00 AM	21.59	1.5	21.42	0.3
1:10:00 PM	21.25	1.5	21.1	0.3

C. Pengujian Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Pengujian sensor intensitas cahaya BH1750 dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari hasil pembacaan sensor intensitas cahaya BH1750 dengan pembacaan lux meter. Cara pengujiannya dengan meletakkan *lux meter* berdekatan dengan sensor cahaya BH1750. Cara pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Sensor intensitas cahaya BH1750

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Sensor intensitas cahaya BH1750

Sensor Cahaya BH1750 (Lux)	Lux Meter (LUX)	Absolute Error (%)
9972.5	9970.83	0.02
10018.3	10016.7	0.02
10969.2	10963.3	0.05
11373.3	11371.7	0.02
11394.2	11390.8	0.03
11969.2	11968.3	0.01
12828.3	12824.2	0.04
12168.3	12165.8	0.03
12988.3	12981.7	0.05
13260.8	13256.7	0.04
		$\sum X_n = 0,31$

Dari Tabel 4.3 maka didapatkan rata-rata eror dari nilai Lux sensor cahaya BH1750 terhadap nilai Lux Aktual dengan alat uku Lux Meter seperti dibawah ini:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_n}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{0,31}{10}$$

$$\bar{X} = 0.031\%$$

Dari perhitungan diatas maka didapatkan nilai rata-rata eror pada sensor cahaya BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya adalah 0.031%.

D. Pengujian Driver Peltier VNH2SP30

Pengujian Driver Peltier VNH2SP30 dilakukan untuk mengetahui output yang dihasilkan driver peltier berupa PWM dan suhu yang dihasilkan oleh peltier itu sendiri. Peltier terdapat dua permukaan yaitu *hot plate* dan *cold plate*. Cara pengujiannya dengan memberikan PWM ke driver peltier dan mengecek suhu pada kedua permukaan peltier tersebut. Cara pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.



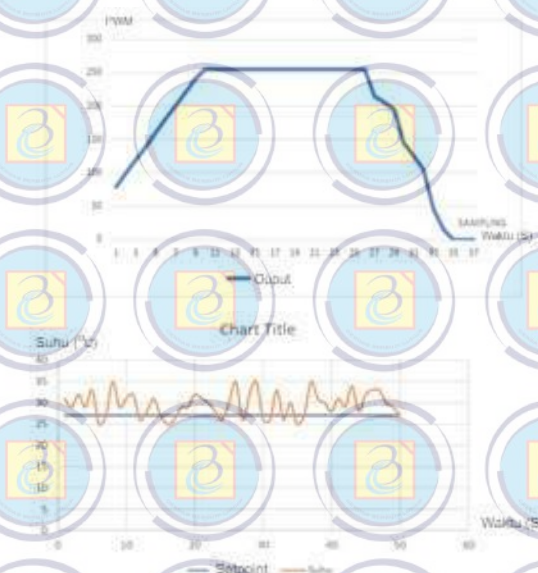
Gambar 10. Pengujian Driver peltier VNH2SP30

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Driver peltier VNH2SP30

PWM (Pulse)	Cold Plate (Derajat Celcius)	Hot Plate (Derajat Celcius)	Arus (Ampere)
1	31.1	29.2	0.1
14	31.12	28.2	0.3
25	31	28.7	0.6
36	30.3	28.8	0.9
47	30.3	31.8	1.2
58	29.8	31.9	1.5
69	29.9	32.6	1.8
80	28.7	34.4	2.1
91	28.1	36.8	2.4
112	16.3	56.9	2.8
255	13.8	66.8	3

E. Tuning PID pada Sistem Suhu Permukaan Photovoltaic

Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter $k_p=10$, $k_i=100$, $k_d=80$ dengan nilai *setpoint* 60%, $TR=31$, $TS=121$, ditunjukkan pada Gambar 4.21. Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter $k_p=10$, $k_i=100$, $k_d=80$ dengan nilai *setpoint* 60%, Nilai keluaran PWM sebesar 255. Selanjutnya nilai k_p ditingkatkan menjadi 20. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 11.

