



Pemodelan Sistem Untuk Kerja Kipas Pada Proses Pengaturan Temperatur Panel Surya dengan Konsep PID Guna Optimalisasi Proses Pembangkitan

Ronny Katuuk^{*1}, Johan Makal², Johan Fanny Doringin³, Ali Ramschie⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

e-mail: ^{*1}katuukronny@gmail.com, ²johanferny56@gmail.com, ³fannydoringin67@gmail.com,

⁴ali.a.s.ramschie@gmail.com

Abstrak

Untuk mengurangi dampak dari pengaruh temperatur terhadap proses pembangkitan panel surya, maka dibuatlah model sistem dengan memanfaatkan kontrol *Proporsional Integral Derivativ (PID)* untuk mengatur kerja kipas dalam hal proses pendinginan panel surya. Prinsip kerja model sistem ini adalah berdasarkan peningkatan temperatur dari panel surya, dimana saat temperatur panel surya meningkat 10% dari temperatur kerja dari panel surya, maka secara otomatis kontrol PID akan mengaktifkan kerja kipas. Dan saat temperatur panel surya turun mencapai temperatur kerja panel surya, maka secara otomatis kerja kipas akan dinonaktifkan.

Metode yang digunakan dalam menghasilkan model sistem untuk kerja kipas pada proses pengaturan temperatur panel surya dengan konsep PID, guna optimalisasi proses pembangkitan adalah metode Prototyping. Dimana metode ini diawali dari tahapan studi pustaka guna mendapatkan data-data sesuai dengan kebutuhan dalam menghasilkan model sistem ini. Tahapan selanjutnya adalah tahapan perancangan dan pembuatan model sistem. Tahapan selanjutnya adalah pengujian model sistem melalui program simulasi, guna mendapatkan hasil kerja dari model sistem yang dihasilkan.

Hasil pengujian model sistem menunjukkan bahwa, model sistem yang dibuat dapat mengatur temperatur kerja panel surya, agar selalu berada pada rentang temperatur yang sesuai dengan spesifikasi dari panel surya. Saat terindikasi temperatur panel surya berada pada nilai toleransi, maka Blower tidak akan diaktifkan. Saat terindikasi temperatur panel surya berada diatas nilai toleransi, maka blower akan diaktifkan dengan putaran yang disesuaikan dengan peningkatan temperatur. Saat terjadi *overhead*, maka Blower akan berputar secara maksimum guna mendinginkan panel surya.

Kata kunci - Panel Surya, Model, PID, Blower

Abstract

To reduce the impact of the influence of temperature on the solar panel generation process, a system model is made by utilizing the *Proportional Integral Derivative (PID)* control to regulate the fan work in terms of the solar panel cooling process. The working principle of this system model is based on an increase in the temperature of the solar panel, where when the temperature of the solar panel increases by 10% of the working temperature of the solar panel, the PID control will automatically activate the fan. And when the temperature of the solar panel drops to the working temperature of the solar panel, the fan will automatically be deactivated.

The method used in generating a system model for fan work in the solar panel temperature regulation process with the PID concept, in order to optimize the generation process is the Prototyping method. Where this method starts from the literature study stage in order to obtain data according to the needs in producing this system model. The next stage is the stage of designing and modeling the system. The next stage is testing the system model through a simulation program, in order to get the results of the work of the resulting system model.

The results of the system model test show that the system model created can regulate the working temperature of the solar panel, so that it is always in the temperature range that is in accordance with the specifications of the solar panel. When it is indicated that the solar panel temperature is at the tolerance value, the blower will not be activated. When it is indicated that the solar panel temperature is above the tolerance value, the blower will be activated with a rotation that is adjusted to the increase in temperature. When there is an overhead, the blower will rotate maximally to cool the solar panels.

Keywords - Solar Panel, Model, PID, Blower

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik sangat bergantung dari pertumbuhan penduduk yang berdampak pada peningkatan pemanfaatan peralatan-peralatan listrik yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat [1], sehingga dibutuhkan energi tambahan yang dapat dihasilkan melalui energi matahari dan diharapkan dapat menggantikan sumber energi dari bahan bakar fosil dalam memenuhi kebutuhan listrik. Salah satu energi alternatif tersebut yaitu dengan memanfaatkan energi dari cahaya matahari. Energi matahari merupakan sumber energi yang tidak terbatas, sehingga energi matahari dapat dijadikan energi alternatif yang tepat [2]. *Solar Panel* adalah alat yang terdiri dari *solar cell* yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Salah satu alat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik adalah Panel Surya [3]. Bahan *mono-crystalline* merupakan Panel surya yang paling efisien, karena menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi, dengan efisiensi sebesar 15%. Disamping keunggulannya, panel surya dengan bahan *mono-crystalline* terdapat kelemahannya, dimana kestabilan pembangkitan energi listriknya akan turun secara drastis pada saat nilai iradiannya kurang [4]. Disamping itu juga panel surya sangat terpengaruh terhadap perubahan temperatur dari panel surya itu sendiri, dimana panel surya akan bekerja secara optimal pada temperatur 25°C [5].

