

RANCANG BANGUN MODUL TRAINER KIT MATA KULIAH SISTEM KENDALI+LAB (IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI BERBASIS ANALOG PADA KENDALI MOTOR DC, MOTOR SERVO, TEMPERATUR, DAN WATER LEVEL CONTROL)

Abdul Manan Yunus¹, Pratolo Rahardjo², Ida Bagus Alit Swamardika³, Yoga Divayana⁴, Komang Oka Saputra⁵, I Putu Elba Duta Nugraha⁶

abdulmananyunus.18@gmail.com¹, pratolo@unud.ac.id², gusalit@ee.unud.ac.id³,
yoga@unud.ac.id⁴, okasaputra@unud.ac.id⁵, elba.nugraha@unud.ac.id⁶

Universitas Udayana

ABSTRAK

Sistem kendali merupakan serangkaian kombinasi beberapa komponen yang bekerja sama dengan tujuan mengelola, mengatur, dan memberikan perintah kepada sub-sistem lain untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pengadaan Mata Kuliah Sistem Kendali+Lab dalam kurikulum merdeka belajar kampus merdeka 2020-2025 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana merupakan upaya penerapan peran perguruan tinggi dalam pembelajaran, penelitian dan pengembangan sistem kendali. Pada penelitian ini dirancang dan dibangun Modul Grade 1 Trainer Kit Sistem Kendali+Lab untuk menunjang proses pelaksanaan praktikum di laboratorium. Modul grade 1 terdiri dari 5 perancang dasar sistem kendali, yakni perancangan sistem kendali arah putar motor DC, kendali kecepatan dan arah putar motor DC dengan PWM, kendali posisi motor servo dengan infrared, kendali water heater, dan water level control. Pada setiap perancangan dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi perancangan boks modul, perancangan perangkat keras (hardware), dan perancangan plan pengujian. Keluaran penelitian ini berupa boks modul trainer kit sistem kendali, buku pedoman penggunaan, dan hasil perancangan dari masing-masing sistem kendali. Kesimpulan penelitian ini didapatkan bahwa perancangan Modul Grade 1 Trainer Kit Sistem Kendali+Lab telah berhasil dengan baik.

Kata Kunci: Modul Trainer Kit Sistem Kendali, Sistem Kendali, Trainer Kit.

ABSTRACT

A control system is a series of combinations of several components that work together for the purpose of managing, regulating, and giving commands to other subsystems to obtain the desired results. Udayana University Engineering Faculty Electrical Engineering Studies Program 2020-2025 is an attempt to apply the role of college in learning, research and development of control systems. In this study, a Grade 1 Module of the Control System + Lab Trainer Kit will be designed and built to support the process of implementing practicum in the laboratory. The grade 1 module consists of 5 basic control system designers, namely the design of the DC motor rotating direction control system, speed control and DC motor rotating direction with PWM, servo motor position control with infrared, water heater control, and water level control. Each design is carried out through several stages that include the design of the box module, the design hardware (hardware), and the design test plan. The output of this research is a control system trainer kit module box, a user manual, and the design results of each control system. The conclusion of this study is that the design of the Grade 1 Trainer Kit System Control+Lab Module has worked well.

Keywords: Control System Trainer Kit Module, Control System, Trainer Kit.

PENDAHULUAN

operasi semakin pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Sistem kendali didefinisikan sebagai suatu susunan sistem yang terbentuk dari hubungan antar komponen

yang mana dari susunan sistem tersebut diperoleh respon sistem yang sesuai dengan set point tertentu.

