
Prototipe Pengawasan Suhu secara Real-Time dan Pengontrolan Dua Motor Listrik secara Otomatis Berbasis IoT

Author:

Panangian Mahadi
Sihombing

Affiliation:

Universitas Al-Azhar

Corresponding email

mahadinababan@gmail.com

Histori Naskah:

Submit: 2023-08-15

Accepted: 2023-08-21

Published: 2023-08-21



This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstrak:

Masalah panas berlebih pada motor listrik umumnya diatasi menggunakan beberapa motor listrik yang bekerja secara bergantian (*running* dan *standby*). Sayangnya, saat ini pengoperasian beberapa motor listrik masih dilakukan secara manual oleh operator, baik secara langsung maupun melalui komputer. Terdapat beberapa industri yang telah mengoperasikan beberapa motor listrik secara otomatis menggunakan *time delay relay* (TDR). Namun, penggunaan TDR berdasarkan perubahan waktu yang dinilai kurang efisien dibandingkan dengan penggunaan sensor suhu yang secara langsung mampu membaca suhu motor. Penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah prototipe yang dapat mengontrol dua buah motor listrik secara otomatis berdasarkan perubahan suhu motor. Prototipe tersebut juga dapat memantau suhu motor listrik secara *real-time* melalui *smartphone* (aplikasi *internet of things*-IoT). Terdapat beberapa komponen penyusun prototipe tersebut, yaitu Modul MLX90614 digunakan sebagai sensor suhu dan dua buah modul relay. Kedua komponen tersebut terhubung ke Wemos D1 R2 yang digunakan sebagai prosesor dan sebagai penghubung ke jaringan internet melalui WiFi. Aplikasi Blynk IoT digunakan sebagai platform pengguna untuk memantau suhu motor listrik secara *real-time* dan mengontrol pendingin. Berdasarkan hasil pengujian, prototipe yang dihasilkan mampu mengukur suhu motor secara akurat dengan *error* dan % *error* masing-masing <math><0,5^{\circ}\text{C}</math>, yaitu running pada suhu standby secara otomatis. Selain itu, aplikasi Blynk IoT mampu mengontrol pendingin dan menampilkan data suhu motor secara *real-time*.

Kata kunci: Motor listrik, IoT, Wemos D1 R2, Modul MLX90614, dan Blynk IoT.

Pendahuluan

Motor listrik memainkan peranan penting pada dunia industri. Pada industri angkutan udara yaitu di bandar udara (bandara), motor listrik secara terus menerus diaplikasikan pada sistem pengairan air bersih, sistem drainase, sistem kompresor, sistem pengisian bahan bakar, sistem sirkulasi udara dan sebagainya. Namun, penggunaan motor listrik secara terus menerus dapat menyebabkan panas berlebih (*overheat*) sehingga menyebabkan pengurangan usia pemakaian motor listrik tersebut (Ulum and Haryudo 2020; Usman et al. 2023).

Masalah panas berlebih pada motor pompa umumnya diatasi dengan menggunakan dua buah motor pompa, yaitu salah satu motor pompa sebagai *running* sedangkan motor pompa lain sebagai *stand by*. Namun, pengoperasian kedua motor pompa tersebut umumnya masih dilakukan secara manual oleh

operator berdasarkan suhu motor yang diukur secara periodik. Dengan demikian, pengoperasian kedua motor pompa tersebut masih belum maksimal. Disisi lain, terdapat metode lain dalam mengoperasikan kedua motor pompa, yaitu secara otomatis. Namun metode pengoperasian tersebut bukan berdasarkan suhu motor melainkan berdasarkan penghitung waktu (*timer*) yang telah diprogram pada sebuah relay. Dengan demikian, walaupun motor listrik sudah terlalu panas, namun motor tetap bekerja sampai pada waktu tertentu (Cahyadi, Atmia, and Sihombing 2023). Sehingga, hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada motor pompa (Budiyanto, Pramudita, and Adinandra 2020).