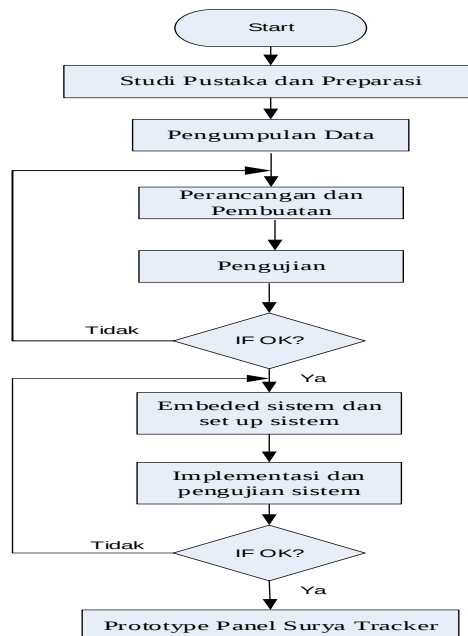
Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu model sistem yang dapat mengoptimalkan proses pembangkitan dari panel surya, dengan cara menambahkan suatu sistem kontrol yang dapat mengatur temperatur kerja dari panel surya sesuai dengan temperatur kerjanya. Pembuatan model sistem ini memanfaatkan konsep PID [6] dalam proses pengaturan kerja Blower, guna mendinginkan panel surya saat terindikasi nilai temperaturnya telah berada diatas nilai temperatur kerjanya. Untuk mendeteksi perubahan temperatur dari panel surya, dengan memanfaatkan sensor suhu. Untuk proses pendeteksian data dari sensor suhu dan pemrosesan data sehubungan dengan pengontrolan temperatur panel surya memanfaatkan mikrokontroler [7],[8],[9], dimana mikrokontroler akan melakukan proses pengolahan data terhadap inputan yang masuk melalui sensor suhu. Jika nilai yang masuk dari sensor suhu berada pada rentang nilai temperatur kerja dari panel surya, maka kontroler tidak akan mengaktifkan kerja dari Blower. Jika kontroler membaca nilai inputan dari sensor suhu berada diatas nilai toleransi temperatur panel surya, maka kontroler akan mengaktifkan kerja Blower dengan kecepatan putarnya bergantung dari nilai PID yang didapat. Jika kontroler membaca nilai inputan sensor suhu berada diatas batas toleransi temperatur tertinggi dari panel surya, maka kontroler akan mengaktifkan indikator yang menandakan telah terjadinya *overhead* terhadap panel surya, dan mengoperasikan kerja Blower secara maksimum untuk mendinginkan panel surya, sesuai dengan hasil pengolahan nilai PID.

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan diantaranya: Analisis kenaikan temperatur solar cell terhadap daya output [10], dimana Penelitian ini membahas bagaimana pengaruh kenaikan temperatur panel surya terhadap daya output dengan perbandingan *solar cell* berpendingin air dan tanpa pendingin, pendinginan pada *solar cell* dengan mengalirkan air pada bagian bawah panel. Besar daya yang diperoleh *solar cell* tersebut dapat diketahui dengan mengukur arus dan tegangan dengan multimeter. Seksi uji adalah dua buah sel surya dengan kapasitas 50 WP merk monocrystalline yang telah dirancang khusus. Hasil penelitian diperoleh bahwa semakin besar kenaikan temperatur 50,92 °C, maka daya output menurun untuk *solar cell* tanpa pendingin air 42,51 watt, sedangkan untuk *solar cell* dengan aliran air daya yang dibangkitkan sebesar 45,36 watt pada temperatur permukaan 34,36 °C, diperoleh pada intensitas matahari yang sama. Penelitian lainnya dengan judul Pengaruh temperatur terhadap kapasitas daya panel surya [11], dimana penelitian yang dilakukan berhubungan dengan pengaruh Temperatur lingkungan sekitar panel surya juga memiliki kontribusi dalam perubahan temperatur pada sel-sel surya. Akibat kenaikan temperatur, maka daya listrik yang diproduksi oleh panel surya menjadi berkurang. Untuk kondisi Pontianak, terjadi pengurangan daya listrik sebesar -0.7113W/°C jika menggunakan panel surya jenis monokristalin. Penelitian lainnya berhubungan dengan Pengaruh efek suhu terhadap kinerja panel surya [12], dimana Penelitian ini menggunakan panel surya 50WP dengan jenis polly-crystelline dengan reflector cermin datar yang diletakkan pada bagian bawah panel surya agar reflector dapat meningkatkan suhu pada panel surya tanpa menambah iradian. Menggunakan 4 buah reflector dengan sudut 0° sampai dengan 60° dengan perpindahan 5° dan panel

surya dalam keadaan diam Hasil kinerja dari alat mendapatkan suhu paling tinggi $59,1^{\circ}\text{C}$ mengasilkan tegangan $18,46\text{V}$ dan intensitas cahaya $854,9\text{W/m}^2$ dan tegangan paling tinggi $19,02\text{V}$ dengan suhu $30,2^{\circ}\text{C}$ dan iradian $977,9\text{W/m}^2$. Kenaikan Suhu mengakibatkan tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) mengalami penurunan dan daya yang dihasilkan oleh panel surya menurun. kenaikan suhu pada panel surya juga berpengaruh pada efisiensi listrik panel surya.