Perkembangan sistem kendali telah mengalami beberapa tahap peneitian dan penyempurnaan. Hingga saat ini, penerapan sistem kendali telah banyak ditemukan pada berbagai bidang, mulai dari bidang industri, bidang otomotif, peralatan rumah tangga, fasilitas publik hingga fasilitas pendidikan dan berbagai bidang lainnya. Semakin sempurna sistem kendali dalam suatu sistem operasi tertentu, maka hasil yang didapat akan lebih baik. Tetapi untuk merancang sebuah sistem kendali yang sempurna tentu akan semakin kompleks analisa dan tantangan yang akan dihadapi. Sebagai contoh, untuk mengelola masukan dari luar dengan jumlah yang banyak maka di butuhkan sistem kendali yang dapat memproses masukan tersebut secara cepat dan sesuai dengan tujuan yang di inginkan.

Perguruan tinggi yang memiliki peran penting sebagai penyelenggara pendidikan dalam hal pembelajaran, penelitian dan pengembangan mengenai sistem kendali. Universitas Udayana melalui Program Studi Teknik Elektro menyelenggarakan pembelajaran mata kuliah Sistem Kendali+Lab pada kurikulum merdeka belajar kampus merdeka 2020-2025. Mata kuliah ini memiliki 1 SKS pembelajaran praktikum yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kendali, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.

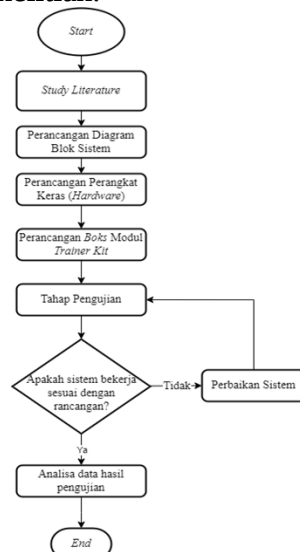
Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya pembuatan Modul Praktikum Sistem Kendali terbaru untuk memudahkan mahasiswa dalam mempelajari dan memahami materi yang dibagikan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memahami peran sistem kendali dalam mengendalikan suatu plant tertentu baik dengan menerapkan sistem loop terbuka maupun loop tertutup. Perancangan dasar yang akan dilakukan meliputi perancangan sistem kendali motor DC, sistem kendali motor servo, sistem kendali temperature, dan water level control.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kendali, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran dari bulan Juli - Desember 2023.

1. Diagram Alir Penelitian

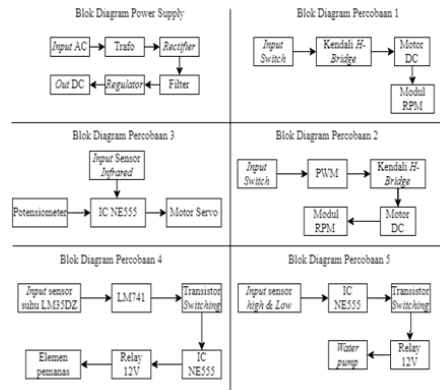
Perancangan trainer kit sistem kendali modul grade 1 dilakukan melalui beberapa tahap, yakni perancangan hardware, perancangan box modul, dan tahap pengujian. Berikut disajikan gambar diagram alir penelitian.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2. Diagram Blok Perancangan Sistem

Diagram blok perancangan pada penelitian ini terbagi menjadi 6 tahap perancangan. Berikut disajikan gambar diagram blok perancangan hardware.



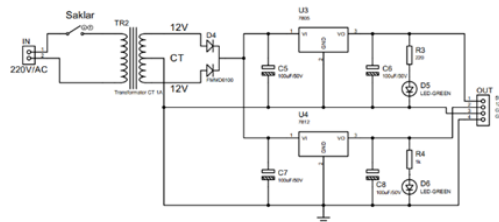
Gambar 2 Diagram Blok Sistem

3. Perancangan Hardware

Berdasarkan diagram blok sistem pada gambar 12, terdapat 6 rancangan hardware yang dilakukan, yaitu:

