

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN
KELISTRIKAN ANTAR *PHASE* BERBASIS
MIKROKONTROLER PADA KAPAL PATROLI BEA CUKAI**

TUGAS AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN
KELISTRIKAN ANTAR *PHASE* BERBASIS
MIKROKONTROLER PADA KAPAL PATROLI BEA CUKAI**

Tugas Akhir

Skema Skripsi

Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana

Teknik pada Program Studi Teknik Elektro



HELDHA TRI YANA

NIM. 2101010037

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

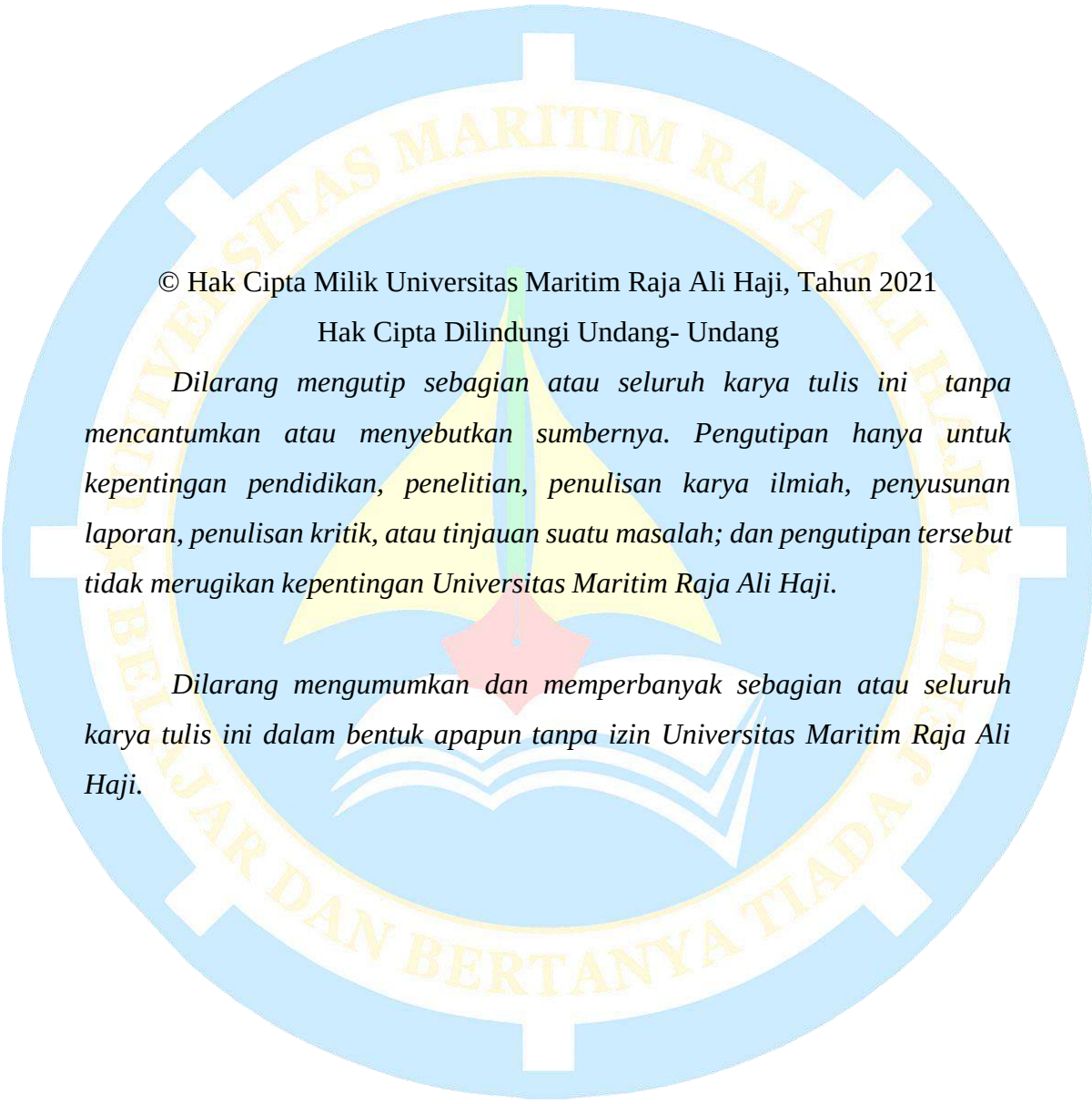
Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kelistrikan Antar *Phase* Berbasis Mikrokontroler Pada Kapal Patroli Bea Cukai” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, Juli 2026



