



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PH, SUHU,
DAN GAS PADA PROSES PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
INDUSTRI TAHU BERBASIS IOT**

**” Alat Monitoring PH, Suhu, Dan Gas Pada Proses
Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Berbasis Iot”**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

MUHAMAD IRAWAN SETIAWAN

2203332004

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar

Nama : Muhamad Irawan Setiawan

Nim : 2203332004

Tanda Tangan :

Tanggal : 7 Juli 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Muhamad Irawan Setiawan
NIM : 2203332004
Program Studi : Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring pH, Suhu, Dan Gas Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Berbasis Iot

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 7 Juli 2025 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing 1 : Rifqi Faudi Hasani, S.T., M.T.
NIP. 199208182019031015

()

Pembimbing 2 : Dita Indra Febryanti, S.Pd., M. Han
NIP. 199402022022032015

()

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok,

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Monitoring PH, Suhu, Dan Gas Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Berbasis Iot “**. Tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidak mudah untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rifqi Fuadi Hasani, S.T., M.T. dan Dita Indra Febryanti, S.Pd., M.Han selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Maulia Iqbal selaku tim tugas akhir yang telah banyak membantu dalam mengerjakan tugas akhir dan memperoleh data yang penulis perlukan;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok,

Muhamad Irawan Setiawan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Alat Monitoring PH, Suhu, Dan Gas Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Berbasis Iot

Abstrak

Industri tahu merupakan produksi pangan yang menghasilkan limbah cair dengan potensi pencemaran tinggi, terutama karena kandungan pH yang asam, suhu, dan gas amonia yang bersifat beracun. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem monitoring limbah cair industri tahu berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau parameter pH, suhu, dan gas amonia secara real-time. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menciptakan alat yang terintegrasi dengan sistem digital guna membantu proses pemantauan limbah secara efisien, akurat, dan mudah digunakan oleh pengguna. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor (pH4502C, suhu DS18B20, dan gas amonia MQ135). Data yang diperoleh dikirim ke platform Firebase dan ditampilkan melalui aplikasi Android untuk kemudahan pemantauan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 sampel pada setiap sensornya, pada sensor DS18B20 yaitu menggunakan sampel air sumur, air dingin, air panas, air limbah awal, air limbah setelah proses filter untuk mengukur suhu. Pada sensor pH4502c pengujian dilakukan dengan sampel buffer pH 4,01, pH 6,86, pH 9,14, air limbah awal dan sesudah difilter. Sedangkan pada sensor mq135 pengujian menggunakan sampel korek gas, ruangan, limbah awal, limbah setelah di filter dan limbah yang tercemar gas untuk mengukur kadar gas amonia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses filter dapat menaikkan pH. Suhu limbah relatif stabil di kisaran 29,42°C, dan kadar gas amonia meningkat sedikit dari 0,34 ppm menjadi 0,5 ppm, namun masih dalam batas aman. Berdasarkan hasil tersebut, sistem monitoring yang dirancang terbukti mampu mendeteksi perubahan kualitas limbah dengan akurat dan konsisten, serta memudahkan pengguna dalam memantau kondisi limbah secara digital dan real-time.

Kata kunci : Internet of Things (IoT), limbah cair tahu, sensor pH, suhu, gas amonia, ESP32, monitoring real-time

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



IoT-Based PH, Temperature, and Gas Monitoring Device for Tofu Industry Liquid Waste Processing

Abstract

The tofu industry is a food production that produces liquid waste with high pollution potential, mainly due to its acidic pH, temperature, and toxic ammonia gas. Based on these problems, an Internet of Things (IoT)-based tofu industrial liquid waste monitoring system was designed that is capable of monitoring pH, temperature, and ammonia gas parameters in real-time. The purpose of this design is to create a tool integrated with a digital system to help the waste monitoring process efficiently, accurately, and easily used by users. This system is built using an ESP32 microcontroller connected to sensors (pH4502C, DS18B20 temperature, and MQ135 ammonia gas). The data obtained is sent to the Firebase platform and displayed through an Android application for easy monitoring. Testing was carried out using 5 samples on each sensor, on the DS18B20 sensor, namely using samples of well water, cold water, hot water, initial wastewater, wastewater after the filter process to measure temperature. On the pH4502c sensor, testing was carried out with buffer samples of pH 4.01, pH 6.86, pH 9.14, initial and post-filtered wastewater. While on the mq135 sensor, testing used samples of gas lighters, rooms, initial waste, waste after being filtered and waste contaminated with gas to measure ammonia gas levels. The test results showed that the filtering process can increase pH. The waste temperature was relatively stable at around 29.42°C, and the ammonia gas level increased slightly from 0.34 ppm to 0.5 ppm, but still within safe limits. Based on these results, the designed monitoring system has proven to be able to detect changes in waste quality accurately and consistently, and makes it easier for users to monitor waste conditions digitally and in real-time.

