

RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM SISTEM EMBEDDED BERBASIS RASPBERRY PI (MODUL 2: PENERAPAN SISTEM SEDERHANA)

I Putu Pawesi Siantika¹, Pratolo Rahardjo², I Gusti Agung Putu Raka Agung³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

siantika@student.unud.ac.id, pratolo@unud.ac.id, rakaagung@unud.ac.id

ABSTRAK

Sistem *embedded* berperan sangat penting dalam berbagai bidang sehingga beberapa universitas khususnya Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik telah memasukkan matakuliah sistem *embedded* + lab. Namun, ketersediaan sarana pendukung kegiatan di laboratorium belum tersedia sebagaimana mestinya. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan dirancang dan dibuat sebuah modul praktikum sistem *embedded* berbasis Raspberry Pi (Modul 2: penerapan sistem sederhana). Modul praktikum ini memiliki tiga buah percobaan, yaitu sistem kontrol lampu dan motor DC 5 V dilengkapi dengan sensor LDR (percobaan 1); monitoring ketinggian air menggunakan modul sensor HC-SR04 dan data ketinggiannya ditampilkan pada LCD 16 x 2 (percobaan 2); deteksi pergerakan manusia menggunakan modul sensor HC-SR501 dengan keluaran berupa *audio* yang disalurkan ke *speaker*, penampil gambar oleh modul OLED 0.96 inch, dan perputaran *shaft* servo LDR (percobaan 3). Hasil yang diperoleh pada ketiga percobaan adalah semua sistem berhasil bekerja dengan ketentuan, berikut: Beban pada *relay* menyala saat kondisi sensor LDR ditutupi kain hitam, beban pada *relay* padam saat kondisi sensor LDR dibiarkan tanpa halangan dan sensor LDR disinari senter LED. Indikator LED menyala sesuai kondisi pembacaan ketinggian air oleh modul sensor HC-SR04. Modul sensor HC-SR501 berhasil mendeteksi pergerakan objek berupa manusia pada jarak 1 m, 1,5 m, dan 3 m.

Kata kunci : Modul Praktikum, Sistem *Embedded*, Raspberry Pi, Penerapan Sistem Sederhana

ABSTRACT

Embedded systems play a very important role in various fields so that several universities, especially Udayana University in the Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering have included embedded systems + lab courses. However, the availability of supporting facilities for activities in the lab is not yet available as it should be. Based on this, in this research, a practicum module for an embedded system based on Raspberry Pi will be designed and made (Module 2: implementation of a simple system). This practicum module has three experiments, namely a lamp control system and a 5 V DC motor equipped with an LDR sensor (experiment 1); monitoring the water level using the HC-SR04 sensor module and the height data is displayed on a 16 x 2 LCD (experiment 2); Human movement detection uses the HC-SR501 sensor module with output in the form of audio that is channeled to the speaker, the image display by the 0.96 inch OLED module, and the rotation of the LDR servo shaft (experiment 3). The results obtained in the three experiments are that all systems work successfully with the following conditions: The load on the relay turns on when the LDR sensor condition is covered with black cloth, the load on the relay goes out when the LDR sensor condition is left unobstructed and the LDR sensor is illuminated by an LED flashlight. The LED indicator lights up according to the condition of the water level reading by the HC-SR04 sensor module. The HC-SR501 sensor module successfully detects the movement of objects in the form of humans at a distance of 1 m, 1.5 m, and 3 m.

Key Words : Practical Module, Embedded System, Raspberry Pi, implementation of simple system

1. PENDAHULUAN

Sistem *embedded* merupakan sistem yang berperan sangat penting dalam proses kontrol sebuah fungsi dengan mikroprosesor yang telah diprogram oleh pembuat. Oleh karena itu, hampir berbagai bidang telah mengimplementasikan sistem *embedded*.

Beberapa universitas yang ada di Indonesia telah mengintegrasikan mata kuliah yang berhubungan dengan sistem *embedded* ke dalam kurikulumnya [1]. Salah satu universitas tersebut adalah Universitas Udayana lebih khususnya Program Studi Teknik Elektro pada Mata Kuliah Sistem *Embedded* + Lab.

Mata kuliah sistem *embedded* + lab merupakan salah satu mata kuliah baru yang diintegrasikan ke dalam mata kuliah Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana tahun 2020 sehingga timbul beberapa masalah, salah satunya adalah ketiadaan sarana praktikum yang sesuai untuk kegiatan laboratorium dari mata kuliah ini.

Penelitian yang berkaitan dengan pembuatan modul sistem *embedded* pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang berjudul "ED-255EK *Embedded Education Platform* sebagai Modul Praktikum *Embedded* Sistem dengan Robot *Arm Module* dan *Voice Module*" membuat modul praktikum lengan robot dan modul *voice* 4321 menggunakan *board* ED-255EK [2]. Penelitian yang berjudul "Pembuatan Modul Raspberry Pi" membuat modul praktikum berbasis Raspberry Pi 3 model B dengan menerapkan sistem sederhana [3].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka dalam penelitian ini akan dibuat sebuah modul praktikum berbasis Raspberry Pi sebagai pendukung kegiatan praktikum mata kuliah sistem *embedded* + lab. Modul ini membahas penerapan sistem sederhana berbasis Raspberry Pi. Sistem yang dirancang dan dibuat berjumlah tiga, yaitu sistem kontrol lampu dan motor DC 5 V dilengkapi dengan sensor LDR; monitor ketinggian air menggunakan modul sensor HC-SR04 yang kemudian data ketinggiannya ditampilkan pada LCD 16 x 2; deteksi gerakan manusia menggunakan modul sensor HC-SR501 dengan keluaran berupa *audio* yang disalurkan ke *speaker*,

penampilan gambar oleh modul OLED 0.96 inch, dan perputaran *shaft* servo. Raspberry Pi 4 model B digunakan sebagai komponen pemrosesan/kontroler dari sistem ini karena Raspberry Pi 4 model B merupakan versi teraktual dari Raspberry Pi [4].