a) Perancangan Power Supply

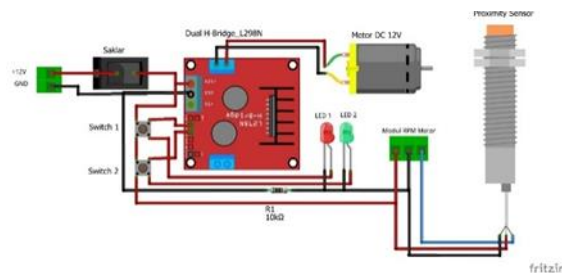
Dalam merancang power supply pada modul grade 1 membutuhkan beberapa komponen yakni trafo step down CT 1A untuk menurunkan tegangan AC. IC regulator LM7805 untuk mendapatkan tegangan 5V DC dengan arus 1.5A. IC regulator LM7812 untuk mendapatkan tegangan DC 12V. Berikut disajikan gambar rangkaian wiring power supply.



Gambar 3 Rangkaian Power Supply

b) Perancangan Sistem Kendali Arah Putaran Motor DC Menggunakan Switch

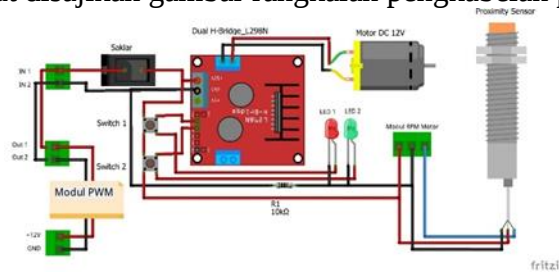
Pada perancangan percobaan 1 terdapat 2 switch sebagai komponen input. Salah satu kaki switch dihubungkan dengan sumber tegangan 12V, dan kaki lainnya dihubungkan dengan pin input driver L298N. Motor DC dihubungkan dengan pin output driver L298N. Komponen LED digunakan sebagai indikator output pada percobaan 1. Kaki katoda LED dihubungkan dengan ground melalui resistor 10K ohm, dan kaki anoda terkonfigurasi dengan switch. Selanjutnya rangkaian sensor tachometer dihubungkan dengan modul RPM motor untuk membaca kecepatan putar motor. Berikut disajikan gambar rangkaian wiring percobaan 1.



Gambar 4 Rangkaian Wiring Percobaan 1

c) Perancangan Sistem Kendali Arah Putaran dan Kecepatan Motor DC dengan PWM

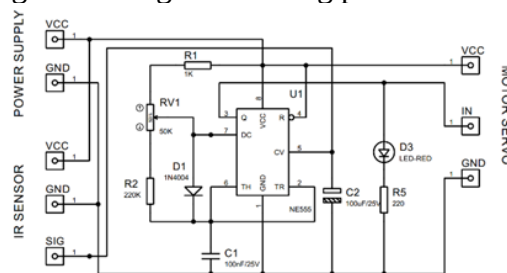
Rangkaian pengkabelan percobaan 2 tidak jauh berbeda dengan percobaan 1. Pada percobaan 2 terdapat komponen tambahan yakni PWM generator dengan IC NE555 yang berfungsi sebagai komponen input lain pada percobaan. PWM generator terkonfigurasi dengan switch pada rangkaian yang berfungsi untuk menentukan arah putar dan kecepatan putar motor DC. Berikut disajikan gambar rangkaian pengkabelan percobaan 2.



Gambar 5 Rangkaian Wiring Percobaan 2

d) Perancangan Sistem kendali Posisi Motor Servo dengan Infrared

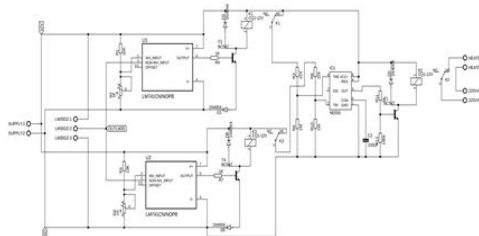
Pada percobaan 3 menggunakan sensor IR sebagai masukan. Pin out sensor IR terkonfigurasi dengan pin 5 pada IC NE555 sebagai trigger. Motor servo sebagai piranti yang dikendalikan terhubung dengan pin out IC NE555 melalui pin signal pada motor servo. LED berwarna merah digunakan sebagai indikator output, kaki katoda LED terhubung dengan ground melalui resistor 220ohm dan kaki anoda terhubung dengan pin out IC NE555. Berikut disajikan gambar rangkaian wiring percobaan 3.