Keywords: Internet of Things (IoT), tofu wastewater, pH sensor, temperature, ammonia gas, ESP32, real-time monitoring.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
Abstrak	v
Abstract	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Lmbah Cair Tahu.....	3
2.2 Esp 32	5
2.3 Sensor Suhu DS18B10.....	6
2.4 Sensor MQ-135	6
2.5 Sensor pH 4502C.....	7
2.6 Power Supply.....	8
2.7 Internet Of Things (IoT).....	8
2.8 Relay	9
2.9 LCD 12C.....	10
2.10 Quality of Service (QoS).....	10
2.11 RSSI	12
2.12 Arduino Ide	13
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	14
3.1 Rancangan Sistem.....	14
3.1.1 Deskripsi Alat.....	15
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	15
3.1.3 Spesifikasi Alat.....	17
3.1.4 Diagram Blok	17
3.1.5 Perancangan Alat.....	18
3.1.5.1 Rangkaian Sensor DS18B20	19



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.5.2 Rangkaian Sensor PH4502.....	20
3.1.5.3 Rangkaian Sensor MQ 135	21
3.1.5.4 Rancangan Catu Daya	22
3.1.5.5 Pembuatan Casing.....	24
3.1.5.6 Rangkaian skematik esp32 ke solenoid valve dan relay	25
3.1.5.7 Rangkaian skematik esp32 ke lcd	27
3.2 Realisasi	27
3.2.1 Realisasi Sensor MQ 135	28
3.2.2 Realisasi Sensor DS18B20	28
3.2.3 Realisasi Sensor PH 4502C.....	29
3.2.4 Realisasi Catu Daya.....	30
3.2.5 Realisasi PCB Rangkaian	30
3.2.6 Realisasi LCD 12C	31
3.2.7 Realisasi Esp32 ke relay dan solenoid	32
3.2.8 Realisasi Perangkat Lunak.....	33
3.2.8.1 Pemanggilan Library pada Arduino IDE.....	33
3.2.8.2 Inisialisasi Objek dan Pin Mikrokontroler	34
3.2.8.3 Program Void Setup	35
3.2.8.4 Program void loop	37
3.2.9 Pembuatan Sistem Monitoring Limbah Cair Tahu Dalam Bentuk Fisik	38
BAB IV PEMBAHASAN	40
4.1 Pengujian Catu Daya	40
4.1.1 Deskripsi Pengujian Catu Daya	40
4.1.2 Alat Alat Pengujian Catu Daya	40
4.1.3 Prosedur Pengujian Catu Daya	40
4.1.4 Data Hasil Pengujian	41
4.1.5 Analisa Data pengujian Catu Daya.....	41
4.2 Pengujian Sensor DS18B20	41
4.2.1 Deskripsi Pengujian Sensor DS18B20.....	42
4.2.2 Prosedur Pengujian Sensor DS18B20.....	42
4.2.3 Data Hasil Pengujian	42
4.2.3.1 Pengujian pada air sumur.....	43
4.2.3.2 Pengujian pada air dingin.....	44
4.2.3.3 Pengujian pada air panas	45
4.2.3.4 Pengujian pada air limbah awal	45



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.3.5 Pengujian pada air limbah setelah di filter.....	45
4.2.4 Analisa Data pengujian sensor DS18B20	45
4.3 Pengujian Sensor pH4502c.....	47
4.3.1 Deskripsi Pengujian Sensor pH4502c.....	47
4.3.2 Prosedur Pengujian Sensor pH4502c.....	47
4.3.3 Data Hasil Pengujian	48
4.3.3.1 Pengujian pH4.01	48
4.3.3.2 Pengujian pH6.86.....	49
4.3.3.3 Pengujian pH9.14.....	49
4.3.3.4 Pengujian pada limbah awal	50
4.3.3.5 Pengujian pada limbah setelah di filter	50
4.3.4 Analisa Data pengujian sensor pH4502c	51
4.4 Pengujian Sensor MQ13.....	52
4.4.1 Deskripsi Pengujian Sensor MQ135	52
4.4.2 Prosedur Pengujian Sensor MQ135	53
4.4.3 Data Hasil Pengujian	54
4.4.3.1 Pengujian di udara bersih	54
4.4.3.2 Pengujian kondisi dekat korak gas	54
4.4.3.3 Pengujian pada kondisi di dekat limbah tahu	54
4.4.3.4 Pengujian pada kondisi di dekat limbah tahu setelah di filter.....	55
4.4.3.5 Pengujian pada kondisi di dekat limbah yang tercemar gas amonia	56
4.4.4 Analisa Data pengujian sensor MQ135	57
4.5 Pengujian LCD 12C	57
4.5.1 Deskripsi Pengujian LCD 12C	57
4.5.2Alat Alat Pengujian	57
4.5.3 Prosedur Pengujian	57
4.5.4 Data Hasil Pengujian	57
4.5.5 Analisa Data pengujian	57
4.6 Pengujian relay dan soleniod	58
4.6.1 Deskripsi Pengujian	58
4.6.2 Alat Alat Pengujian	58
4.6.3 Prosedur Pengujian	59
4.6.4 Data Hasil Pengujian	59
4.6.5 Analisa Data pengujian	59
4.7 Pengujian Nilai RSSI	60
4.7.1 Deskripsi Pengujian Nilai RSSI	60