Gambar 11. Hasil pengujian dengan $k_p=30$, $k_i=100$ dan $k_d=80$

Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter $k_p=30$, $k_i=100$, $k_d=80$ dengan nilai *setpoint* 60%, $TR=25$, $TS=97$, ditunjukkan pada Gambar 4.22. Hasil analisa bahwa nilai $k_p=30$, $k_i=100$, $k_d=80$ sudah mencapai *stady state* rise timenya *overshootnya* sudah masih terlalu besar. Dari percobaan ini disimpulkan hasil *tunning* PID yang terbaik yaitu pada pengujian yang kelima dengan nilai $k_p=30$, $k_i=100$, dan $k_d=80$ dengan sistem kinerja PID sudah

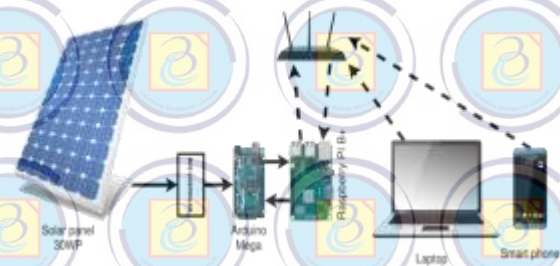
hampir mendekati nilai *setpoint* dan terdapat *error* yang sedikit dan nilai PWM yang dihasilkan meningkat ataupun menurun dengan cepat sebanding dengan parameter *kp* yang diberikan.

F. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem kerja pada sistem kontrol suhu dengan pid dan monitoring daya output pada panel photovoltaic portable dengan virtual private server. Pengujian ini terdapat 2 sistem *mode*, yaitu *mode* lokal dan *mode* public. *Mode* lokal adalah *mode* yang hanya dapat dikontrol dan dimonitoring dalam jarak 10 meter menggunakan koneksi *access point* sebagai pihak ketiga untuk menghubungkan antara raspberry pi sebagai server lokal dan user device. Sedangkan *mode* public adalah *mode* yang dapat di kontrol dari jarak manapun yang menggunakan koneksi internet yang menghubungkan raspberry pi sebagai server lokal dengan VPS sebagai server publik. Untuk tampilan *interface* sistem kontrol dan monitoring terdapat dua bagian yang masing-masing berbasisan WEB aplikasi.

1. Pengujian sistem kontrol dan monitoring dalam mode lokal

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem kontrol dan monitoring dalam mode lokal. Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 12.

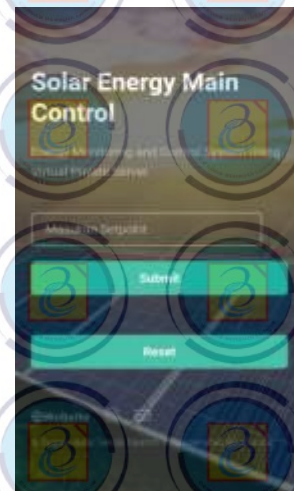


Gambar 12. Skema Pengujian Mode Lokal

Untuk menguji sistem dengan mode lokal, perangkat yang akan digunakan sebagai *interface* berupa laptop atau smart phone harus terlebih dahulu terkoneksi satu jaringan dengan koneksi dari raspberry Pi, maka dari itu digunakan lah *access point* sebagai penampung device sekaligus koneksi internet. Setelah mengkonesikan perangkat *interface* maka akan didapatkan alamat ip yang nantinya akan di buka menggunakan browser seperti chrome maupun mozilla firefox, untuk gambar *interface* laptop dapat dilihat pada gambar 13 dan untuk *interface* smart phone dapat dilihat pada gambar 14.

