

SKRIPSI

**PERANCANGAN ALAT SIMULASI POWER
METER BERBASIS IOT UNTUK PEMBEBANAN
MOTOR LISTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Kadek Bayu Martha Di Nugraha

NIM. 2015344010

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

PERANCANGAN ALAT SIMULASI POWER METER BERBASIS IOT UNTUK PEMBEBANAN MOTOR LISTRIK

Oleh :

Kadek Bayu Martha Di Nugraha

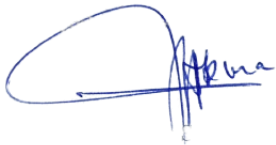
NIM. 2015344010

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Disetujui untuk
Diseminarkan pada Sidang Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 20-Agustus- 2024

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Ir. I Nyoman Sukarma, SST, MT
NIP. 197602142002121001

Dosen Pembimbing 2:



Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 197602142002121001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERANCANGAN ALAT SIMULASI POWER METER BERBASIS IOT UNTUK PEMBEBANAN MOTOR LISTRIK

Oleh :

Kadek Bayu Martha Di Nugraha

NIM. 2015344010

Proposal Skripsi ini sudah Melalui Ujian Skripsi pada tanggal 20
Agustus 2024 dan sudah dilakukan perbaikan kemudian disahkan
sebagai Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 20. Agustus 2024

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :



1. Dr. I Ketut Swardika, ST., M.Si
NIP. 197005021999031002



2. I Gede Suputra Widharma, ST., MT.
NIP. 197212271999031004

Dosen Pembimbing :



1. Ir. I Nyoman Sukarma, SST, M.T
NIP. 196907051994031004



2. Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc. Ph.D
NIP. 197602142002121001

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., M.T.

NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul :

PERANCANGAN ALAT SIMULASI POWER METER BERBASIS IOT UNTUK PEMBEBANAN MOTOR LISTRIK

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 24 Agustus 2024

Yang menyatakan



Kadek Bayu Martha Di Nugraha

NIM. 2015344010

ABSTRAK

Perancangan alat simulasi power meter berbasis *Internet of Things (IoT)* ini bertujuan untuk memantau konsumsi daya dan suhu pada Motor Listrik satu fasa dalam kondisi pembebanan. Motor Listrik sering digunakan dalam industri karena keandalannya, tetapi rentan terhadap peningkatan suhu yang dapat mempengaruhi umur motor. Sistem ini dirancang menggunakan sensor-sensor seperti Pzem 004T untuk mengukur tegangan, arus, dan daya, sensor *thermocouple* untuk suhu, serta ESP32 sebagai mikrokontroler yang menghubungkan data ke aplikasi berbasis *IoT*. Alat ini memantau secara real-time melalui aplikasi pada perangkat *mobile*, memungkinkan pengguna untuk melihat data konsumsi daya dan suhu motor secara langsung. Sistem juga dilengkapi dengan sistem pengereman yang dapat mempengaruhi beban dan kecepatan motor, yang dipantau oleh sensor RPM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan informasi yang tepat mengenai konsumsi daya dan suhu pada berbagai kondisi pembebanan, memberikan solusi pemantauan yang lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT)*, Motor Listrik, Power Meter, Sensor Pzem 004T, Sensor *Thermocouple*, ESP32.

ABSTRAK

The design of this IoT-based power meter simulation tool aims to monitor power consumption and temperature in single-phase induction motors under load conditions. Induction motors are commonly used in the industry due to their reliability, but they are susceptible to temperature increases that can affect the motor's lifespan. This system is designed using sensors such as the Pzem 004T to measure voltage, current, and power; a thermocouple sensor for temperature and the ESP32 as a microcontroller that connects the data to an IoT-based application. The device monitors in real-time through a mobile application, allowing users to view power consumption and motor temperature data directly. The system is also equipped with a braking system that can affect the load and motor speed, which is monitored by an RPM sensor. Testing results show that this system can provide accurate information on power consumption and temperature under various loading conditions, offering a more efficient monitoring solution compared to conventional methods.