2. METODE PENELITIAN

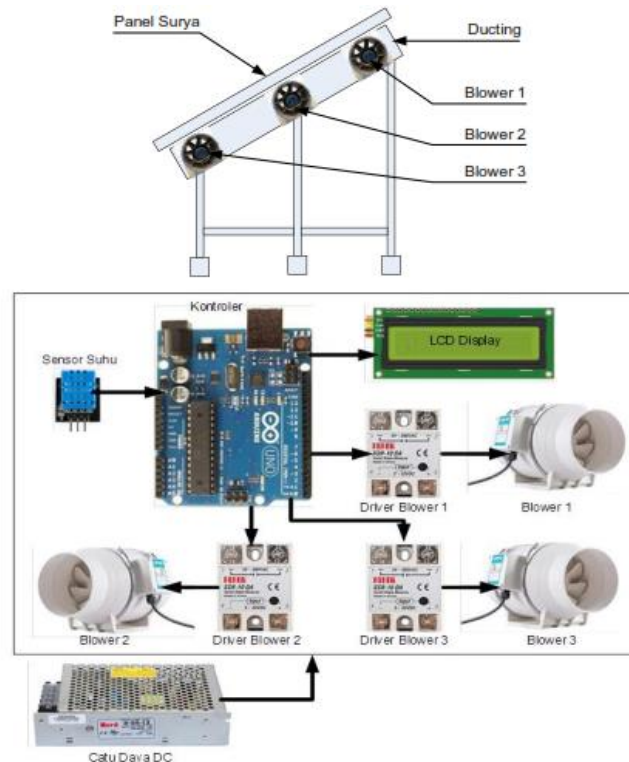
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode prototyping, dimana metode ini digunakan dalam menghasilkan model sistem untuk pengaturan kerja kipas dalam hal proses pendinginan panel surya, dengan memanfaatkan konsep PID dalam mengatur putaran kipas untuk pendinginan panel surya. Adapun tahapan-tahapannya meliputi: studi literatur, studi lapangan dan pengumpulan data. Tahapan selanjutnya adalah perancangan baik perancangan perangkat lunak berupa pembuatan algoritma untuk kerja sistem dan perancangan perangkat keras untuk kebutuhan sistem. Selanjutnya adalah tahapan pembuatan, dimana pada tahapan ini dilakukan pembuatan program berdasarkan algoritma sistem dan tahapan pembuatan perangkat keras. Tahapan selanjutnya adalah tahapan pengujian skala laboratorium untuk menguji kerja dari model sistem yang dibuat. Gambar 2.1 memperlihatkan diagram alir dari penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 2.1. Flowchart Metode Penelitian

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Proses perancangan perangkat keras berdasarkan kebutuhan sistem dalam pendinginan panel surya, dimana pada tahapan ini akan dibuat perangkat keras berdasarkan blok diagram yang bertujuan untuk menggambarkan keseluruhan sistem dalam proses pendinginan panel surya. Gambar 2.2 memperlihatkan blok diagram dari sistem kontrol yang dibuat.



Gambar 2.2. Blok diagram sistem

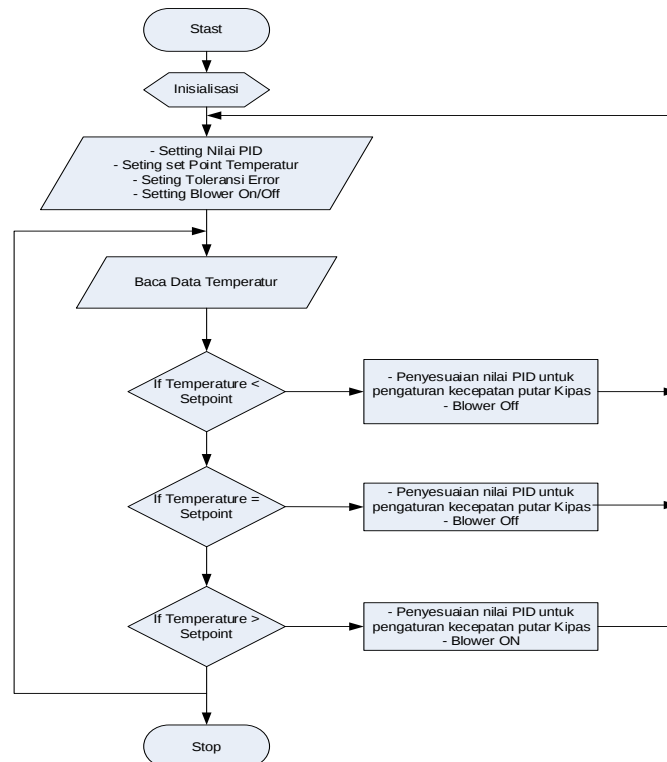
Keterangan gambar 2.2:

1. Kontroler, berfungsi sebagai pusat pengolahan data untuk proses pengontrolan kerja sistem.
2. *Driver Relay*, berfungsi sebagai media *swithing* untuk proses mengaktifkan dan menonaktifkan kerja Blower.
3. Blower, berfungsi sebagai media untuk membuang udara panas dari panel surya.
4. Sensor Suhu, berfungsi sebagai media pendeteksi perubahan temperatur dari panel surya.
5. LCD Display, berfungsi sebagai media penginformasi terhadap kerja sistem
6. Catu daya DC, berfungsi sebagai pemasok daya kelistrikan ke perangkat pengontrol.

Berdasarkan blok diagram, maka fungsi dari sistem dapat dijabarkan sebagai berikut: mikrokontroler akan melakukan proses pengolahan data terhadap inputan yang masuk melalui sensor suhu. Jika nilai yang masuk dari sensor suhu berada pada rentang nilai temperatur kerja dari panel surya, maka kontroler tidak akan mengaktifkan kerja dari Blower. Jika kontroler membaca nilai inputan dari sensor suhu berada diatas nilai toleransi temperatur panel surya, maka kontroler akan mengaktifkan kerja Blower dengan kecepatan putarnya bergantung dari nilai PID yang didapat. Jika kontroler membaca nilai inputan sensor suhu berada diatas batas toleransi temperatur tertinggi dari panel surya, maka kontroler akan mengaktifkan indikator yang menandakan telah terjadinya *overhead* terhadap panel surya, dan mengoperasikan kerja Blower secara maksimum untuk mendinginkan panel surya, sesuai dengan hasil pengolahan nilai PID.