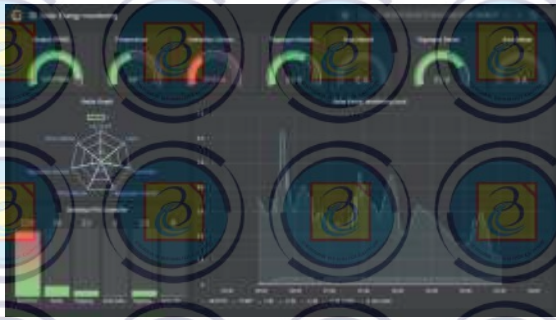


Gambar 13. Interface kontrol pada tampilan laptop pada mode lokal



Gambar 14. Interface kontrol pada tampilan Smartphone pada mode lokal

Setelah tampilan *interface* kontrol dijalankan, akan di inputkan *setpoint* berupa nilai suhu yang di inginkan, bisa melalui laptop ataupun smartphone. Ketika *setpoint* sudah di inputkan, sistem akan mulai berjalan dengan mengacu pada *setpoint* yang di inputkan, *setpoint* diakumulasikan dengan metode PID untuk mengatur PWM pada driver peltier yang nantinya akan meredam panas dari solar panel. Selanjutnya seiring berjalannya sistem, mikrokontroler arduino mega 2560 akan mengirimkan nilai dari sensor-sensor yang ada, seperti sensor tegangan solar panel, sensor arus solar panel, sensor intensitas cahaya, sensor suhu permukaan solar panel, sensor tegangan beban, sensor arus beban, dan juga output dari akumulasi PID dalam bentuk PWM (0-255). Hasil sampling data dari semua input yang dikirimkan dari arduino mega 2560 ke raspberry PI akan diteruskan kedalam database *mysql* dan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan *interface* grafana. Untuk gambar tampilan *interface* grafana dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Interface hasil sampling data menggunakan grafana pada mode lokal

Tabel 5. Data Setpoint sistem kontrol pada mode lokal

Data setpoint (char)	Value Setpoint	Keterangan
'0'	Reset	Sistem lokal direset
'27'	Setpoint = 27	Sistem berjalan dengan setpoint suhu = 27 °C
'0'	Reset	Sistem lokal direset
'28'	Setpoint = 28	Sistem berjalan dengan setpoint suhu = 28 °C
'0'	Reset	Sistem lokal direset
'29'	Setpoint = 29	Sistem berjalan dengan setpoint suhu = 29 °C
'0'	Reset	Sistem lokal direset
'30'	Setpoint = 30	Sistem berjalan dengan setpoint suhu = 30 °C
'0'	Reset	Sistem lokal direset
'31'	Setpoint = 31	Sistem berjalan dengan setpoint suhu = 31 °C

Dari hasil pengujian tersebut yang di uji sebanyak 5 kali dengan nilai setpoint 27, 28, 29, 30, dan 31 di dapatkan data besaran tegangan input, arus input, tegangan beban, arus beban, intensitas cahaya, suhu input, dan output PWM, dari semua data yang masuk kedalam database lokal dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil samping data sensor dan PWM dari mode lokal

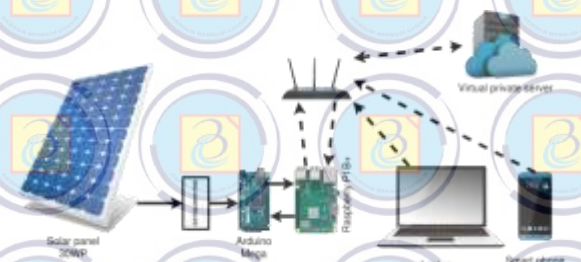
Setpoint = 27							
Waktu	V_IN (Volt)	A_IN (Ampere)	V_LO AD (Volt)	A_LO AD (Volt)	Lux	TEMP (°C)	PWM
08:00	10.86	-0.08	13.52	-0.34	3554.17	27.81	8.28
09:00	20.73	-0.05	23.23	-0.71	5560.83	33.75	255
10:00	20.56	-0.18	22.32	-0.45	6330.83	39.44	255
11:00	20.02	-0.08	20.07	-0.4	7473.33	35.25	255
12:00	19.24	-0.34	20.71	0.37	8491.67	36.25	255
Setpoint = 28							
Waktu	V_IN (Volt)	A_IN (Ampere)	V_LO AD (Volt)	A_LO AD (Volt)	Lux	TEMP (°C)	PWM

08:00	10.95	-0.11	12.79	-0.34	2374.17	28.19	113.74
09:00	20.34	-0.08	23.01	-0.32	3271.67	38.06	255
10:00	20.24	-0.16	25.01	-0.37	4286.67	38.75	255
11:00	20.78	-0.08	22.08	-0.34	5282.5	41.75	255
12:00	17.8	-0.11	20.15	-0.08	4901.67	37.81	255
Setpoint = 29							
Waktu	V_IN (Volt)	A_IN (Ampere)	V_LO AD (Volt)	A_LO AD (Volt)	Lux	TEMP (°C)	PWM
08:00	5.13	-0.24	6.41	0.05	4566.67	28.75	0.75
09:00	17.29	-0.63	15.16	0.4	8795	33.25	255
10:00	9.44	-0.32	8.78	0.18	10742.5	33.75	141.91
11:00	16.67	-0.29	14.91	0.34	11326.7	34.94	255
12:00	5.28	0.08	4.3	0.03	5143.33	26.62	255
Setpoint = 30							
Waktu	V_IN (Volt)	A_IN (Ampere)	V_LO AD (Volt)	A_LO AD (Volt)	Lux	TEMP (°C)	PWM
08:00	18.95	-0.18	15.79	-0.16	9551.67	29.81	29.91
09:00	18.92	-0.21	15.33	-0.29	9429.17	29.87	74.94
10:00	9.85	-0.87	14.62	0.29	7979.17	46.81	255
11:00	9.83	-0.98	13.13	0.42	7325.83	44.94	255
12:00	8.07	-0.87	11.32	0.45	6121.67	42	255
Setpoint = 31							
Waktu	V_IN (Volt)	A_IN (Ampere)	V_LO AD (Volt)	A_LO AD (Volt)	Lux	TEMP (°C)	PWM
08:00	3.13	-0.05	5.28	-0.24	3667.5	29	0
09:00	18.78	-0.4	22.01	0.05	5144.17	35.69	255
10:00	16.11	-0.42	22.08	0.03	5526.67	40.31	255
11:00	19.54	-0.34	21.88	-0.21	6990	42	255
12:00	19.39	-0.32	22.27	-0.11	6388.33	42.94	255