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu kegiatan praktikum di laboratorium pada mata kuliah sistem *embedded* + lab Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan sebuah *single board computer* (SBC) yang digunakan untuk menjalankan fungsi seperti komputer pada umumnya, namun Raspberry Pi ini memiliki kelebihan yaitu bisa digunakan sebagai mikrokontroler dalam rangkaian elektronik. Raspberry Pi memiliki tujuan sebagai alat pembelajaran di bidang komputer [5]. Selama perkembangannya, Raspberry Pi telah memproduksi beberapa versi *board* dan yang paling aktual adalah Raspberry Pi 4 model B [4]. Raspberry Pi 4 Model B ditunjukkan pada Gambar 1 [4].



Gambar 1. Raspberry Pi 4 Model B

2.2 Motor Servo MG995

Motor servo MG995 merupakan perangkat elektronik menyerupai motor DC namun dengan tujuan kontrol posisi *shaft*. Posisi *shaft* dapat dikontrol menggunakan metode PWM dengan frekuensi 50 Hz. Lebar pulsa diatur sedemikian rupa untuk memperoleh posisi *shaft* yang diinginkan. Untuk memperoleh posisi 0°, 90°, dan 180° lebar pulsa diatur menjadi 1,0 ms, 1,5 ms, dan 2,0 ms secara berurutan [6]. Servo MG995 ditunjukkan pada Gambar 2 [7].



Gambar 2. Servo MG995

2.3 Light Dependent Resistor

Light Dependent Resistor atau LDR merupakan resistor variabel yang dikendalikan cahaya. Hambatan LDR pada tempat gelap umumnya bernilai ratusan megaohm. Namun, saat permukaan LDR terkena cahaya, nilai resistansi akan menurun beberapa ohm. diperlukan beberapa waktu untuk mengembalikan nilai resistansi jika sensor kembali tidak diberi cahaya. Waktu yang dibutuhkan mengembalikan nilai resistansi tersebut bergantung pada jenis LDR dan panjang gelombang dari spektrum cahaya [6]. Sensor LDR ditunjukkan pada Gambar 3 [8].



Gambar 3. LDR (*Light Dependent Resistor*)

2.4 Modul Sensor HC-SR04

Modul sensor HC-SR04 merupakan sensor yang diproduksi oleh Devantech yang digunakan untuk mengukur jarak dengan presisi. Rentang jarak yang dapat diukur sejauh 2 cm sampai 4 m [9]. Modul sensor ini berkerja dengan mengemisikan gelombang ultrasonic dan jika gelombang tersebut mengenai sebuah benda, maka gelombang akan memantul dan diterima kembali oleh sensor. Temperatur udara mempengaruhi cara kerja dari modul sensor ini [10]. Modul sensor HC-SR04 ditunjukkan pada Gambar 4 [11].



Gambar 4. Modul Sensor HC-SR04

2.5 Modul Sensor HC-SR501

Modul sensor HC-SR501 merupakan modul sensor yang menggunakan teknologi PIR (*passive infra red*) yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan objek [12]. Modul sensor HC-SR501 ditunjukkan pada Gambar 5 [13].



Gambar 5. Modul Sensor HC-SR501

2.6 Liquid Crystal Display (LCD 16 x 2)

Liquid crystal display atau LCD 16 x 2 merupakan perangkat elektronik yang memiliki fungsi sebagai penampil dari sebuah keluaran. Tampilan yang dihasilkan berupa karakter angka, tanda baca, dan huruf [14]. LCD 16 x 2 ditunjukkan pada Gambar 6 [15].



Gambar 6. LCD 16 x 2

2.7 Modul OLED 128 x 64

Modul OLED 128 x 64 merupakan LCD berjenis OLED yang terdiri dari 128 segmen dan 64 *common*. Komunikasi data pada modul ini menggunakan komunikasi *peripheral interface*, yaitu I2C dan SPI [16]. Modul OLED 128 x 64 ditunjukkan pada Gambar 7 [17].



Gambar 7. Modul OLED 128 x 64

2.8 Sistem Sederhana

Sistem merupakan himpunan dari sekelompok elemen-elemen yang mempunyai keterkaitan satu sama lainnya dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Sistem terdiri dari masukan, pemrosesan, dan keluaran. Sistem sederhana: *linear deterministic*, dan tidak ada *feedback* [18], [19].