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam proses perancangan perangkat lunak, langkah awal yang dilakukan adalah membuat diagram alir atau *flowchart* yang merepresentasikan urutan kerja dari model sistem untuk pengontrolan kerja proses pendinginan panel surya. Adapun flowchart dari model sistem pengaturan temperatur panel surya diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Flow Chart sistem

Prinsip kerja model sistem berdasarkan *flow Chart* sistem pada Gambar 2.3, dapat diuraikan sebagai berikut:

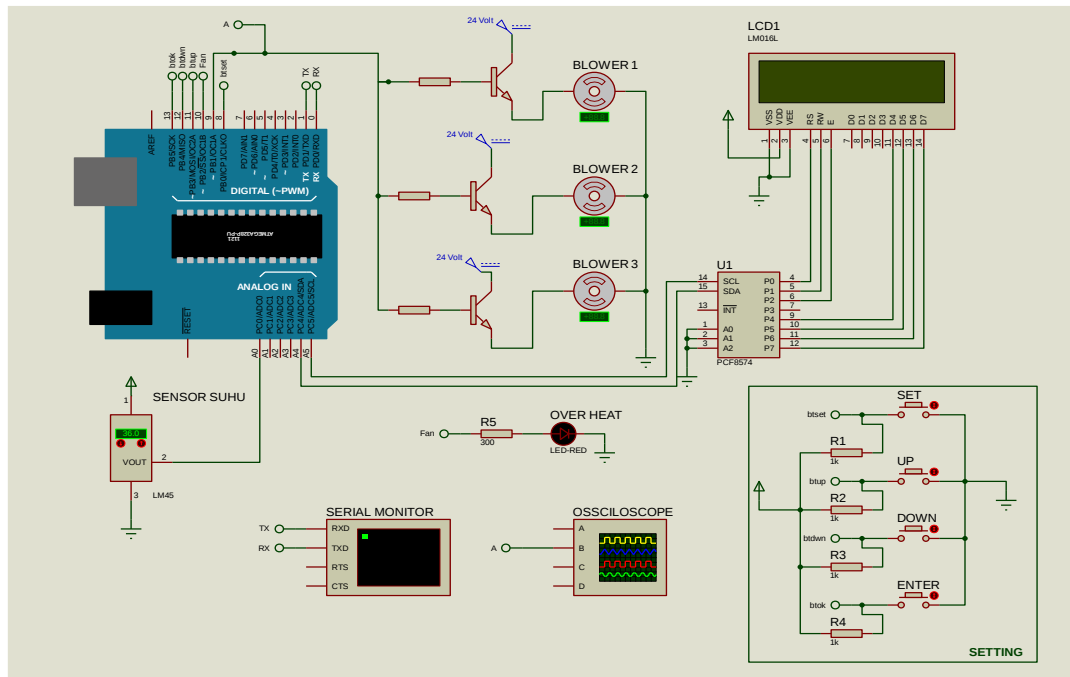
Saat sistem pertama kali diaktifkan, maka sistem akan melakukan proses inisialisasi terhadap input/output yang akan digunakan serta variabel-variabel yang akan digunakan dalam program. Disamping itu juga proses *set up* dibutuhkan untuk mengatur fungsi dari input/output serta pengaturan nilai PID yang akan digunakan pada bagian program dalam menjalankan sistem.

Tahapan selanjutnya adalah membaca data temperatur dari panel surya dengan prosedur sebagai berikut:

- Jika temperatur panel surya berada di bawah dari nilai setpoint, maka kontroler akan menjalankan bagian program untuk pengaturan nilai PID untuk pengaturan kecepatan putar dari Blower dan bagian Blower akan dinonaktifkan.
- Jika temperatur panel surya sama dengan nilai dari nilai setpoint, maka kontroler akan menjalankan bagian program untuk pengaturan nilai PID untuk pengaturan kecepatan putar dari Blower dan bagian Blower akan dinonaktifkan.
- Jika temperatur panel surya berada di diatas dari nilai setpoint, maka kontroler akan menjalankan bagian program untuk pengaturan nilai PID untuk pengaturan kecepatan putar dari Blower dan bagian Blower akan diaktifkan untuk melakukan proses pembuangan panas dari panel surya, dimana kecepatan putar Blower bergantung dari nilai PID, dimana semakin panas suhu panel, semakin cepat putaran dari blower.

2.3 Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan simulasi perangkat keras dilakukan dengan mengacu pada hasil rancangan perangkat keras berupa blok diagram. Pembuatan simulasi perangkat keras dilakukan melalui program simulasi Proteus, dengan menggabungkan modul-modul seperti: modul sensor Sensor Suhu, modul driver relay, kontroler dan rangkaian catu daya, sehingga menjadi suatu sistem yang terintegrasi. Gambar 2.4. memperlihatkan hasil dari pembuatan simulasi perangkat keras untuk pengontrolan temperatur pael surya.



Gambar 2.4. Rangkaian model sistem untuk pengontrolan temperatur pael surya

2.3 Pembuatan Perangkat Lunak

Tahapan pembuatan Program merupakan salah satu bagian yang penting, dimana program yang dihasilkan merupakan bagian untuk menjalankan keseluruhan sistem, dalam hal penyesuaian suhu terhadap kerja dari panel surya, guna optimalisasi pembangkitannya. Pembuatan program mengacu dari hasil rancangan yang telah dihasilkan berupa flow chart. Adapun pembuatan program dilakukan melalui perangkat lunak *Arduino IDE*. seperti diperlihatkan pada gambar 2.5.

```

Penelitian_Ronny | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

// PID PENDINGINAN PANEL SURYA
// =====

#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x20, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7); // set

int relay = 10;
int kipas = 9;
int suhul = A0;
int heater = 4;
int fan = 6;

const int btset = 8;
const int btup = 11;
<
Done compiling.
Error downloading http://arduino. esp8266.com/stable/packa
Invalid library found in C:\Users\asus\OneDrive\Documents\
1 Arduino Uno on COM13