Gambar 6 Rangkaian Wiring Percobaan 3

e) Perancangan Sistem Water Heater

Pada percobaan 4 menggunakan sensor LM35DZ waterproof sebagai komponen input. Pin out sensor LM35DZ dihubungkan dengan 2 buah op-amp LM741 untuk dikuatkan. Potensiometer dihubungkan dengan LM741 untuk menentukan batas atas dan batas bawah temperatur. Elemen pemanas terhubung dengan relay 12V, relay terkonfigurasi dengan IC NE555 dimana IC ini berfungsi untuk mengendalikan temperatur tetap berada pada rentang yang diinginkan. Berikut disajikan gambar rangkaian pengkabelan percobaan 4.

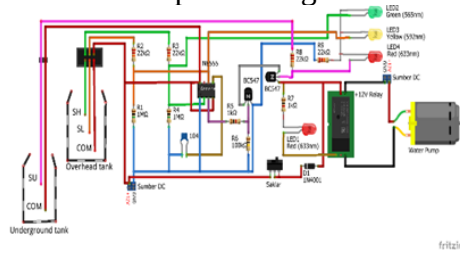


Gambar 7 Gambar Wiring Percobaan 4

f) Perancangan Water Level Control

Perancangan percobaan water level control menggunakan IC NE555 sebagai multivibrator. IC NE555 menerima input dari sensor high and low yang terpasang pada

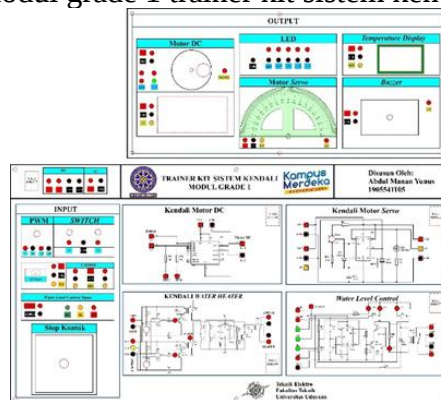
wadah air. Pin out IC NE555 teronfigurasi dengan transistor BC547 yang berfungsi sebagai saklar yang akan memberikan trigger kepada relay untuk aktif dan menyalakan pompa air. Pompa air yang digunakan adalah mini submersible water pump yang terhubung dengan relay 12 pada kaki NC. Gambar 18 merupakan rangkaian wiring percobaan 5.



Gambar 8 Gambar Wiring Percobaan 5

4. Perancangan Box Trainer Kit Modul Grade 1

Pembuatan box modul bertujuan untuk melindungi komponen-komponen elektronik pada setiap percobaan. Selain itu pembuatan box juga berfungsi untuk memudahkan jalannya praktikum serta agar rangkaian modul terlihat rapi. Pada box modul ini merupakan tempat meletakkan setiap komponen percobaan modul grade 1 yakni sistem kendali motor DC, kendali motor servo, kendali temperatur, dan water level control. Gambar 19 menunjukkan desain box modul grade 1 trainer kit sistem kendali+lab.



