

**PROTOTYPE SISTEM MONITORING CATU DAYA PADA JALUR
PERLINTASAN LANGSUNG (JPL) BERBASIS NRF24L01 SEBAGAI
UPAYA MENINGKATKAN KESELAMATAN
DI PERLINTASAN KERETA API**

TUGAS AKHIR

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program S-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Cahya Jati

20200120036

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN JUDUL

**PROTOTYPE SISTEM MONITORING CATU DAYA PADA JALUR
PERLINTASAN LANGSUNG (JPL) BERBASIS NRF24L01 SEBAGAI
UPAYA MENINGKATKAN KESELAMATAN
DI PERLINTASAN KERETA API**

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program S-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cahya Jati

NIM : 20200120036

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir dengan judul "PROTOTIPE SISTEM MONITORING CATU DAYA PADA JALUR PERLINTASAN LANGSUNG (JPL) BERBASIS NRF24L01 SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KESELAMATAN DI PERLINTASAN KERETA API" merupakan benar hasil karya saya sendiri 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 Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 5 Mei 2024

Yang menyatakan,



Cahya Jati

MOTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)”

(Q.S. Al-Insyirah 6-7)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(Q.S Ar-Rad 11)

"Semua ada waktunya, jangan membandingkan hidupmu dengan hidup orang lain. Tidak ada perbandingan antara matahari dan bulan, mereka bersinar saat waktunya tiba."

(B.J. Habibie)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta 'ala atas berkat Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “PROTOTIPE SISTEM MONITORING CATU DAYA PADA JALUR PERLINTASAN LANGSUNG (JPL) BERBASIS NRF24L01 SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KESELAMATAN DI PERLINTASAN KERETA API”.

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan pada penulisan tugas akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.


Dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Hardyatno dan Ibu Vera Andriani sebagai orang tua penulis yang telah banyak memberikan doa dan dukungan baik secara moril maupun materi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyo, M.P., IPM., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Widyasmoro, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah menguji penulis pada Sidang Pendaran.

7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman anggota *Microcontroller and Robotic Club* yang banyak membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Seluruh teman-teman PKM KONCAD yang banyak membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh teman-teman Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2020 yang telah banyak membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Rahillah Nur Maryam S.Pd. selaku *partner* istimewa yang telah menjadi penghibur disaat kritis, memberikan semangat, dan menjadi *partner* diskusi penulis.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun selama pengembangan penelitian tugas akhir ini. Penulis berharap penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam dunia ilmu pengetahuan dan dapat memberikan ilmu bagi pembaca.

Yogyakarta, 5 Mei 2024



Penulis

DAFTAR ISI

Isi

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN I.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori.....	16
2.2.1 Monitoring (Pemantauan).....	17
2.2.2 Catu Daya.....	18
2.2.3 Jalur Perlintasan Langsung (JPL).....	20
2.3 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	20
2.3.1 Arduino Nano.....	20
2.3.2 Sensor Tegangan DC (Voltage Divider).....	22
2.3.3 Sensor Arus DC HSTS016L.....	23

2.3.4	Sensor PZEM-004T	24
2.3.5	Modul NRF24L01	26
2.3.6	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 20x4	28
2.3.7	Buzzer	29
2.3.8	<i>Light Emitting Diode</i> (LED)	29
2.4	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	30
2.4.1	Arduino IDE.....	30
2.4.2	Autodesk Eagle	31
2.4.3	Autodesk Inventor	32
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	33
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.3	Alat dan Bahan	36
3.4	Konsep Penelitian.....	36
3.5	Analisi Kebutuhan.....	37
3.5.1.	Analisi Kebutuhan Perangkat Keras	37
3.5.2.	Analisi Kebutuhan Perangkat Lunak	37
3.6	Perancangan Sistem	38
3.7	Perancangan <i>Hardware</i>	39
3.8	Perancangan <i>Software</i>	44
3.8.1.	Perancangan <i>Software</i> NRF24L01	46
3.8.2.	Perancangan <i>Software</i> Pengukuran Sumber PLN Menggunakan Sensor PZEM-004T	49
3.8.3.	Perancangan <i>Software</i> Pengukuran Tegangan Sumber Baterai Menggunakan Sensor <i>Voltage Divider</i>	51
3.8.4.	Perancangan <i>Software</i> Pengukuran Arus Sumber Baterai Menggunakan Sensor HSTS016L	52
3.8.5.	Perancangan <i>Software</i> Indikator Keadaan.....	54
3.9	Perilaku Pengujian	56
3.9.1	Pengujian Jarak Pengiriman Data NRF24L01	57
3.9.2	Pengujian Sensor PZEM-004T untuk Mengukur Tegangan dan Arus AC.....	58
3.9.3	Pengujian Sensor <i>Voltage Divider</i> untuk Mengukur Tegangan DC..	58

