



RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* TEGANGAN, ARUS, DAN SUHU PADA MOTOR PENGGERAK POMPA SENTRIFUGAL

KEVIN MORGAN MANURUNG



**TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN PELIMPAHAN INFORMASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul **Rancang Bangun Sistem Monitoring Tegangan, Arus, Dan Suhu Pada Motor Penggerak Pompa Sentrifugal** adalah hasil karya saya sendiri dengan arahan Dosen Pembimbing Akademik, dan belum diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi manapun. Sumber Informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Bogor, Agustus 2025
Yang membuat pernyataan



Kevin Morgan Manurung
F1401211119

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

KEVIN MORGAN MANURUNG. Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Tegangan, Arus, dan Suhu Pada Motor Penggerak Pompa Sentrifugal. Dibimbing oleh RADITE PRAEKO AGUS SETIAWAN.

Motor listrik tiga fasa merupakan alat yang banyak digunakan dalam industri karena konstruksinya yang sederhana dan kemampuan menghasilkan daya besar. Namun untuk menjaga kinerja dan meningkatkan masa umur pakainya, diperlukan *monitoring* tegangan secara berkala, karena tegangan yang tidak seimbang, arus dan suhu motor berlebih dapat menyebabkan penurunan performa dan merusak komponen internal motor. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang mampu memantau arus, tegangan, dan suhu motor tiga fasa dengan sistem efektif dan efisien berbasis mikrokontroler. Analisis data yang dipakai yaitu dengan membandingkan nilai ketidakseimbangan tegangan dan arus pada pompa sentrifugal yang dioperasikan secara terus menerus dan secara berkala. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pompa sentrifugal yang dioperasikan secara terus menerus menghasilkan kestabilan tegangan sebesar 98% dan arus sebesar 97%, yang dioperasikan secara terus-menerus juga menghasilkan suhu yang tinggi dengan rata-rata suhu 57°C, sebaliknya pompa sentrifugal yang dioperasikan secara berkala menunjukkan kestabilan yang jauh lebih besar yaitu tegangan 99,61% dan arus sebesar 99,40% serta rata-rata peningkatan suhu yang kecil juga yaitu sebesar 25°C. Dengan demikian, pengoprasian motor secara berkala terbukti lebih baik dalam menjaga keseimbangan tegangan listrik dan meningkatkan umur pakai motor tiga fasa.

Kata kunci: Motor tiga fasa, pompa senstrifugal, IOT (*Internet of Things*), ketidakseimbangan tegangan dan arus

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

KEVIN MORGAN MANURUNG. Design and Development of a Voltage, Current, and Temperature *Monitoring* System for the Motor Driving a Centrifugal Pump. Supervised by RADITE PRAEKO AGUS SETIAWAN.

Three-phase electric motors were widely used in industry due to their simple construction and ability to deliver high power *output*. However, to maintain performance and extend their service life, periodic monitoring of voltage was required, as voltage imbalance, excessive current, and high motor temperature could lead to performance degradation and damage to the motor's internal components. This research aimed to design a device capable of Monitored the current, voltage, and temperature of a three-phase motor using an effective and efficient microcontroller-based system. Data analysis was conducted by comparing the voltage and current imbalance values of a centrifugal pump operated continuously and periodically. The results showed that continuous operation produced voltage stability of 98% and current stability of 97%, but also resulted in high temperatures with an averaged of 57°C. In contrast, periodic operation yielded higher stability, with voltage stability of 99.61% and current stability of 99.40%, along with a lower averaged temperature increase of only 25°C. Therefore, periodic motor operation proved to be more effective in maintaining voltage balance and extending the service life of three-phase motors.