```

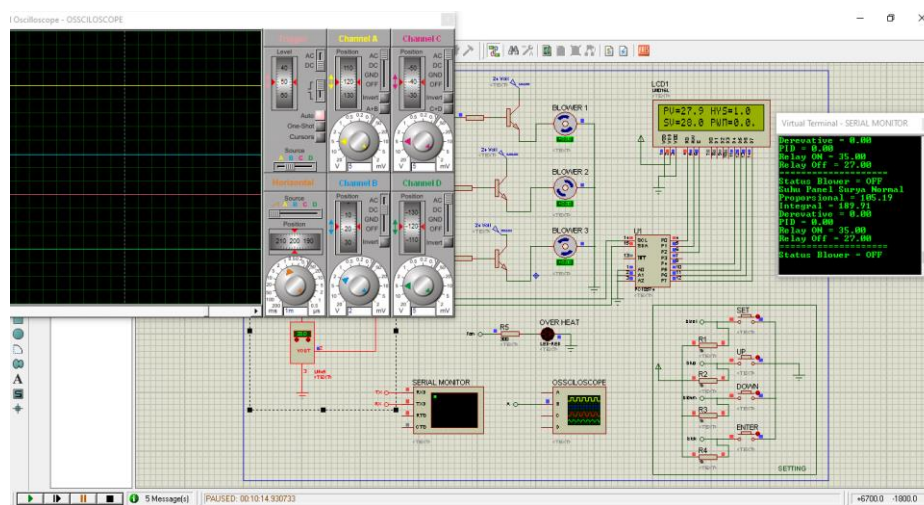
Gambar 2.5. Pembuatan Perangkat Lunak

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

Proses pengujian terhadap kerja model sistem dalam hal penyesuaian temperatur kerja dari panel surya, dengan cara mengaktifkan kerja blower saat terindikasi temperatur panel surya telah berada diatas nilai temperatur kerjanya yang dapat berdampak pada penurunan kapasitas pembangkitan daya listriknya. Pengujian sistem dilakukan terhadap model sistem yang telah dilakukan, dan disimulasikan melalui program simulasi Proteus. Adapun tahapan pengujian mencakup:

3.1 Pengujian Model Sistem Saat Pertama Kali Diaktifkan

Saat pertama kali diaktifkan, sistem akan menampilkan informasi sehubungan dengan nilai awal dari pengaturan nilai, baik pengaturan nilai error kesalahan (Hys), pengaturan set point batas bawah nilai temperatur panel surya (sv), dan nilai set point batas atas temperatur panel surya (on relay), serta perubahan temperatur panel surya (pv). Gambar 3.1 memperlihatkan sistem pertama kali diaktifkan.

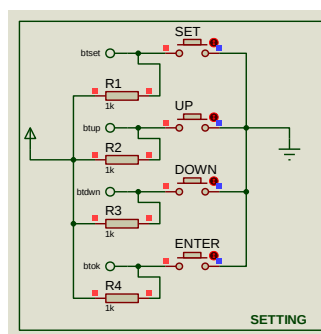


Gambar 3.1. Pengujian simulasi model sistem saat pertama kali diaktifkan

Setelah sistem aktif, maka hal yang dapat dilakukan terhadap sistem adalah melakukan pengaturan terhadap nilai error kesalahan (Hys), pengaturan set point batas bawah nilai temperatur panel surya (sv), dan nilai set point batas atas temperatur panel surya (on relay), serta perubahan temperatur panel surya (pv). Adapun tahapannya sebagai berikut:

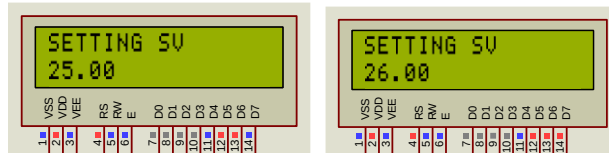
a. Pengaturan nilai SV

Untuk melakukan proses pengaturan/setingan nilai SV, hal yang dilakukan adalah masuk ke bagian Setting, kemudian menekan Tombol SET. Gambar 3.2 memperlihatkan bagian pengaturan nilai SV, Hys, PV dan on relay.



Gambar 3.2. Bagian pengaturan nilai SV, Hys, PV dan on relay.

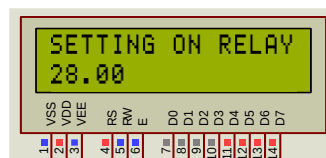
Saat tombol SET ditekan, maka secara otomatis sistem akan mengarahkan pada bagian pengaturan nilai temperatur panel surya (sv). Untuk menginputkan nilai SV, yang dilakukan adalah menekan Tombol Up untuk menambah nilai SV ataupun menekan Tombol Down untuk mengurangi nilai SV. Secara default, nilai SV akan diatur pada nilai 25, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pengaturan nilai SV

b. Pengaturan nilai On Relay

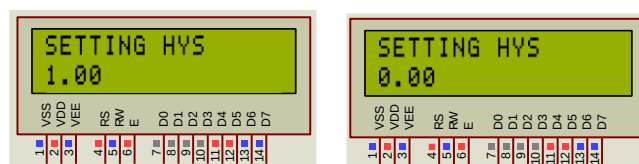
Pengaturan nilai on relay bertujuan untuk mengatur batas atas dari temperatur kerja panel surya. Proses penginputan nilai sebagai set point untuk batas atas temperatur kerja dari panel surya, sama dengan pada proses pengaturan nilai sv, dimana memanfaatkan Tombol Up untuk menaikkan settingan temperatur dan Tombol Down untuk menurunkan settingan Temperatur. Saat pengaturan nilai on relay selesai dilakukan, selanjutnya menekan Tombol Enter pada bagian Setting. Gambar 3.4. memperlihatkan proses pengaturan nilai on relay.



