

**PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITOR DAN  
KENDALI LEVEL CAIRAN DENGAN INTERNET OF  
THINGS  
SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

**ADI SUARDIMAN**  
**2410017111063**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**PADANG**

**2026**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITOR DAN KENDALI  
LEVEL CAIRAN DENGAN INTERNET OF THINGS**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan*

*Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro*

*Fakultas Teknologi Industri*

*Universitas Bung Hatta*

Oleh :

**ADI SUARDIMAN**  
**NPM : 2410017111063**

Ditetujui Oleh:  
Pembimbing

**(Dr. Ir. Indra Nisfa, M.Sc)**  
**NIDN : 10280765018**

Diketahui Oleh :

**Fakultas Teknologi Industri**

**Dekan,**  


**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.**  
**NIDN : 1012097403**

**Prodi Teknik Elektro**

**Ketua,**  


**Dr. Ir. Indra Nisfa, M.Sc**  
**NIDN : 1028076501**

LEMBAR PENGUJI

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITOR DAN KENDALI  
LEVEL CAIRAN DENGAN INTERNET OF THINGS

SKRIPSI

ADISUARDIMAN

NPM : 2410017111063

*Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta  
Hari : Jumat, 27 Februari 2026*

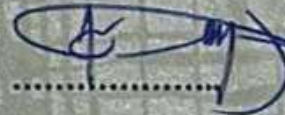
No Nama

Tanda Tangan

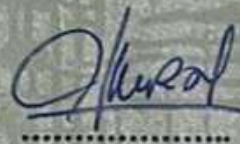
1. Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc  
(Ketua dan Penguji)



2. Ir. Arnita, M.T  
(Penguji)



3. Mirzazoni, S.T., M.T  
(Penguji)



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul “ **PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITOR DAN KENDALI LEVEL CAIRAN DENGAN INTERNET OF THINGS**” adalah benar- benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan- bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 7 April 2026



**ADI SUARDIMAN**

**NPM : 2410017111063**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “**Perancangan Prototype Alat Monitor Dan Kendali Level Cairan Dengan *Internet Of Things***” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan moral maupun materiil selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc.. selaku Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk dapat membimbing, mengkoreksi, memberi saran, dan memberikan petunjuk selama proses pembuatan proposal ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
6. Rekan - rekan yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan pembuatan proposal ini.

Pekanbaru, Februari 2026

**Adi Suardiman**



## ABSTRAK

**Adi Suardiman** : Perancangan Prototype Alat Monitor Dan Kendali Level Cairan Dengan Internet Of Things

Penelitian ini merancang alat "Prototype Sistem Monitor dan Kontrol Pompa pada Instalasi Penampungan Cairan Berbasis Internet of Things (IoT)" untuk mengatasi keterbatasan pemantauan level secara manual yang berisiko *human error*. Sistem ini menggunakan arsitektur *Hybrid Monitoring* dengan tiga antarmuka pemantauan data secara *real-time*, yaitu layar OLED, dashboard menu setting pada TFT ILI9341, dan *Web Dashboard*. Integrasi sensor dilakukan secara menyeluruh mencakup sensor JSN-SR04T untuk monitoring level cairan secara non kontak, MQ-135 untuk deteksi kualitas udara, serta sensor DHT22 dan BMP180 untuk memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan tekanan udara di dalam area penampungan.

Seluruh data sensor dan aktivitas utama sistem dicatat secara otomatis ke dalam Log Data Memory Card sebagai rekam jejak operasional dan dapat di unduh diweb dashboard. Perintah kontrol pompa ditransmisikan secara nirkabel menggunakan modul nRF24L01 ke unit kontrol utama untuk menggerakkan pompa secara otomatis berdasarkan *set point* yang dapat dikalibrasi dan disimpan dalam EEPROM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki redundansi yang baik; kontrol lokal pada layar TFT tetap berfungsi penuh meskipun koneksi WiFi terputus, sistem memiliki limitasi pada waktu pemanasan (*pre-heating*) sensor MQ-135 karena untuk pembacaan sensor pertama kali memeanaskan elemen sensitivitas sensor terhadap gas, alat memiliki ketergantungan fitur jarak jauh pada stabilitas sinyal WiFi, serta potensi gangguan akurasi sensor JSN-SR04T jika posisi sensor tidak simetris di atas tanki. Secara keseluruhan, prototipe ini berhasil mensimulasikan efisiensi kontrol pompa dan akurasi monitoring berbagai parameter fisik cairan secara komprehensif.