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.7.2	Alat Alat Pengujian Nilai RSSI.....	60
4.7.3	Prosedur Pengujian Nilai RSSI	60
4.7.4	Data Hasil Pengujian	61
4.7.5	Analisa Data pengujian Nilai RSSI	62
4.8	Pengujian Nilai QoS.....	62
4.8.1	Deskripsi Pengujian Nilai QoS	62
4.8.2	Alat Alat Pengujian Nilai QoS	62
4.8.3	Prosedur Pengujian Nilai QoS	63
4.8.4	Data Hasil Pengujian	63
4.8.5	Analisa Data pengujian Nilai QoS	63
4.9	Analisa Keseluruhan.....	63
4.9.1	Pengujian Catu Daya.....	63
4.9.2	Pengujian Sensor DS18B20	63
4.9.3	Pengujian Sensor pH4502c	64
4.9.4	Pengujian Sensor MQ135	64
4.9.5	Pengujian Nilai RSSI	65
4.9.6	Pengujian nilai Qos	65
BAB V	PENUTUP	66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		68
DAFTAR RIMAYAT HIDUP.....		69
LAMPIRAN		70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Esp32.....	5
Gambar 2.2 Sensor Suhu DS18b20.....	5
Gambar 2. 3Sensor mq135.....	6
Gambar 2. 4Sensor ph 4502c.....	7
Gambar 2. 5Power Supply.....	7
Gambar 3. 1 Ilustrasi sistem alat.....	9
Gambar 3. 2 Flochart sistem.....	12
Gambar 3. 3Diagram blok.....	14
Gambar 3. 4 Skematik dan layout pcb.....	15
Gambar 3. 5 Skematik ds18b20.....	16
Gambar 3. 6 Skematik sensor ph4502c.....	17
Gambar 3. 7Skematik sensor mq135.....	18
Gambar 3. 8 Skematik psu.....	19
Gambar 3. 9 Layout pcb.....	20
Gambar 3.1 Casing.....	21
Gambar 3. 11 Realisasi sensor mq135.....	22
Gambar 3. 12 Realisasi sensor Ds18b20.....	23
Gambar 3. 13 Realisasi sensor pH 4502c.....	23
Gambar 3.14 Realisasi Catu Daya.....	24
Gambar 3.15 Realisasi PCB Rangkaian.....	25
Gambar 3.16 Pembuatan Sistem Monitoring Limbah Cair Dalam Bentuk Fisik.....	29
Gambar 4. 1 Data hasil pengujian nilai RSSI.....	38
Gambar 4. 2 Data hasil pengujian nilai qos.....	39



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Spesifikasi komponen	13
Tabel 3. 2 Pin Ds18b20	16
Tabel 3. 3 Pin pH 4502c	17
Tabel 3. 4 Pin pH MQ135	18
Tabel 4. 1 Hasil data Sensor DS18b20 pada pengukuran limbah.....	32
Tabel 4. 2 Hasil pengujian ds18b20 pada air sumur	42
Tabel 4. 3 Hasil pengujian ds18b20 pada air dingin.....	43
Tabel 4. 4 Hasil pengujian ds18b20 pada air panas	44
Tabel 4. 5 Hasil pengujian sensor ds18b20 pada air limbah awal	45
Tabel 4. 6 Hasil pengujian sensor ds18b20 pada limbah filter	45
Tabel 4.7 Hasil rata- rata akurasi pembacaan sensor	45
Tabel 4.8 Hasil data pengujian pada pH4,01	48
Tabel 4.9 Hasil data pengujian pada pH6,86	49
Tabel 4.10 Hasil data pengujian pada pH9,14	49
Tabel 4.11 Hasil pengujian pada air limbah awal	50
Tabel 4.12 Hasil pengujian pada air limbah setelah di filter.....	50
Tabel 4.13 Hasil rata rata total akurasi pembacaan sensor	50
Tabel 4.14 Hasil data pengujian pada udara bersih.....	54
Tabel 4.15 Hasil pengujian sensor MQ135 dekat dengan korek gas	54
Tabel 4.16 Hasil pengujian sensor MQ135 pada kondisi di dekatkan limbah tahu	54
Tabel 4.17 Hasil pengujian sensor MQ135 pada kondisi limbah tahu setelah di filter.....	55
Tabel 4.18 Hasil pengujian sensor MQ135 pada kondisi limbah tercemar gas amonia.....	56
Tabel 4.19 Hasil pengujian LCD 12C.....	57
Tabel 4.20 Hasil pengujian relay dan solenoid	59
Tabel 4.21 Hasil pengujian nilai RSSI	61



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L-1 Source Code esp32.....	52
L-2 Skematik power supply.....	58
L-3 Alat Sistem Monitoring Limbah Tahu.....	59
L-4 Casing Pada Rangkaian	60
L-5 Skematik Rangkaian	61



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, perdagangan, perkantoran, industri, maupun tempat-tempat umum lainnya. Salah satunya adalah limbah cair dari industri tahu. Tahu merupakan salah satu makanan khas Indonesia yang sangat digemari oleh seluruh kalangan masyarakat. Hal ini menyebabkan industri tahu berkembang pesat di berbagai wilayah di Indonesia.

Namun, seiring dengan meningkatnya produksi tahu, limbah cair yang dihasilkan juga semakin banyak, yang pada akhirnya berpotensi mencemari lingkungan dan meresahkan masyarakat sekitar. Limbah cair tahu umumnya mengandung bahan organik tinggi, nitrogen (termasuk amonia), serta memiliki pH yang rendah dan bau menyengat akibat proses fermentasi protein kedelai.