2.9 UI Sistem Embedded

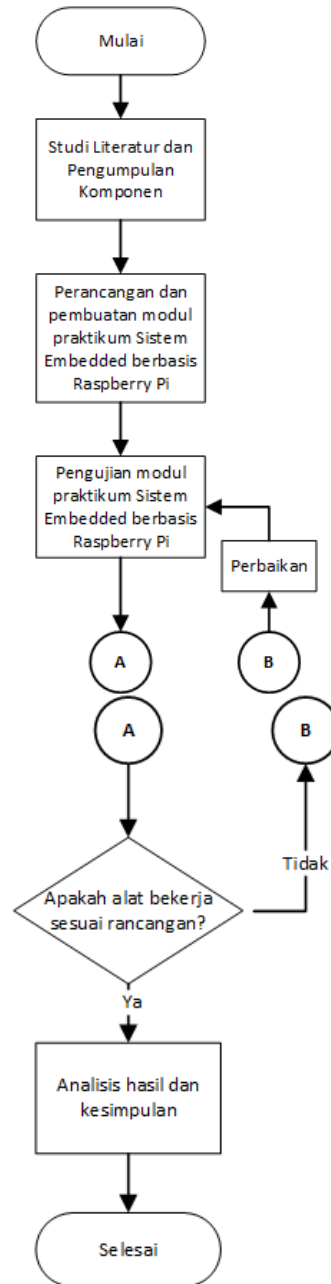
User interface atau disingkat UI pada sistem *embedded* merupakan suatu elemen yang sangat penting [20]. UI berperan sebagai media pemberi/penerjemah informasi kepada pengguna dari mesin yang dirancang oleh pembuat. Selain itu, UI berperan penting dalam menghubungkan produk yang dibuat dengan pengguna. Terdapat beberapa prinsip dasar dalam mendesain sebuah UI untuk sistem *embedded*, yaitu: *visibilitas*, *feedback*, *readability*, dan *proximity* [21].

2.10 Iluminansi Cahaya

Iluminansi cahaya merupakan kuantitas dari cahaya yang diradiasikan oleh sumber cahaya pada sebuah permukaan. Iluminansi cahaya memiliki satuan internasional (SI) berupa lux atau disingkat lx [22]. Iluminansi cahaya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jarak sumber cahaya ke permukaan (radius), luas area permukaan yang disinari cahaya, dan iluminansi cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya [23].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Digital dan Mikroprosesor, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Februari sampai Mei 2021. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

Berikut penjelasan pada Gambar 8: Langkah 1. Studi Literatur dan Pengumpulan Komponen

Penelitian ini diawali dengan studi *literature* dari *datasheet*, situs resmi, buku, dan penelitian sebelumnya yang terkait dan pengumpulan komponen untuk membuat modul praktikum. Selanjutnya dilakukan perancangan dan pembuatan modul praktikum.

Langkah 2. Perancangan dan Pembuatan Modul Praktikum Sistem *Embedded* berbasis Raspberry Pi

Perancangan dan pembuatan modul praktikum dibedakan menjadi dua tahap, yaitu tahap perangkat keras dan perangkat lunak. Modul praktikum yang telah selesai dirancang dan dibuat akan dilakukan pengujian.

Langkah 3. Pengujian Modul Praktikum Sistem *Embedded* berbasis Raspberry Pi

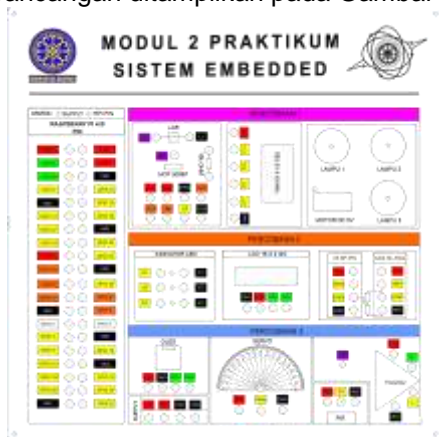
Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja/kesesuaian alat dengan rancangan dari modul praktikum yang dibuat. Apabila terjadi kerusakan pada modul, dilakukan perbaikan. Jika tidak ada masalah, maka dilakukan analisis data hasil dan kesimpulan.

Langkah 4. Analisis Data

Analisis data hasil dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya maupun teori.

3.2 Tampilan Luar Perangkat Keras

Tampilan luar perangkat keras modul praktikum sistem *embedded* dibuat menggunakan *software* CorelDRAW 2020 dengan ketentuan dimensi 50 cm. Tampilan ini mempertimbangkan konsep *user interface* (UI) sistem *embedded*. Hasil perancangan ditampilkan pada Gambar 9.



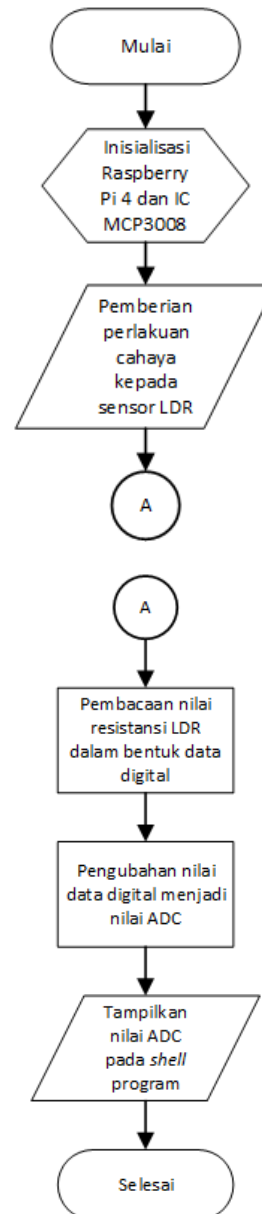
Gambar 9. Tampilan Luar Perangkat Keras Modul Praktikum Sistem *Embedded*

3.3 Diagram Alir Sistem Modul Praktikum sistem *Embedded* (Modul 2: Penerapan Sistem Sederhana)

Diagram alir sistem pada modul praktikum sistem *embedded* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu diagram alir percobaan 1, diagram alir percobaan 2, dan diagram alir percobaan 3.