**Kata Kunci:** IOT, JSN-SR04T, MQ-135, DHT22, BMP180, nRF24L01, Kontrol Pompa.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGUJI .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Penelitian .....	5
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Liquid Level Control.....	7
2.2.2 Sensor untuk Cairan Level Control.....	11
2.2.3 Sensor Ultrasonic JSN-SR04T.....	12
2.2.4 Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT22).....	14
2.2.5 Sensor Kualitas Udara/Gas (MQ-135).....	15
2.2.6 Sensor Tekanan Udara (BMP180).....	17
2.2.7 RF RX/TX Radio Controller Communication (Modul NRF24L01) .....	18
2.2.8 Esp 32 dan ESP 8266 NodeMCU .....	21
2.2.9 Penghubung / Pemutus Arus (Contactor & Relay) .....	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Alat dan Bahan.....	24
3.1.1 Alat Penelitian ( <i>Tools</i> ).....	24
3.1.2 Bahan Penelitian ( <i>Materials</i> ) .....	25
3.2 Alur Penelitian .....	25
3.3 Perancangan Hardware Dan Perangkat Keras .....	27
3.3.1 Konsep Perancangan Alat .....	27
3.3.2 Perancangan Perangkat Keras .....	32
3.3.2.1 Schematik diagram Rangkaian Kontrol .....	33
3.3.2.1 Schematik diagram Rangkaian Daya .....	35
3.4 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software Design</i> ).....	38
3.4.1 Perancangan Program ESP32 (Rangkaian Control).....	38
3.4.1.1 Algoritma Akuisisi Data dan Proteksi Sensor .....	38
3.4.1.2 Algoritma Kendali Aktuator ( <i>Relay Control Logic</i> ).....	40
3.4.1.3 <i>Web Server</i> & Antarmuka Monitoring Asinkron.....	41
3.4.1.4 Mekanisme <i>Data Logging</i> & Sistem <i>Anti-Crash</i> .....	43
3.4.2 Perancangan Program ESP8266 (Rangkaian Daya) .....	44
3.4.2.1 Implementasi Logika Kendali Relai.....	44
3.4.2.2 Prinsip Kendali Relai Aktif-Rendah ( <i>Active-Low Control</i> ) .....	44
3.4.2.3 Algoritma Pengambilan Keputusan (Sistem Berbasis Aturan).....	45
3.4.2.4 Sistem Interupsi Keamanan Perangkat Lunak ( <i>Software Watchdog Failsafe</i> ) .....	45
3.4.2.5 Protokol Pemulihan Mandiri ( <i>Auto-Recovery Protocol</i> ) .....	46

3.4.3 Implementasi Otomatisasi Pemrosesan	
Data Log (VBA Macro) .....	46
3.4.3.1. Ekstraksi Data ( <i>Data Extraction</i> ).....	46
3.4.3.2. Normalisasi dan Transformasi ( <i>Data Transformation</i> ).....	46
3.4.3.3. Strukturisasi Tabel dan Ringkasan ( <i>Data Loading</i> ).....	47
3.4.3.4. Visualisasi Tren Otomatis ( <i>Automated Charting</i> ).....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	48
4.1. Pengujian Alat.....	48
4.1.1. Realisasi Perangkat Keras ( <i>Hardware Integration</i> ) .....	48
4.1.2. Implementasi Algoritma Kendali dan <i>Internet of Things</i> .....	51
4.2 Pengambilan Data .....	52
4.2.1 Pengujian Kinerja Sensor JSN-SR04T .....	52
4.2.2 Pengujian Kinerja Sensor BMP 180.....	53
4.2.3 Pengujian Kinerja Sensor DHT 22.....	55
4.2.4. Pengujian Respon Sensor MQ-135 (Indikator Bahaya).....	58
4.2.5 Syntax Program.....	61
4.3 Pembahasan Dan Analisa.....	62
4.3.1 Hasil Tampilan Program.....	63
4.3.2 Pengujian Sistem Kendali dan Monitoring .....	66
4.3.2.1. Pengujian Monitoring dan Pencatatan Data ( <i>Data Logging</i> ) .....	66
4.3.2.2. Pengujian Logika Histeresis Sistem Kendali Pompa (Mode <i>Filling</i> ) .....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan .....	73
5.1.1 Fitur dan Kemampuan Alat .....	73
5.1.2 Kelebihan Sistem .....	74

5.2 Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN .....	A 1
Code Program Esp 32 (Rangkaian Kontrol) .....	A 1
Code Program Esp 8266 (Rangkaian Daya) .....	B 1
Kode VBA untuk Membaca file ekstensi .csv ke Excel.....	C 1
MODUL 1 .....	C 1
MODUL 2 .....	C 7