Dalam pengelolaan limbah cair biasanya dikumpulkan terlebih dahulu sebelum diolah menggunakan proses fisika, kimia, atau biologi, atau bahkan langsung dibuang ke perairan sekitar. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 68 Tahun 2016, ambang batas pH air limbah cair yang diizinkan adalah antara 6 hingga 9, sementara pH air minum yang layak dikonsumsi berada pada kisaran 6,5–8,5. Akan tetapi, berdasarkan penelitian Widiyaningrum et al. (2018), pH limbah tahu bisa berada pada kisaran 3,5–4,5, yang tergolong sangat asam.

Menurut U.S. EPA (1975), proses nitrifikasi yakni proses biologis utama dalam pengolahan limbah organik berlangsung optimal pada pH 7,5–8,5, dan akan terhenti total pada pH < 6,0 (Painter, 1970). Maka pada pH kurang dari 6 aktivitas bakteri pengurai menjadi tidak efektif, sehingga diperlukan penyesuaian pH (netralisasi) sebelum proses biologis berlangsung.

Selain pH, suhu juga berperan penting dalam mendukung aktivitas mikroba dalam pengolahan limbah. Menurut Ramadani et al. (2021), suhu limbah tahu biasanya berada pada 30–40 °C. Ini sesuai dengan teori dari EPA (1975), yang menyebutkan bahwa suhu optimal untuk proses nitrifikasi adalah 25–35 °C. Namun, jika suhu limbah terlalu tinggi (>40°C), hal ini dapat membunuh mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian biologis, sehingga



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengaturan suhu juga penting untuk diperhatikan.

Limbah tahu juga menghasilkan gas amonia (NH_3) sebagai hasil dekomposisi senyawa nitrogen organik. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, ambang batas amonia yang diizinkan dalam air limbah adalah 1 mg/L dan maksimal 2 mg/L untuk kegiatan industri tertentu. Namun, dalam bentuk gas (NH_3) yang terlepas ke udara, amonia dapat tercium oleh manusia mulai dari 5 ppm, bersifat iritasi pada konsentrasi 25 dengan paparan 8 jam kerja sedangkan pada 35 ppm dengan paparan 15 menit, dan masuk kategori berbahaya pada >300 ppm, menurut NIOSH dan OSHA. Dan menurut peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 551 Tahun 2001 dan Permenkes No. 1077 Tahun 2011, yang menetapkan batas aman sebesar 0,3 ppm. Oleh karena itu, sistem monitoring harus mampu mendeteksi baik amonia dalam bentuk gas maupun larutan secara akurat dan memberikan peringatan jika melebihi batas aman.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka Tugas Akhir ini merancang sistem monitoring yang dapat mendeteksi pH, suhu, dan gas amonia pada limbah cair tahu secara real-time. Data hasil pemantauan akan tersimpan di database, dan jika salah satu parameter melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan mengirimkan peringatan ke aplikasi mobile sebagai bentuk mitigasi dini terhadap potensi pencemaran lingkungan. Sistem ini diberi judul:

“Rancang Bangun Sistem Monitoring pH, Suhu, dan Gas pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Berbasis IoT.” Sistem ini diharapkan dapat membantu industri tahu dalam memantau, mengelola, dan mengendalikan pencemaran lingkungan secara lebih efisien dan akurat melalui teknologi Internet of Things (IoT).

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang dan merealisasikan sistem *monitoring* limbah cair industri tahu berbasis *Internet of Things* (IoT)?
- b. Bagaimana mengintegrasikan data kualitas limbah cair seperti pH, suhu dan gas ke dalam sistem *monitoring* agar dapat di pantau secara real-time melalui aplikasi?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Bagaimana menguji performa alat monitoring untuk memastikan kemudahan penggunaan serta keakuratan pembacaan data di lingkungan industri tahu?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Mampu merancang dan merealisasikan alat monitoring kualitas limbah cair berbasis Internet of Things (IoT) pada industri tahu.
- b. Mampu mengintegrasikan data sensor pH, suhu, dan gas ke dalam sistem monitoring yang dapat diakses melalui aplikasi secara real-time.
- c. Mampu menguji performa sistem dalam menampilkan data dan memberikan hasil monitoring yang efektif dan mudah digunakan oleh pengguna

1.4 Luaran

Pada tugas akhir ini diperoleh luaran berupa:

- a. Menghasilkan alat Sistem Monitoring PH, Suhu, gas pada proses Pengolahan Limbah Cair.
- b. Jurnal dan poster
- c. Laporan tugas akhir dengan judul ” Alat Sistem Monitoring PH, Suhu, Dan Gas pada Proses Pengolahan Limbah Cair Berbasis Iot”