Gambar 9 Desain Box Trainer Kit sistem Kendali Modul Grade 1

5. Perancangan Pengujian

Tujuan tahapan ini yaitu untuk melihat unjuk kerja dari modul trainer kit yang telah dirancang dan dibuat. Pada pengujian modul trainer kit sistem kendali+lab grade 1 akan terbagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan masing-masing percobaan. Setiap percobaan akan dilakukan pengujian sesuai dengan parameter dan data yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Bentuk Fisik Box Modul Praktikum

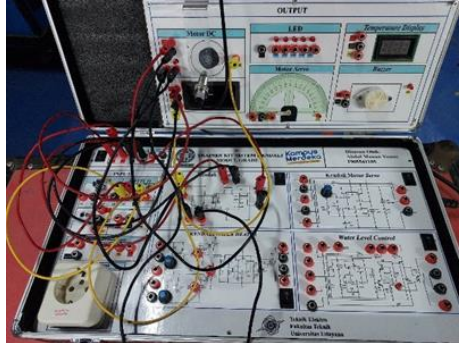
Realisasi bentuk fisik dari box modul trainer kit sistem kendali+lab grade 1 disajikan pada gambar berikut.



Gambar 10 Bentuk Fisik Box Modul

2. Pengujian Sistem Kendali Arah Putaran Motor DC Menggunakan Switch.

Pada tahapan ini dilakukan pengamatan terhadap sistem untuk mengetahui apakah jalannya sistem baik dan sesuai rancangan. Tahap pertama yang dilakukan yakni pemasangan hardware meliputi perangkaian kabel antara komponen pada box modul. Gambar 11 merupakan hasil rangkaian pengkabelan.



Gambar 11 Wiring Percobaan 1

Pengujian dilakukan dengan memberikan input yang bervariasi dengan menggunakan switch, yang kemudian output dari sistem akan diamati apakah telah sesuai dengan rancangan pengujian. Hasil pengujian pada percobaan sistem kendali arah putaran motor DC disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Percobaan 1

Kondisi Switch		Arah Putar Motor	V Output (V)
Switch 1	Switch 2		
0	0	null	0V
1	0	CCW	1.3V
0	1	CW	1.4V
1	1	null	0V

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Pada saat sistem diberikan input melalui switch, maka motor DC akan berputar berdasarkan input yang diberikan. Pada modul Tachometer RPM menampilkan hasil pembacaan kecepatan putar dari motor DC.

3. Pengujian Sistem Kendali Kecepatan dan Arah Putaran Motor DC dengan PWM

Pada tahap ini akan dilakukan pengamatan terhadap sistem untuk mengetahui apakah jalannya input dan output sistem baik dan sesuai dengan perancangan pengujian. Tahap pertama yakni pemasangan rangkaian kabel antar komponen pada box modul praktikum. wiring pengkabelan percobaan 2 dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 12 Wiring Percobaan 2

Pengujian dilakukan dengan memberikan input yang bervariasi dengan menggunakan

modul PWM untuk mengatur kecepatan motor, kemudian output dari sistem akan diamati apakah telah sesuai dengan rancangan pengujian. Hasil pengujian pada percobaan sistem kendali kecepatan dan arah putaran motor DC dengan PWM disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Percobaan 2

Pot (%)	VPot (v)	Switch		Arah putar	VOut (v)
		S1	S2		
0	0	1	0	null	0
20	8.64	1	0	null	-0.18
40	9.12	1	0	CCW	-1.63
60	9.82	0	1	CW	3.24
80	10.70	0	1	CW	4.16
100	10.94	0	1	CW	4.34

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sistem pada percobaan kendali kecepatan dan arah putar motor DC bekerja sesuai dengan perancangan. Ketika potensiometer pada modul PWM diputar, maka akan memberikan tegangan output pada sistem, sehingga motor DC akan berputar dengan kecepatan sesuai tegangan yang diberikan oleh modul PWM. Arah putar motor DC akan selaras dengan input switch yang diberikan. Modul Tachometer RPM menampilkan hasil pembacaan kecepatan putar dari motor DC.