Dari hasil yang didapatkan pada maode local, maka dapat disimpulkan bahwa pada setpoint suhu 27°C dilakukan pengujian selama 4 jam (08:00 – 12:00) didapatkan beberapa data seperti data tegangan masuk (V_IN), arus masuk (A_IN), tegangan beban, arus beban, intensitas cahaya, suhu permukaan photovoltaic dan output PWM.

2. Pengujian sistem kontrol dan monitoring dalam mode public

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem control dan monitoring dalam mode public. Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 16.

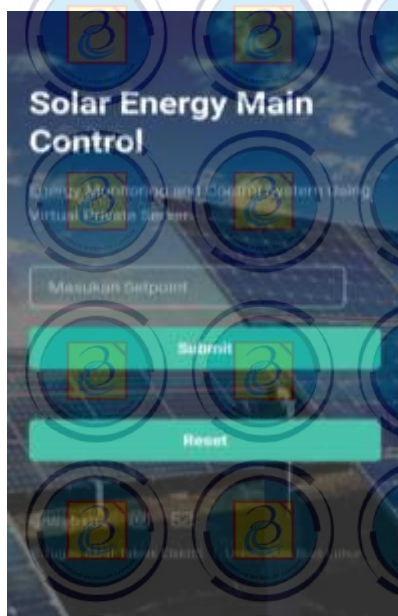


Gambar 16. Skema Pengujian mode public

Untuk menguji sistem dengan mode public, perangkat yang akan di gunakan sebagai *interface* berupa laptop atau smart phone harus terlebih dahulu terkoneksi satu jaringan dengan koneksi dari raspberry Pi, maka dari itu digunakan lah *access point* sebagai penampung device sekaligus koneksi internet. Setelah mengkonesikan perangkat *interface* maka akan didapatkan alamat ip public dari VPS yang nantinya akan di buka menggunakan browser seperti chrome maupun mozilla firefox. Pada mode public ini, perangkat tidak harus satu *access point* untuk dapat mengontrol dan memonitoring data solar panel, dengan menggunakan sinyal GPRS pun dapat mengontrol dan memonitoring asalkan terkoneksi jaringan internet. untuk gambar *interface* laptop dapat dilihat pada gambar 17 dan untuk *interface* smart phone dapat dilihat pada gambar 18.



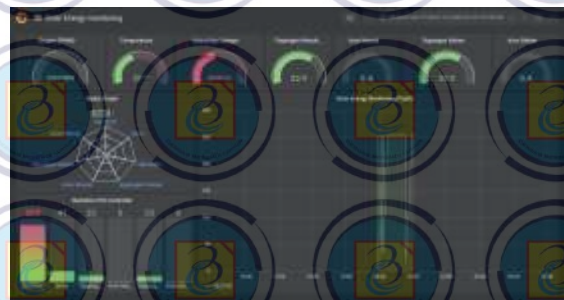
Gambar 17. Interface kontrol pada tampilan laptop pada mode public.