Pada penelitian ini diusulkan sebuah prototipe yang dapat mengoperasikan dan mengawasi kedua motor pompa secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Adapun parameter yang menjadi acuan kerja prototipe tersebut adalah suhu pada badan motor listrik. Prototipe ini bekerja dengan cara mengukur suhu pada badan motor listrik menggunakan sensor suhu infra merah. Jika suhu pada motor listrik *running* lebih dari 155°C maka motor *running* tersebut berhenti dan motor *stand by* bekerja secara otomatis (Abdullah and Ali 2019). Pada saat itu, prototipe juga mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui email (Sihombing 2021; Sihombing et al. 2020). Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan *liquid crystal display* (LCD) untuk menampilkan data suhu kedua motor listrik. Selain dari LCD, data suhu dapat juga dipantau melalui *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk IoT sebagai platform pengguna (Pinem et al. 2022).

Studi Literatur

Terdapat beberapa penelitian relevan yang pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya terkait alat kontrol motor listrik pada pompa. Pada Penelitian (Manembah, Is, and Wasito 2017) telah dihasilkan sebuah sistem proteksi dan monitoring pompa air jarak jauh untuk diaplikasikan di rumah pompa Bandar Udara Mutiara Sis Al-Jufri Palu. Untuk memproteksi motor digunakan tiga buah sensor, yaitu sensor arus, sensor tegangan dan sensor aliran air. Penelitian tersebut juga berbasis *internet of things* (IoT). Penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini yang menggunakan sensor suhu infra merah untuk mengontrol motor listrik (Sihombing, Pinem, and Rezkika 2021).

Pada Penelitian (Nasution 2020) telah dihasilkan sebuah alat monitoring motor *brushless DC* berbasis IoT dengan kontrol *Fuzzy Logic*. Penelitian tersebut bertujuan mengatur kecepatan motor *brushless DC* berdasarkan masukan dari sensor kecepatan putar, arus listrik dan suhu. Prinsip kerja alat yang dihasilkan dari penelitian tersebut adalah jika kecepatan putar motor, arus yang mengalir pada motor dan suhu pada motor melebihi dari nilai *set point* yang telah ditentukan. Maka motor akan diatur sedemikian rupa agar parameter-parameter motor tersebut kembali pada nilai *set point* yang telah ditentukan. Dengan demikian, umur pemakaian motor menjadi lebih panjang. Berbeda halnya dengan prototipe yang akan dihasilkan dari penelitian ini, pada prototipe ini tidak mengatur kecepatan maupun jumlah arus listrik yang masuk ke motor. Melainkan hanya menggantikan kerja (*handover*) pompa utama (*running*) yang telah melewati suhu *set point* secara otomatis ke pompa *stand by*. Hal ini dilakukan karena terdapat pompa yang bertugas mengalirkan fluida dengan debit tertentu yang telah ditetapkan untuk kebutuhan produksi.

Pada Penelitian (Ulum and Haryudo 2020) telah dirancang sebuah sistem monitoring kecepatan putar motor DC berbasis IoT menggunakan aplikasi blynk. Penelitian tersebut bertujuan memonitoring suhu, arus dan kecepatan pada motor DC. Pada penelitian tersebut digunakan sensor suhu DS18B20 jenis tahan air (*water proof*) untuk mengukur suhu motor. Sementara pada penelitian ini digunakan sensor MLX90614 GY-906 (non-kontak) dan diaplikasikan pada motor 1 fasa untuk pompa air listrik.

Pada Penelitian (Akhiruddin 2021) telah dihasilkan sebuah alat pengendali dan pengamat jarak jauh kondisi motor dengan IoT berbasis Arduino. Penelitian tersebut menggunakan motor 1 fasa dalam pengujiannya, namun menggunakan sensor suhu DHT 11 yang ditempelkan ke bagian badan motor untuk

mengukur suhu motor tersebut. Berbeda halnya dengan prototipe yang telah dihasilkan dari penelitian ini yang menggunakan sensor non-kontak untuk mengukur suhu sehingga lebih efisien dalam pemasangannya. Selain itu, digunakan juga Wemos D1 R2 sebagai prosesor yang telah dilengkapi dengan kemampuan IoT.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur terkait penelitian sebelumnya yang relevan. Selanjutnya, menentukan kebutuhan fungsional, perancangan perangkat lunak, perancangan perangkat keras, dan pengujian rangkaian.