Heldha Tri Yana
NIM. 2101010037

The logo of Universitas Maritim Raja Ali Haji is a circular emblem. It features a light blue outer ring with the university's name in yellow capital letters. Inside the ring is a yellow triangle with a green vertical line and a red downward-pointing arrow. Below the triangle are white wavy lines representing water. The text "© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2021" is centered over the logo.

© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2021

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 Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.

MOTTO

“ Allah memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali

Allah berjanji bahwa : *Fa inna ma'al-'usri yusrā Inna ma'al-'usri yusrā ”*

(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

“Dan satu lagi, Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

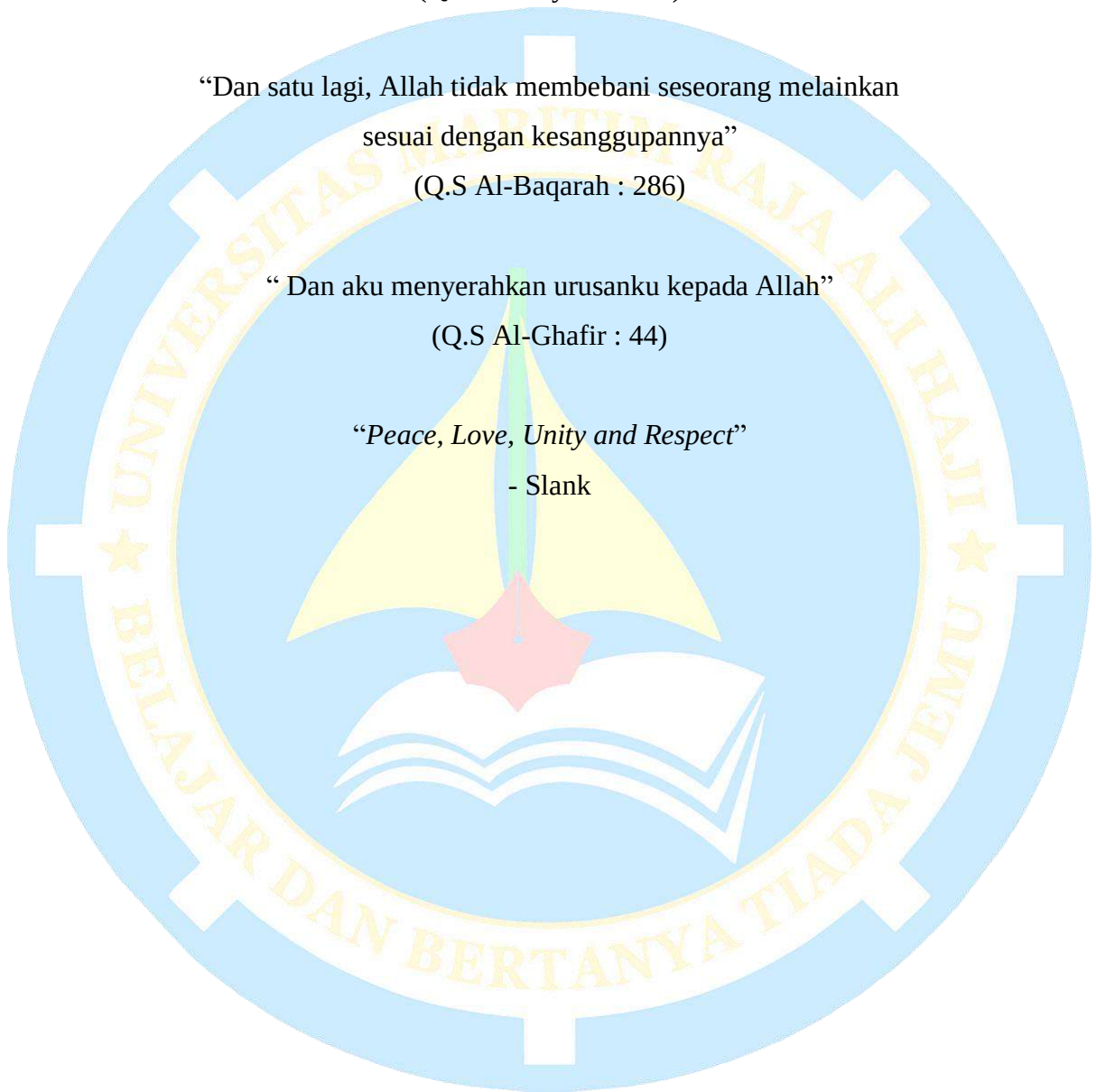
(Q.S Al-Baqarah : 286)

“ Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah”

(Q.S Al-Ghafir : 44)

“*Peace, Love, Unity and Respect*”

- Slank

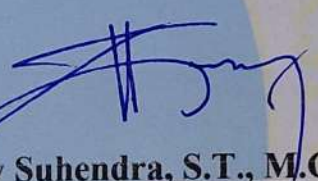


HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kelistrikan
Antar *Phase* Berbasis Mikrokontroler Pada Kapal
Patroli Bea Cukai
Nama : Heldha Tri Yana
NIM : 2101010037
Program Studi : Teknik Elektro
Tanggal Persetujuan :

Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing


Muhamad Mujahiddin, S.T., M.T.
(Ketua)


Tonny Suhendra, S.T., M.Cs.
(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kelistrikan
Antar *Phase* Berbasis Mikrokontroler Pada Kapal
Patroli Bea Cukai

Nama : Heldha Tri Yana

NIM : 2101010037

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua	: Septia Refly, S.Pd., M.Si.	(..... <i>Septia Refly</i>)
Anggota I	: Doli Bonardo, S.Si., M.Si.	(..... <i>Doli Bonardo</i>)
Anggota II	: Ahmad Syafiq, S.T., M.Si	(..... <i>Ahmad Syafiq</i>)
Anggota III	: Tonny Suhendra, S.T., M.Cs.	(..... <i>Tonny Suhendra</i>)
Anggota IV	: Muhamad Mujahidin, S.T., M.T.	(..... <i>Muhamad Mujahidin</i>)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika



Hollanda Arief Kusuma
Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si
NIP. 198904012019031016

Tanggal Ujian : 20 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah Puji dan syukur kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala berkat, rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini dilaksanakan pada bulan Februari 2026 terkait monitoring listrik, dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kelistrikan Antar Phase Berbasis Mikrokontroler pada Kapal Patroli Bea Cukai”**

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan penuh kerendahan hati dan rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.IK, M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan.
2. Bapak Muhamad Mujahidin, S.T., M.T selaku Pembimbing I yang telah membimbing skripsi penulis.
3. Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs selaku Pembimbing II sekaligus Kepala Program Studi Teknik Elektro yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberi masukan, serta banyak membantu penulis selama menjalani proses skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, motivasi, dan kepedulian yang diberikan, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Ahmad Syafiq, S.T., M.Si yang telah memberikan ilmu, serta banyak ikut serta proses skripsi penulis, dalam bentuk masukan, arahan, pengalaman, motivasi serta bantuan yang diketahui maupun tidak diketahui. Penulis mengucapkan terima kasih banyak atas kepedulian, nasihat, dan dukungan yang diberikan, sehingga menjadi penyemangat bagi penulis dalam menghadapi setiap proses hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji, yang telah membimbing, mendidik, serta memberikan ilmu pengetahuan, dan wawasan kepada penulis selama masa perkuliahan.