Gambar 3.4. Pengaturan nilai on relay

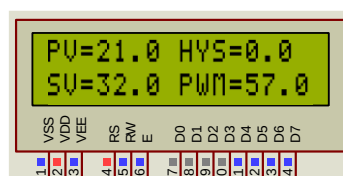
c. Pengaturan nilai Hys

Selanjutnya setingan yang dapat dilakukan adalah penentuan nilai error (Hys), dimana pada bagian ini yang dilakukan adalah menekan tombol up untuk menaikkan batasan nilai error ataupun tombol down untuk menurunkan batasan nilai error. Nilai error awal saat sistem diaktifkan akan diatur pada nilai default sebesar 1. Seperti contoh untuk menurunkan nilai error ke nilai 0, maka yang dilakukan adalah menekan tombol down sampai nilai error (HYS) pada tampilan LCD menunjukkan angka 0.00. Gambar 3.4 memperlihatkan proses pengaturan nilai Hys.



Gambar 3.4. Pengaturan nilai Hys

Setelah keseluruhan proses setingan dilakukan, maka sistem akan beroperasi berdasarkan nilai setpoint yang telah diatur, seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Informasi setelah proses pengaturan selesai dilakukan

Keterangan:

PV = Nilai suhu yang terbaca dari sensor suhu

HYS = Nilai settingan Error

SV = Nilai settingan temperatur panel surya yang akan dijaga konstan

PWM = PID = nilai perubahan untuk pengaturan kecepatan putar dari Blower dalam melakukan proses pendinginan panel surya

Adapun tampilan awal dari sistem saat pertama kali diaktifkan adalah sebagai berikut:

- Informasi sehubungan dengan kerja sistem dalam proses pendeteksian peningkatan suhu dari panel surya, dimana informasinya ditampilkan melalui serial monitor, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.6.

```
Virtual Terminal - SERIAL MONITOR
Derevative = 0.00
PID = 0.00
Relay ON = 35.00
Relay Off = 27.00
=====
Status Blower = OFF
Suhu Panel Surya Normal
Proporsional = 99.76
Integral = 180.12
Derevative = 0.00
PID = 0.00
Relay ON = 35.00
Relay Off = 27.00
=====
Status Blower = OFF
```

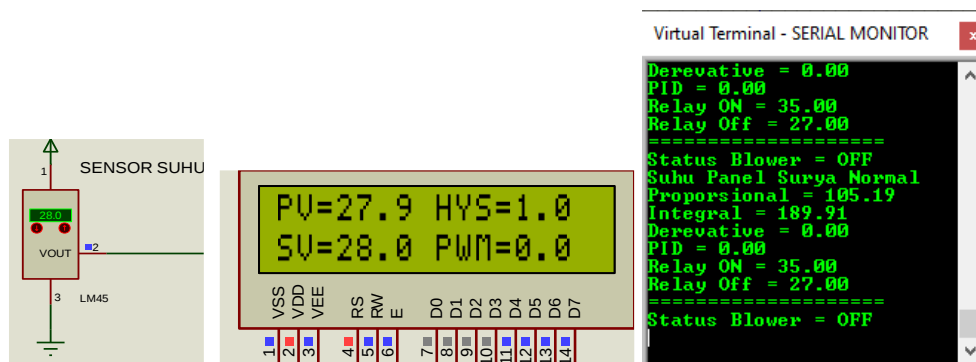
Gambar 3.6. Tampilan awal dari sistem saat pertama kali diaktifkan

Dari Gambar 3.6 terlihat bahwa status Blower dalam keadaan OFF. Hal ini dikarenakan sensor suhu mendeteksi suhu panel surya masi berada pada nilai toleransi dari suhu panel surya berkisar antara 24°C sampai dengan 28°C. Adapun nilai pembacaan suhu panel surya terdeteksi berada pada nilai 25°C.

3.2 Pengujian Simulasi Sistem Saat Suhu Panel Surya Masih Dalam Batasan Toleransi

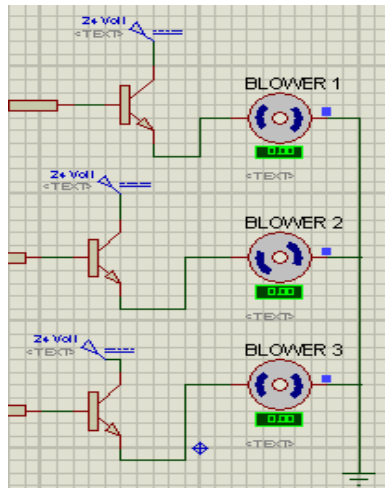
Pengujian simulasi sistem pada saat nilai suhu yang terbaca dari panel surya masih berada pada nilai suhu toleransi (24°C sampai dengan 28°C), dimana pengujian simulasi sistem dilakukan dengan cara menekan nilai temperatur dari sensor LM35 dari 24°C ke nilai 28°C.

Saat kontroler membaca data dari sensor suhu LM35, dimana nilainya adalah 28°C, maka kontroler akan memprosesnya dan menampilkan informasi sehubungan dengan kerja sistem, seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Informasi sehubungan dengan kerja sistem

Dari informasi yang diperlihatkan pada Gambar 3.7, terlihat bahwa suhu dari panel surya dalam keadaan normal, sehingga blower tidak diaktifkan. Informasi juga menunjukkan bahwa relay akan aktif (ON) jika nilai suhu yang terdeteksi diatas dari 35°C, dimana hal ini menandakan bahwa suhu panel surya mengalami *Overhead*. Dikarenakan nilai suhu panel surya masih dalam batasan nilai toleransi, maka Blower tidak diaktifkan, seperti pada Gambar 3.8.