Kebutuhan Fungsional

Penelitian ini memiliki beberapa kebutuhan fungsional berupa alat dan bahan yang diperlukan untuk menghasilkan alat kontrol motor pompa. Kebutuhan fungsional pada penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional

Perangkat	Kuantitas
Adaptor 9 Volt	1 unit
Blynk	1 unit
Kabel Penghubung	secukupnya
LCD 2x16	1 unit
Module Relay	2 unit
Prosesor	1 unit
Proteus	1 unit
RTC	1 unit
Sensor MLX90614 GY-906	2 unit
Smartphone	1 unit

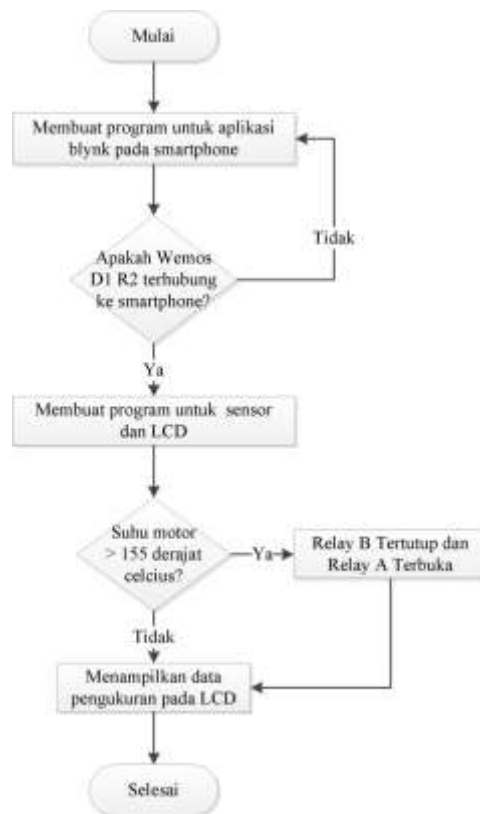
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2 terdapat 11 jenis perangkat dengan masing-masing fungsi sebagai berikut:

1. Wemos D1 R2 berfungsi sebagai prosesor untuk memproses sinyal yang masuk dari setiap sensor dan komponen elektronika seperti sensor suhu, LCD, RTC dan Relay (Budiharto et al. 2021; Idris and Nashir 2021).
2. Sensor MLX90614 GY-906 adalah sebuah sensor yang diletakkan pada bagian bearing kedua motor listrik. Penempatan sensor tersebut non-kontak, yaitu tanpa bersentuhan antara sensor dan body pompa. Pada sensor tersebut, pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan infra merah (Melexis 2007).
3. RTC adalah sensor waktu yang memiliki fungsi mengukur waktu secara real time sehingga pengguna dapat mengawasi suhu motor secara *rea-time* (Amril, Sihombing, and Sukarwoto 2023).
4. LCD berfungsi menampilkan suhu salah satu motor yang sedang bekerja (*running*) dalam satuan °C melalui prosesor (Mluyati and Sadi 2019).
5. Pada penelitian ini digunakan modul relay yang berfungsi sebagai saklar untuk menghubungkan sumber tegangan (220 Volt AC) ke setiap motor listrik. Modul relay yang digunakan pada penelitian ini berjumlah dua buah. Motor listrik akan bergantian bekerja hanya berdasarkan pada suhu motor (Imamuddin and Zulwisli 2019).

- Adaptor 9 Volt digunakan sebagai sumber listrik terhadap alat yang telah dihasilkan. Tegangan 9 Volt dipilih karena tegangan tersebut masih dalam kisaran tegangan yang telah direkomendasikan untuk prosesor.

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini secara umum diperlihatkan pada diagram alir pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahapan ini, penelitian dimulai dengan membuat program untuk menghubungkan prosesor ke jaringan internet. Dengan demikian, prosesor dapat terhubung ke smartphone melalui aplikasi Blynk IoT. Bahasa program yang digunakan untuk membuat hal tersebut adalah Bahasa C. Program tersebut dibuat pada perangkat lunak Arduino IDE. Tahapan selanjutnya adalah menentukan parameter dan karakteristik dari komponen-komponen elektronika yang akan digunakan. Dengan demikian, dapat diperoleh parameter-parameter yang diperlukan untuk membuat program yang akan ditanam pada prosesor. Program tersebut juga menggunakan Bahasa C dan dibuat pada perangkat lunak Arduino IDE. Sedangkan parameter-parameter komponen elektronika tersebut meliputi tegangan dan arus kerja komponen serta fungsi setiap pin masukan dan pin keluaran komponen.

Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat diketahui bahwa parameter kerja alat yang telah dihasilkan adalah suhu motor. Jika suhu motor $> 155^{\circ}\text{C}$ maka prosesor akan menginstruksikan Motor B (*stand by*) untuk bekerja dan Motor A (*running*) berhenti bekerja. Selanjutnya, mikrokontroler tersebut juga menginstruksi

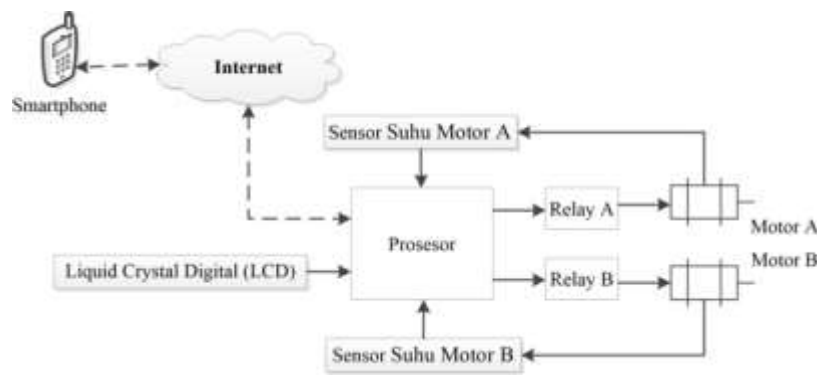
LCD menampilkan hasil pembacaan sensor suhu dan notifikasi berupa “suhu motor A mengalami panas berlebih (*overheat*)” juga dikirimkan ke *smartphone* pengguna melalui internet.

Perancangan Perangkat Keras

Tahapan ini dilakukan setelah tahapan perancangan perangkat lunak, yaitu pembuatan program dan simulasi telah berhasil dilakukan. Simulasi sistem secara keseluruhan dilakukan dengan bantuan Simulator Proteus 8.11. Pada simulator tersebut, keseluruhan rangkaian sistem disimulasi sesuai dengan keadaan nyata rangkaian. Hal itu dilakukan untuk memperkecil biaya perancangan perangkat keras akibat kesalahan selama eksperimen dilakukan.

Pada tahap perancangan perangkat keras dimulai dengan menghubungkan pin-pin sensor suhu, LCD, RTC dan relay ke pin-pin prosesor. Kemudian menghubungkan pin-pin relay ke motor listrik. Pada penelitian ini digunakan dua buah motor listrik 1 fasa yang digunakan sebagai penggerak pompa air. Kedua motor tersebut digunakan secara bergantian berdasarkan suhu pada setiap motor listrik yang diatur oleh prosesor.

Diagram blok perancangan alat pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2 berikut. Pada gambar tersebut, sensor RTC digunakan untuk menentukan waktu secara real time sehingga pengguna dapat mengawasi motor pada waktu real time pada LCD.



Gambar 2. Diagram Blok Rangkaian

Pengujian Rangkaian

Terdapat beberapa pengujian rangkaian pada prototipe, yaitu pengujian LCD dan sensor suhu modul MLX90614 GY-906, pengujian implementasi IoT, pengujian kontrol motor. Pengujian LCD dan sensor suhu modul MLX90614 GY-906 dilakukan dengan mengamati perubahan suhu pada solder atau motor listrik berdasarkan hasil pembacaan sensor suhu modul MLX90614 GY-906 yang ditampilkan pada LCD. Selanjutnya, hasil pembacaan sensor suhu tersebut dibandingkan dengan hasil pembacaan dari sensor *thermocouple*.

Pengujian implementasi IoT untuk monitoring suhu dilakukan dengan mengamati perubahan suhu yang terjadi pada solder atau motor listrik melalui platform aplikasi Blynk IoT. Kemudian, nilai tersebut dibandingkan dengan nilai pada LCD prototipe. Selanjutnya, pengujian implementasi IoT untuk kontrol pendingin berupa kipas dilakukan dengan mengamati kondisi pendingin secara langsung saat diperintahkan bekerja (hidup) atau tidak (mati) melalui platform aplikasi Blynk IoT.

