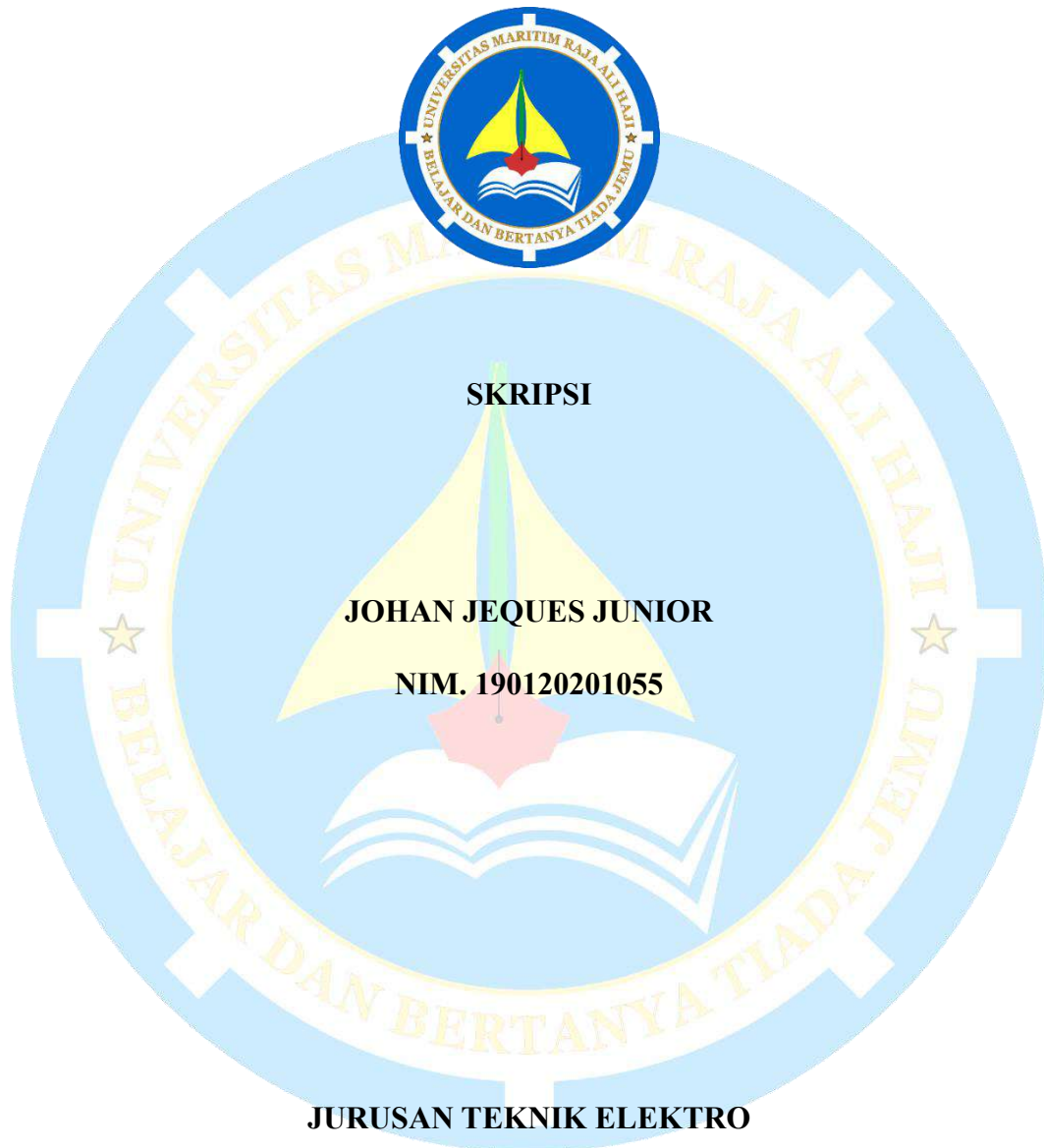


**SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI *OMNIDIRECTIONAL ROBOT*
BERBASIS WEB IOT MENGGUNAKAN PROTOKOL WEBSOCKET**