Keywords: Internet of Things (IoT), Induction Motor, Power Meter, Pzem 004T Sensor, Thermocouple Sensor, ESP32.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atau Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, yang telah memandu penulis dalam penyusunan dan penyelesaian Proposal Skripsi dengan judul " Perancangan Alat Simulasi Power Meter Berbasis IoT Untuk Pembebanan Motor Listrik." Proposal Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi akhir Program Pendidikan Diploma IV Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

Dalam proses penulisan Proposal Skripsi ini, penulis menghadapi beberapa kendala yang berhasil diatasi dengan baik, berkat bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., MT. Selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Ir. I Nyoman Sukarma, SST, MT. selaku Dosen Pembimbing 1, yang memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan alat dan Proposal Skripsi.
5. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing 2, yang memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Proposal Skripsi.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama kegiatan perkuliahan.
7. Keluarga, rekan-rekan Unit Kegiatan Mahasiswa Robotika, teman-teman kelas VIIA Teknik Otomasi, dan semua pihak yang turut membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penyusunan Proposal Skripsi ini dan dengan rendah hati menerima kritik dan saran membangun dari pembaca guna perbaikan yang lebih baik. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih dan berharap Proposal Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bukit Jimbaran, 12 Febuari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Peneltian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Perancangan Alat	6
2.2.2. Motor Listrik Universal	6
2.2.3. Temperature Motor Listrik.....	7
2.2.4. Sistem Pengereman <i>Disc Break</i>	8
2.2.5. <i>Power Meter</i>	9
2.2.6. Energi	9
2.2.7. Daya Motor	10
2.2.8. <i>Internet of Things</i>	10
2.2.9. <i>Step Down</i>	11
2.2.10. TFT LCD (Thin-Film Transistor Liquid Crystal Display).....	12
2.2.11. Pzem 004T	13
2.2.12. Servo <i>Metal Gear</i> 20kg.....	14
2.2.13. Sensor Magnet.....	15
2.2.14. <i>Load Cell</i>	16
2.2.15. <i>Thermocouple M</i>	17
2.2.16. Modul Relay 2ch.....	18
2.2.17. Kontaktor	19
2.2.18. MCB.....	21
2.2.19. ESP32.....	22
2.2.20. <i>Power Supply</i> 12V 3A.....	24
2.2.21. Kodular.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26

3.1. Rancangan Sistem	26
3.1.1. Rancangan Hardware	26
3.1.2. Rancangan Software	33
3.2. Pembuatan Alat.....	36
3.2.1. Langkah Pembuatan Alat	36
3.2.2. Alat dan Bahan.....	37
3.3. Analisa Hasil Penelitian	38
3.4. Hasil Yang Diharapkan	39
BAB IV	40
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Implementasi Sistem	40
4.1.1 Implementasi <i>Hardware</i>	40
4.1.2 Implementasi <i>Software</i>	41
4.2. Hasil Pengujian Sistem	64
4.2.1. Pengujian Alat.....	64
4.2.2 Pengujian Aplikasi	68
4.2.3. Pengujian Penyimpanan Data	71
4.2.4. Pengujian Parameter-parameter yang Diamati	72
4.2. Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	78
4.3.1. Aanalisa Pengaruh Pembebanan Dengan Sistem Pengereman Terhadap Temperature dan Konsumsi Daya Motor Listrik	78
4.3.2. Analisa Pengaruh Pembebanan Dengan Sistem Pengereman Terhadap Kecepatan Motor Listrik.	79
BAB V	81
KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2.Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	84
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi	7
Gambar 2.2 Komponen Sistem Pengereman	9
Gambar 2.3 Power Meter	9
Gambar 2.4 Internet of Things.....	11
Gambar 2.5 Step Down.....	12
Gambar 2.6 TFT LCD	13
Gambar 2.7 Pzem 004T	14
Gambar 2.8 Servo Metal Gear 20kg	15
Gambar 2.9 Sensor Magnet	16
Gambar 2.10 Load Cell.....	17
Gambar 2.11 Thermocouple M.....	18
Gambar 2.12 Modul Relay 2ch.....	19
Gambar 2.13 Kontraktor	21
Gambar 2.14 MCB.....	22
Gambar 2.15 Esp32.....	23
Gambar 2.16 Power Supply 12V 3A	25
Gambar 2.17 Logo Kodular dan blok diagram	25
Gambar 3.1 Blok diagram perancangan perangkat mikrokontroler	27
Gambar 3.2 Wiring diagram perancangan perangkat mikrokontroler.....	28
Gambar 3.3 Flowchart Sistem	31
Gambar 3.4 Desain Perancangan Alat Simulasi Pembebanan Pada Motor Listrik	32
Gambar 3.5 Rancangan database pada Firebase	34
Gambar 3.6 Rancangan database pada Spreadsheet	34
Gambar 3.7 Rancangan awal tampilan aplikasi PWM	35
Gambar 3.8 Tampilan Monitoring dan control aplikasi PWM.....	35
Gambar 3.9 Tampilan bagian data aplikasi PWM.....	36
Gambar 4.1 Tampilan Alat Power Meter Berbasis IoT	40
Gambar 4.2 Library pada ESP32 (1)	42
Gambar 4.3. Program set variable ESP32 (1).....	43
Gambar 4.4. Void Setup ESP32 (1).....	43
Gambar 4.5. Void Loop ESP32 (1).....	44
Gambar 4.6 . Void Pzem ESP32 (1)	45
Gambar 4.7. Void Kecepatan dan Void countRPM.....	46
Gambar 4.8 . Library pada ESP32 (2)	47
Gambar 4.9 . Program set variable ESP32 (1).....	47
Gambar 4.10. Void Setup ESP32 (2).....	48
Gambar 4.11. Void Loop ESP32 (2).....	49
Gambar 4.12. Void Seervo ESP32 (2).....	50
Gambar 4.13. Void Onf ESP32 (2).....	51
Gambar 4.14. Void ParseData ESP32 (2).....	52
Gambar 4.15. Library pada ESP32 (3)	53
Gambar 4.16. Set Variable ESP32 (3)	54
Gambar 4.17. Void Setup ESP32 (3).....	54
Gambar 4.18. Void Loop ESP32 (3).....	55
Gambar 4.19. Void UpdateData ESP32 (3).....	56