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Sistem monitoring limbah cair industri tahu berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 serta sensor pH4502C, DS18B20, dan MQ135. Hasil pengujian dengan lima sampel menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 mampu membaca suhu dengan rata-rata akurasi 99,41% , pada pengujian sensor pH4502c dengan lima sampel menunjukkan bahwa sensor dapat membaca dengan rata-rata akurasi 98,43% dan sedangkan pada sensor MQ135 berhasil mendeteksi konsentrasi gas dari sampel dari korek gas $\pm 9,16$ ppm dan pada sampel limbah yang sudah tercemar sebesar $\pm 106,82$ ppm. Seluruh data dari sensor berhasil ditampilkan melalui layer lcd dan disimpan otomatis ke dalam database Firebase, yang membuktikan bahwa sistem telah berjalan secara fungsional dan sesuai dengan tujuan perancangan..
2. Sistem mampu mengintegrasikan data dari ketiga sensor ke dalam platform Firebase dengan baik dengan menampilkan nilai sensor DS18B20 pada sampel limbah awal sebesar 29,62°C, pada sensor pH4502c dengan sampel sebesar pH3,42. Serta pada sensor MQ135 dengan sampel limbah yang tercemar 106,82 PPM. dan Pengguna dapat memantau kondisi limbah dari jarak jauh, serta mendeteksi apabila terjadi kondisi tidak normal berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Hal tersebut membuktikan bahwa sistem telah berjalan secara fungsional dan sesuai dengan tujuan perancangan
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan kualitas limbah secara akurat dan konsisten. Pada sampel limbah awal nilai suhu yang terdeteksi oleh sensor menunjukkan kesesuaian alat ukur perbandingan dengan rata-rata 99,41%, pada sensor pH4502c dengan sampel limbah awal di dapatkan hasil bahwa rata-rata 97,71%. Selain itu pada sensor mq135 dengan pengujian sampel limbah yang mengandung gas amonia didapatkan hasil bahwa sensor MQ135 mampu mendeteksi gas ammonia pada rentang 0,3-106,82 PPM berdasarkan pengujian yang telah di lakukan. Sistem berhasil menampilkan perbedaan ksondisi limbah sebelum dan sesudah proses

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

filter, serta membuktikan bahwa proses filter dapat mempengaruhi nilai pH, dengan ini dapat membuktikan bahwa sistem telah berjalan secara fungsional dan sesuai dengan tujuan perancangan

5.2 Saran

Sebagai tindak lanjut dari hasil pengujian dan analisis sistem monitoring limbah cair industri tahu berbasis IoT, disarankan untuk meningkatkan keakuratan pembacaan sensor pH, suhu, dan gas dengan melakukan kalibrasi rutin serta mempertimbangkan penggunaan sensor dengan spesifikasi industri untuk aplikasi jangka panjang. Penyempurnaan sistem filtrasi akhir juga perlu dilakukan, misalnya dengan menambahkan media penyaring halus atau tahapan sedimentasi, agar partikel sisa reaksi kimia seperti endapan kapur tidak memengaruhi kejernihan hasil akhir dan menetralkan nilai pH. Selain itu, uji coba lanjutan dalam jangka waktu lebih panjang serta di lokasi industri yang berbeda, disertai dengan penambahan komponen output tambahan seperti buzzer, cairan buffer otomatis akan meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan dalam mendukung pengawasan kualitas limbah di lapangan.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- A. Qalit and A. Rahman, "Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar Ph Dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis Iot," J. Karya Ilm. Tek. Elektro, vol. 2, no. 3, pp. 8–15, 2017.
- B. N. Widarti, S. H. Susetyo, And E. Sarwono, "Degradasi COD Limbah Cair Dari Pabrik Kelapa Sawit Dalam Proses Pembentukan Biogas," J. Integr. Proses, Vol. 5, No. 3, Pp. 138–141, 2015.
- Componentsexplorer. (2024). *pH Sensor 4502C Datasheet and Example Projects*. Diakses dari: <https://componentsexplorer.com/>
- Elprocus. (2024). *MQ135 Gas Sensor Datasheet and Applications*. Diakses dari: <https://www.elprocus.com/>
- Ihsanto, Eko dan Hidayat, Sadri. 2014. Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. Vol:5. No:3. Hal:131.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. (2014). Peraturan Menteri LHK No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2007). *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards: Ammonia*. Cincinnati: Department of Health and Human Services. Diakses dari: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0028.html>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Kementerian Hukum dan HAM. Diakses dari: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Qalit, A., & Rahman, A. (2017). *Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT*. Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro, 2(3), 8–15.
- World Health Organization (WHO). (1986). *Environmental Health Criteria 54: Ammonia*. Geneva: WHO. Diakses dari: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/39087/9241541946-eng.pdf>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran – 1 Source Code esp32

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <time.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// === WIFI & FIREBASE ===
const char* ssid = "45";
const char* password = "12345678";
const char* serverRealtime = "https://monitoring-limbah-industritahu-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com/monitoring.json";
const char* serverRiwayat = "https://monitoring-limbah-industritahu-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com/riwayat/.json";
const char* serverManualRelay = "https://monitoring-limbah-industritahu-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com/status_sele1.json";

// === LCD I2C ===
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// === RELAY ===
#define RELAY1_PIN 26 // Solenoid manual
#define RELAY2_PIN 27 // Solenoid otomatis

// === SENSOR NH3 (MQ135) ===
#define MQ_SENSOR 35
#define RL 10
#define Ro 7.4352
#define m -0.417
#define b 0.858
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
const int numReadings = 10;
float readings[numReadings];
int readIndex = 0;
float total = 0;