SKRIPSI

JOHAN JEQUES JUNIOR

NIM. 190120201055

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN

UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI

TANJUNGPINANG

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI *OMNIDIRECTIONAL ROBOT*
BERBASIS WEB IOT MENGGUNAKAN PROTOKOL WEBSOCKET**



SKRIPSI

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

Oleh:

JOHAN JEQUES JUNIOR

NIM. 190120201055

Telah diketahui dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng.
NIP. 198904132015041005



Tonny Suhendra, S.T., M.Cs.
NIDN. 0018128004

HALAMAN PENGESAHAN




Judul : Sistem Pemantauan dan Kendali *Omnidirectional Robot*
Berbasis Web IoT Menggunakan Protokol WebSocket
Nama : Johan Jeques Junior
NIM : 190120201055
Program Studi : Teknik Elektro

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji dan dinyatakan lulus
pada tanggal 6 Desember 2023

Susunan Tim Pembimbing

Pembimbing : 1. Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng. ()
2. Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. ()

Susunan Tim Penguji

penguji : 1. Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si. ()
2. Ir. Anton Hekso Yuniyanto, S.T., M.Si. ()
3. Septia Refly, S.Pd., M.Si. ()

Tanjungpinang, 29 Desember 2023
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman
Dekan


Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng.
NIP. 198904132015041005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya mahasiswa yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Johan Jeques Junior

NIM : 190120201055

Tempat, Tanggal Lahir : Pasuruan, 2 Juli 2001

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “Sistem Pemantauan dan Kendali *Omnidirectional Robot* Berbasis Web IoT Menggunakan Protokol WebSocket” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya karya orang lain, kecuali saya mengutip yang setiap kutipan tersebut telah saya sebutkan sumbernya sesuai dengan batasan dan tata cara pengutipan.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang sah 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 peraturan yang berlaku.

Tanjungpinang, 29 Desember 2023

Yang membuat pernyataan



Johan Jeques Junior

NIM. 190120201055

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur senantiasa dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan nikmat-Nya sehingga penyusunan penelitian skripsi dengan judul “Sistem Pemantauan dan Kendali *Omnidirectional Robot* Berbasis Web IoT Menggunakan Protokol WebSocket” dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak telah banyak diperoleh peneliti dalam penyusunan penelitian skripsi ini. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam perjalanan penelitian skripsi ini. Peneliti menuturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, karena atas nikmat dan karunia-Nya peneliti dapat mengerjakan dan menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan penuh kelancaran.
2. Kedua Orang tua, Oma, Ibu, Adik, dan Kakak, serta keluarga yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil serta cinta dan kasih sayang di sepanjang hidup peneliti. Tiada tutur kata selain terima kasih yang bisa peneliti berikan kepada keluarga. Terima kasih, Alhamdulillah.
3. Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng. dan Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. selaku Dosen Pembimbing I dan II yang senantiasa meluangkan waktu untuk

memberikan ilmu, pikiran, bimbingan, dan arahan sehingga penyusunan penelitian skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

4. Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji.
5. Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji.
6. Bapak Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik peneliti yang telah banyak membimbing perihal akademik peneliti dari awal peneliti menduduki bangku perkuliahan hingga akhir masa sebagai mahasiswa.
7. Seluruh Dosen dan tenaga pendidik Universitas Maritim Raja Ali Haji, khususnya Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, yaitu Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si., Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs., Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng., Ibu Rusfa, S.T., M.T., Bapak Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc., Bapak Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si., Ibu Septia Refly, S.Pd., M.Si., Bapak Muhammad Mujahidin, S.T., M.T., Bapak Ibnu Kahfi Bachtiar, S.T., M.Sc., Bapak Rozeff Pramana, S.T., M.T., dan Ibu Fitri Farida, S.Pd., M.T., yang telah banyak memberikan ilmu bermanfaat kepada peneliti. Semoga ilmu yang peneliti peroleh selalu memberikan keberkahan di setiap perjalanan peneliti kedepannya. Aamiin.
8. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan dalam satu UKM Robotika UMRAH yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan solidaritas dalam mengembangkan minat dan bakat robotika serta selalu bersama menempuh suka

duka dunia perkuliahan. Tetap jaga kekompakan dan komunikasi serta sukses selalu di setiap tujuan yang akan ditempuh oleh masing-masing.

9. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan *Electrical Engineering* 2019 yang telah bersama menghadapi suka duka perkuliahan dan selalu saling memberi dukungan dalam menyelesaikan jenjang perkuliahan hingga meraih gelar S.T. yang diimpikan.
10. Terima kasih kepada kakak-kakak senior yang juga menjadi mentor peneliti, baik dari jurusan Teknik Elektro maupun dari luar jurusan yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyusunan penelitian skripsi ini.

Peneliti menyadari penelitian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan isi yang disajikan. Semoga penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat, membawa pemahaman, dan pengetahuan bagi pembaca. Akhir kata, peneliti mengucapkan terima kasih.

Tanjungpinang, November 2023



Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
1. Bagi Pengguna	5
2. Bagi Mahasiswa	5
3. Bagi Perguruan Tinggi	5
4. Bagi Industri.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kajian Terdahulu	6
B. Landasan Teori.....	7
1. Protokol WebSocket.....	7
2. <i>Received Signal Strength Indication (RSSI)</i>	9
3. <i>Quality of Service (QoS)</i> Jaringan	10
4. Pengembangan Web Melalui XAMPP	11
5. Kendali Robot Beroda Berbasis Web IoT.....	12
C. Komponen.....	12

1. ESP32-DevKitC V4	12
2. ESP32CAM Ai-Thinker	14
3. MicroSD Card Shield Module	15
4. Sensor INA219	15
5. GY-87 Module	16
6. OLED SSD1306.....	16
7. Baterai LiPo 4S 14,8 V	17
8. Voltage Regulator L7805.....	17
9. Switching Voltage Regulator LM2596 Module	18
10. L293D Motor Driver.....	18
11. Motor DC JGA25-370 12 V 620 RPM	19
12. Omni Wheel 60 mm.....	19
III. METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
B. Alat, Bahan, dan Perangkat Penelitian.....	20
C. Prosedur Penelitian.....	22
D. Perancangan Sistem	24
1. Perancangan Aplikasi Web IoT	25
2. Perancangan Perangkat Keras	26
3. Perancangan Perangkat Tegar	27
4. Perancangan Protokol WebSocket	27
E. Pengujian Sistem	28
F. Pengolahan dan Analisis Data	32
1. Sistem Pemantauan dan Kendali <i>Omnidirectional Robot</i>	32
2. Kualitas Jaringan.....	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Pengembangan Aplikasi Web IoT	36
1. Membangun Antarmuka Web IoT	37
2. Membangun <i>Database</i>	39
3. Membangun Protokol WebSocket	42
B. Pengembangan <i>Hardware</i>	44

1. Sasis <i>Omnidirectional Robot</i>	44
2. Uji Fungsional Komponen Elektronika	45
a. Konektivitas WiFi.....	45
b. Konektivitas I2C	46
c. Konektivitas <i>MicroSD Card Shield Module</i>	48
3. Integrasi Komponen Elektronika	48
a. <i>Schematic Diagram</i> Komponen Elektronika.....	48
b. <i>Layout PCB</i>	50
c. Integrasi PCB	51
C. Pengembangan <i>Firmware</i>	52
D. Uji Laboratorium	55
1. Kalibrasi Sensor INA219	55
2. Uji Konsumsi Daya	56
E. Uji Keseluruhan Sistem.....	59
1. <i>Hardware Robot</i>	60
2. Antarmuka Web IoT	61
3. Penyimpanan Data	64
F. Uji Lapang	66
1. Uji Sistem Pemantauan dan Kendali <i>Omnidirectional Robot</i>	67
a. Uji Jarak Komunikasi Protokol WebSocket	67
b. Uji Pemantauan <i>Omnidirectional Robot</i>	69
c. Uji Kendali <i>Omnidirectional Robot</i>	70
2. Uji Jaringan	70
a. Sistem Pemantauan.....	71
b. Sistem Kendali	73
G. Pengolahan Data	75
H. Analisis Data.....	75
1. <i>Latency</i>	76
2. <i>Jitter</i>	77
3. <i>Throughput</i>	78
4. <i>Packet Loss</i>	79