1. Percobaan 1

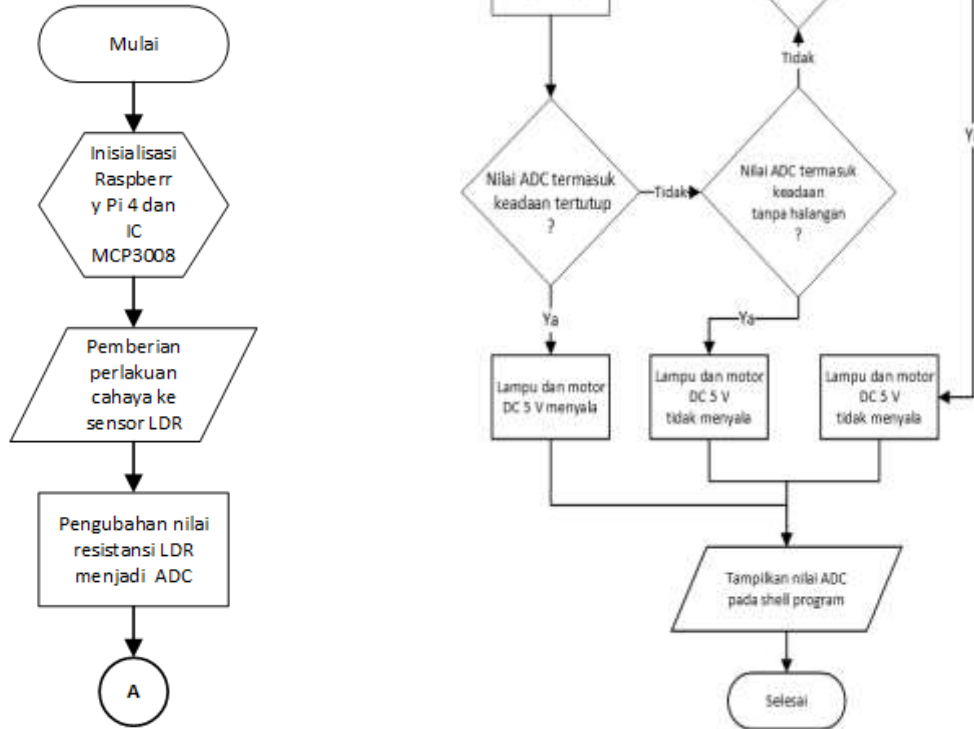
Diagram alir sistem pada percobaan 1 dibagi menjadi dua tahapan, yaitu tahap menentukan nilai batas ADC pada ketiga perlakuan cahaya dan sistem utama. Diagram alir dari penentuan nilai batas pada ketiga kondisi pencahayaan ditunjukkan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Alir Percobaan 1

Tahap penentuan nilai batas ADC ditujukan untuk memberi batas pada ketiga kondisi perlakuan cahaya terhadap sensor LDR agar sistem utama dapat memberikan

respons yang sesuai terhadap perlakuan pemberian cahaya terhadap sensor LDR. Diagram Alir sistem utama pada percobaan 1 ditunjukkan pada Gambar 11.