Gambar 4.20. Pengambilan Data pada Firebase ESP32 (3)	57
Gambar 4.21. Void Tfttt ESP32 (3).....	58
Gambar 4.22. Tampilan pada TFT.....	59
Gambar 4.23. Menampilkan Data pada TFT ESP32 (3).....	60
Gambar 4.24. Realtime Database pada Firebase	60
Gambar 4.24. Realtime Database pada Firebase	61
Gambar 4.25. Blok Kode Halaman Pertama.....	61
Gambar 4.26. Blok Kode Halaman Kedua	62
Gambar 4.27. Blok Kode Monitoring Data Sistem	62
Gambar 4.28. Blok Kode Kontrol Speed dan Motor	63
Gambar 4.29. Blok Kode Tampilan Halaman Data.....	64
Gambar 4.30. Pengujian Mikrokontroler ESP32 DevKitC V1.....	65
Gambar 4.31. Program Pengujian Mikrokontroler	65
Gambar 4.32. Tampilan LED pada Mikrokontroler Menyala	66
Gambar 4.33. Pengujian relay 2 channel	66
Gambar 4.34. Pengujian LCD TFT Display	67
Gambar 4.35. Pengujian Pzem004t.....	67
Gambar 4.36. Pengujian Thermocouple	68
Gambar 4.37. Pengujian Sensor Magnet	68
Gambar 4.38. Halaman awal PWM	69
Gambar 4.39. Halaman Sistem PWM.....	70
Gambar 4.40. Halaman Data PWM	71
Gambar 4.41. Pengujian Penyimpanan data Pada Firebase.....	72
Gambar 4.42. Pengujian Penyimpanan Data pada Kodular.....	72
Gambar 4.43. Grafik Batang dan Garis Pengujian Tanpa Beban	74
Gambar 4.44. Grafik Batang dan Garis Pengujian Dengan Beban.....	76
Gambar 4.45. Grafik Pengaruh Pembebanan Dengan Sistem Pengereman Terhadap Temperature dan Konsumsi Daya Motor Listrik	78
Gambar 4.46. Grafik Analisa Pengaruh Pembebanan Dengan Sistem Pengereman Terhadap Kecepatan Motor Listrik Induk.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Insulation Class.....	8
Tabel 3.1. Keterangan Wiring Diagram	28
Tabel 3.2. Penjelasan Pin Komponen ke pin ESP32	29
Tabel 3.3. Keterangan Desain.....	32
Tabel 3.4. Alat- alat yang digunakan.....	37
Tabel 3.5. Bahan Komponen mikrokontroler	37
Tabel 3.6. Bahan Alat Simulasi Power Meter Pada Motor Listrik.....	37
Tabel 3.7. Perangkat lunak yang digunakan	38
Tabel 3.8. Pengambilan data konsumsi daya, dan suhu tanpa beban	38
Tabel 3.9. Pengambilan data konsumsi daya dan suhu menggunakan beban.....	39
Tabel 4.1 .Pengujian konsumsi daya, dan suhu pada saat tanpa beban	73
Tabel 4.2. Pengujian konsumsi daya, dan suhu menggunakan beban	75