3.9.4	Pengujian Sensor HSTS016L untuk Mengukur Arus DC.....	59
3.9.5	Pengujian Sistem Indikator	60
3.9.6	Pengujian LCD.....	60
3.9.7	Pengujian Catu Daya Cadangan Alat Penelitian	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		62
4.1	Pengujian Jarak Pengiriman Data NRF24L01	62
4.2	Pengujian Sensor PZEM-004T untuk Mengukur Tegangan dan Arus AC.....	65
4.2.1	Pengukuran Tegangan AC.....	66
4.2.2	Pengukuran Arus	69
4.3	Pengujian Sensor Voltage Divider untuk Mengukur Tegangan DC.....	73
4.4	Pengujian Sensor HSTS016L untuk Mengukur Arus DC.....	78
4.5	Pengujian Sistem Indikator	82
4.6	Pengujian LCD.....	84
4.7	Pengujian Catu Daya Cadangan Alat Penelitian	85
BAB V PENUTUP.....		88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gelombang AC dan DC	19
Gambar 2. 2	Jalur Perlintasan Langsung (JPL)	20
Gambar 2. 3	Arduino NANO.....	21
Gambar 2. 4	Pinout Arduino NANO	22
Gambar 2. 5	Rumus Voltage Divider.....	23
Gambar 2. 6	Rangkaian Voltage Divider	23
Gambar 2. 7	Sensor Tegangan DC	23
Gambar 2. 8	Sensor HSTS016L	24
Gambar 2. 9	Sensor PZEM-004T	25
Gambar 2. 10	Rangkaian Pinout Sensor PZEM-004T	25
Gambar 2. 11	Komunikasi Modul NRF24L01	26
Gambar 2. 12	Modul NRF24L01	27
Gambar 2. 13	LCD (Liquid Crystal Display) 20x4	28
Gambar 2. 14	Buzzer	29
Gambar 2. 15	LED (Light Emitting Diode)	30
Gambar 2. 16	Aplikasi Arduino IDE	31
Gambar 2. 17	Aplikasi Autodesk Eagle.....	32
Gambar 2. 19	Aplikasi Autodesk Inventor	32
Gambar 3. 1	Diagram Alur Penelitian	33
Gambar 3. 2	Diagram Blok Perancangan Sistem	38
Gambar 3. 3	Skematik PCB Transmitter	40
Gambar 3. 4	Skematik PCB Receiver	40
Gambar 3. 5	Desain PCB Transmitter	41
Gambar 3. 6	Desain PCB Receiver	41
Gambar 3. 7	Rangkaian Bagian Transmitter	42
Gambar 3. 8	Rangkaian Bagian Receiver.....	43
Gambar 3. 9	Flowchart Perancangan <i>Software</i>	45
Gambar 3. 10	Pengukuran Jarak Google Maps	57
Gambar 3. 11	Pengujian Jarak	57
Gambar 3. 14	Pengujian Sensor PZEM-004T	58
Gambar 3. 15	Pengujian Sensor Voltage Divider	59
Gambar 3. 16	Pengujian Sensor HSTS016L	60
Gambar 3. 17	Pengujian Sistem Indikator.....	60
Gambar 3. 18	Pengujian LCD	61
Gambar 3. 19	Pengujian Catu Daya Cadangan (Baterai)	61
Gambar 4. 1	Pengukuran Jarak Variabel LOS Dengan Google Maps	62
Gambar 4. 2	Pengujian Jarak Variabel LOS	62
Gambar 4. 3	Pengukuran Jarak Variabel non-LOS Dengan Google Maps.....	63
Gambar 4. 4	Pengujian Jarak Variabel non-LOS.....	63

Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Jarak NRF24L01 dengan Variabel LOS dan non-LOS	64
Gambar 4. 6 Beban Lampu 150 Watt pada Pengujian Tegangan dan Arus Sensor PZEM-004T	65
Gambar 4. 7 Pengujian Sensor PZEM-004T	65
Gambar 4. 8 Tampilan Pengukuran Tegangan dan Arus AC dari sensor PZEM-004T dan Alat Ukur Konvensional (Multimeter dan Tang Ampere)	66
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Tegangan AC Pada Beban (Percobaan Pertama)	67
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Tegangan AC Pada Beban (Percobaan Kedua)	68
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Tegangan AC Pada Beban (Percobaan Ketiga)	68
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Arus AC Pada Beban (Percobaan Pertama) ..	71
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Arus AC Pada Beban (Percobaan Kedua) ..	71
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Arus AC Pada Beban (Percobaan Ketiga) ..	71
Gambar 4. 15 Beban <i>Dummy load</i> 500 Watt (Terukur 8,6 Ohm) pada Pengujian Tegangan Sensor Voltage Divider	73
Gambar 4. 16 Pengujian Sensor Voltage Divider	74
Gambar 4. 17 Tampilan Pengukuran Tegangan DC dari sensor Voltage Divider dan alat ukur konvensional (Multimeter)	74
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Tegangan DC Pada Beban (Percobaan Pertama)	76
Gambar 4. 19 Grafik Perbandingan Tegangan DC Pada Beban (Percobaan Kedua)	76
Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Tegangan DC Pada Beban (Percobaan Ketiga)	76
Gambar 4. 21 Beban <i>Dummy load</i> 500 Watt (Terukur 8,6 Ohm) pada Pengujian Arus Sensor HSTS016L	78
Gambar 4. 22 Pengujian Sensor HSTS016L	78
Gambar 4. 23 Tampilan Pengukuran Arus DC dari sensor HSTS016L dan alat ukur konvensional (Tang Ampere)	79
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Arus DC Pada Beban (Percobaan Pertama) ..	80
Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan Arus DC Pada Beban (Percobaan Kedua) ..	81
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Arus DC Pada Beban (Percobaan Ketiga) ..	81
Gambar 4. 27 Indikator Lampu Hijau Menyala	83
Gambar 4. 28 Indikator Lampu Merah Menyala	84
Gambar 4. 29 Layar LCD Bagian Transmitter	84
Gambar 4. 30 Layar LCD Bagian Receiver	84
Gambar 4. 31 Pengujian Tegangan dan Arus Catu Daya Cadangan	85
Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan Teganga Catu daya Cadangan (Baterai)	86
Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Arus Catu daya Cadangan (Baterai)	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	10
Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi Arduino Nano	21
Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul NRF24L01	27
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	36
Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Keras	37
Tabel 3. 3 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	37
Tabel 3. 4 Tabel Keterangan Rangkaian Bagian Transmitter	42
Tabel 3. 5 Tabel Keterangan Rangkaian Bagian Transmitter	43
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Jarak NRF24L01 dengan Variabel LOS dan non-LOS	64
Tabel 4. 2 Percobaan Pertama Pengukuran Tegangan AC.....	66
Tabel 4. 3 Percobaan Kedua Pengukuran Tegangan AC	67
Tabel 4. 4 Percobaan Ketiga Pengukuran Tegangan AC	67
Tabel 4. 5 Percobaan Pertama Pengukuran Arus AC.....	70
Tabel 4. 6 Percobaan Kedua Pengukuran Arus AC	70
Tabel 4. 7 Percobaan Ketiga Pengukuran Arus AC	70
Tabel 4. 8 Percobaan Pertama Pengukuran Tegangan DC	75
Tabel 4. 9 Percobaan Kedua Pengukuran Tegangan DC	75
Tabel 4. 10 Percobaan Ketiga Pengukuran Tegangan DC	75
Tabel 4. 11 Percobaan Pertama Pengukuran Arus DC.....	79
Tabel 4. 12 Percobaan Kedua Pengukuran Arus DC.....	80
Tabel 4. 13 Percobaan Ketiga Pengukuran Arus DC.....	80
Tabel 4. 14 Percobaan Sistem Indikator	83
Tabel 4. 15 Percobaan Pertama Pengujian Catu Daya Cadangan.....	85
Tabel 4. 16 Percobaan Kedua Pengujian Catu Daya Cadangan	86
Tabel 4. 17 Percobaan Ketiga Pengujian Catu Daya Cadangan	86

LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembuatan Sistem Monitoring Catu Daya	93
Lampiran 2 Bentuk Fisik Dari Alat Monitoring	95
Lampiran 3 <i>Datasheet</i>	96
Lampiran 4 Program.....	124