Keywords: Three-phase motor, centrifugal pump, IoT (Internet of Things), voltage and current imbalance

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* TEGANGAN, ARUS, DAN SUHU PADA MOTOR PENGGERAK POMPA SENTRIFUGAL

KEVIN MORGAN MANURUNG

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr
2. Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr

Tanggal Ujian:
(7 Agustus 2025)

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Tegangan,
Arus, dan Suhu Pada Motor Penggerak Pompa
Sentrifugal

Nama : Kevin Morgan Hasahatan Manurung

NIM : F1401211119

Disetujui oleh

Pembimbing :
Dr. Ir. Radite Praeko Agus Setiawan M.Agr.
NIP 196212231986011001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, MSc.Agr
NIP 196304251989031001



Tanggal Lulus:
(tanggal penandatanganan oleh Dekan
Fakultas/Sekola ...)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2025 sampai bulan Juli 2025 ini berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Tegangan, Arus, dan Suhu pada Motor Penggerak Pompa Sentrifugal”. Berjalannya penelitian sampai penulisan skripsi ini disusun sebagai salah syarat menyelesaikan program studi sarjana. Penulis tidak luput dari bantuan dalam bentuk tenaga, dukungan, doa, dan banyak bantuan lainnya dari berbagai pihak, Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Radite Praeko Agus Setiawan M.Agr selaku dosen pembimbing atas ketersediaannya meluangkan waktu, tenaga, perhatian, dan pikirannya dalam memberikan arahan, masukan, dan nasihat kepada penulis selama penyusunan karya ilmiah.
2. Segenap dosen dan tendik Departemen Teknik Mesin dan Biosistem yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat untuk masa depan.
3. Orang tua tercinta, Papa Turian Manurung dan Mama Tetty Naibaho, Adik Gabriele Marsha Bernesha Manurung, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberi doa, semangat, motivasi dan dukungan semangat selama penulisan skripsi.
4. Teman-teman satu bimbingan yang senantiasa membantu, membersamai, mendorong dan menyemangati selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Amalia Damanik yang telah banyak membantu penulis dalam berbagai hal, baik bantuan tenaga, dukungan, semangat, doa, motivasi dan dorongan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
6. Teman dan juga sahabat Driagy Avili Permana yang telah banyak membantu dan selalu menemani penulis ketika penelitian.
7. Pak Mul beserta staff selaku *electrical engineer* di IPB ICC Hotel yang senantiasa membantu dan memberikan saran terkait pengerjaan alat.
8. Teman-teman Resonance angkatan 58 yang memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir.
9. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025
Kevin Morgan Manurung

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Motor Induksi Tiga Fasa	3
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa	3
2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa	3
2.1.3 Pengaruh Gangguan Tegangan Tak Seimbang Pada Temperatur	4
2.2 Tegangan Tidak Seimbang	4
2.3 Faktor Ketidakseimbangan Tegangan	6
2.3. Modul MLX90614	6
2.4. ESP-32	7
2.6. Sensor PZEM-004T	8
2.7. SSR (<i>Solid State Relay</i>)	8
2.8 <i>Bot Telegram</i>	9
III METODE	10
3.1. Waktu dan Tempat	10
3.2. Alat dan Bahan	10
3.3. Prosedur Penelitian	10
3.4. Perancangan Sistem	12
3.5 Blok Fungsional Sistem	13
3.6 Perancangan Perangkat Keras	13
3.6.1 Perancangan Pembacaan Arus, Tegangan, dan Daya PZEM-004T	13
3.6.2 Perancangan Pembacaan Suhu MLX90614	14
3.6.3 Perancangan Sistem Kontrol Motor Tiga Fasa dan SSR	15
3.7 Perancangan Perangkat Lunak	17
3.7.1 Perancangan <i>Software Telegram</i>	17

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3.7.2 Tampilan Software Telegram	17
3.8 Kalibrasi Sensor	19
3.8.1 Kalibrasi Sensor PZEM-004T	19
3.8.2 Kalibrasi Sensor MLX90614	22
3.9 Teknik Pengambilan Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Kalibrasi	25
4.1.1. Kalibrasi Tegangan	25
4.1.2. Kalibrasi Arus	26
4.1.3. Kalibrasi Suhu	28
4.2 Hasil <i>Monitoring</i>	29
4.2.1. <i>Monitoring</i> Pompa Selalu Menyala	30
4.2.2. <i>Monitoring</i> Pompa yang Tidak Selalu Menyala	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 KESIMPULAN	35
5.2 SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