,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era digital saat ini, IoT telah menjadi perkembangan teknologi yang mendorong konektivitas antar perangkat. Dengan kemajuan internet yang semakin luas, IoT memungkinkan perangkat elektronik, sensor, sistem untuk saling berkomunikasi dan berbagi data melalui internet. Penerapan IoT ini meluas di berbagai sektor, mulai dari industri dan pertanian hingga perkotaan, dengan sistem IoT memungkinkan pemantauan dalam pengumpulan dan analisis data secara *real-time* khususnya di bidang industri menjadi solusi yang pintar untuk pemantauan Motor Listrik.

Motor induksi mengubah energi listrik menjadi energi gerak dan sebaliknya merupakan penggerak utama dalam sebuah sistem penggerak elektrik. Motor induksi AC (*Alternating Current*) ini sangat populer dikarenakan lebih kokoh, murah, keandalan kerja yang tinggi dan tidak perlu dilakukan perawatan yang terlalu sering dibandingkan motor DC (*Direct Current*). Jenis motor induksi AC yang banyak digunakan yaitu motor induksi dengan tipe rotor sangkar tupai (*squirrel cage rotor*). Namun motor induksi ini lebih dipilih untuk sistem penggerak yang membutuhkan kecepatan putar yang konstan. Sedangkan motor DC dipilih untuk sistem yang membutuhkan kecepatan yang bisa diatur. Hal itu terjadi karena kontrol kecepatan pada motor induksi jauh lebih sulit dibandingkan pada motor DC yang memiliki piranti kontrol yang lebih sederhana dan respon torsi yang cepat [1].

Dalam era industri, Motor Listrik menjadi elemen kritis dalam berbagai aplikasi, terutama dalam menggerakkan berbagai jenis beban. Penggunaan Motor Listrik ini seringkali melibatkan variasi beban yang dapat signifikan mempengaruhi konsumsi daya. Dalam penggunaannya, Motor Listrik satu fasa sering mengalami masalah, seperti peningkatan suhu yang berlebihan yang dapat menyebabkan kerusakan serius hingga motor terbakar, yang memerlukan proses *rewinding*. Namun, motor yang telah di-*rewind* biasanya cenderung cepat panas, dan salah satu faktor penyebabnya adalah pemberian variasi beban yang menyebabkan peningkatan suhu pada Motor Listrik. *Overheating* atau panas berlebihan merupakan penyebab utama kerusakan pada motor, menyebabkan motor tidak mencapai umur pakai yang diharapkan. Setiap kenaikan suhu sebesar 10°C dari suhu normal dapat memangkas umur motor hingga 50%, bahkan jika kenaikan tersebut hanya bersifat sementara [2]. Untuk mengidentifikasi konsumsi daya dan panas yang dapat

menyebabkan peningkatan suhu dalam waktu singkat, pengujian motor dengan variasi beban dengan sistem pengereman diperlukan.

Pada umumnya kegiatan monitoring pada Motor Listrik menggunakan alat ukur konvensional dan memakan waktu. Sehingga, pada pemantauan Motor Listrik, keterbatasan alat ukur konvensional yang memakan waktu tidak hanya menghambat efisiensi proses monitoring, tetapi juga dapat meningkatkan risiko keterlambatan dalam mendeteksi potensi masalah atau perubahan kondisi operasional pada motor listrik. Hal ini dapat berdampak negatif pada produktivitas dan keandalan operasional, Untuk itu diperlukan solusi yang lebih moderen untuk pemantauan terhadap Motor Listrik [3].

Maka penulis membuat penelitian dengan menerapkan IoT pada Motor Listrik untuk memberikan solusi inovatif dalam pemantauan konsumsi daya secara *real-time* pada lcd dan *handphone*. Perancangan alat simulasi power meter menjadi landasan utama untuk menciptakan inovasi dalam pemantauan efisien Motor Listrik. Penelitian ini difokuskan pada pemantauan konsumsi daya dengan menerapkan sistem IoT pada Motor Listrik dengan variasi beban menggunakan sistem pengereman dan tingkat kecepatan yang berbeda menggunakan *dimmer* sebagai pengatur kecepatan Motor Listrik, untuk mengetahui pengaruh terhadap konsumsi daya dan mengidentifikasi peningkatan suhu yang dihasilkan dari variasi beban dan kecepatan pada Motor Listrik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah

- a. Bagaimanakah merancang alat simulasi power meter untuk pembebanan pada Motor Listrik berbasis IoT?
- b. Seberapa besar pengaruh pembebanan dengan sistem pengereman terhadap temperature dan konsumsi daya Motor Listrik berbasis Iot?
- c. Seberapa besar pengaruh pembebanan dengan sistem pengereman terhadap putaran Motor Listrik berbasis iot?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghasilkan penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan tidak keluar dari masalah yang muncul, diperlukan Batasan masalah agar penelitian sesuai judul.