Pengujian kontrol motor listrik dilakukan dengan mengamati motor listrik running dan motor listrik stand by. Apakah kedua motor mengalami pergantian kerja (*change over*) atau tidak pada suhu > 155°C. Indikator keberhasilan pengujian prototipe diperlihatkan pada Tabel 2.

Pengujian Rangkaian	Indikator Keberhasilan
LCD	LCD menampilkan angka berupa suhu dalam satuan °C
Modul MLX90614	Error dan % error < 0,5°C
Implementasi IoT	Smartphone dapat memonitor suhu motor listrik dan mengontrol pendingin
Kontrol pompa	Prototipe dapat menonaktifkan pompa running dan mengaktifkan pompa standby (<i>change over</i>) secara otomatis jika suhu motor running > 155°C. Begitu juga sebaliknya jika suhu motor <i>standby</i> > 155°C.

Hasil

Prototipe secara keseluruhan yang dihasilkan dari penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3 berikut. Pada gambar tersebut terdapat tiga buah lampu sebagai indikator untuk merepresentasikan pompa listrik bekerja atau tidak. Selanjutnya sebuah *smartphone* digunakan untuk memonitoring perubahan suhu pada pompa *running* dan mengontrol pendingin untuk bekerja atau tidak.



Gambar 3. Tampilan Prototipe Keseluruhan

Pengujian LCD dan Sensor Suhu

Pengujian LCD dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor suhu dari prototipe yang direpresentasikan melalui LCD terhadap hasil pengukuran suhu menggunakan sensor thermocouple. Pengujian LCD seperti diperlihatkan pada Gambar 4 memiliki dua pengukuran, yaitu suhu ambient dan suhu objek. Suhu ambient merupakan suhu acuan untuk menentukan suhu objek yang diukur.



Gambar 4. Pengujian LCD (Mawardi et al. 2023)

Berdasarkan Gambar 4 juga diketahui bahwa suhu ambient bernilai 24,85°C sedangkan suhu objek bernilai 26,71°C. Pengujian sensor suhu pada prototipe, yaitu Sensor MLX90614 GY-906 dilakukan dengan menggunakan sebuah pemanas berupa solder seperti diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian Modul MLX90614 (Examples 2019)

Pengujian sensor suhu menggunakan solder dilakukan untuk mendapatkan perubahan suhu yang cepat terhadap suhu lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu prototipe menggunakan solder seperti diperlihatkan pada Gambar 5 diketahui bahwa suhu ambient $29,19^{\circ}\text{C}$ dan suhu objek $55,15^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian, jika dibandingkan dengan Gambar 4 telah terjadi peningkatan suhu objek dari $26,71^{\circ}\text{C}$ menjadi $55,15^{\circ}\text{C}$. Sehingga, dapat diketahui bahwa Sensor MLX90614 GY-906 dapat bekerja dengan baik karena sensor tersebut dapat membaca perubahan suhu.

Keakuratan Sensor MLX90614 GY-906 diuji menggunakan sensor pembanding seperti diperlihatkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Perbandingan Modul MLX90614 (Puspasari et al. 2019)

Pada penelitian ini digunakan instrument berupa sensor thermocouple yang berada di dalam alat Fluke. Berdasarkan hasil perbandingan telah diperoleh data perubahan suhu pada motor running sedangkan suhu pada motor *standby* tetap. Data pengukuran berdasarkan sensor pada protipe dan sensor pada Fluke dianalisis dengan menggunakan formula statistik berupa *error* (mean error-ME) dan *% error* (standar deviasi-SD). Berdasarkan hasil pengujian sensor pada Tabel 3 diketahui bahwa ME prototipe sebesar $0,38^{\circ}\text{C}$ sedangkan SD sebesar $0,44^{\circ}\text{C}$ (Sihombing, Sari, and Pratama 2022).