6. Kepala Pangkalan Sarana Operasi Bea dan Cukai Tipe A Tanjung Balai Karimun beserta seluruh jajaran, yang telah memberikan izin, fasilitas, bantuan, serta kerja sama selama proses penelitian dan pengambilan data sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Khusus untuk Almarhumah Ibunda Nurhayati, wanita terhebat sepanjang masa yang selalu penulis rindukan. Terima kasih telah menjadi alasan utama penulis untuk melanjutkan perguruan tinggi meskipun tidak lagi mendampingi penulis hingga akhir perjalanan. Terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan, semoga mama melihat putri kecil mama dari tempat terbaikmu. Segala doa, cinta, dan kenangan yang telah diberikan akan selalu hidup di hati penulis. Semoga Allah SWT menempatkan Almarhumah di tempat terbaik di sisi-Nya.
8. Kepada Bapak Zulfakar, cinta pertama anak bungsu, Heldha Tri Yana. Terima kasih telah menjadi alasan penulis untuk kuat, terus berjuang dan tidak menyerah dalam menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih selalu berusaha untuk memberikan kehidupan yang sangat cukup dan layak dari hasil jerih payahmu tanpa mengeluh. Terima kasih untuk selalu kuat, meski banyak hal yang harus dilalui, banyak cobaan yang harus dihadapi, banyak mulut yang harus dibayar. Terima kasih telah menjadi sosok penyemangat penulis untuk bertahan menjalani hidup dengan segala tantangan yang harus dihadapi. Terima kasih sudah menjadi lelaki hebat yang tiada tandingnya.
9. Seluruh keluarga besar penulis, atas segala doa, dukungan, perhatian, bantuan dan semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis dalam setiap proses hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Seseorang yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis, terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, serta waktu yang telah diberikan. Terima kasih telah bersedia mendengarkan setiap cerita, menjadi tempat keluh kesah, dan menemani berbagai proses dalam penyusunan skripsi ini. Setiap waktu, tenaga, bantuan dan semangat yang pernah diberikan menjadi bagian yang berarti dalam perjalanan penulis menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini.

11. Kepada teman-teman seperjuangan penulis, khususnya Anggi, Roihan, Ayumi, Faiz, Arta, Apuy, Yovani dan teman-teman lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala dukungan, bantuan, semangat, suka maupun duka, serta kebersamaan yang dilalui selama proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran kalian telah menjadi bagian penting dalam perjalanan panjang ini.
12. *Last but not least*, anak perempuan bungsu dari Bapak Zulfakar dan Ibu Nurhayati, Heldha Tri Yana. *Yes, I am!* Terima kasih sebesar-besarnya untuk diri sendiri. Untuk setiap malam yang dihabiskan dalam kelelahan, setiap pagi yang disambut dengan keraguan dan kekhawatiran, namun tetap dijalani dan berhasil dilalui. Terima kasih telah menukar segala ketakutan menjadi keberanian yang mengubah proses hidupmu. Terima kasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski banyak hal yang terjadi diluar dugaan. Terima kasih kepada jiwa yang tetap kuat, meski berkali-kali hampir menyerah karena kondisi. Sampai detik ini, selalu mencoba kuat untuk diri sendiri dalam mengusahakan semua hal agar terlihat baik-baik saja. Bangga untuk setiap langkah kecilku, meskipun mudah menangis tapi tidak berhenti mencoba dan menyerah. Selamat merayakan kecemasan-kecemasan di tangga berikutnya, selamat berpetualang di level kehidupan selanjutnya, selamat berperang dengan pertanyaan 'kapan' yang tidak ada ujungnya, Tidak ada yang lebih indah dari menyaksikan proses dan pertumbuhan diri sendiri. *Be happy, be healthy, be confident, be the best version and be proud of yourself*. Penulis berdoa agar langkah kecilmu selalu diperkuat, dikelilingi orang-orang baik dan hebat, serta mimpi dan doamu satu persatu akan terjawab. Aamiin.