Batasan masalah yang ada di dalam penelitian yaitu:

- a. Hanya membahas tentang konsumsi daya listrik, temperature, pembebanan pada Motor Listrik.

- b. Menggunakan *dimmer* sebagai pengatur kecepatan yang dikontrol oleh servo berbasis IoT.
- c. Hanya menggunakan Motor Listrik AC standar pabrik (1 *Phasa*, 220 4.0 A)
- d. Hanya menggunakan pembebanan dengan sistem pengereman *disc break*.
- e. Tidak menganalisa sistem kerja motor induksi 1 *phasa* dan komponen yang ada dalam motor induksi 1 *phasa*.
- f. Menggunakan *load cell* sebagai pembacaan sistem pembebanan.
- g. Hanya mencakup pemeriksaan Motor Listrik sebagai objek yang diteliti.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Dapat merancang alat simulasi pembebanan pada Motor Listrik berbasis IoT.
- b. Dapat mengetahui besar pengaruh pembebanan dengan sistem pengereman terhadap temperature dan konsumsi daya Motor Listrik berbasis Iot.
- c. Dapat besar pengaruh pembebanan dengan sistem pengereman terhadap putaran Motor Listrik berbasis iot.

1.5. Manfaat Peneltian

Beberapa manfaat dari diadakannya penelitian ini, yaitu

- a. Manfaat akademik
 - 1. Membantu untuk mengetahui konsumsi daya listrik yang dihasilkan oleh Motor Listrik pada saat pemberian beban.
 - 2. Membantu untuk memonitoring kondisi Motor Listrik pada saat beroperasi.
 - 3. Membantu untuk mengetahui temperature yang dihasilkan pada saat motor induksi diberikan variasi beban dan kecepatan.
- b. Manfaat aplikatif
 - 1. Mengembangkan *internet of things* dalam bidang motor listrik.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian skripsi ini terdiri dari :

- a. BAB I pendahuluan
Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan
- b. BAB II Tinjaun Pustaka

Menguraikan penelitian sebelumnya dan landasan teori terkait implementasi Perancangan Alat Simulasi Power Meter Berbasis IoT Untuk Pembebanan Motor Listrik.

c. BAB III Metode Penelitian

Menguraikan perancangan sistem dan alat, pembuatan aplikasi, dan pengujian.

d. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menguraikan hasil dari permasalahan penelitian yang terdiri dari hasil implementasi sistem baik dalam hardware maupun software, pengujian perangkat master, pengujian parameter-parameter yang diamati dan Analisa pengujian.

e. BAB V Kesimpulan dan Saran

Menguraikan tentang simpulan dan saran dari hasil penelitian yang sekiranya bermanfaat bagi pembaca dan juga saran kedepannya.