// === SENSOR SUHU (DS18B20) ===
#define ONE_WIRE_BUS 4
#define TEMP_PRECISION 11
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// === SENSOR pH ===
#define PH_PIN 34
#define FILTER_SIZE 15
float pH4Value = 3.200;
float pH7Value = 2.500;
float slope, intercept;
float pHBuffer[FILTER_SIZE];
byte filterIndex = 0;

// === INTERVAL POST ===
const unsigned long postingInterval = 3000;
unsigned long lastPostTime = 0;

// === Manual Override State ===
bool manualOverride = false;
bool manualState = false;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  analogReadResolution(12);
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
for (int i = 0; i < numReadings; i++) readings[i] = 0;
for (int i = 0; i < FILTER_SIZE; i++) pHBuffer[i] = 7.0;
```

```
sensors.begin();
sensors.setResolution(TEMP_PRECISION);
analogSetAttenuation(ADC_11db);
slope = (7.0 - 4.0) / (pH7Value - pH4Value);
intercept = 7.0 - slope * pH7Value;
```

```
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Monitoring...");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Tunggu Sensor...");
```

```
pinMode(RELAY1_PIN, OUTPUT);
pinMode(RELAY2_PIN, OUTPUT);
digitalWrite(RELAY1_PIN, HIGH); // OFF
digitalWrite(RELAY2_PIN, HIGH); // OFF
```

```
WiFi.begin(ssid, password);
Serial.print("Menyambungkan WiFi");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
```

```
Serial.println("\n✅ WiFi Terhubung");
Serial.println(WiFi.localIP());
```

```
configTime(7 * 3600, 0, "pool.ntp.org", "time.nist.gov");
Serial.println("🕒 Sinkron waktu...");
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

while (time(nullptr) < 100000) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("\n✅ Waktu siap!");
Serial.println("🔥 Pemanasan sensor NH3...");
delay(3000);
Serial.println("✅ Sensor NH3 siap.");
}

float readNH3() {
    float VRL = analogRead(MQ_SENSOR) * (3.3 / 4095.0);
    if (VRL < 0.1) VRL = 0.1;
    float RS = (3.3 / VRL - 1) * RL;
    float ratio = RS / Ro;
    float ppm = pow(10, ((log10(ratio) - b) / m));

    total -= readings[readIndex];
    readings[readIndex] = ppm;
    total += readings[readIndex];
    readIndex = (readIndex + 1) % numReadings;

    return total / numReadings;
}

float readTemperature() {
    sensors.requestTemperatures();
    delay(400);
    float rawTemp = sensors.getTempCByIndex(0);
    if (rawTemp < 10.0) return rawTemp;
    else if (rawTemp < 40.0) return rawTemp + 1.0;
  }

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

else return rawTemp - 0.40;
}

float readpH() {
    int raw = 0;
    for (int i = 0; i < 30; i++) {
        raw += analogRead(PH_PIN);
        delay(20);
    }
    float voltage = (raw / 30.0) * (3.3 / 4095.0);
    return slope * voltage + intercept;
}

float filteredpH() {
    pHBuffer[filterIndex] = readpH();
    filterIndex = (filterIndex + 1) % FILTER_SIZE;
    float sum = 0;
    for (int i = 0; i < FILTER_SIZE; i++) sum += pHBuffer[i];
    return sum / FILTER_SIZE;
}

bool getManualRelayStatus() {
    HTTPClient http;
    http.begin(serverManualRelay);
    int httpCode = http.GET();

    if (httpCode == 200) {
        String payload = http.getString();
        http.end();
        payload.trim();
        return payload == "true";
    }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

http.end();
return false;
}

void sendToRealtime(float gas, float suhu, float ph) {
    HTTPClient http;
    String jsonData = "{\"gas\":\"" + String(gas, 2) +
        "\",\"suhu\":\"" + String(suhu, 1) +
        "\",\"ph\":\"" + String(ph, 2) + "\"}";
    Serial.println("JSON Realtime: " + jsonData);

    http.begin(serverRealtime);
    http.addHeader("Content-Type", "application/json");
    http.addHeader("Connection", "close");
    int httpCode = http.PUT(jsonData);
    Serial.println("● Realtime: " + String(httpCode));
    http.end();
}

void sendToRiwayat(float gas, float suhu, float ph) {
    time_t now = time(nullptr);
    struct tm* timeinfo = localtime(&now);
    char timestamp[25];
    strftime(timestamp, sizeof(timestamp), "%Y-%m-%d %H:%M:%S",
    timeinfo);

    HTTPClient http;
    String jsonData = "{\"gas\":\"" + String(gas, 2) +
        "\",\"suhu\":\"" + String(suhu, 1) +
        "\",\"ph\":\"" + String(ph, 2) +
        "\",\"waktu\":\"" + String(timestamp) + "\"}";

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

Serial.println("JSON Riwayat: " + jsonData);

http.begin(serverRiwayat);
http.addHeader("Content-Type", "application/json");
http.addHeader("Connection", "close");
int httpCode = http.POST(jsonData);

String payload = http.getString();
Serial.println("📦 Riwayat: " + String(httpCode));
Serial.println("📦 Payload: " + payload);
http.end();
}

void loop() {
  float gas = readNH3();
  float suhu = readTemperature();
  float ph = filteredpH();

  Serial.print("Gas: "); Serial.print(gas); Serial.print(" ppm");
  Serial.print(" | Suhu: "); Serial.print(suhu); Serial.print(" °C");
  Serial.print(" | pH: "); Serial.println(ph);