Tabel 3. Hasil Pengujian Modul MLX90614

Sensor Thermocouple	Modul MLX90614	Error($^{\circ}\text{C}$)	% Error
27,0	27,12	0,12	0,44
37,0	37,15	0,15	0,41
47,0	47,23	0,23	0,49
57,0	57,25	0,25	0,44
67,0	67,34	0,34	0,51
77,0	77,37	0,37	0,48
87,0	87,44	0,44	0,51
97,0	97,45	0,45	0,46
107,0	107,46	0,46	0,43

Sensor Thermocouple	Modul MLX90614	Error(°C)	% Error
117,0	117,48	0,48	0,41
127,0	127,50	0,50	0,39
137,0	137,55	0,55	0,40
147,0	147,58	0,58	0,39
Rata-rata error dan % error		0,38	0,44

Pengujian Implementasi IoT

Implementasi IoT dari prototipe menggunakan aplikasi bantu pada *smartphone*, yaitu aplikasi Blynk IoT. Aplikasi tersebut diunduh secara gratis pada *Aplication Store* atau *Play Store*. Aplikasi Blynk IoT terinstal di dalam *smartphone* selanjutnya terhubung ke prototipe melalui jaringan WiFi yang sama. Setelah Blynk IoT pada *smartphone* dan prototipe terhubung maka selanjutnya *smartphone* tidak perlu harus menggunakan jaringan WiFi yang sama dengan prototipe. Dengan kata lain, *smartphone* hanya terhubung ke jaringan internet untuk dapat terhubung ke prototipe. *Smartphone* dapat menggunakan jaringan WiFi lain atau menggunakan jaringan internet mandiri,

Gambar 7 dan Gambar 8 masing-masing adalah pengujian implementasi IoT pada *smartphone* saat tanpa ada perubahan suhu dan dengan ada perubahan suhu akibat suhu motor *running* yang meningkat. Berdasarkan Gambar 7 telah diketahui bahwa sensor membaca suhu motor *running* sebesar 28,11°C sedangkan suhu ambient sebesar 24,97°C.



Gambar 7. Pengujian tanpa Perubahan Suhu(Wardhany et al. 2019)



Gambar 8. Berdasarkan Perubahan Suhu(Wardhany et al. 2019)

Sedangkan berdasarkan Gambar 8 diketahui bahwa sensor membaca suhu motor *running* sebesar 70,53°C. Suhu tersebut meningkat dari 28,11°C pada Gambar 7 menjadi 70,53°C pada Gambar 8. Hasil pengukuran berdasarkan monitoring menggunakan *smartphone* menunjukkan hasil yang sama dengan hasil pengukuran berdasarkan tampilan pada LCD dan alat Fluke.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa aplikasi IoT untuk monitoring suhu motor telah bekerja dengan baik. Data pengukuran dilakukan secara periode sehingga menghasilkan hasil pengukuran yang dapat dianalisis menggunakan formula statistic. Berdasarkan hasil analisis menggunakan formulas statistik *error* dan % *error* diketahui bahwa monitoring suhu menggunakan aplikasi pada *smartphone* memberikan hasil yang akurat. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai *error* pembacaan suhu *smartphone* sebesar 0,38°C dan % *error* 0,44°C.

Pengujian Kontrol Motor

Pengujian kontrol motor pompa direpresentasikan menggunakan lampu. Berdasarkan hasil pengujian bahwa pada suhu *running* >155°C maka lampu yang merepresentasikan pompa *running* bekerja menjadi mati. Sedangkan lampu yang merepresentasikan pompa *standby* bekerja menjadi hidup. Begitu juga dengan pendingin berupa kipas yang dapat hidup menggunakan *smartphone*.



Gambar 9. Pengujian Otomatisasi Motor (Ramdani, Wibowo, and Setyoko 2020)



Gambar 10. Pengujian Kontrol Pendingin (Herliabriyana, Kirono, and Handaru 2019)

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian LCD telah diketahui bahwa LCD mampu menampilkan angka berupa suhu ambient dan suhu objek. Hal tersebut membuktikan bahwa program untuk LCD dan perangkat LCD dapat bekerja dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu modul MLX90614 yang dibandingkan dengan sensor thermocouple yang terdapat pada alat ukur Fluke dan dilakukan sebanyak 13 kali percobaan telah diketahui bahwa sensor suhu modul MLX90614 dapat bekerja dengan akurat. Hal tersebut dibuktikan dari nilai mean error sebesar 0,38°C sedangkan standar deviasi sebesar 0,44°C.