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram skematik sistem pengendalian tingkat cairan .....	8
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Cairan Level Control.....	9
Gambar 2. 3 Jenis sensor non kontak dan kontak untuk level liquid.....	11
Gambar 2. 4 Port NRF24L01 2,4 Ghz .....	19
Gambar 2. 5 Esp 8266 Pinout .....	21
Gambar 2. 6 Esp 32 pinout.....	22
Gambar 2. 7 Relay dan kontaktor .....	23
Gambar 3. 1 Sensor Ultrasonic JSN-SR04T .....	13
Gambar 3. 2 Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT22).....	14
Gambar 3. 3 Sensor Kualitas Udara/Gas (MQ-135).....	16
Gambar 3. 4 Sensor Tekanan Udara (BMP180).....	17
Gambar 3. 5 Integrasi Sistem Kendali Level Cairan Otomatis.....	28
Gambar 3. 6 Flowchart sistem .....	29
Gambar 3. 7 Diagram Blok Rangkaian.....	32
Gambar 3. 8 Skema Rangkaian Kontrol .....	34
Gambar 3. 9 Skema Rangkaian Daya .....	36
Gambar 4. 1 Dokumentasi Keseluruhan Alat.....	48
Gambar 4. 2 Tampak Atas dan Bawah Rangkaian Kontrol.....	49
Gambar 4. 3 Tampak Atas modul Sensor.....	50
Gambar 4. 4 Tampilan Fisik Rangkaian Daya .....	51
Gambar 4. 5 Pengujian Pengukuran Sensor Ultrasonic .....	52
Gambar 4. 6 Kinerja Sensor BMP 180.....	53
Gambar 4. 7 Perbandingan Pembacaan Sensor .....	55
Gambar 4. 8 Pengujian Pembacaan Gas .....	59
Gambar 4. 9 Tampilan Displai Alat.....	63
Gambar 4. 10 User Interface Alat .....	65
Gambar 4. 11 Tampilan dashboard di Web .....	65
Gambar 4. 12 Posisi Peletakkan Sensor.....	66
Gambar 4. 13 Spesifikasi pompa Output .....	67
Gambar 4. 14 Spesifikasi Kontaktor .....	67

Gambar 4. 15 Tampilan Dashboard di Smart watch .....	68
Gambar 4. 16 langkah langkah mendownload file.....	68
Gambar 4. 17 Isi Raw Data (file csv).....	69
Gambar 4. 18 settingan security file .....	69
Gambar 4. 19 Langkah Import File.....	70
Gambar 4. 20 Tamplan data log yang sudah di conversikan ke column excel ....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Tabel Kualitas Udara (Skala) .....	16
Tabel 3. 1 Tabel Perancangan pinout ESP 32.....	33
Tabel 3. 2 Tabel Perancangan Pinout Esp8266 .....	35
Tabel 3. 3 Matriks Keputusan Kendali Relai .....	45
Tabel 4. 3 Data Hasil Kalibrasi dan Pengujian Akurasi Sensor .....	52
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT 22 .....	56
Tabel 4. 5 Kelembaban DHT 22.....	56
Tabel 4. 6 Respon Deteksi Sensor MQ-135 Terhadap Gas Berbahaya .....	60

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Dalam era industri modern, efisiensi dan otomatisasi menjadi kunci utama dalam menjaga produktivitas kerja. Salah satu aspek krusial dalam operasional industri maupun fasilitas umum adalah pengelolaan level cairan dalam bejana penampungan (tangki). Pengelolaan yang buruk tidak hanya berisiko menyebabkan pemborosan sumber daya, tetapi juga dapat mengakibatkan kerusakan sistem hingga potensi bahaya kerja.

Namun, pada realitanya, banyak sistem pemantauan level cairan yang masih mengandalkan metode konvensional atau manual. Beberapa kendala utama yang sering muncul antara lain:

- **Keterbatasan Aksesibilitas:** Operator harus mendatangi lokasi tangki secara fisik untuk mengecek level cairan, yang tentu tidak efisien jika lokasi tangki sulit dijangkau.
- **Risiko Human Error:** Pemantauan manual rentan terhadap kesalahan pembacaan data, yang berakibat pada keterlambatan dalam menyalakan atau mematikan pompa.
- **Kendala Saat Maintenance:** Proses perawatan (*maintenance*) seringkali terhambat karena tidak adanya sistem kendali jarak jauh yang responsif, sehingga pengosongan atau pengisian bejana memakan waktu lebih lama dan memerlukan pengawasan ketat secara terus-menerus.

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi cerdas untuk mengatasi hambatan tersebut. Dengan mengintegrasikan sensor level (seperti ultrasonik atau tekanan), mikrokontroler (seperti ESP32 atau NodeMCU), dan platform berbasis web, data ketinggian cairan dapat dikirimkan secara real-time ke perangkat pintar milik operator.

Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pantau, tetapi juga sebagai alat kendali otomatis yang mampu menggerakkan pompa berdasarkan set-point yang

ditentukan. Dengan adanya prototipe sistem monitor dan kendali berbasis IoT ini, diharapkan proses pemantauan menjadi lebih akurat, beban kerja operator selama proses *maintenance* berkurang, dan risiko kegagalan sistem akibat *overflow* atau *dry-running* pada pompa dapat diminimalisir secara signifikan.