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("S:"); lcd.print(suhu, 2); lcd.print("C ");
  lcd.print("pH:"); lcd.print(ph, 2);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Gas:"); lcd.print(gas, 2); lcd.print("ppm");

  if (isnan(gas) || isnan(suhu) || isnan(ph)) {
    Serial.println("⚠ Data tidak valid, tidak dikirim.");
  }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

delay(1000);
return;
}

// ==== Serial Monitor Input ====
if (Serial.available()) {
  char cmd = Serial.read();
  if (cmd == '1') {
    manualOverride = true;
    manualState = true;
    Serial.println("✅ Solenoid manual diaktifkan via Serial Monitor");
  } else if (cmd == '0') {
    manualOverride = true;
    manualState = false;
    Serial.println("❌ Solenoid manual dimatikan via Serial Monitor");
  } else if (cmd == 'x') {
    manualOverride = false;
    Serial.println("🔄 Kembali ke kontrol dari Firebase");
  }
}

unsigned long currentTime = millis();
if (currentTime - lastPostTime >= postingInterval) {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    sendToRealtime(gas, suhu, ph);
    sendToRiwayat(gas, suhu, ph);

    // ==== Solenoid Manual ====
    if (manualOverride) {
      digitalWrite(RELAY1_PIN, manualState ? LOW : HIGH);
    } else {

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

bool manual = getManualRelayStatus();
digitalWrite(RELAY1_PIN, manual ? LOW : HIGH);
}

// === Solenoid Otomatis ===
bool aman = (ph >= 6.5 && ph <= 9.0) &&
             (gas >= 0 && gas <= 3.0) &&
             (suhu >= 24.0 && suhu <= 35.0);
digitalWrite(RELAY2_PIN, aman ? LOW : HIGH);

