

**PEMANTAUAN KECEPATAN DAN ARAH ANGIN BERBASIS IoT  
BERDASARKAN SKALA *BEAUFORT* MENGGUNAKAN ALGORITMA  
*RANDOM FOREST***



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

**2025**

**PEMANTAUAN KECEPATAN DAN ARAH ANGIN BERBASIS IoT  
BERDASARKAN SKALA *BEAUFORT* MENGGUNAKAN ALGORITMA  
*RANDOM FOREST***



**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat  
Sarjana Teknik (S.T)

Oleh :

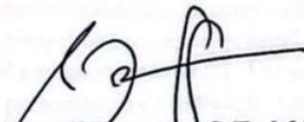
Yovani Vitanova


NIM 2101010067

Telah mengetahui dan disetujui oleh:

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

  
Dr. Rozeff Pramana, S.T., M.T.  
NIDN. 1010047802

  
Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0013048902

## HALAMAN PENGESAHAN


Judul : Pemantauan Kecepatan dan Arah Angin Berbasis IoT  
Berdasarkan Skala Beaufort Menggunakan Algoritma  
Random Forest  
Nama : Yovani Vitanova  
NIM : 2101010067  
Program Studi : Teknik Elektro

Telah dipertahankan di depan dosen penguji dan dinyatakan lulus


Pada tanggal, 01 Juli 2025

Susunan Tim Pembimbing

Pembimbing : 1. Dr. Rozeff Pramana, S.T., M.T


(  ) 17/07/2025

Pembimbing : 2. Ir. Sapt Nugraha, S.T., M.Eng.


(  ) 20/07/2025

Susunan Tim Penguji

Ketua Tim Penguji : Doli Bonardo, S.Si., M.Si.

(  ) 19/07/2025

Anggota Penguji : 1. Bavitra, S.Si., M.Si

(  ) 14/07/2025

2. Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si

(  ) 18/07/2025


Tanjungpinang, 09 Juli 2025

Dekan

Fakultas Teknik dan Teknologi Kematitan

Universitas Maritim Raja Ali Haji



  
Marrauli Bettiza, S.Si., M.Sc.

NIPBBOK. 197508282021212006

## SURAT PERNYATAAN ORISIONALITAS

Saya mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yovani Vitanova

NIM : 2101010067

Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Balai Karimun / 27 Desember 2003

Saya yang bertanda tangan menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul "Pemantauan Kecepatan dan Arah Angin Berbasis IoT Berdasarkan Skala *Beaufort* Menggunakan Algoritma *Random Forest*" adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi, dan tidak menyalin sebagian atau seluruhnya karya orang lain. Segala bentuk kutipan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini telah disebutkan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan kaidah serta tata cata pengutipan ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar dan terdapat pelanggaran terhadap ketentuan karya tulis ilmiah maupun hak kekayaan intelektual, saya bersedia menerima segala konsekuensi, termasuk penarikan kembali ijazah oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Tanjungpinang, Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Yovani Vitanova

NIM. 2101010067

## MOTTO

“Berdoalah supaya kamu jangan jatuh kedalam pencobaan.”