f. Daftar Pustaka

Memberi informasi publikasi dari referensi seperti, buku, jurnal, ataupun sumber lainnya yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan alat simulasi power meter berbasis IoT untuk pembebanan pada Motor Listrik. Alat ini dirancang khusus dengan struktur fisik yang terdiri dari dudukan motor berbahan plat besi, meja berukuran 100 x 50 cm, dan cover akrilik untuk melindungi semua komponen. Sistem mekanis alat ini dilengkapi dengan rel sebagai tensioner V-belt, dua puli, serta sistem pengereman untuk mengatur beban. Pada bagian input, alat ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik, sensor thermocouple untuk memantau suhu motor, sensor magnet RPM untuk mengukur kecepatan rotasi, dan load cell untuk mengetahui beban yang diterapkan pada motor. Input dari aplikasi Kodular juga digunakan untuk mengendalikan operasi dan kecepatan motor. Bagian proses menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali dan pemrosesan data dari sensor-sensor tersebut. Data yang telah diproses ditampilkan pada bagian output, yang mencakup aplikasi PWM Motor, layar LCD, dan relay yang terhubung ke sistem beban. Alat simulasi ini mampu memberikan pemantauan real-time terhadap kinerja Motor Listrik, termasuk parameter kelistrikan, suhu, kecepatan rotasi, dan beban, yang sangat penting untuk mencegah overheating dan menjaga kinerja motor. Dengan integrasi IoT, alat ini tidak hanya cocok untuk aplikasi pembelajaran, tetapi juga dapat digunakan untuk analisis dan pemantauan Motor Listrik dalam lingkungan industri.
- b. Pembebanan pada Motor Listrik berbasis iot yang dilengkapi dengan sistem pengereman memiliki dampak yang terhadap suhu operasi, konsumsi daya, dan kecepatan motor. Peningkatan beban secara konsisten menyebabkan peningkatan suhu operasi dan konsumsi daya, yang menunjukkan bahwa motor harus bekerja lebih keras untuk mempertahankan kinerjanya saat beban meningkat. Pada kecepatan awal (5960 RPM), peningkatan beban dari 1 Kg hingga 3 Kg menyebabkan kenaikan suhu dari 29°C menjadi 32°C dan peningkatan konsumsi daya dari 30 W menjadi 40 W. Hal serupa terjadi pada kecepatan 6120 RPM, di mana suhu naik dari 30°C menjadi 35°C dan konsumsi daya meningkat dari 50 W menjadi 58 W. Pada kecepatan tertinggi (9240 RPM), peningkatan beban menunjukkan dampak yang lebih drastis, dengan suhu operasi meningkat tajam hingga 60°C, yang memicu

sensor thermocouple untuk mematikan motor guna mencegah overheating. Konsumsi daya pada kecepatan ini juga mengalami peningkatan yang signifikan, dari 63 W pada beban 1 Kg menjadi 72 W pada beban 2 Kg, sebelum akhirnya motor dimatikan pada beban 3 Kg. Dikarenakan suhu Motor Listrik mencapai 60°C yang sudah melewati batas set point dari yang sudah ditetapkan yaitu 60°C sehingga sensor thermocouple memberikan sinyal ke *relay* untuk mematikan motor.

- c. Pembebanan pada Motor Listrik berbasis iot yang dilengkapi dengan sistem pengereman menunjukkan bahwa pembebanan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap penurunan kecepatan Motor Listrik. Pada kecepatan awal 5960 RPM, penambahan beban dari 1 Kg hingga 3 Kg menyebabkan penurunan kecepatan sebesar 1060 RPM. Pada kecepatan awal 6120 RPM, beban 3 Kg mengurangi kecepatan motor sebesar 1920 RPM. Penurunan yang lebih drastis terlihat pada kecepatan awal 9240 RPM, di mana beban 3 Kg menyebabkan penurunan kecepatan sebesar 3750 RPM. Secara keseluruhan, semakin besar beban yang diterapkan, semakin besar penurunan kecepatan motor. Hal ini menunjukkan bahwa motor harus bekerja lebih keras untuk mempertahankan rotasinya ketika beban meningkat, yang mengakibatkan penurunan kecepatan yang lebih besar.

5.2.Saran

- a. Peningkatan Sistem Pendinginan Motor Mengingat peningkatan suhu yang signifikan selama pembebanan pada Motor Listrik, disarankan untuk mengembangkan sistem pendinginan. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan kipas pendingin atau menggunakan pendingin cair (*liquid cooling*) untuk menjaga suhu operasi motor dalam batas aman dan mencegah *overheating* yang dapat merusak motor.
- b. Untuk memperluas aplikasi dan meningkatkan pemahaman tentang kinerja Motor Listrik, disarankan untuk melakukan pengujian dengan menggunakan berbagai jenis Motor Listrik, seperti 3 fase. Dengan menguji alat simulasi pada motor dengan karakteristik yang berbeda, dapat diperoleh data yang lebih komprehensif mengenai bagaimana setiap jenis motor bereaksi terhadap variasi beban dan pengaturan kecepatan. Hal ini juga akan memberikan wawasan lebih dalam tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing tipe motor dalam berbagai kondisi operasi, yang sangat berguna dalam penerapan industri yang lebih luas.