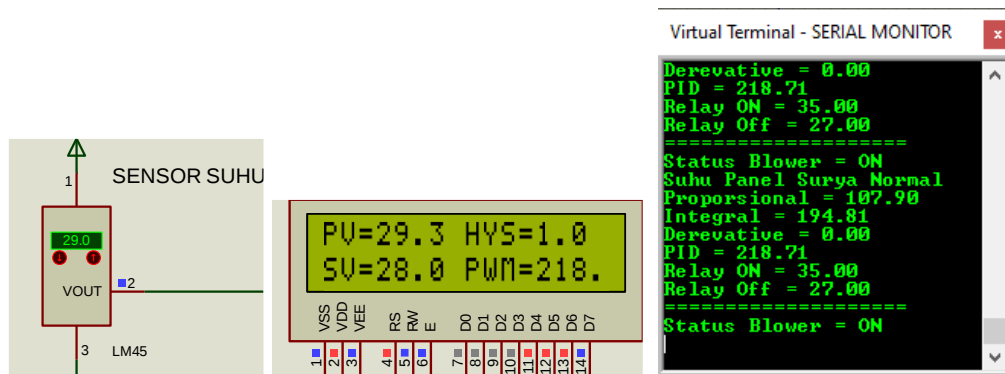


Gambar 3.8. Blower tidak aktif nilai suhu panel surya masih dalam batasan nilai toleransi

Dari gambar 3.8, terlihat bahwa nilai RPM dari Blower 1, Blower 2 dan Blower 3 bernilai 0, sebagai indikasi bahwa ketiga Blower tersebut tidak beroperasi. Hal ini dikarenakan tidak adanya output PWM yang diOutputkan oleh kontroler.

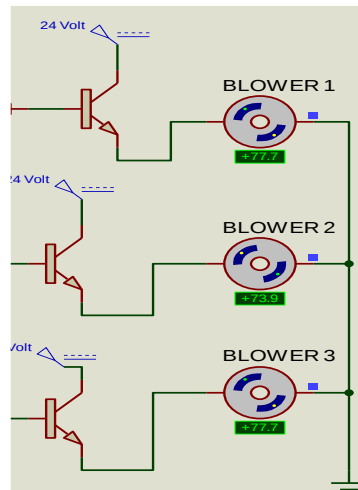
3.3 Pengujian Simulasi Sistem Saat Suhu Panel Surya Diatas Batasan Toleransi

Pengujian simulasi sistem pada saat nilai suhu yang terbaca dari panel surya berada pada nilai suhu diatas nilai toleransi (diatas 28°C), dimana pengujian simulasi sistem dilakukan dengan cara menaikkan nilai temperatur dari sensor LM35 ke nilai 29°C. Saat kontroler membaca data dari sensor suhu LM35, dimana nilainya adalah 29°C, maka kontroler akan memprosesnya dan menampilkan informasi sehubungan dengan kerja sistem saat terindikasi bahwa suhu panel surya telah berada diatas nilai suhu toleransi yang diatur. Gambar 3.9 memperlihatkan informasi saat suhu panel surya telah berada diatas nilai suhu toleransi.



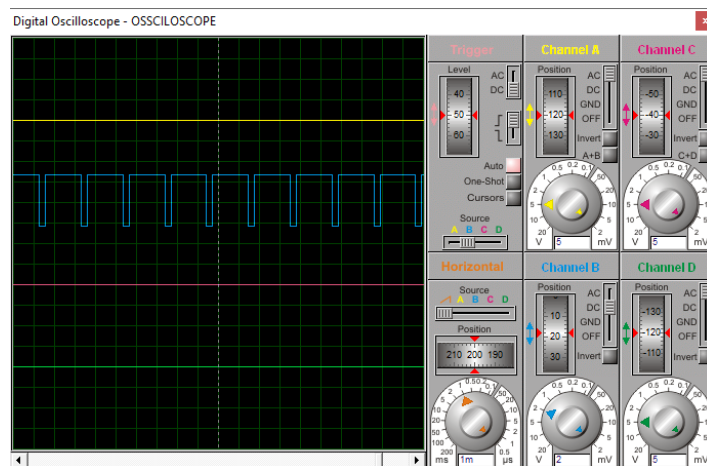
Gambar 3.9. Informasi saat suhu panel surya telah berada diatas nilai suhu toleransi.

Dari informasi yang diperlihatkan pada Gambar 3.9, terlihat bahwa suhu dari panel surya masih dalam keadaan normal, dan Blower telah diaktifkan untuk melakukan proses pendinginan terhadap panel surya. Dikarenakan nilai suhu panel surya telah melebihi batasan nilai toleransi (28°C), maka Blower telah diaktifkan, seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Blower telah diaktifkan

Dari Gambar 3.10, terlihat bahwa nilai RPM dari Blower 1 = 77.7, Blower 2 = 73.9 dan Blower 3 = 77.7, sebagai indikasi bahwa ketiga Blower tersebut telah beroperasi untuk melakukan proses pendinginan terhadap panel surya. Bekerjanya ketiga Blower dikarenakan adanya output PWM yang diOutputkan oleh kontroler, dimana output PWM sebesar 218, seperti pada hasil pembacaan Oscilloscope untuk output PWM dari Kontroler, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.11.