Berdasarkan hasil pengujian prototipe dalam mengimplementasikan teknologi IoT telah diketahui bahwa *smartphone* melalui *platform* Blynk IoT mampu menampilkan perubahan suhu motor secara *real-time* yang nilainya sama seperti diperlihatkan pada LCD. Selain itu, *smartphone* melalui *platform* Blynk IoT juga mampu mengontrol pendingin untuk bekerja atau berhenti. Dengan demikian, telah dibuktikan bahwa prototipe telah mampu mengimplementasikan teknologi IoT.

Berdasarkan hasil pengujian prototipe dalam mengontrol kedua motor pompa secara otomatis telah diketahui bahwa motor *running* ketika mencapai suhu 155°C maka motor *running* tersebut berhenti bekerja. Selanjutnya, motor *standby* mulai bekerja secara otomatis. Begitu juga kebalikannya, jika motor *standby* telah mencapai suhu 155°C maka motor *standby* tersebut berhenti bekerja dan secara otomatis motor *running* mulai bekerja kembali. Berdasarkan hasil pengujian tersebut telah dibuktikan bahwa prototipe mampu mengontrol kedua motor listrik secara otomatis berdasarkan perubahan suhu motor.

Kesimpulan

Prototipe dapat mengukur suhu motor pada pompa *running* secara akurat karena memiliki *error* dan % *error* masing-masing 0,38°C dan 0,44°C. Prototipe dapat mengaplikasikan IoT karena mampu memonitoring suhu motor menggunakan *smartphone* dengan hasil yang akurat. Prototipe dapat mengontrol pompa *running* dan pompa *standby* bekerja secara bergantian secara otomatis berdasarkan perubahan suhu. Prototipe dapat juga dapat mengontrol pendingin menggunakan *smartphone*.

Referensi

- Abdullah, Afrah Thamer, and Amer Mejbil Ali. 2019. "Estimation of Stator Winding Temperature of a Three-Phase Induction Motor." *Iraqi Journal of Computer, Communication, Control and System Engineering* 19(April):9–17.
- Akhiruddin. 2021. "Rancang Bangun Alat Pengendali Dan Pengamat Jarak Jauh Kondisi Motor Dengan Internet Of Thing Berbasis Arduino." *Journal of Electrical Tekhnology* 6(1):7–12.
- Amril, Muhammad, Panangian Mahadi Sihombing, and Sukarwoto. 2023. "Desaign and Simulation of ADC Circuits Compiled by IC ADC0804 and IC ADC0809." *Jurteksi IX*(2):207–14.
- Budiharto, Widodo, Vincent Andreas, Edy Irwansyah, Jarot Sembodo Suroso, and Alexander Agung Santoso Gunawan. 2021. "Implementation of Wemos D1 for Wi-Fi Based Controller Tank-Based Military Robot." *ICIC Express Letters, Part B: Applications* 12(4):377–82.
- Budiyanto, Almira, Genta Bayu Pramudita, and Sis Darmanto Adinandra. 2020. "Kontrol Relay Dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) Dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT)." *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika* 19(01):43–54.
- Cahyadi, Catra Indra, Kurniaty Atmia, and Panangian Mahadi Sihombing. 2023. "Simulasi Dan Pengukuran Rangkaian Konverter Analog Ke Digital Resolusi 8 Bit Berbasis IC ADC0804 Dan IC ADC0809 Simulation and Measurement of 8 Bit Resolution Analog to Digital Converter Circuits Based on IC ADC0804 and IC ADC0809." *Jurnal Riset Sains Dan Teknologi* 7(1):83–91.
- Examples, Application. 2019. *MLX90614 Family Datasheet Single and Dual Zone*.
- Herliabriyana, Dwi, Sodik Kirono, and Handaru Handaru. 2019. "Sistem Kontrol Pakan Ikan Lele Jarak Jauh Menggunakan Teknologi Internet of Things(IoT)." *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS* 1(02):62–74.
- Idris, Muhammad Ridzuan, and Irdyanti Mat Nashir. 2021. *The Internet of Things (IoT) Practical Book Using Arduino WeMos D1 R1 Microcontroller*. 1st ed. Tanjung Malim: Yasna Sales & Service.
- Imamuddin, Muhammad, and Zulwisli Zulwisli. 2019. "Sistem Alarm Dan Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis Nodemcu Dengan Komunikasi Android." *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)* 7(2):40.