DAFTAR ISI

MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Penelitian	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori.....	7
1. Kapal Patroli Bea Cukai	7
2. Sistem Kelistrikan Kapal Patroli.....	9
3. Generator AC 3 Fasa Sinkron.....	11
4. Parameter Listrik.....	14
5. Sistem Monitoring Kelistrikan Kapal.....	14

6.	<i>Internet of Things (IoT)</i>	15
7.	<i>Real-Time</i>	16
C.	Komponen Elektronika	16
1.	Mikrokontroler ESP32.....	16
2.	Sensor ZMPT101B	17
3.	Sensor SCT-013.....	18
4.	LCD <i>Display</i> 20 x 4.....	19
5.	RTC DS3231.....	20
6.	Micro SD <i>Module</i>	21
BAB III METODE PENELITIAN.....		22
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	22
B.	Bahan dan Alat.....	23
C.	Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	25
D.	Perancangan Sistem	27
1.	Perancangan <i>Hardware</i>	29
2.	Perancangan <i>Firmware</i>	36
3.	Perancangan <i>Dashboard</i>	37
E.	Pengolahan dan Analisis Data.....	38
1.	Analisis Kestabilan Tegangan Fasa Terhadap Netral	38
2.	Analisis Ketidakseimbangan Arus Beban.....	39
3.	Analisis Segitiga Daya.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
A.	Pengembangan <i>Hardware</i>	44
B.	Pengembangan <i>Firmware</i>	45
C.	Pengembangan <i>Dashboard</i>	55
D.	Uji Fungsionalitas	56

1. Modul RTC DS3231	56
2. Modul LCD 12C <i>Display</i>	56
3. Micro SD <i>Module</i>	57
4. Sensor ZMPT101B	57
5. Sensor SCT-013.....	58
6. Kalibrasi Sensor.....	59
a) Sensor ZMPT101B	59
b) Sensor SCT-013.....	61
E. Uji Keseluruhan Sistem.....	63
F. Uji Lapangan.....	64
G. Pengolahan dan Analisis Data.....	65
1. Analisis Kestabilan Tegangan Fasa Terhadap Netral.....	65
2. Analisis Ketidakseimbangan Arus Beban.....	66
3. Analisis Segitiga Daya.....	68
H. Pembahasan.....	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	73
A. Simpulan	73
B. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