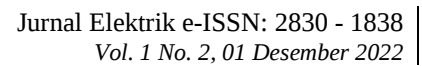


Gambar 3.11. Hasil pembacaan Oscilloscope untuk output PWM

3.4 Pengujian Simulasi Sistem Saat Suhu Panel Surya Dalam Kondisi Overhead

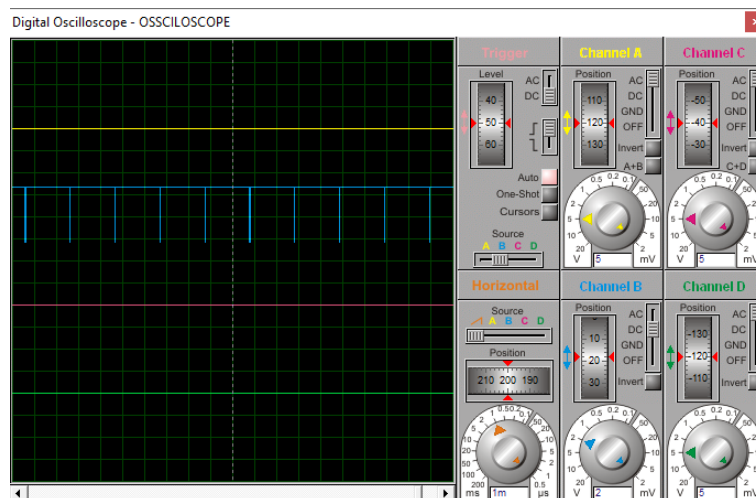
Pengujian simulasi sistem pada saat nilai suhu yang terbaca dari panel surya berada pada nilai suhu diatas nilai maksimum dari suhu untuk panel surya (didas 35°C), dimana pengujian simulasi sistem dilakukan dengan cara menaikkan nilai temperatur dari sensor LM35 ke nilai 36°C.

Saat kontroler membaca data dari sensor suhu LM35, dimana nilainya adalah 36°C, maka kontroler akan memprosesnya dan menampilkan informasi bahwa telah terjadi overhead terhadap suhu pada panel surya, sehingga ketiga Blower beroperasi secara maksimal untuk melakukan proses pendinginan terhadap panel surya. Informasi sehubungan dengan terjadinya overhead suhu panel surya diperlihatkan pada Gambar 3.12.



The left diagram shows a fan connected to a 300 ohm resistor (R5) and an LED-RED indicator, controlled by a 24V source. The middle diagram shows three blower units (BLOWER 1, 2, 3) each controlled by a 24V source and a relay. The right diagram shows a more complex control system with multiple 24V sources and relays controlling the blower units.

Dari Gambar 3.13, terlihat bahwa nilai RPM dari Blower 1 = 92, Blower 2 = 92 dan Blower 3 = 92, sebagai indikasi bahwa ketiga Blower tersebut telah beroperasi dengan kecepatan maksimal untuk melakukan proses pendinginan terhadap panel surya. Bekerjanya ketiga Blower dikarenakan adanya output PWM yang diOutputkan oleh kontroler, dimana output PWM sebesar 254, seperti pada hasil pembacaan Oscilloscope untuk output PWM dari Kontroler, diperlihatkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Pembacaan Oscilloscope untuk output PWM dari Kontroler saat terjadi *overhead* temperatur panel surya

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap kerja model sistem menunjukkan bahwa, model sistem yang dibuat dapat mengatur temperatur kerja panel surya, agar selalu berada pada rentang temperatur yang sesuai dengan spesifikasi dari panel surya. Saat terindikasi temperatur panel surya berada pada nilai toleransi, maka Blower tidak akan diaktifkan. Saat terindikasi temperatur panel surya berada diatas nilai toleransi, maka blower akan diaktifkan dengan putaran yang disesuaikan dengan peningkatan temperatur. Dan Saat terjadi *overhead* terhadap temperatur panel surya, maka ketiga Blower akan berputar secara maksimum guna mendinginkan panel surya.

5. SARAN

Untuk mendapatkan hasil yang optimal terhadap proses pendinginan panel surya, sebagai saran peneliti adalah dalam hal penambahan media pendingin seperti Air Conditioning, dimana udara dingin yang dihasilkan oleh Air Conditioning disirkulasikan kedalam ducting melalui hembusan dari Blower, sehingga proses pendinginannya lebih cepat.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada pihak institusi, dalam hal ini Politeknik Negeri Manado dalam hal pembiayaan penelitian ini, serta pihak P3M dan terlebih khusus pimpinan Jurusan Teknik Elektro yang telah memfasilitasi dalam hal pembuatan model sistem ini, melalui penggunaan Laboratorium, serta rekan-rekan dosen yang memberikan masukan sehubungan dengan penulisan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad Imam Agung, Potensi Sumber Energi Alternatif Dalam Mendukung Kelistrikan Nasional, Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Vol. 2, No. 2, 2013
- [2] Gede Widayana, Pemanfaatan Energi Surya, Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Vol. 9, No. 1, 2012.
- [3] Anhar, Aulia Shahbanna. dkk. 2017. "Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel". *Jurnal Online Teknik Elektro*. Vol.2(3).



-
- [4] Dzulfikar, Dafi dan Broto, Wisnu. 2016 “Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya”. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016. Vol. 5
 - [5] Iqtimal, Zian. dkk. 2018 “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber listrik Tenaga Pompa Air”. *Jurnal Online Teknik Elektro*. Vol.3(1).
 - [6] Iwan Setiawan, 2008, Kontrol PID untuk Proses Industri, PT. Elex Media Komputindo
 - [7] <https://sunenergy.id/blog/sistem-panel-surya/> (diakses hari Selasa 20 September 2022)
 - [8] Budiharto, W. 2008. paduan pratikum mikrokontroler AVR ATmega16. Jakarta. penerbit PT Elex Media Komputindo
 - [9] Yulias, Zarfani. 2011. *Tutorial Singkat Bahasa Pemrograman Arduino*. Famosa Studio.
 - [10] Rifaldo Pido, 2019, Analisa Pengaruh Kenaikan Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Daya Output, *Gorontalo Journal Of Infrastructure End Scince Engineering*, Vol. 2, No. 2
 - [11] *Kho Hie Khwee*, 2013, Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak), *Jurnal Elkha*, Vol. 5, No. 2
 - [12] *Puteri Kusumaning Tiyas, Mahendra Widyartono*, 2020, Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya, *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 9, No. 1