- Manembah, Triar Bentang, Rifdian Is, and Bambang Wasito. 2017. "Sistem Kontrol Proteksi Dan Monitoring Pompa Air Jarak Jauh Menggunakan Wireless Berbasis Mikrokontroler Di Bandar Udara Mutiara Sis Al Jufri Palu." in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*. Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Mawardi, Panangian Mahadi Sihombing, Solly Adelisa, Muhammad Amril Siregar, Muhammad Aditia Dwi Putra, Dona Tiara Lubis, and Masdania Zurairah Siregar. 2023. "Prototipe Pengawasan Dan Pengontrolan Aerator Untuk Budidaya Udang Berbasis IoT." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Sipil* 04(01).
- Melexis. 2007. "MLX90614 Family Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39." 1–40.
- Mluyati, Sri, and Sumardi Sadi. 2019. "Internet of Things (IoT) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 Dan SIM8001." *Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang* 7(2).
- Nasution, Yasser Akbar. 2020. "Rancang Bangun Monitoring Motor Brushless DC Berbasis Internet of Things Dengan Kontrol Fuzzy." *Jurnal Teknik Elektro UNESA* 09(02):355–63.
- Pinem, Maksum, Panangian Mahadi Sihombing, Muhammad Zulfin, Sihar P. Panjaitan, Hasdari Helmi Rangkuti, and Muhammad Amril Siregar. 2022. "Implementation of Outdoor to Indoor Path Loss Model at 1.8 GHz and 2.1 GHz with a Transmitter Placed on Top of the Building." *Proceeding - ELTICOM 2022: 6th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering 2022* 111–16.
- Puspasari, Fitri-, Imam- Fahrurrozi, Trias Prima Satya, Galih- Setyawan, Muhammad Rifqi Al Fauzan, and Estu Muhammad Dwi Admoko. 2019. "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian." *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* 15(2):36.
- Ramdani, Dendy, Fahrudin Mukti Wibowo, and Yoso Adi Setyoko. 2020. "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring PH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram." *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications* 3(1):59–68.
- Sihombing, Panangian Mahadi. 2021. "Perancangan Antena Mikrostrip Dual Band Profil Rendah Menggunakan Teknik DGS Dan Meander Line Untuk Aplikasi GNSS." *Trekritel* 1(1):55–64.
- Sihombing, Panangian Mahadi, Maksum Pinem, and Sri Indah Rezkika. 2021. "Analysis of the Selection of Propagation Models from Outside into the Building at 1800 MHz and 2100 MHz." *Sinkron* 5(2):239–50.
- Sihombing, Panangian Mahadi, Hairul Amren Samosir, Liber Tommy Hutabarat, Mutiara Widasari Sitopu, Julfansyah Margolang, and Jhoni Hidayat. 2020. "Microstrip Antenna Design Using Meander Line Technique for Communication between Pilot and Air Traffic Controller in VHF A/G Band." *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings* 111–14.
- Sihombing, Panangian Mahadi, Indah Vusvita Sari, and Junaidi Pratama. 2022. "Pengaruh Koridor Terhadap Rugi-Rugi Lintasan Gelombang Radio Di Dalam Gedung Kampus." 8(2):132–44.
- Ulum, M. Asyroful, and Subuh Isnur Haryudo. 2020. "Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Putar Motor DC Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk." *Jurnal Teknik Elektro*

09(01):855–62.

- Usman, Dwiyanto, Albert Panjaitan, Hairul Amren Samosir, and Panangian Mahadi Sihombing. 2023. “Pelatihan Menggulung Ulang Kumparan Motor Listrik Alternating Current 1 Phasa Di Kelurahan Jati Makmur Kecamatan Binjai Utara.” *Deputi* 3(1):134–39.
- Wardhany, Vivien A., Herman Yuliandoko, Subono, M. Udin Harun Ar, and I. Gede Puja Astawa. 2019. “Fuzzy Logic Based Control System Temperature, PH and Water Salinity on Vanammei Shrimp Ponds.” Pp. 145–49 in *2018 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications, IES-ETA 2018 - Proceedings*.