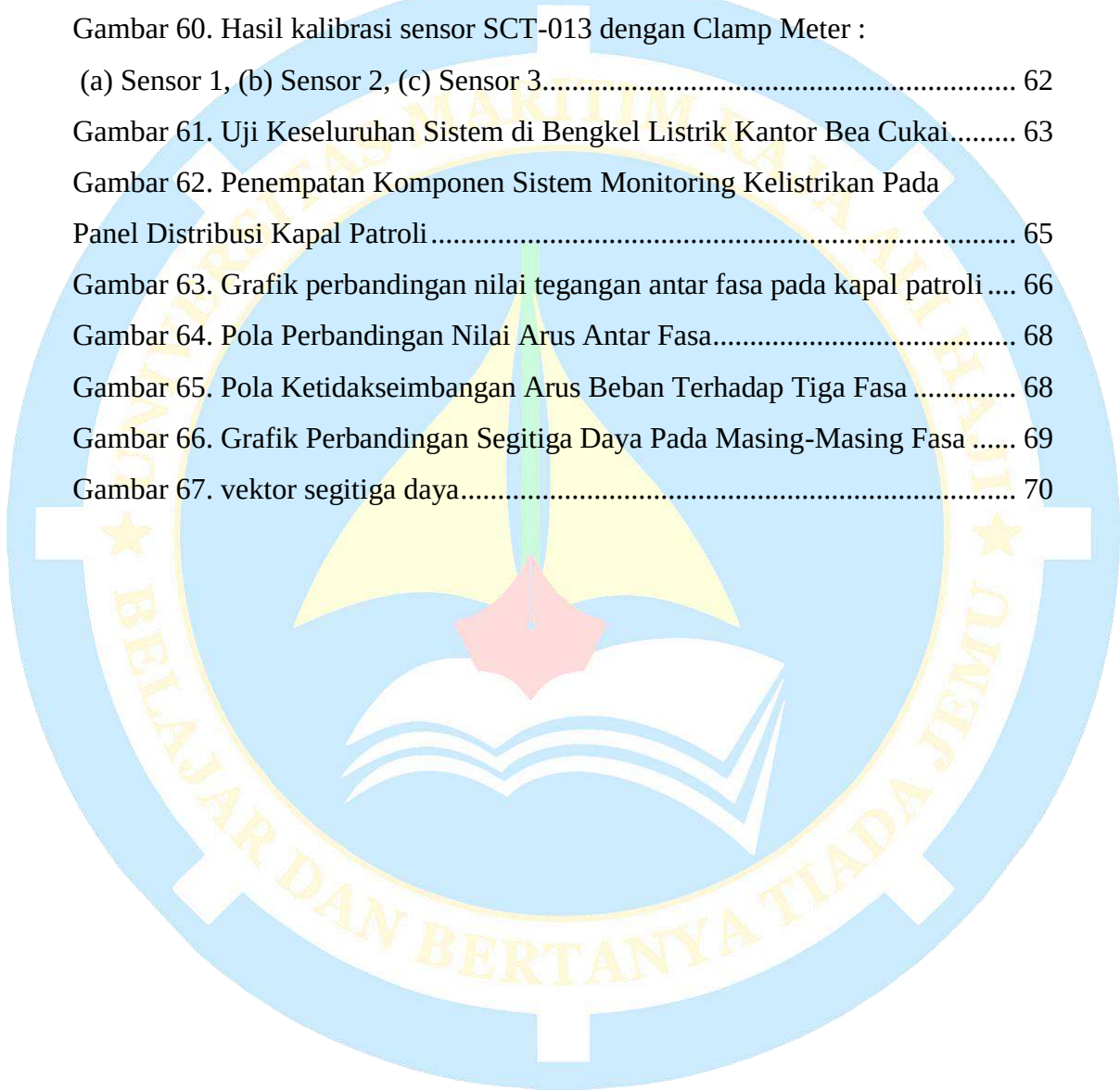
Tabel 1. Dimensi kapal patroli	8
Tabel 2. Dimensi mesin dan ukuran genset C9.3.....	12
Tabel 3. Efisiensi daya generator C9.3	13
Tabel 4. Spesifikasi generator C9.3	13
Tabel 5. Spesifikasi Mikrokontroler ESP32.....	17
Tabel 6. Spesifikasi Sensor ZMPT101B.....	18
Tabel 7. Spesifikasi Sensor SCT-013.....	19
Tabel 8. Spesifikasi LCD 12C <i>Display</i>	20
Tabel 9. Spesifikasi RTC DS3231	20
Tabel 10. Spesifikasi Micro SD <i>Module</i>	21
Tabel 11. Bahan Penelitian	23
Tabel 12. Alat Penelitian.....	24
Tabel 13. Alat dan Bahan Panel Distribusi	24
Tabel 14. Rentang <i>standard delay</i> ITU-T [50]	43
Tabel 15. Perbandingan nilai error absolute, persentase error, persentase akurasi dan RMSE dari sensor ZMPT101B 1, ZMPT101B 2, dan ZMPT101B 3	60
Tabel 16. Perbandingan nilai <i>error absolute</i> , persentase <i>error</i> , persentase akurasi dan RMSE dari sensor arus SCT-013 1, SCT-013 2, dan SCT-013.....	62
Tabel 17. Hasil PDR dan <i>Delay IoT ThingSpeak</i>	64
Tabel 18. Hasil Perbandingan Nilai Tegangan Antar Fasa, Standar Deviasi dan Indeks Variasi Tegangan.....	66
Tabel 19. Perbandingan Arus pada masing-masing fasa dan hasil persentase ketidakseimbangan arus beban	67
Tabel 20. Hasil Nilai Segitiga Daya Pada Masing-Masing Fasa	69
Tabel 21. Hasil Pengolahan Nilai Segitiga Daya Total.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kapal patroli BC 60001	7
Gambar 2. Desain bagian samping kapal.....	7
Gambar 3. Denah bagian bawah dek utama.....	8
Gambar 4. Desain ruang mesin kapal patroli	8
Gambar 5. Penempatan genset diesel.....	8
Gambar 6. Gelombang sinus 3 fasa dan 1 fasa	9
Gambar 7. Prinsip kerja generator AC 3 fasa	11
Gambar 8. C9.3 <i>Marine genset system</i>	11
Gambar 9. Kerangka genset C9.3	12
Gambar 10. Sisi kiri belakang genset C9.3.....	12
Gambar 11. Sisi kanan belakang genset C9.3.....	12
Gambar 12. Arsitektur perangkat IoT	15
Gambar 13. ESP32 <i>Pinout diagram</i>	16
Gambar 14. Sensor ZMPT101B.....	17
Gambar 15. Sensor SCT-013	18
Gambar 16. LCD <i>Display I2C 20 x 4</i>	19
Gambar 17. RTC DS3231 <i>Module</i>	20
Gambar 18. Micro SD <i>Module</i>	21
Gambar 19. Peta lokasi penelitian.....	22
Gambar 20. Tampak depan Kantor Pangkalan Sarana Operasi Bea dan Cukai Tipe A Tanjung Balai Karimun.....	22
Gambar 21. Diagram alir prosedur penelitian.....	27
Gambar 22. Blok diagram perancangan sistem.....	28
Gambar 23. Skema rangkaian koneksi ESP32 dan RTC DS3231	29
Gambar 24. Skema rangkaian koneksi ESP32 dan LCD <i>Display 20 x 4</i>	30
Gambar 25. Skema rangkaian koneksi ESP32 dan Micro SD <i>Module</i>	30
Gambar 26. Rangkaian koneksi ESP32 dan sensor tegangan ZMPT101B.....	31
Gambar 27. Skema rangkaian koneksi ESP32 dan sensor arus SCT-013.....	32
Gambar 28. Skema rangkaian keseluruhan sistem komponen elektronika.....	32
Gambar 29. Kalibrasi Sensor ZMPT101B	33

