

SKRIPSI
**PENGEMBANGAN DAN ANALISIS “*FREE WATER*
LEVEL DETECTOR IN OIL” BERDASARKAN ASPEK**
AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS
SETPPOINT



Oleh:
Daniel Aditya Hendiyarto
5103021015

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2025

SKRIPSI

PENGEMBANGAN DAN ANALISIS “*FREE WATER LEVEL DETECTOR IN OIL*” BERDASARKAN ASPEK AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS *SETPPOINT*

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala
Surabaya untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Daniel Aditya Hendiyarto

5103021015

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA

2025

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi berjudul **“PENGEMBANGAN DAN ANALISIS “FREE WATER LEVEL DETECTOR IN OIL” BERDASARKAN ASPEK AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS SETPOINT”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 07 Januari 2025



Daniel Aditya Hendiyarto

NRP. 5103021007

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul **“PENGEMBANGAN DAN ANALISIS “FREE WATER LEVEL DETECTOR IN OIL” BERDASARKAN ASPEK AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS SETPOINT”** yang ditulis oleh **Daniel Aditya Hendiyarto/5103021015** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji.

Pembimbing I:



Ilham Akbar, S.T.

Pembimbing II:



Ir. Diana Lestariningsih, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

NIK, 511.98.0349

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh Daniel Aditya Hendiyarto/5103021015 dengan judul **“PENGEMBANGAN DAN ANALISIS “FREE WATER LEVEL DETECTOR IN OIL” BERDASARKAN ASPEK AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS SETPOINT”** telah disetujui pada tanggal 07 Januari 2025 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Dewan Penguji



Ir. Andrew Joewono, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng.

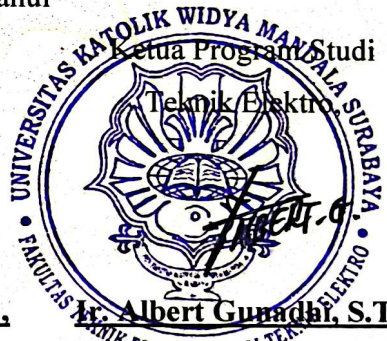
NIK. 511.97.0291

Mengetahui

Dean Fakultas Teknik,


Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 521.99.0391

Ketua Program Studi
Teknik Elektro,


Ir. Albert Gunadhi, S.T.,
M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.94.0209

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama: Daniel Aditya Hendiyarto

NRP : 5103021015

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan judul **“PENGEMBANGAN DAN ANALISIS *“FREE WATER LEVEL DETECTOR IN OIL”* BERDASARKAN ASPEK AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS *SETPPOINT*”** untuk dipublikasikan / ditampilkan di Internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 07 Januari 2025



Daniel Aditya Hendiyarto

NRP. 5103021015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“PENGEMBANGAN DAN ANALISIS *“FREE WATER LEVEL DETECTOR IN OIL”* BERDASARKAN ASPEK AKURASI, RESPON SENSOR, DAN VALIDASI BATAS *SETPPOINT*”** Skripsi ini merupakan salah satu mata kuliah dalam program studi teknik elektro yang menjadi syarat kelulusan.

Diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan motivasi, bantuan, dan bimbingan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan ini, khususnya kepada:

1. Ir. Albert Gunadhi, S.T., M.T., IPU. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Ir. Diana Lestariningsih, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dalam proses penyusunan laporan ini.
3. Ir. Lanny Agustine, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng. selaku dosen penasihat akademik.
4. Ilham Akbar, S.T. selaku pembimbing dari PT. PLN Nusantara Power Services yang telah memberikan ilmu serta bimbingan dalam penyusunan laporan ini.
5. Orang tua yang sudah memberikan semangat, doa, dan pendanaan agar terselesaikan skripsi ini.

6. Bapak Johandi selaku Manajer Technical Support dari PT. PLN Nusantara Power Services yang telah menyediakan tempat untuk dilakukannya kegiatan magang ini.
7. Saudara Arif Wahyu Budiarto, Emanuel Brian Deson Poluan, Natavijoy Alim, Bernard Wahyu Haras Wicaksono, Krisdana Juliarto yang selalu menyemangati dan memberi bantuan untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
8. Teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.

Demikian Skripsi ini disusun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 07 Januari 2025

Penulis

ABSTRAK

Di era globalisasi, kemajuan teknologi dan instrumentasi semakin pesat, terutama dalam mendukung berbagai sektor industri. Instrumentasi memiliki peran penting dalam pengukuran dan pengendalian parameter industri seperti tekanan, aliran, suhu, dan *level* fluida. Salah satu aplikasi pentingnya adalah dalam mendeteksi kontaminasi air dalam minyak pelumas, yang dapat memengaruhi performa mesin dan memperpendek umur peralatan. Dalam konteks ini, "*Free Water Level Detector In Oil*" dirancang untuk mendeteksi keberadaan air bebas dalam tangki minyak pelumas secara *real-time*, terutama pada pembangkit listrik yang dikelola oleh PT PLN Nusantara Power Services. Alat ini menggunakan sensor elektroda berbasis mikrokontroler yang mampu mendeteksi perbedaan resistansi antara air dan minyak dengan akurasi tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat memiliki rata-rata *error percentage* pada *level* 1cm – 4cm berada diatas 10%, sedangkan pada *level* 5cm – 13cm hampir mencapai sekitar 5%, waktu respon rata-rata hampir berada di sekitar 30 detik, serta kinerja yang stabil pada pengaturan batas nilai *setpoint*. Semua hasil ini menunjukkan bahwa alat belum cukup mampu bekerja secara optimal sesuai dengan kebutuhan yang spesifik terutama pada bagian akurasi sensor yang memiliki *error percentage* yang cukup besar.