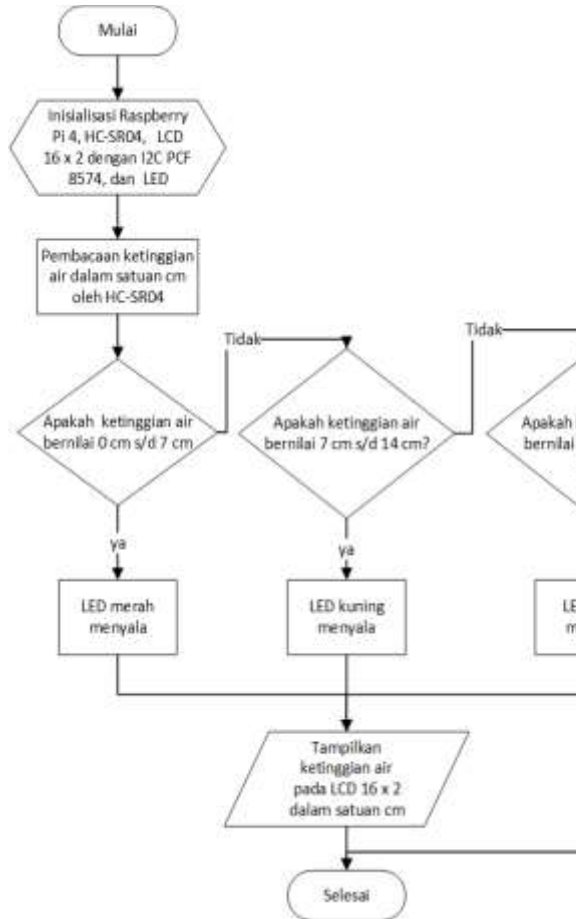


Gambar 11. Diagram Alir Sistem Utama Percobaan 1

Berdasarkan Gambar 11, sistem utama pada percobaan 1 diawali dengan inisialisasi Raspberry Pi 4 B dan IC MCP3008. Kemudian berlanjut ke tahap pemberian tiga perlakuan cahaya terhadap sensor LDR. Perlakuan yang diberikan, antara lain penutupan permukaan sensor LDR, tidak memberi halangan pada sensor LDR, dan pemberian sinar yang berasal dari lampu senter LED terhadap sensor LDR. Sistem akan berlanjut ke tahap perbandingan nilai ADC sesuai dengan nilai batas yang telah ditentukan. Sistem akan merespons dengan menyalakan atau mematikan lampu LED dan motor DC 5 V sesuai kondisi yang telah ditentukan.

2. Percobaan 2

Diagram alir sistem pada percobaan 2 ditunjukkan pada Gambar 12.

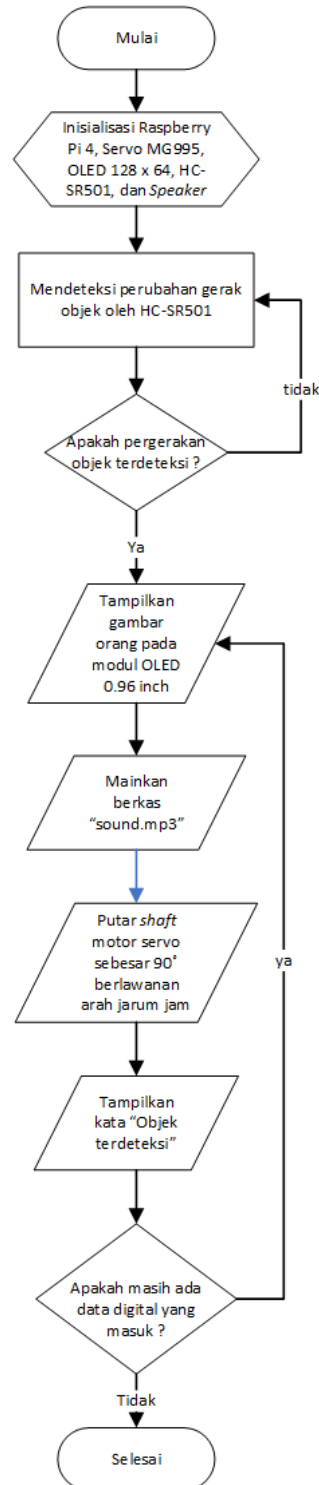


Gambar 12. Diagram Alir Percobaan 2

Berdasarkan Gambar 12, sistem pada percobaan 2 diawali dengan inisialisasi Raspberry Pi 4 B, modul sensor HC-SR04, LCD 16 x 2 dengan I2C PCF8574, dan LED indikator. Kemudian, berlanjut ke tahap pembacaan ketinggian air oleh modul sensor HC-SR04 pada wadah air. Hasil pembacaan ketinggian air akan dibandingkan pada tiga kondisi, yaitu ketinggian air antara 0 cm sampai 7 cm yang apabila terpenuhi maka LED berwarna merah menyala, ketinggian air antara 7 cm sampai 14 cm yang apabila terpenuhi maka LED berwarna kuning menyala, ketinggian air antara 14 cm sampai 21 cm yang apabila terpenuhi maka LED berwarna hijau menyala.

3. Percobaan 3

Diagram alir sistem pada percobaan 3 ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Alir Percobaan 3

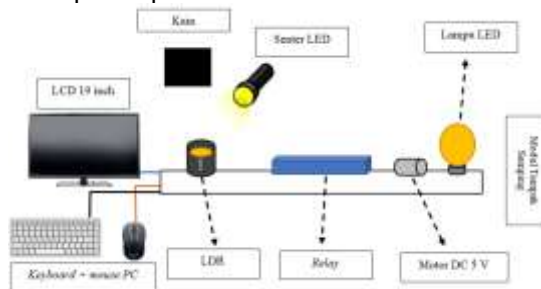
Berdasarkan Gambar 13, sistem pada percobaan 2 diawali dengan inialisasi Raspberry Pi 4 B, modul sensor HC-SR501, servo MG995, modul OLED resolusi 128 x 64, dan *speaker*. Kemudian, berlanjut ke tahap pendeteksian pergerakan objek manusia oleh modul sensor HC-SR501. Apabila modul sensor HC-SR501 mendeteksi adanya pergerakan dari objek manusia, maka sistem akan menggerakkan *shaft* servo 90° berlawanan arah jarum jam, modul OLED akan menampilkan gambaran orang, dan *speaker* akan mengeluarkan suara peringatan. Apabila pergerakan objek manusia tidak dideteksi oleh modul sensor HC-SR501, maka *speaker* akan berhenti mengeluarkan suara peringatan dan sistem berakhir.

3.4. Pengujian Modul Praktikum Sistem Embedded

Pengujian modul praktikum sistem *embedded* dilakukan sebanyak tiga tahap mengikuti jumlah percobaan yang ada pada modul ini, yaitu percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3.