Gambar 30. Kalibrasi Sensor SCT-013.....	33
Gambar 31. Tampilan perangkat lunak Arduino IDE	36
Gambar 32. Diagram Alir Perancangan <i>Firmware</i>	37
Gambar 33. Tampilan Visualisasi <i>Dashboard ThingSpeak</i>	37
Gambar 34. Vektor sudut kondisi seimbang dan tidak seimbang pada tiga fasa..	40
Gambar 35. Vektor Segitiga Daya	41
Gambar 36. Peletakan sensor ZMPT101B dan SCT-013 ke panel listrik.....	44
Gambar 37. Hasil Keseluruhan Perancangan <i>Hardware</i>	44
Gambar 38. <i>Library</i> komponen elektronika dan <i>ThingSpeak</i>	45
Gambar 39. Deklarasi WiFi, Channel ID, API Key ThingSpeak, NTP.....	46
Gambar 40. Inisialisasi variabel dan pin sensor SCT-013 dan ZMPT101B.....	47
Gambar 41. Kode variabel <i>lastLCD</i> , <i>lastTS</i> dan fungsi <i>void center text</i>	47
Gambar 42. Kode pemrograman <i>void setup</i> , komunikasi 12C, inisialisasi LCD <i>display</i> dan RTC DS3231.....	48
Gambar 43. Inisialisasi Micro SD Module dan membuat file CSV.....	49
Gambar 44. Kode inisialisasi koneksi WiFi dan Tampilan Status Sistem di LCD49	
Gambar 45. Kode pemrograman <i>setting</i> NTP menyesuaikan modul RTC	50
Gambar 46. Kode pemrograman inisialisasi koneksi ke <i>ThingSpeak</i>	50
Gambar 47. Kode pemrograman faktor kalibrasi sensor arus dan fungsi kalibrasi sensor tegangan	51
Gambar 48. Kode pemrograman fungsi <i>void loop</i> dalam <i>reconnect</i> WiFi.....	51
Gambar 49. Kode pemrograman rumus regresi linier sensor arus, tegangan RMS, dan rumus menghitung daya.....	52
Gambar 50. Kode pemrograman menampilkan informasi waktu dan parameter listrik	53
Gambar 51. Kode pemrograman pengiriman dan penyimpanan data ke <i>platform ThingSpeak</i> dan Kartu SD	54
Gambar 52. Hasil tampilan grafik garis pada <i>platform thingspeak</i>	55
Gambar 53. Tampilan <i>dashboard numeric display</i> pada <i>thingspeak</i>	55
Gambar 54. Hasil Uji Fungsionalitas Modul RTC DS3231	56
Gambar 55. Hasil Uji Fungsionalitas Modul LCD 12C <i>Display</i>	56
Gambar 56. Hasil Uji Fungsionalitas Micro SD <i>Module</i>	57