Keterbatasan sistem manual sering kali menyebabkan gangguan operasional akibat keterlambatan pengisian serta meningkatnya risiko keselamatan kerja, terutama pada area berbahaya dengan akses terbatas. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitor level cairan yang cepat, akurat, dan dapat diakses jarak jauh secara *real-time* untuk meningkatkan efisiensi serta keandalan proses operasional (Reinandie & Pramudita, 2026).

Informasi ketinggian cairan merupakan parameter krusial dalam berbagai instalasi industri maupun domestik sebagai dasar pengambilan keputusan. Namun, metode pengecekan langsung di lokasi masih dominan, yang selain tidak efisien, juga berisiko menimbulkan keterlambatan penanganan kondisi kritis seperti luapan atau kekurangan cairan. Selain itu, diperlukan presisi data terkait waktu dan laju aliran untuk kebutuhan analisis serta penyajian grafik hasil pengujian sistem (Reinandie & Pramudita, 2026; Az-Zikri et al., 2026).

Teknologi *Internet of Things (Internet of Things)* hadir sebagai solusi melalui integrasi sensor, mikrokontroler ESP32, dan jaringan internet untuk memantau level cairan secara otomatis. Dengan memanfaatkan sensor jarak sebagai pendeteksi permukaan, data dapat dikirim secara *real-time* ke platform web atau *smartphone*. Pendekatan ini memungkinkan pengguna memantau kondisi cairan tanpa harus hadir secara fisik di lokasi, sekaligus memperoleh peringatan dini saat cairan mencapai batas tertentu.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan rancang bangun Prototype Sistem Monitor Level Liquid berbasis IoT sebagai solusi alternatif sistem manual. Sistem ini dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas pemantauan secara *real-time*, meminimalkan risiko kerugian akibat keterlambatan informasi, serta menciptakan sistem kontrol yang lebih modern, praktis, dan responsif bagi operator.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- Bagaimana merancang dan membangun sebuah alat / *Prototype* sistem monitor serta kendali *level* cairan berbasis *Internet of Things* (*Internet of Things* ) sehingga mampu menyediakan data secara *real-time*, akurat, membuat alat yang dapat mempermudah operator terkait pemantauan level Cairan dan pengontrolan pompa di bejana penampungan selama proses *maintenance*.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa ruang lingkup berikut:

- Sistem yang dirancang berupa *Prototype* skala simulasi, bukan sistem permanen pada instalasi industri berskala besar.
- Sensor yang digunakan untuk pengukuran level cairan dibatasi pada sensor ultrasonik, sehingga tidak membahas jenis sensor level lain seperti *pressure sensor*, *float switch*, atau *radar level*.
- Objek pengujian dibatasi pada cairan bersifat *liquid*(non-korosif dan tidak berbahaya), sehingga tidak mencakup cairan kimia atau fluida dengan viskositas tinggi.
- Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada *ESP32* dengan konektivitas *Wi-Fi* sebagai media pengiriman data.
- Sistem monitor hanya difokuskan pada:
  - pembacaan level cairan,
  - pengiriman data ke platform *Internet of Things* ,
  - serta penampilan data berupa indikator level, grafik, dan notifikasi sederhana.
- Pengujian performa sistem dibatasi pada:

- rentang jarak tertentu sesuai spesifikasi sensor,
- pengukuran akurasi,
- dan respons sistem terhadap perubahan level cairan.
- Aspek keamanan perangkat keras, perlindungan lingkungan lapangan, dan integrasi dengan sistem kontrol otomatis (seperti pengendali pompa) tidak menjadi fokus utama, namun hanya dibahas pada tingkat rekomendasi pengembangan.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Merancang dan membangun prototipe sistem monitoring dan kendali level cairan berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu menyediakan data secara *real-time*, akurat, dan dapat diakses jarak jauh guna meningkatkan efisiensi operasional.



#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh setelah tujuan penelitian ini tercapai adalah sebagai berikut:

- Tersedianya Alat Monitor Otomatis: Menghasilkan Prototype yang menggantikan pemantauan manual, sehingga efisiensi kerja di area LHF (Cairan Handling Facility) meningkat secara signifikan.
- Kemudahan Kendali Jarak Jauh: Memberikan kemampuan bagi operator untuk mengontrol pompa vakum tanpa harus berada di lokasi fisik, yang berdampak pada penghematan waktu dan tenaga.
- Peningkatan Akurasi Data: Memperoleh data level cairan yang presisi secara *real-time*, sehingga risiko kesalahan manusia (*human error*) dalam proses *maintenance* dapat diminimalisir.
- Terjaminnya Keselamatan Kerja: Menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman karena operator dapat memantau kondisi bejana dari area yang tidak berbahaya.