1. Percobaan 1

Pengujian pada percobaan 1 ditampilkan pada Gambar 14.

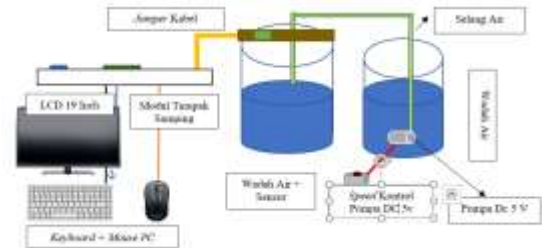


Gambar 14. Pengujian pada Percobaan 1

Pengujian pada percobaan 1 dilakukan dengan memberikan tiga perlakuan cahaya kepada sensor LDR. Hasil yang diperoleh pada tahap penentuan nilai batas, berupa nilai ADC yang ditampilkan pada *shell* Thonny Python IDE, nilai iluminansi cahaya, dan tegangan pada *pin* CH0 IC MCP3008. Sedangkan, hasil yang diperoleh pada tahap sistem utama adalah nilai ADC dan operasional dari lampu LED beserta pompa 5 V DC.

2. Percobaan 2

Pengujian pada percobaan 2 ditampilkan pada Gambar 15.

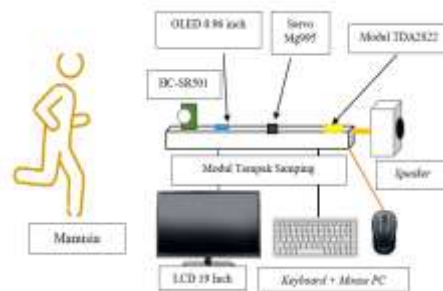


Gambar 15. Pengujian pada Percobaan 2

Pengujian pada percobaan 2 dilakukan dengan memberikan air yang diperoleh oleh dengan memompa air dengan kontroler pompa. Hasil yang diperoleh berupa ketinggian air yang ditampilkan pada LCD 16 x 2. Hasil ini akan dibandingkan dengan pengukuran dengan penggaris.

3. Percobaan 3

Pengujian pada percobaan 3 ditampilkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian pada Percobaan 3

Pengujian pada percobaan 3 dilakukan dengan pemberian gerakan yang berjarak 1 m, 1,5 m, dan 3 m pada modul sensor HC-SR501 oleh manusia. Hasil yang diperoleh berupa tampilnya gambar orang pada OLED 0.96 inch, perputaran *shaft* servo, dan adanya suara dari *speaker* jika terdeteksi pergerakan.

4.1 Hasil dan Pembahasan

4.1.1 Realisasi Boks Modul Praktikum

Realisasi boks modul praktikum ditunjukkan pada Gambar 17.



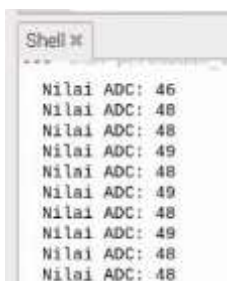
Gambar 17. Realisasi Boks Modul Praktikum Sistem *Embedded* (Tampak Atas)

4.2 Hasil dan Pembahasan Percobaan 1

Hasil pengujian pada percobaan 1 dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap penentuan nilai batas ADC dan tahap operasional lampu LED dan motor DC 5 V. Hasil penentuan nilai batas ADC ditunjukkan pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18. a) Perlakuan Cahaya dengan Senter LED b) Pembacaan Iluminansi Cahaya dengan Luxmeter



(a)



(b)



(c)

Gambar 19. a) Tampilan pada *Shell Thonny IDE* b) Pembacaan Iluminansi Cahaya dengan Luxmeter Kondisi ditutupi Kain Hitam c) Pengukuran Tegangan pada *Pin CH0 IC MCP3008*

Hasil pengujian penentuan nilai batas ADC ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pembacaan Nilai ADC, Tegangan pada *Pin CH0 MCP3008*, dan Iluminansi Cahaya pada Tiap Kondisi

Kondisi	Batas ADC		Tegangan masukan <i>pin ADC</i> pada IC MCP3008 (V)	Iluminansi cahaya (Lux)
	Atas	Bawah		
1	49	46	0,2	0,1
2	354	276	1,0	175,6
3	1020	1012	3,3	377,1

Hasil pengujian tahap sistem utama, yaitu operasional lampu LED dan motor DC 5 V ditunjukkan pada Gambar 16 dan Tabel 2.