V. PENUTUP.....	80
A. Kesimpulan.....	80
B. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	86
BIODATA.....	95



DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>Event Handler</i> Protokol WebSocket	8
Tabel 2. Kategori RSSI	9
Tabel 3. Kategori <i>latency (Delay)</i>	10
Tabel 4. Kategori <i>Jitter</i>	10
Tabel 5. Kategori <i>Throughput</i>	11
Tabel 6. Kategori <i>Packet Loss</i>	11
Tabel 7. Daftar Alat Penelitian.....	21
Tabel 8. Daftar Bahan Penelitian.....	21
Tabel 9. Perangkat Pengembangan Web IoT	22
Tabel 10. Indikator Pengujian Jarak Komunikasi Sistem	32
Tabel 11. Spesifikasi <i>Smartphone</i> sebagai <i>Client</i>	33
Tabel 12. Alamat Komponen I2C	47
Tabel 13. Pembacaan dan Pengukuran Sensor	47
Tabel 14. Rekap Hasil Parameter Regresi Linear Tegangan dan Arus	55
Tabel 15. Estimasi Waktu Aktif Robot Berdasarkan Operasi Motor Robot	59
Tabel 16. Hasil Uji Jarak Komunikasi Berdasarkan Indikator Notifikasi	68
Tabel 17. Hasil Uji Pemantauan <i>Omnidirectional Robot</i>	69
Tabel 18. Hasil Uji Kendali <i>Omnidirectional Robot</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Model Komunikasi WebSocket.....	8
Gambar 2. ESP32-DevKitC V4 (ESP32-WROOM32D)	13
Gambar 3. ESP32-DevKitC V4 <i>Pin Definition</i>	13
Gambar 4. ESP32CAM Ai-Thinker	14
Gambar 5. ESP32CAM Ai-Thinker <i>Pin Definition</i>	14
Gambar 6. MicroSD <i>Card Shield Module</i>	15
Gambar 7. Sensor INA219	15
Gambar 8. GY-87 <i>Module</i>	16
Gambar 9. OLED SSD1306 128x64	16
Gambar 10. Baterai LiPo 4S 14,8 V 2200 mAh 50 C	17
Gambar 11. <i>Voltage Regulator</i> L7805	18
Gambar 12. <i>Switching Voltage Regulator</i> LM2596	18
Gambar 13. L293D <i>Motor Driver Dual Channel</i>	19
Gambar 14. Motor DC JGA25-370 12 V 620 RPM.....	19
Gambar 15. <i>Omni Wheel</i> 60 mm	19
Gambar 16. Laboratorium Teknik Elektro FTK UMRAH	20
Gambar 17. Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 18. Rancangan <i>Omnidirectional Robot</i>	24
Gambar 19. Ilustrasi Usulan Sistem	25
Gambar 20. Diagram Alir Perancangan Aplikasi Web IoT.....	25
Gambar 21. Perancangan <i>Hardware</i>	26
Gambar 22. Diagram Alir Perancangan Protokol WebSocket	27
Gambar 23. Rangkaian Kalibrasi Sensor INA219	29
Gambar 24. Rangkaian Kelistrikan <i>Omnidirectional Robot</i>	31
Gambar 25. Pengujian Jarak Komunikasi	33
Gambar 26. Manuver <i>Omni Wheel</i>	34
Gambar 27. Menu Utama XAMPP <i>Control Panel</i>	36
Gambar 28. Perancangan Desain Halaman Aplikasi Web IoT	37
Gambar 29. Tampilan Antarmuka Halaman <i>Dashboard</i> Web IoT	38
Gambar 30. Tampilan Antarmuka Halaman <i>Controller</i> Web IoT	39
Gambar 31. Tampilan <i>Database</i> pada phpMyAdmin	40
Gambar 32. Kode Program Menghubungkan <i>Server</i> dengan <i>Database</i>	40
Gambar 33. Kode Program Menambahkan Data ESP32 ke Dalam <i>Database</i>	41
Gambar 34. Kode Program Menambahkan Data ESP32CAM ke Dalam <i>Database</i>	42
Gambar 35. Kode Program WebSocket <i>Server</i>	43
Gambar 36. Sasis <i>Omnidirectional Robot</i>	44
Gambar 37. Hasil uji WiFi <i>Scanner</i>	45