} else {
  Serial.println("❌ WiFi Terputus!");
}

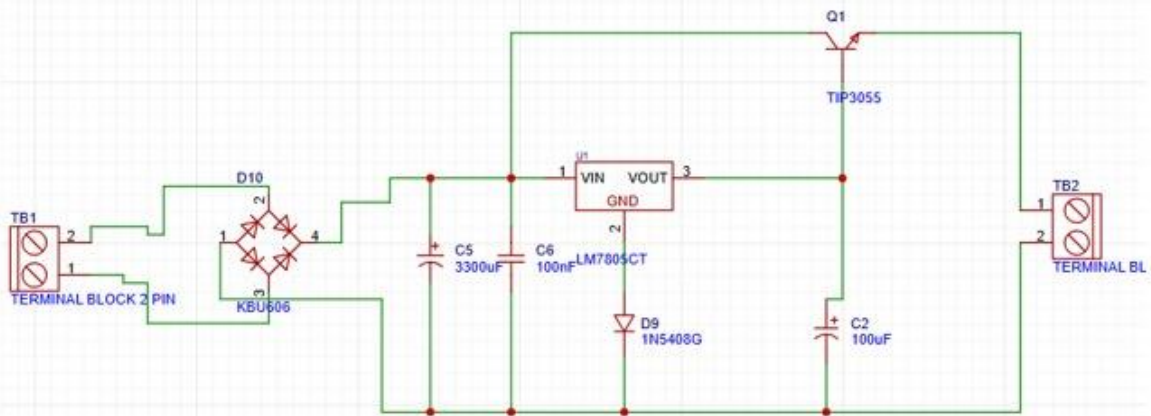
lastPostTime = currentTime;
}

delay(500);
}

```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran – 2 Skematik power supply



Skematik power supply

01



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK
NEGERI JAKARTA

Digambar :

Muhamad
Irawan
Setiawan

Diperiksa :

Rifqi Fuadi
Hasani, S.T.,
M.T.

Tanggal :

24 juni 2025

Hak Cipta :

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran – 3 Alat Sistem monitoring Limbah Tahu



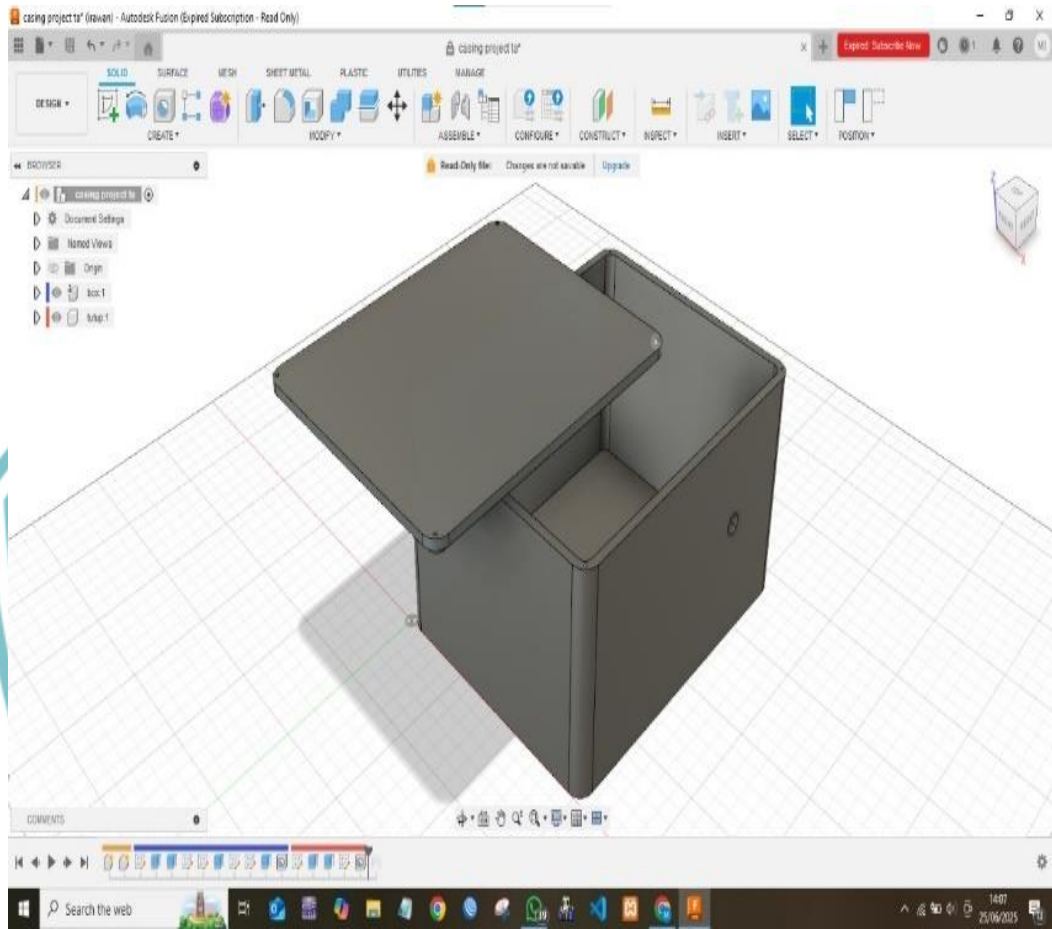
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran-4 casing pada rangkaian



02 Desain 3d print pembuatan kotak sensor



**PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK
NEGERI JAKARTA**

Digambar :

**Muhamd
Irawan
Setiawan**

Diperiksa :

**Rifqi Fuadi
Hasani, S.T.,
M.T.**

Tanggal :

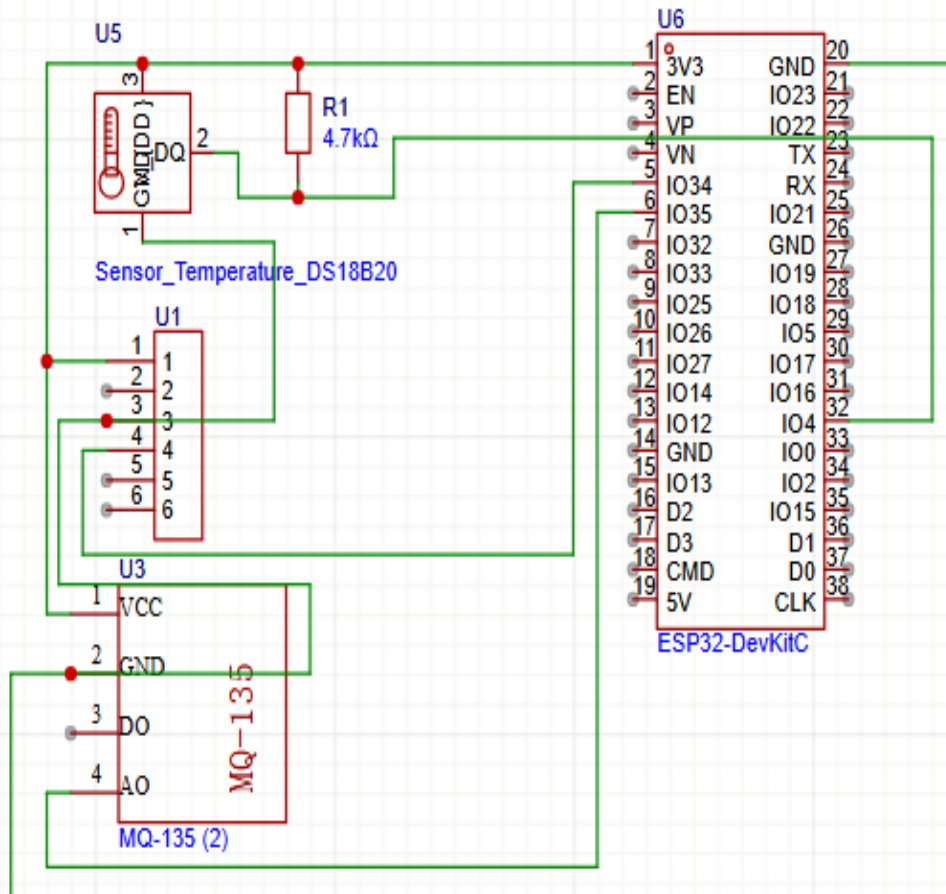
24 Juni 2025

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



03 Skematik Rangkaian monitoring limbah



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK
NEGERI JAKARTA

Digambar :

Muhamd
Irawan
Setiawan

Diperiksa :

Rifqi Fuadi
Hasani, S.T.,
M.T.

Tanggal :

24 Juni2025