4. Pengujian Sistem Kendali Posisi Motor Servo dengan Sensor Infrared

Pada tahap pengujian bertujuan untuk memahami cara perangkaian sistem kendali posisi motor servo dengan sensor IR, sehingga sistem dapat berjalan dengan baik. Tahap pertama yang dilakukan yakni pemasangan kabel anatar komponen pada box modul praktikum. Rangkain pengkabelan percobaan 3 dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 13 Wiring Percobaan 3

Pengujian dilakukan dengan memberikan perlakuan pada sensor infrared. Pengamatan terhadap sistem akan dilakukan pada kondisi sensor IR tidak terhalangi dan pada kondisi sensor IR diberi halangan. Hasil pengujian pada percobaan sistem kendali posisi motor servo dengan sensor IR disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3 Hasil Pengujian Percobaan 3

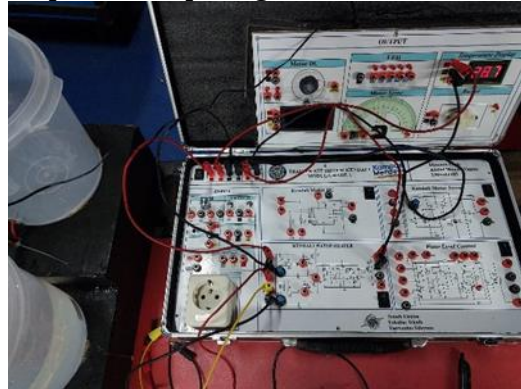
Kondisi Sensor IR	Posisi Motor Servo	Kondisi LED Indikator
Kondisi Awal	0°	Terang
Sensor Terhalangi	180°	Redup
Sensor tidak terhalangi	0°	Terang

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian sistem kendali posisi motor servo dengan sensor IR berjalan sesuai dengan perancangan. Ketika sensor IR terhalangi, maka akan mengirimkan sinyal pada sistem sehingga motor servo berpindah sejauh 180° dan LED menyala redup. Pada saat sensor IR tidak terhalangi, maka posisi motor servo akan

berpindah pada 00 dan LED menyala terang.

5. Pengujian Sistem Kendali Water Heater

Pada tahap pengujian bertujuan untuk memahami cara perangkaian sistem kendali water heater, sehingga sistem dapat berjalan dengan baik. Tahap pertama yang dilakukan adalah pemasangan kabel antar komponen pada modul percobaan 4. Rangkaian pengkabelan percobaan 4 dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 14 Wiring Percobaan 4

Pada pengujian sistem kendali water heater diberikan perlakuan yang bervariasi pada sensor suhu yang digunakan yakni sensor LM35DZ. Hasil pengujian sistem kendali water heater disajikan pada tabel berikut.

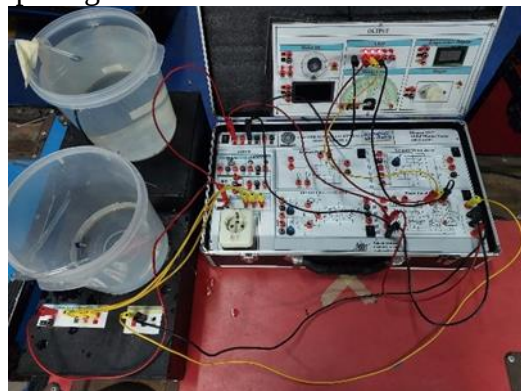
Tabel 4 Hasil Pengujian Percobaan 4

Pot(%)		V_{POT}	Heater	Suhu	V_{OUT}
Batas atas	30%	0.43V	Mati	37.4 ⁰ c	0.37V
Batas Bawah	25%	0.32V	Menyala	35 ⁰ c	0.34V

Hasil pengujian dalam tabel 4 menunjukkan bahwa sistem kendali water heater dapat berjalan dengan baik. Pada saat sistem diaktifkan, maka elemen pemanas akan bekerja memanaskan air. Ketika suhu air yang terbaca oleh sensor LM35DZ mencapai batas atas, maka pemanas akan mati otomatis. Pada saat suhu air telah mencappai batas bawah yang telah ditentukan, maka pemanas akan kembali menyala. Dengan demikian suhu air akan terjaga pada rentan tertentu sesuai dengan set point yang telah ditentukan.