1 Motor induksi tiga fasa Sumber: (Arvianto dan Rameli 2017)	3
2 Grafik Tegangan Seimbang Antar Fasa	5
3 Grafik Tegangan Tidak Seimbang Antar Fasa	5
4 Modul MLX90614 Sumber: (Mudrika 2022)	7
5 ESP 32 Sumber: (Prafanto A et al.2021)	7
6 Kontaktor Sumber: (Pradika dan Moediyono 2013)	8
7 Sensor PZEM-004T Sumber: (Asrar 2022)	8
8 Diagram alir prosedur penelitian	11
9 Diagram alir perancangan sistem alat	12
10 Perancangan sensor PZEM-004	14
11 Perancangan sensor MLX90614	15
12 Perancangan Sistem Kontrol Motor Tiga fasa	17
13 Diagram blok fungsional Telegram	18
14 Tampilan Aplikasi Telegram	19
15 Diagram alir metode kalibrasi tegangan sensor PZEM-004T	20
16 Diagram alir kalibrasi arus sensor PZEM-004T	22
17 Diagram alir kalibrasi suhu menggunakan sensor MLX90614	23
18 Diagram alir teknik analisis data	24
19 Grafik <i>scatterplot</i> sebelum dilakukan sensor PZEM-004T sebelum dilakukan kalibrasi tegangan	25
20 Grafik <i>scatterplot</i> sensor PZEM-004T setelah dilakukan kalibrasi tegangan pada uji coba monitoring pompa sentrifugal pertama	26
21 Grafik <i>scatterplot</i> sensor PZEM-004T sebelum dilakukan kalibrasi arus	27
22 Grafik <i>scatterplot</i> sensor PZEM-004T setelah dilakukan kalibrasi arus pada uji coba <i>monitoring</i> pompa sentrifugal pertama	27
23 Grafik <i>scatterplot</i> sensor MLX90614 sebelum dilakukan kalibrasi suhu	29
Gambar 24 Grafik <i>scatterplot</i> sensor MLX90614 setelah dilakukan kalibrasi suhu pada uji coba monitoring pompa sentrifugal pertama	29
25 Kondisi tegangan ketiga pompa selalu menyala	31
26 Kondisi arus Ketika pompa selalu menyala	31
27 Kondisi suhu ketika pompa selalu menyala	32
28 Kondisi tegangan ketika pompa tidak selalu menyala	33
29 Kondisi suhu ketika pompa tidak selalu menyala	34
30 Kondisi arus ketika pompa tidak selalu menyala	34

DAFTAR LAMPIRAN

1 Deskripsi pin dan batas maksimum MLX90614	38
2 Spesifikasi ESP-32	39
3 Deskripsi Pin (Terminal) dan Spesifikasi Kontaktor Togami	40
4 Deskripsi pin PZEM-004T	41
5 Spesifikasi Solid State Relay MGR	41
6 Spesifikasi MCB LS BKL63Nd-C25	41
7 Telegram untuk monitoring uji coba pertama	42
8 Data kalibrasi tegangan PZEM-004T	45
9 Foto pada saat kalibrasi tegangan	46
10 Data kalibrasi arus PZEM-004T	47
11 Foto Pada saat kalibrasi arus	47
12 Data kalibrasi suhu	48
13 Foto pada saat kalibrasi suhu	48
14 Program <i>codingan</i>	49
15 Uji coba <i>monitoring</i> pertama	55
16 Data Pompa yang dinyalakan selama satu jam	56
17 Kegiatan ketika ambil data dengan PLX-DQ	58

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.