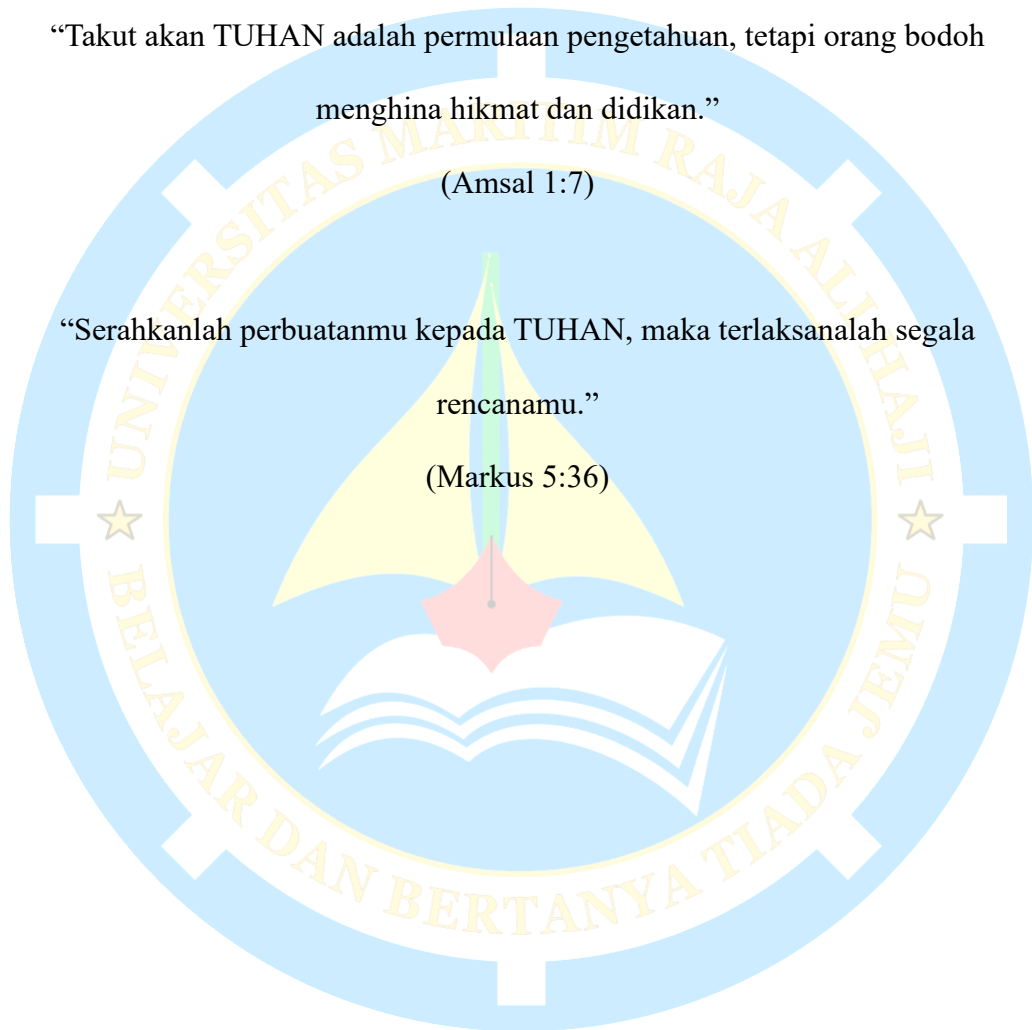
(Lukas 22:40b)

“Takut akan TUHAN adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh  
menghina hikmat dan didikan.”

(Amsal 1:7)

“Serahkanlah perbuatanmu kepada TUHAN, maka terlaksanalah segala  
rencanamu.”

(Markus 5:36)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkatnya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:*

### **1. Orang Tua, Bapak Robinson Hutabarat dan Ibu Anita Siadari**

*Terima kasih memberikan kasih sayang, cinta, pengorbanan, dukungan dan motivasi. Terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis sampai berada di titik ini. Semoga anak terakhirmu ini kelak membanggakan dan membahagiakan kalian.*

### **2. Abang, Hermawan Agustian A.Md.T dan Hardi Radesha Budi Utama A.Md.T**

*Terima kasih sudah ikut serta dalam proses menempuh pendidikan selama ini. Terima kasih sudah menjadi contoh dan panutan yang baik untuk penulis. Terima kasih sudah menjadi abang sekaligus ayah untuk hidup penulis. Semoga setiap usaha, bantuan, semangat, doa, dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis akan membanggakan dan membahagiakan kalian.*

### **3. Bapak Dr. Rozeff Pramana, S.T., M.T**

*Sebagai Dosen Pembimbing I, saya mengucapkan terima kasih sebesar- besarnya telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan ilmu, motivasi, dan bimbingan yang membangun dalam menyelesaikan Skripsi ini. Semua motivasi dan dukungan sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.*