6. Pengujian Water Level Control

Pada tahap pengujian bertujuan untuk memahami cara perangkaian percobaan water level control hingga sistem dapat berjalan dengan baik. Tahap awal yang dilakukan adalah pemasangan kabel antar komponen pada modul percobaan 5. Rangkaian pengkabelan percobaan 5 dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 15 Wiring Percobaan 5

Pada pengujian water level control akan diberikan variasi input berupa sensor high

and low yang terpasang pada wadah penampung air. Selanjutnya akan diamati output sistem apakah sesuai dengan rancangan. Hasil pengujian water level control disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5 Hasil Pengujian Percobaan 5

Kondisi Sensor			Water Pump	LED Indikator
SH	SL	SU		
0	0	0	Mati	Mati semua
0	0	1	Menyala	LED 3 Menyala
0	1	1	Menyala	LED 2,3 Menyala
1	1	1	Mati	LED 1,2,3 Menyala

Berdasarkan data hasil pengujian yang ditunjukkan oleh tabel 5, sistem water level control dapat berjalan dengan baik. Pada saat sensor menyentuh air, maka akan mengirimkan sinyal high kepada sistem pemroses yang kemudian akan digunakan untuk mengintruksikan pompa air mati atau menyala. pada saat sensor underground (SU) bernilai 1 maka water pump menyala. ketika air menyentuh sensor high (SH) maka water pump akan mati. Pada saat air mulai berkurang dan menyentuh sensor low (SL) maka water pump akan kembali menyala.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil pengujian, kesimpulan yang didapat yaitu :

1. Sistem kendali arah putaran motor DC menggunakan switch berhasil bekerja dengan baik sesuai dengan 4 pengujian yang telah dilakukan.
2. Sistem kendali kecepatan dan arah putar motor DC dengan PWM berhasil bekerja dengan baik dan sesuai dengan 6 pengujian yang telah dilakukan.
3. Sistem kendali posisi motor servo dengan sensor infrared berhasil bekerja dengan baik dan sesuai dengan 3 pengujian yang telah dilakukan.
4. Sistem kendali water heater berhasil bekerja dengan baik dan sesuai rancangan dengan perlakuan batas atas set point sebesar 30% dan abtas bawah 25% dengan rentang suhu antara 37.40C sampai 340cC.
5. Sistem water level control berhasil bekerja dengan baik dan sesuai dengan 4 pengujian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Umi Rochayati and Suprpto, "Keefektifan Trainer Digital Berbasis Mikrokontroler Dengan Model Briefcase Dalam Pembelajaran Praktik Di Smk," Jurnal Kependidikan Penelitian Inovasi Pembelajaran, vol. 44, no. 2, pp. 127–138, Nov. 2014.
- Katsuhiko. Ogata, Modern control engineering. Prentice-Hall, 2010.
- I. N. Bagia and I. M. Parsa, Motor-Motor Listrik, 1st ed. Kupang: CV. Rasi Terbit, 2018.
- I. F. Fanani, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperature Heat Exchanger Pada Mini Desalination Water Plant," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2018.
- S. D. Ariffudin, "Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair," Jurnal Rekayasa Mesin, vol. 01, no. 02, pp. 52–57, 2014.
- M. Danus, "Perancangan Inverter 3 Fasa Dengan Metode 3 Half Bridge," Jurnal Surya Energy, vol. 3, no. 2, 2019.
- M. Abdul Hadi, P. Rahardjo, I. Putu Elba Duta Nugraha, J. Raya Kampus Unud Jimbaran, and K. Badung, "Rancang Bangun Modul Praktikum Sistem Embedded Berbasis Raspberry Pi (Pengontrolan Dasar Led, Led Dot-Matrix, Dan Seven Segment Display)," 2021.