Gambar 20. Pengujian Operasional Lampu LED dan Motor DC 5 V

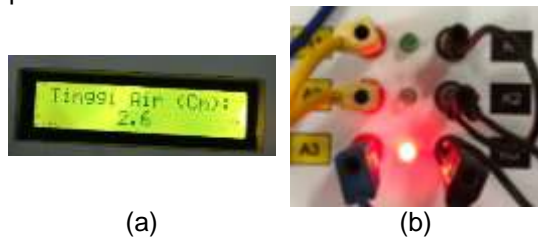
Tabel 2. Hasil Operasional Lampu LED dan Motor DC 5 V

Kondisi	Nilai ADC	Beban			
		Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3	Motor DC 5V
1	47	Menyala	Menyala	Menyala	Berputar
2	302	Padam	Padam	Padam	diam
3	1016	Padam	Padam	Padam	diam

Berdasarkan Tabel 2, pada kondisi 1 (sensor LDR ditutupi kain hitam), semua lampu menyala dan motor DC 5 V berputar. Hal ini disebabkan nilai ADC yang dibaca, yaitu 47 berada pada nilai batas atas dan batas bawah pada kondisi 1 sehingga program akan mengeksekusi *relay* untuk menyala. Pada kondisi 2 (sensor LDR tidak diberi halangan) dan 3 (sensor LDR disinari senter LED), semua lampu akan padam dan motor DC 5 V diam. Hal ini disebabkan karena nilai ADC, yaitu 302 dan 1016 secara berturut-turut termasuk pada nilai batas kondisi 2 dan kondisi 3. Pada kondisi 2 dan 3 program akan mengeksekusi *relay* untuk tidak menyala.

4.3 Hasil dan Pembahasan Percobaan 2

Hasil pengujian pada percobaan 2, yaitu pengukuran dan penampilan ketinggian air pada LCD 16 x 2 ditampilkan pada Gambar 21 dan Tabel 3.



Gambar 21. a) Tampilan LCD 16 x 2 b) Indikator LED

Tabel 3. Hasil Pengukuran dan Penampilan ketinggian air pada LCD 16 X 2

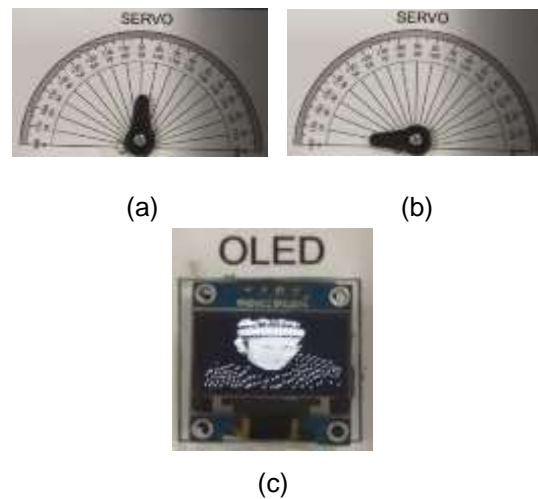
No	Pembacaan Ketinggian Air oleh Modul Sensor HC-SR04 (Cm)	Indikator LED Menyala
1	0,0	Merah
2	0,7	Merah
3	1,4	Merah
4	2,6	Merah
5	3,7	Merah
6	4,7	Merah
7	5,4	Merah
8	6,7	Merah
9	7,8	Kuning
10	8,8	Kuning
11	9,3	Kuning
12	10,4	Kuning
13	11,4	Kuning
14	12,6	Kuning
15	13,8	Kuning
16	14,7	Hijau
17	15,3	Hijau

18	16,6	Hijau
19	17,7	Hijau
20	18,5	Hijau
21	19,4	Hijau

Berdasarkan Tabel 3, pembacaan ketinggian air yang berada di bawah 7 cm menyebabkan LED berwarna merah menyala. Pembacaan ketinggian air di antara 7 cm sampai dengan 14 cm menyebabkan LED kuning menyala. Pembacaan ketinggian air yang berada di antara 14 cm sampai dengan 21 cm menyebabkan LED hijau menyala.

4.4 Hasil dan Pembahasan Percobaan 3

Hasil pengujian pada percobaan 3, yaitu respons *speaker*, *shaft* servo, dan OLED ditampilkan pada Gambar 22 dan Tabel 4.



Gambar 22. a) Posisi awal servo b) posisi *Shaft* Servo Setelah Objek Terdeteksi c) Tampilan OLED saat Objek Terdeteksi

Tabel 4. Hasil Jarak dan Respons *Speaker*, *Shaft* Servo, dan OLED

No	Jarak (m)	Speaker	Shaft Servo	OLED
1	1,0	Bersuara	Berputar -90°	Menampilkan gambar
2	1,5	Bersuara	Berputar -90°	Menampilkan gambar
3	3,0	Bersuara	Berputar -90°	Menampilkan gambar

Berdasarkan Tabel 4, *speaker*, *shaft* servo, dan OLED beroperasi pada ketiga kondisi jarak yang diberikan. Hal ini disebabkan objek yang diberikan terhadap modul sensor HC-SR501 berada dalam jangkauan modul sensor HC- SR501.

5. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Modul praktikum sistem *embedded* penerapan sistem sederhana berhasil dibuat dan bekerja sesuai rancangan.
2. Unjuk kerja dari percobaan 1: beban pada *relay* akan menyala pada kondisi sensor LED ditutupi kain hitam dengan nilai ADC di antara 46 sampai dengan 49. Beban pada *relay* akan padam pada kondisi sensor LDR tidak diberi halangan dan sensor LED disinari senter LDR dengan nilai ADC secara berturut-turut di antara 276 sampai 354 dan 1012 sampai dengan 1020.
3. Unjuk kerja dari percobaan 2: ketinggian air yang ada pada wadah air akan dibaca oleh modul sensor HC-SR04 dan nilainya ditampilkan pada LCD 16 x 2 serta parameter LED akan menyala sesuai kondisi air yang telah ditentukan pada program.
4. Unjuk kerja dari percobaan 3: modul sensor HC-SR501 akan mendeteksi pergerakan dari objek selama objek masuk dalam jangkauan sensor (di bawah 7 m). Kemudian, OLED akan menampilkan gambar orang, *speaker* mengeluarkan suara yang diamplifikasi dari TDA2822, dan *shaft* servo berputar 90 derajat berlawanan arah jarum jam.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. 2020. *Pedoman Akademik 2020 – 2025 PSTE*. Bukit Jimbaran: Program Studi Teknik Elektro (PSTE), Fakultas Teknik, Universitas Udayana.
- [2] Edy, Saputra I Nyoman, Agung, Raka IGAP, Divayana, Yoga. 2019. *ED-255EK Embedded Education Platform sebagai Modul Praktikum Embedded Sistem dengan Robot Arm Module dan Voice Module*. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. 18(1):91-94.
- [3] Christian, Frendy. 2017. *Modul Pembelajaran Raspberry Pi* (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- [4] Halfacree, Gareth. 2020. *The Official Raspberry Pi Beginner's Guide*. Cambridge: Raspberry Pi Press.
- [5] Nayar, Anand dan Puri Vikan. 2015. *Raspberry Pi – A Small, Powerful, Cost Effective, and Efficient From Factor Computer: A Review*. India. International Journal of Advanced Research in Computer Sciene and Software Engineering. 5.
- [6] Scherz, Paul dan Simon Monk. 2016. *Practical Electronics for Inventors: Fourth Edition*. USA: Mc Graw Hill.
- [7] Kuzzai, Rizal. 2018. *Prototipe Sistem Kendali Kran Elektrik pada Meteran Air PDAM Berbasis Aplikasi Android* (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [8] Virsaw, Agvision, Gunaidi Isnain, Kusworo Adi. 2017. *Desain dan Implementasi Pengukuran Parameter Lingkungan dengan Raspberry Pi sebagai Node*. Semarang. Youngster Physics Journal. 6 (1): 9-21.
- [9] Santos, Rui dan Sara Santos. 2016. *Ultimate Guide for Arduino Sensors/Modules*. Porto: RNT Press.
- [10] Mareta, Rella, Dwi Rahmaningsih, Rendra Dwi Firmansyah. 2017. *Pendeteksi Ketinggian Air Interaktif dengan Aplikasi Telegram Berbasis Raspberry Pi*. Yogyakarta. Jurnal Sains Teknologi. 6 (2): 279-289.
- [11] Morgan, Elijah J. 2014. *HC-SR04 Ultrasonic Sensor*. <https://datasheetspdf.com/pdf/1380136/ETC/HC-SR04/1> . diakses pada tanggal 5 Juli 2021.
- [12] Amalia, Putri Rizki dan Tomponu, Alan Novi. 2018. *Penggunaan Sensor PIR (Passive Infra Red) HC-SR501 Sebagai Sistem Keamanan Berbasis Raspberry Pi*. Palembang. Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Rekayasa. 12 (1): 23-30.
- [13] MPJA, 2013. *HC-SR501 PIR Motion Detector*. <https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf> . Diakses pada tanggal 5 Juli 2021.
- [14] Simbar, Veronika, Alfi Syahrin. 2017. *Prototype Sistem Minitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless*. Jakarta. Jurnal Teknologi Elektro. 8 (1): 80 – 86.
- [15] Putra, Ramadha Yogi, Dedi Triyanto, Suhardi. 2017. *Rancang Bangun Perangkat Monitoring dan Pengaturan*

- Penggunaan Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Berbasis Arduino dengan Antarmuka Website.* Pontianak. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan. 5 (1):33-44.
- [16] Arafat, dan Alamsyah, Nur. 2018. *Alat Pengukur Air pada Media Campuran Pembuatan Baglog Jamur Tiram Berbasis Internet of Thing (IOT).* Kalimantan. Technologia . 9 (2):115-120.
- [17] Firdausi, Nur Akmalia. 2018. *Prototipe Alat Minotroing Detak Jantung Portabel Menggunakan Arduino Pro Mini Dan Bluethoth Berbasis Android (Tugas Akhir).* Jember: Universitas Jember.
- [18] Simanulangkit. 2017. *Konsep Dasar Sistem Informasi.* <http://repository.ut.ac.id/3921/2/ADPG4442-M1.pdf>. Diakses tanggal 15 Januari 2021.
- [19] Holmes Bev J, Diane T. Finegood, Barbara L. Riley, Alan Best. 2012. *System Thinking in Dissemination and Implementation Research.* Inggris: Oxford University Press.
- [20] Lidwel, William, Kritina Holden, Jill Butler. 2010. *Universal Principle of Design.* USA: Rockport.
- [21] Constantine, Larry dan Lockwood. 2002. *Principles of User-Interface Design User-Interface Design for Embedded Systems.* Acton: MIT press.
- [22] Tippen, Paul E. 2007. *Light and Illumination.* https://www.stcharlesprep.org/01_parents/vandermeer_s/Useful%20Links/Honors%20Physics/pdf%20lectures/Light.pdf . Diakses tanggal 15 Januari 2021.
- [23] Zumtobel. 2013. *The Lightning Handbook.* Dornbin: Zumtobel Lightning GmbH.