#### **4. Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng**

*Sebagai Dosen Pembimbing II, saya mengucapkan terima kasih sebesar- besarnya telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan ilmu, motivasi, dan bimbingan yang membangun dalam menyelesaikan Skripsi ini.*

#### **5. Teman – Teman Seperjuangan dari Teknik Elektro 21**

*Terima kasih telah memulai perjalanan ini dengan berbagai cerita. Terima kasih atas segala dukungan, pengalaman, waktu dan ilmu yang dijalani bersama selama masa perkuliahan, senang bisa bertemu dan berteman dengan kalian semua.*

#### **6. Sahabat, Suryana Manurung dan Fournely Aritasia Siahaan**

*Terima kasih atas segala motivasi, dukungan, pengalaman dan waktu yang dijalani bersama. Terima kasih selalu menjadi garda terdepan di masa- masa sulit penulis. Terima kasih selalu mendengarkan keluh kesah penulis. See u on top, guys!*

#### **8. Diri Sendiri, Yovani Vitanova Hutabarat**

*Dan yang terakhir, terima kasih kepada diri sendiri atas segala kerja keras dan semangat sehingga tetap bertahan dan tidak menyerah dalam mengerjakan skripsi ini. Terima kasih karena mampu mengendalikan diri dan tetap kuat melewati lika liku kehidupan di perantauan. Terima kasih pada hati yang tetap ikhlas menjalani setiap proses hingga titik ini tercapai.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Pemantauan Kecepatan dan Arah Angin Berbasis IoT Berdasarkan Skala *Beaufort* Menggunakan Algoritma *Random Forest*” dengan lancar. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas izin-Nya penulis dapat menulis skripsi ini dengan lancar dan penuh pertimbangan.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan menjadi motivasi dalam menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dari semester 1 hingga saat ini dalam perkuliahan.
4. Bapak Rozeff Pramana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis saat pengerjaan skripsi sehingga dapat selesai dengan baik.
5. Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis saat pengerjaan skripsi sehingga dapat selesai dengan baik.

6. Seluruh tenaga pengajar di Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH), khususnya di Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Program Studi Teknik Elektro yang telah membagikan ilmu serta wawasan selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman penulis yang telah banyak membantu dan menjadi tempat berbagi selama proses penyusunan skripsi ini. Bimbi Aditya Wanatirta, M. Faiz Al- Adhim, Geby Surya Dewi, Ratih Tomia, Wahyuda Dewa Saputra, James Erick Lumbantoruan, Rendy Indrian Putra, Sandy Mufty Fauzan, Ahmad Idham Syah, Agustian Damar Permana, Maulana Azhar. Terima kasih atas dukungan, serta bantuan yang telah diberikan.
8. Pemilik NIM 2101010064 – Joendes Hagai Siagian yang telah kebersamai, menjadi tempat berbagi selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi, serta mendengar keluh kesah penulis.

Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Tanjungpinang, 11 Juni 2025



Yovani Vitanova

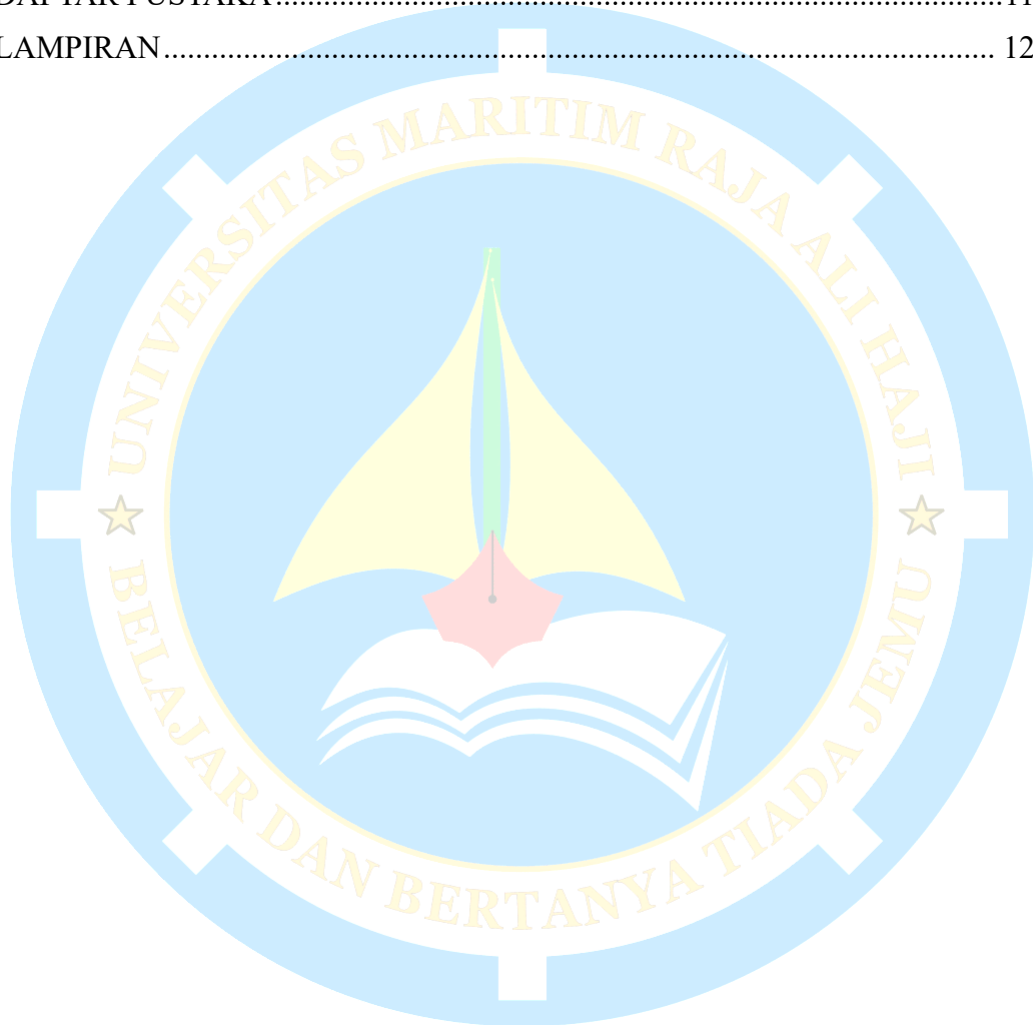
## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN ORISIONALITAS .....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Kajian Terdahulu .....	7
B. Landasan Teori.....	12
1. Angin.....	12
2. Skala <i>Beaufort</i> .....	12
3. <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	13
4. <i>Thingspeak</i> .....	14
5. <i>Machine Learning</i> (ML) .....	15
6. Algoritma <i>Random Forest</i> .....	16
7. Perhitungan Matriks ( <i>Confusion matrix</i> ).....	18
8. ESP32.....	19
9. Sensor Anemometer.....	20
10. Sensor Arah Angin.....	22
11. <i>Module MicroSD</i> .....	23

12. LED.....	23
13. <i>Buzzer</i> .....	24
14. Arduino IDE.....	24
15. <i>WiFi Modem</i> .....	25
16. Panel Surya .....	25
17. <i>Solar Charge Controller</i> .....	26
18. Baterai Aki .....	26
19. Penelitian yang Relevan.....	27
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	29
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	29
B. Perangkat dan Bahan Penelitian .....	30
C. Prosedur Penelitian .....	31
D. Perancangan Sistem.....	33
1. Perancangan Sistem <i>Hardware</i> .....	34
2. Perancangan Sistem Elektrikal .....	35
3. Perancangan Sistem <i>Firmware</i> .....	37
4. Perancangan Sistem <i>Dashboard</i> .....	38
E. Cara Kerja Perangkat .....	38
F. Pengujian Perangkat .....	39
G. Pengolahan dan Analisis Data .....	40
1. Kalibrasi Sensor Anemometer .....	40
2. Kalibrasi Sensor Arah Angin .....	42
3. Pre-processing Data .....	43
4. Normalisasi Data.....	43
5. Split Data .....	44
6. <i>Cross Validation</i> .....	44
7. <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	45
8. <i>Random Forest</i> .....	46
9. Evaluasi Model .....	47
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	50
A. Hasil Pengembangan <i>Hardware</i> .....	50
B. Hasil Pengembangan Elektrikal.....	51