Gambar 18. Interface kontrol pada tampilan Smartphone pada mode public

Setelah tampilain *interface* kontrol dijalankan, akan di inputkan setpoint berupa nilai suhu yang di inginkan, bisa melalui laptop ataupun *smart phone*. Ketika setpoint sudah di inputkan, sistem akan mulai berjalan dengan mengacu pada setpoint yang di

inputkan, setpoint diakumulasikan dengan metode PID untuk mengatur PWM pada driver peltier yang nantinya akan meredam panas dari solar panel. Selanjutnya seiring berjalannya sistem, mikrokontroler arduino mega 2560 akan mengirimkan nilai dari sensor-sensor yang ada, seperti sensor tegangan solar panel, sensor arus solar panel, sensor intensitas cahaya, sensor suhu permukaan solar panel, sensor tegangan beban, sensor arus beban, dan juga output dari akumulasi PID dalam bentuk PWM (0-255). Hasil sampling data dari semua input yang dikirimkan dari arduino mega 2560 ke raspberry PI akan diteruskan kedalam database *mysql* VPS dan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan *interface* grafana pada mode public. Untuk gambar tampilan *interface* grafana mode public dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Interface hasil sampling data menggunakan grafana pada mode public.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir mengenai analisa sistem kontrol suhu dengan pid dan monitoring daya output pada panel photovoltaic portable dengan virtual private server dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka semakin besar daya yang dihasilkan oleh photovoltaic, begitu sebaliknya jika intensitas cahaya matahari rendah maka daya yang dihasilkan photovoltaic juga rendah.
2. Rata-rata intensitas cahaya matahari yang dimiliki selama 5 hari tersebut sebesar 6000 kelvin, artinya kondisi cuaca selama empat hari tersebut memiliki kategori cuaca yang terik dan cerah meskipun ada kondisi cuaca berawan dan itu terjadi hanya dijam-jam tertentu.
3. Jika intensitas cahaya matahari semakin tinggi maka kenaikan suhu pada photovoltaic akan terjadi, sehingga photovoltaic akan mengalami puncak panasnya, dengan suhu maksimal $\pm 48^{\circ}\text{C}$.
4. Pengaplikasian sistem kontrol suhu dengan pid dan monitoring daya output pada panel photovoltaic portable dengan virtual private server berpengaruh pada kenaikan daya terhadap photovoltaic perharinya, berpengaruh pada penurunan suhu photovoltaic perharinya.

5. Pada pengujian alat dengan input setpoint 27 didapatkan nilai output PID berupa PWM dengan nilai 8.28,255,255,255,255.
6. Pada pengujian alat dengan input setpoint 28 didapatkan nilai output PID berupa PWM dengan nilai 113.74,255,255,255,255.
7. Pada pengujian alat dengan input setpoint 29 didapatkan nilai output PID berupa PWM dengan nilai 0.75,255,141.91,255,255.
8. Pada pengujian alat dengan input setpoint 30 didapatkan nilai output PID berupa PWM dengan nilai 29.91,79.94,255,255,255.
9. Pada pengujian alat dengan input setpoint 31 didapatkan nilai output PID berupa PWM dengan nilai 0,255,255,255,255.
10. Banyaknya pemakaian beban yang digunakan oleh sistem kontrol dan monitoring ini dapat dihitung banyak nya porsi berdasarkan datasheet dari masing-masing komponen, seperti arduino mega mengkonsumsi beban sebesar 0.2A, Raspberry Pi sebesar 1.2A, sensor suhu DS18B20 sebesar 0.001A sensor tegangan sebesar 0.04A, sensor arus sebesar 0.04A, driver peltier dan peltier sebesar 3A, maka jumlah total dari seluruh beban pada sistem kontrol dan monitoring ini sebesar 4.481A, jika dikonversikan kedalam satuan daya dengan tegangan input 5V, maka:

$$P = V \times I$$

$$22.405 = 5 \times 4.481$$

Jadi jika di bandingkan dengan kemampuan photovoltaic yang digunakan sebesar 30Watt peak, maka menyisakan daya untuk digunakan kembali sebesar 7.595 Watt.

REFERENSI

- [1] T. T. Gultom, "Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. Mudira Indure*, vol. 1, no. 3, pp. 33–42, 2015.
- [2] Winasis, A. W. W. Nugraha, I. Rosyadi, and F. S. T. Nugroho, "Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 4, pp. 328–333, 2016.
- [3] Fatimah, A. Sularsa, and G. A. Mutiara, "Monitoring Performansi Photovoltaik," vol. 4, no. 3, pp. 2019–2028, 2019.
- [4] R. Saputra, "Perancangan Sistem Portable Solar Water Pump," pp. 1–13, 2016.
- [5] H. Isyanto, Budiyanto, Fadliandi, and P. G. Chamdareno, "Pendingin untuk peningkatan daya keluaran panel surya," no. November, pp. 1–2, 2017.