Gambar 38. Hasil Uji Konektivitas WiFi	46
Gambar 39. Hasil Uji Konektivitas I2C	46
Gambar 40. Hasil Uji MicroSD Card Shield Module	48
Gambar 41. <i>Schematic Diagram</i> Komponen Elektronika	49
Gambar 42. <i>Layout PCB</i>	50
Gambar 43. <i>3D Rendering Layout PCB</i>	51
Gambar 44. Integrasi PCB.....	52
Gambar 45. Inisialisasi <i>Library</i> ESP32	53
Gambar 46. Inisialisasi <i>Library</i> ESP32CAM.....	53
Gambar 47. Inisialisasi Program pada Fungsi “ <i>void setup()</i> ” ESP32.....	54
Gambar 48. Inisialisasi Program pada Fungsi “ <i>void setup()</i> ” ESP32CAM	54
Gambar 49. Grafik Regresi Linear Tegangan (V).....	55
Gambar 50. Grafik Regresi Linear Arus (mA).....	56
Gambar 51. Grafik Uji Konsumsi Daya Tanpa Motor Aktif.....	57
Gambar 52. Grafik Uji Konsumsi Daya dengan Dua Motor Aktif	58
Gambar 53. Grafik Uji Konsumsi Daya dengan Dua Motor Aktif	58
Gambar 54. Uji Keseluruhan Sistem pada <i>Hardware</i> Robot	60
Gambar 55. Tampilan <i>Client</i> Berhasil Terhubung dengan <i>WebSocket Server</i> ... 61	
Gambar 56. Uji Keseluruhan Sistem pada Antarmuka Web IoT (<i>Dashboard</i>)... 61	
Gambar 57. Uji Keseluruhan Sistem pada Antarmuka Web IoT (<i>Controller</i>).... 62	
Gambar 58. <i>Data logging</i> Sistem pada <i>DevTools Web Browser</i>	63
Gambar 59. <i>Transceiver</i> ESP32 dan ESP32CAM terhadap Elemen Web IoT ... 64	
Gambar 60. Data <i>File</i> ESP32 pada <i>SD Card</i>	65
Gambar 61. Tabel Data ESP32 pada <i>Database</i>	65
Gambar 62. Tabel Data ESP32CAM pada <i>Database</i>	65
Gambar 63. Lokasi Uji Lapang	66
Gambar 64. Hasil Uji Jarak Komunikasi Berdasarkan RSSI	67
Gambar 65. <i>Filtering</i> Data Sistem Pemantauan pada Wireshark.....	71
Gambar 66. <i>Filtering</i> Data Sistem Kendali pada Wireshark.....	71
Gambar 67. Tampilan Wireshark <i>Capture</i> Paket Data Sistem Pemantauan	72
Gambar 68. Jumlah Paket Data Pemantauan.....	72
Gambar 69. Tampilan Wireshark <i>Capture</i> Paket Data Sistem Kendali	73
Gambar 70. Jumlah Paket Data Kendali.....	74
Gambar 71. Rerata Data <i>Latency</i>	76
Gambar 72. Rerata Data <i>Jitter</i>	77
Gambar 73. Rerata Data <i>Throughput</i>	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	86
Lampiran 2. Dokumentasi Kalibrasi Sensor INA219	88
Lampiran 3. Dokumentasi Kode Program pada Fungsi “ <i>void loop()</i> ”	89
Lampiran 4. Perhitungan Estimasi Waktu Aktif Robot	91
Lampiran 5. 10 Baris Terakhir Data pada Penyimpanan Data ESP32	92
Lampiran 6. 10 Baris Terakhir Data pada Penyimpanan Data ESP32CAM.....	94