C. Hasil Pengembangan <i>Firmware</i> .....	52
D. Hasil Pengembangan <i>Dashboard</i> .....	61
E. Hasil Uji Fungsionalitas.....	64
1. Sensor Anemometer.....	64
2. Sensor Arah Angin.....	65
3. RTC DS3231 dan Modul Micro SD Card.....	66
4. Indikator Visual.....	66
5. <i>Platform Thingspeak</i> .....	67
F. Hasil Uji Laboratorium.....	68
1. Kalibrasi Sensor Anemometer .....	68
2. Sensor Arah Angin.....	70
G. Hasil Uji Keseluruhan Sistem .....	71
H. Hasil Uji Lapangan.....	72
1. Uji Lapangan Hari Pertama .....	74
2. Uji Lapangan Hari Kedua .....	76
3. Uji Lapangan Hari Ketiga.....	77
4. Uji Lapangan Hari Keempat.....	79
5. Uji Lapangan Hari Kelima.....	80
6. Uji Lapangan Hari Keenam.....	82
7. Uji Lapangan Hari Ketujuh.....	83
8. Uji Lapangan Hari Kedelapan .....	85
9. Uji Lapangan Hari Kesembilan .....	86
10. Uji Lapangan Hari Kesepuluh .....	88
I. Analisis Data .....	89
1. Data Kecepatan Angin .....	89
2. <i>Pre-processing</i> Data.....	90
3. Import Library.....	91
4. Import Data .....	92
5. Pengecekan Data.....	92
6. Normalisasi Data.....	94
7. Split Data .....	95
8. <i>Cross validation</i> .....	102

9. <i>Hyperparameter Tuning</i> (Optimasi Model).....	104
10. Evaluasi dan Pengujian Model .....	106
J. Pembahasan .....	112
V. PENUTUP .....	116
A. Kesimpulan.....	116
B. Saran .....	117
DAFTAR PUSTAKA .....	118
LAMPIRAN.....	124



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Internet of Things (IoT).....	14
Gambar 2. Tampilan Dashboard Thingspeak .....	14
Gambar 3. Penerapan <i>Machine learning</i> pada Data.....	15
Gambar 4. Diagram Alir Algoritma <i>Random Forest</i> .....	17
Gambar 5. <i>Board</i> Mikrokontroler ESP32.....	20
Gambar 6. Sensor Anemometer.....	21
Gambar 7. Sensor Arah Angin.....	22
Gambar 8. <i>Module</i> Micro SD.....	23
Gambar 9. Lampu LED.....	23
Gambar 10. <i>Buzzer</i> .....	24
Gambar 11. Tampilan Aplikasi Arduino IDE .....	24
Gambar 12. <i>WiFi Modem</i> 4G.....	25
Gambar 13. Panel Surya.....	25
Gambar 14. <i>Solar Charge Controller</i> (SCC).....	26
Gambar 15. Baterai Aki.....	26
Gambar 16. Lokasi Pengujian Sensor, Stasiun Meteorologi RHA Karimun.....	29
Gambar 17. Lokasi Pengujian Menara BUMN <i>Coastal Area</i> Karimun.....	29
Gambar 18. Diagram Alur Prosedur Penelitian.....	32
Gambar 19. Blok Diagram Sistem .....	33
Gambar 20. Perancangan <i>Hardware</i> (a) Tampak Atas, (b) Tampak Bawah, (c) Tampak Samping.....	35
Gambar 21. Skematik Perancangan Sistem Elektrikal.....	36
Gambar 22. Tampilan <i>Examples</i> Arduino IDE.....	37
Gambar 23. Kode <i>API KEY</i> Thingspeak .....	38
Gambar 24. <i>Flowchart</i> Cara Kerja Perangkat .....	39
Gambar 25. Derajat Penentu Arah Diagram <i>Windrose</i> .....	42
Gambar 26. Peletakan Alat Uji Keseluruhan Sistem.....	50
Gambar 27. (a) Tampak Dalam dan Atas Kotak (b) Tampak Luar Kotak.....	51
Gambar 28. Kode Program <i>Library</i> .....	52
Gambar 29. Kode Program Deklarasi .....	53
Gambar 30. Kode Program Fungsi <i>void setup()</i> .....	54