Gambar 57. Hasil Uji Fungsionalitas Sensor ZMPT101B : (a) sensor 1, (b) sensor 2, (c) sensor 3	58
Gambar 58. Hasil Uji Fungsionalitas Sensor SCT-013 : (a) sensor 1, (b) sensor 2, (c) sensor 3	59
Gambar 59. Hasil kalibrasi sensor ZMPT101B dengan Multimeter : (a) Sensor 1, (b) Sensor 2, (c) Sensor 3.....	60
Gambar 60. Hasil kalibrasi sensor SCT-013 dengan Clamp Meter : (a) Sensor 1, (b) Sensor 2, (c) Sensor 3.....	62
Gambar 61. Uji Keseluruhan Sistem di Bengkel Listrik Kantor Bea Cukai.....	63
Gambar 62. Penempatan Komponen Sistem Monitoring Kelistrikan Pada Panel Distribusi Kapal Patroli.....	65
Gambar 63. Grafik perbandingan nilai tegangan antar fasa pada kapal patroli	66
Gambar 64. Pola Perbandingan Nilai Arus Antar Fasa.....	68
Gambar 65. Pola Ketidakseimbangan Arus Beban Terhadap Tiga Fasa	68
Gambar 66. Grafik Perbandingan Segitiga Daya Pada Masing-Masing Fasa	69
Gambar 67. vektor segitiga daya.....	70



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Capacity Machinery</i>	81
Lampiran 2. <i>Single line</i> diagram panel distribusi.....	83
Lampiran 3. <i>Layout</i> panel distribusi.....	84
Lampiran 4. <i>Wiring</i> diagram panel kontrol dan daya	85
Lampiran 5. <i>Wiring</i> diagram kontrol <i>ON OFF</i> panel	86
Lampiran 6. Perhitungan Manual nilai persentase <i>error</i> dan persentase akurasi sensor ZMPT101B (1)	87
Lampiran 7. Perhitungan Manual Nilai RMSE sensor ZMPT101B (1).....	88
Lampiran 8. Perhitungan Manual Variabel a dan b Regresi Linier Sensor ZMPT101B (1).....	89
Lampiran 9. Hasil perbandingan nilai kalibrasi sensor ZMPT101B dengan Multimeter	90
Lampiran 10. Dokumentasi kalibrasi sensor ZMPT101B.....	91
Lampiran 11. Hasil perbandingan nilai kalibrasi sensor SCT-013 dengan Clamp Meter.....	92
Lampiran 12. Dokumentasi kalibrasi sensor SCT-013	93
Lampiran 13. Dokumentasi Pengujian Data di Lapangan	94
Lampiran 14. Data Pengukuran Sistem Monitoring Kelistrikan Antar Phase Pada Kapal Patroli Bea Cukai	95
Lampiran 15. Hitungan Manual rata-rata fasa, standar deviasi, dan persentase indeks variasi	96
Lampiran 16. Hitungan Manual Ketidakseimbangan Arus Beban	97
Lampiran 17. Hitungan manual segitiga daya.....	98