Kata Kunci : Minyak pelumas, Sensor Elektroda, Mikrokontroler

ABSTRACT

In the era of globalization, technological and instrumentation advances are increasingly rapid, especially in supporting various industrial sectors. Instrumentation plays an important role in measuring and controlling industrial parameters such as pressure, flow, temperature, and fluid level. One of its important applications is in detecting water contamination in lubricating oil, which can affect engine performance and shorten equipment life. In this context, the “Free Water Level Detector In Oil” is designed to detect the presence of free water in lubricating oil tanks in real-time, especially in power plants managed by PT PLN Nusantara Power Services. This tool uses a microcontroller-based electrode sensor that is able to detect the difference in resistance between water and oil with high accuracy. The test results show that the tool has an average error percentage at the 1cm - 4cm level above 10%, while at the 5cm - 13cm level it is almost around 5%, the average response time is almost around 30 seconds, and stable performance at the setpoint limit setting. All these results indicate that the tool is not yet capable of working optimally according to specific needs, especially in the sensor accuracy section which has a fairly large error percentage.

Keywords : *Lubricating Oil, Electrode Sensor, Mikrokontroller*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Relevansi	4
1.6 Metodologi	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Minyak Pelumas	7
2.2 Sensor Elektroda.....	8
2.3 PCB (<i>Printed Circuit Board</i>).....	9

2.4	<i>16-Channel Analog multiplexer</i>	11
2.5	Arduino Uno.....	12
2.6	<i>Keypad Matrix 4x4</i>	13
2.7	LCD I2C 16x2	14
BAB III PERANCANGAN ALAT		16
3.1	<i>Free Water Level Detector In Oil</i>	16
3.2	Diagram Blok Alat.....	17
3.3	<i>Flowchart</i> cara kerja alat.....	18
3.4	Skematik Alat	19
3.4.1	Sensor Elektroda.....	21
3.4.2	Modul <i>Analog multiplexer</i>	26
3.4.3	Arduino Uno.....	28
3.4.4	LCD I2C 16x2	33
3.4.5	<i>Keypad Matrix 4x4</i>	35
3.5	Perancangan Perangkat Keras	38
BAB IV PENGUJIAN DAN PENGUKURAN ALAT		39
4.1	Pengujian Alat	39
4.2	Pengujian Akurasi Sensor	44
4.3	Pengujian Respon Sensor Alat	50
4.4	Pengujian Batas Nilai <i>Setpoint</i>	54
BAB V KESIMPULAN		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN.....		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Printed Circuit Board (PCB) Tembaga.....	9
Gambar 2.2. 16-Channel Analog multiplexer.....	11
Gambar 2.3. Arduino Uno R3.....	12
Gambar 2.4. 4x4 Keypad (www.electronicwings.com)	13
Gambar 2.5. LCD I2C 16x2.....	14
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat	17
Gambar 3.2 Flowchart alat pendeteksi level air pada minyak.....	18
Gambar 3.3 Skematik pendeteksi level air pada minyak.....	20
Gambar 3.4 Rangkaian pengganti sensor	20
Gambar 3.5 PCB sebagai Sensor Elektroda.....	22
Gambar 3.6 Desain dan Ukuran Sensor Elektroda.....	24
Gambar 3.7 Ketinggian Air Saat 3,6 cm	25
Gambar 3.8 Ketinggian air Saat 4,5 cm dan 4,3 cm.....	25
Gambar 3.9 Modul Analog multiplexer CD74HC4067	26
Gambar 3.10 Arduino Uno R3.....	29
Gambar 3.11 Studi Literatur PLN	32
Gambar 3.12 LCD I2C 16x2.....	34
Gambar 3.13 Keypad Matrix 4x4.....	36
Gambar 3.14 Alat “Free Water Level Detector In Oil”	38
Gambar 4.1 Wadah Transparan.....	41
Gambar 4.2 Wadah Berisi Air Dan Minyak	41
Gambar 4.3 Sensor Elektroda Dimasukkan Ke Wadah.....	42
Gambar 4.4 Pembacaan Alat pada LCD.....	42
Gambar 4.5 Literatur PLN	43
Gambar 4.6 Hasil Pembacaan LCD	44

Gambar 4.7 Desain Sensor Elektroda.....	49
Gambar 4.8 Ketinggian Air 3,6 cm	49
Gambar 4.9 Ketinggian air 4,5 cm dan 4,3 cm	50
Gambar 4.10 Pembacaan Saat Setpoint 1500 ohm	56
Gambar 4.11 Pembacaan Saat Setpoint 3000 ohm	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor	46
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Respon Sensor Alat	52
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Batas Nilai Setpoint.....	57