Gambar 31. Kode Program Fungsi <i>void loop()</i> .....	55
Gambar 32. Kode Program Fungsi <i>void bacaArahAngin()</i> .....	56
Gambar 33. Kode Program Fungsi <i>void bacaArahAngin()</i> .....	57
Gambar 34. Kode Program Fungsi <i>void hitungKecepatan()</i> .....	57
Gambar 35. Kode Program Fungsi <i>void updateIndikator()</i> .....	58
Gambar 36. Kode Program Fungsi <i>void tampilkanSerial()</i> .....	58
Gambar 37. Kode Program Fungsi <i>void simpanKeSD()</i> .....	59
Gambar 38. Kode Program Fungsi <i>void kirimThingSpeak()</i> .....	60
Gambar 39. Kode Program Fungsi <i>void resetPengukuran()</i> .....	60
Gambar 41. Pengaturan <i>Dashboard</i> Lampu Merah .....	63
Gambar 42. Uji Fungsional Sensor Anemometer .....	64
Gambar 43. Uji Fungsional Sensor Arah Angin .....	65
Gambar 44. (a) Uji Fungsi RTC (b) Uji Fungsi <i>Module SD Card</i> .....	66
Gambar 45. Uji Fungsional LED dan Buzzer .....	67
Gambar 46. Hasil Pengujian pada <i>Platform Thingspeak</i> .....	67
Gambar 47. Proses Kalibrasi Sensor Anemometer .....	68
Gambar 48. Grafik Kurva Kalibrasi Sensor Anemometer .....	69
Gambar 49. Grafik Tingkat Kesalahan dan Akurasi Sensor Anemometer .....	69
Gambar 50. Uji Keseluruhan Sistem .....	71
Gambar 51. Menara BUMN <i>Coastal Area</i> Karimun .....	72
Gambar 52. Data Sensor Anemometer dan Arah Angin .....	73
Gambar 53. Grafik Garis Sensor Anemometer dan Arah Angin .....	73
Gambar 54. Grafik Data Sensor Anemometer dan Arah Angin .....	74
Gambar 55. Data Kecepatan Angin Hari Pertama .....	75
Gambar 56. Data Arah Angin Hari Pertama .....	75
Gambar 57. Data Kecepatan Angin Hari Kedua .....	76
Gambar 58. Data Arah Angin Hari Kedua .....	77
Gambar 59. Data Kecepatan Angin Hari Ketiga .....	77
Gambar 60. Data Arah Angin Hari Ketiga .....	78
Gambar 61. Data Kecepatan Angin Hari Keempat .....	79
Gambar 62. Data Arah Angin Hari Keempat .....	80
Gambar 63. Data Kecepatan Angin Hari Kelima .....	80