- c. Disarankan untuk mengembangkan sistem *realtime* yang lebih baik pada lcd dan aplikasi, agar pembacaan lebih mudah untuk memonitoring Motor Listrik dengan variasi beban dan kecepatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Arvianto and M. Rameli, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Metode Flux Vector Control Berbasis Self-Tuning PI," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.25079.
- [2] S. Aisyah and S. Agustina, "Analisa T..emperatur Lebih Saat Berbeban Pada Motor Induksi Satu Fasa," 2020.
- [3] A. Wardhana, *Internet of Things sebagai peluang dan tantangan pada era digital*, no. April. 2023.
- [4] D. S. Irvan Hanafi, Fachrudin Hunaini, "Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet Of Things," vol. 7, no. 1, 2023.
- [5] . A., E. Zondra, and . Z., "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Fasa Dengan Menggunakan Inverter," *SainETIn*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2017, doi: 10.31849/sainetin.v1i2.207.
- [6] I. F. Musyaffa and K. Medilla, "Monitoring Motor Induksi Terhadap Temperatur dan Getaran Motor Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek.*, pp. 1–10, 2019.
- [7] Standar Suhu Motor Listrik, "Henry," <https://henryarifuddin.com/berapa-standar-panas-motor-listrik/>.
- [8] A. Iera, C. Floerkemeier, J. Mitsugi, and G. Morabito, *The Internet of things*, vol. 17, no. 6. 2010. doi: 10.1109/MWC.2010.5675772.
- [9] Teguh Budi Santoso and Gilang Dwi Kurnia, "Rancang Bangun Keamanan Kendaraan Menggunakan Sidik Jari Dan Gps Tracking Berbasis Arduino Pada Sepeda Motor," *J. Satya Inform.*, vol. 6, no. 01, pp. 51–60, 2022, doi: 10.59134/jsk.v6i01.38.
- [10] A. Siswanto, R. Sitepu, D. Lestariningsih, L. Agustine, A. Gunadhi, and W. Andyardja, "Meja Tulis Adjustable Dengan Konsep Smart Furniture," *Sci. J. Widya Tek.*, vol. 19, no. 2, pp. 2621–3362, 2020.
- [11] R. Hamdani, H. Puspita, and D. R. Wildan, "Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid)," *Indept*, vol. 8, no. 2, pp. 56–63, 2019.
- [12] M. Hilman, "Image Viewer Berbasis Arduino," *J. Mosfet*, vol. 1, no. 2, pp. 5–8, 2021, doi: 10.31850/jmosfet.v1i2.937.
- [13] M. Nursamsi Adiwiranto and C. Budi Waluyo, "Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 13–22, 2021, doi: 10.33019/electron.v2i2.2.
- [14] S. M. Ibrahim, Ridyandhika Riza , Bekti Yulianti, "Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Arus Listrik PLN Berbasis IoT," *J. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 43–51, 2022.
- [15] E. Kurniawan, D. S. Pangaudi, and E. N. Widjatmoko, "Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 5, no. 1, pp. 63–68, 2022, doi: 10.30651/cl.v5i1.8772.

- [16] M. Bahtiar, S. I. Haryudo, A. I. Agung, and A. Chandra, "Pembuatan Prototype Penstabil Tegangan untuk Mengatasi Gangguan Over-Under Voltage berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 01, pp. 119–126, 2021.
- [17] K. Anam, "Rancang Bangun Mesin Penjual Beras Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *Cyclotron*, vol. 4, no. 2, 2021, doi: 10.30651/cl.v4i2.7485.
- [18] G. Gurning, P. Pangaribuan, and K. Afifah, "Sistem Pengendalian Tirai Dan Jendela Otomatis Pada Sebuah Gedung Using Fuzzy Logic Method Automatic Curtain And Window Control System In A Building," vol. 9, no. 5, pp. 2521–2532, 2022.
- [19] J. H. Hadari Nawawi, "Purwarupa Mesin Penjual Beras Otomatis Berbasis Radio Frequency Identification Dengan Antarmuka Website," *J. Komput. dan Apl.*, vol. 07, no. 03, pp. 132–143, 2019.
- [20] R. Rinaldy, R. F. Christianti, and D. Supriyadi, "Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino," *J. Inform. dan Elektron.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–23, 2014, doi: 10.20895/infotel.v5i2.59.
- [21] S. Mansyah and D. E. Myori, "Rancang Bangun Alarm Pintu Rumah Otomatis Menggunakan Sensor Magnet Berbasis Arduino Uno," vol. 3, no. 2, pp. 407–415, 2022.
- [22] D. Desmira, "Gangguan Medan Magnet Menggunakan SENSOR Fluxgate Magnetometer (Studi Kasus: BMKG)," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 53–59, 2021, doi: 10.30656/prosisko.v8i2.3456.
- [23] L. Y. Waruwu, A. Rahmi, and M. Anaperta, "Rancang Bangun Alat Ukur Medan Magnet Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Efek Hall," *Semesta Tek.*, vol. 24, no. 2, pp. 129–139, 2021, doi: 10.18196/st.v24i2.12938.
- [24] S. Laili; Triyanto, Dedi; Bahri, "Protoype Sistem Parkir Mobil Menggunakan Sensor Load Cell Dengan Arduino Mega 2560 Berbasis Android," *J. Komput. dan Apl.*, vol. 4, no. 13–29, pp. 791–792, 2020.
- [25] A. Muflihana, D. S. Arief, and A. S. Nugraha, "Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Keluaran Berat Berbasis Arduino Uno Pada Automatic Machine Measurement Mass and Dimension," *J. FTEKNIK*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [26] Agus Wibowo and Lawrence Adi Supriyono, "Analisis Pemakaian Sensor Loadcell Dalam Perhitungan Berat Benda Padat Dan Cair Berbasis Microcontroller," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–5, 2019, doi: 10.51903/elkom.v12i1.102.
- [27] P. Effendrik, G. Joelianto, and H. Sucipto, "Karakterisasi Thermocouple Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Matlab – Simulink," pp. 133–145.
- [28] A. M. A. Jiwatami, "Aplikasi Termokopel untuk Pengukuran Suhu Autoklaf," *Lontar Phys. Today*, vol. 1, no. 1, pp. 38–44, 2022, doi: 10.26877/lpt.v1i1.10695.
- [29] M. Noviyanti and Hufri, "Rancang Bangun Set Eksperimen Kalorimeter Digital Dengan Pengindera Sensor Termokopel Dan Sensor Load Cell Berbasis Arduino Uno," *Pillar Phys.*, vol. 13, no. April, pp. 34–41, 2020.
- [30] M. B. B. and E. Plutzer, "Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis

- Menggunakan Motor Dc 24 V,” vol. 9, no. 1, p. 6, 2021.
- [31] B. Contoh *et al.*, “Perancangan Alat Kontrol Lampu Rumah Via Mobile,” *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 1, no. 1, p. 2019, 2019.
- [32] Lara, “Implementasi IoT Pada Prototipe Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Touch Sensor Dan Keypad Dengan Notifikasi Telegram,” *Akrab Juara*, vol. 7, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022, [Online]. Available: www.aging-us.com
- [33] H. M. Arzaq, K. Joni, R. Alfita, and A. Ubaidillah, “Kendali Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Programmable LogicController Dengan Metode Star,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [34] U. Wiharja, “Rancangan Sistem Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Water Level Control (Wlc),” *J. Teknokris*, vol. 22, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [35] Z. Anthony, “Penggunaan Kontaktor Sebagai Sistem Pengaman Motor Induksi 3-Fasa Terhadap Kehilangan 1-Fasa Sistem Tenaga,” *J. momentum*, vol. 11, no. 2, pp. 1–5, 2011, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/315519771>
- [36] Suryani, “Sistem Pengontrolan Mi3F Dengan Tiga Kecepatan Berbasis Plc,” *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 01, pp. 37–47, 2020.
- [37] K. V. N. R. Ummah, S. Suttedjo, M. M. Rifadil, and L. S. Mahendra, “Alat Uji MCB 1 Fasa Instalasi Milik Pelanggan (IML),” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, pp. 141–147, 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.19352.
- [38] Saleh Muhamad and Haryanti Munnik, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, 2017.
- [39] B. Harpad *et al.*, “Sistem Monitoring Kualitas Udara Di Kawasan Industri Dengan Node MCU ESP32 Berbasis IoT,” vol. 12, no. 2, pp. 8–16, 2022.
- [40] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra, and R. Wardhana, “Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis,” *JTT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [41] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [42] Y. Yantoro, “Fungsi Power Supply pada Simulator Sistem Peringatan Dini Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Electronic Data Proses,” *J. Orang Elektro*, vol. Vol.3, No., pp. 1–6, 2014.
- [43] U. Muhammad, Mukhlisin, Nuardi, A. Mansur, and M. Aditya Bachri Maulana, “Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik,” *J. Electr. Engginering*, vol. 2, no. 2, pp. 106–110, 2021.
- [44] U. Kholifah and N. Imansari, “Pelatihan Membangun Aplikasi Mobile Menggunakan Kodular Untuk Siswa Smpn 1 Selorejo,” *Abdimas Galuh*, vol. 4, no. 1, p. 549, 2022, doi: 10.25157/ag.v4i1.7259.