Gambar 64. Data Arah Angin Hari Kelima .....	81
Gambar 65. Data Kecepatan Angin Hari Keenam .....	82
Gambar 66. Data Arah Angin Hari Keenam.....	83
Gambar 67. Data Kecepatan Angin Hari Ketujuh .....	83
Gambar 68. Data Arah Angin Hari Ketujuh .....	84
Gambar 69. Data Kecepatan Angin Hari Kedelapan.....	85
Gambar 70. Data Arah Angin Hari Kedelapan.....	86
Gambar 71. Data Kecepatan Angin Hari Kesembilan.....	87
Gambar 72. Data Arah Angin Hari Kesembilan.....	88
Gambar 73. Data Kecepatan Angin Hari Kesepuluh.....	88
Gambar 74. Data Arah Angin Hari Kesepuluh.....	89
Gambar 75. Kode Program <i>Library</i> .....	91
Gambar 76. Kode Program <i>Import Data</i> .....	92
Gambar 77. Kode Program Pengecekan Data .....	92
Gambar 78. Struktur Data.....	93
Gambar 79. Kode Program Normalisasi Data.....	94
Gambar 80. Kode Program Split Data.....	95
Gambar 81. Kode Program Visualisasi Pohon <i>Random Forest</i> .....	97
Gambar 82. Visualisasi Pohon Pembagian 60:40.....	98
Gambar 83. Visualisasi Pohon Pembagian 70:30.....	98
Gambar 84. Visualisasi Pohon Pembagian 80:20.....	99
Gambar 85. Visualisasi Pohon Pembagian 90:10.....	99
Gambar 86. Kode Program <i>Cross validation</i> .....	102
Gambar 87. Hasil <i>Cross validation</i> .....	103
Gambar 88. Kode Program <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	104
Gambar 89. Hasil Best Model dari <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	105
Gambar 90. Hasil Akurasi Model.....	105
Gambar 92. <i>Classification Report</i> Data Testing 70:30.....	112

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala <i>Beaufort</i> .....	13
Tabel 2. <i>Confusion matrix</i> .....	18
Tabel 3. Spesifikasi ESP32.....	20
Tabel 4. Spesifikasi Sensor Anemometer .....	21
Tabel 5. Spesifikasi Sensor Arah Angin .....	22
Tabel 6. Daftar Bahan.....	30
Tabel 7. Daftar Alat .....	31
Tabel 8. Kode Arah Angin.....	65
Tabel 9. Hasil Kalibrasi Sensor Arah Angin.....	70
Tabel 10. Skala yang Digunakan pada Data Kecepatan Angin .....	90
Tabel 11. Jumlah Kategori Data Kecepatan Angin.....	90
Tabel 12. Dokumentasi 5 Data Awal Normalisasi.....	94
Tabel 13. Jumlah Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> .....	96
Tabel 14. <i>Confusion matrix Random Forest</i> Pengujian 1 (60:40).....	100
Tabel 15. <i>Confusion matrix Random Forest</i> Pengujian 2 (70:30).....	100
Tabel 16. <i>Confusion matrix Random Forest</i> Pengujian 3 (80:20).....	101
Tabel 17. <i>Confusion matrix Random Forest</i> Pengujian 4 (90:10).....	101
Tabel 18. Nilai <i>Accuracy</i> , <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> pada Empat Pengujian.....	102
Tabel 19. Tabel <i>Confusion matrix</i> 6x6.....	107
Tabel 20. Rangkuman Hasil Model.....	110

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Pengembangan <i>Firmware</i> .....	124
Lampiran 2. Data Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor Anemometer .....	125
Lampiran 3. Grafik Tingkat Kesalahan dan Akurasi Sensor Anemometer .....	127
Lampiran 4. Data Kalibrasi Arah Angin.....	128
Lampiran 5. Data Uji Keseluruhan Sistem.....	130
Lampiran 6. Data Uji Lapangan Keseluruhan.....	131
Lampiran 7. Data Normalisasi.....	132
Lampiran 8. Kode Program <i>Google Collab</i> .....	133
Lampiran 9. Surat Kunjungan ke Stasiun Meteorologi RHA Karimun .....	134
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian .....	135

