



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrokoagulasi

Proses elektrokoagulasi merupakan teknik pengolahan air limbah yang banyak dipilih karena teknik ini bersifat ramah lingkungan (Hernaningsih, 2016). Menggunakan metode elektrokoagulasi relatif lebih efisien dan lebih murah (Sihombing & Sarungu, 2022).

Teknologi pengolahan air limbah yang umum digunakan adalah koagulasi-flokulasi. Elektrokoagulasi merupakan metode koagulasi dengan menggunakan arus listrik melalui peristiwa elektrokimia. Prinsip kerja elektrokoagulasi adalah pelarutan logam anoda (M^+) yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksi (OH^-) membentuk koagulan (Purnami, 2016).

Proses elektrokoagulasi sangat berpengaruh dalam mengurangi jumlah polutan dalam air, Reaksi katodik yang terjadi pada katoda dengan membentuk gelembung – gelembung gas, maka kotoran – kotoran yang terbentuk di dalam air akan terangkat ke atas permukaan. Flok – flok yang terbentuk lama kelamaan akan membesar menjadi satu (Takwanto et al., 2018).

Proses elektrokoagulasi disebabkan oleh adanya perbedaan muatan pada kedua partikel tersebut (zat warna dan besi hidroksida). Semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar pula arus yang mengalir pada larutan. Hal ini menyebabkan semakin cepat terjadi reaksi pembentukan hidroksida koagulan dan reaksi dekolonisasi yang terjadi (Takwanto et al., 2018).

Proses elektrokoagulasi meliputi beberapa tahap yaitu proses ekualisasi, proses (flokulasi-koagulasi) elektrokimia dan proses pengendapan. Proses ekualisasi dimaksudkan untuk menyeragamkan limbah cair yang akan diolah terutama kondisi pH, pada tahap ini tidak terjadi reaksi kimia. Pada proses elektrokimia akan terjadi pelepasan Al^{3+} dari plat elektrode (anoda) sehingga membentuk flok yang mampu mengikat $Al(OH)_3$ kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah (Hernaningsih, 2016).

Hak Cipta :

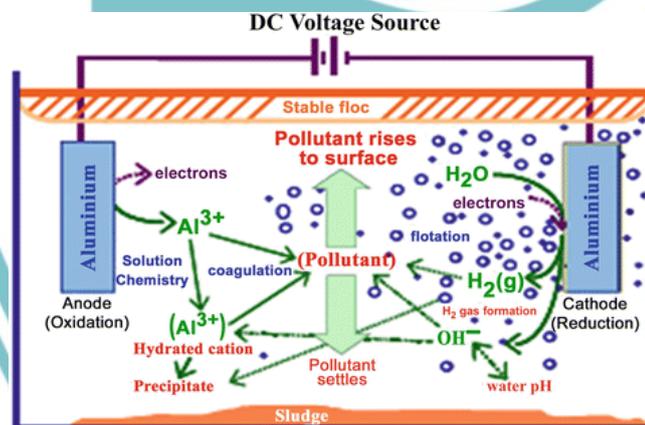
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

2.1.1 Mekanisme Elektrokoagulasi

Mekanisme proses elektrokoagulasi merupakan arus yang dialirkan melalui suatu elektroda logam, di anoda (elektroda positif) melibatkan oksidasi logam (M) menjadi kationnya. Secara simultan, di katoda (elektroda negatif) akan terjadi reaksi reduksi dimana air menjadi gas hidrogen dan ion hidroksil (OH^-), sedangkan di anoda (elektroda positif) akan terjadi reaksi oksidasi. Pada proses elektrokoagulasi terjadi secara elektrokimia, dengan menggunakan bantuan arus listrik. Pada proses tersebut kation akan terhidrolisis di dalam air menghasilkan hidroksida yang ditentukan oleh pH larutan. Kation yang memiliki muatan lebih tinggi akan mendestabilisasi disetiap partikel-partikel koloid dengan menghasilkan kompleks polihidroksida polivalen. Pada kompleks tersebut terdapat sifat-sifat penyerapan yang tinggi, yang nantinya akan membentuk agregat dengan polutan. Evolusi gas hidrogen akan membantu pada percampuran dan flokulasi. Begitu flok dihasilkan, gas elektrolitik akan menimbulkan perpindahan polutan ke lapisan flok-foam pada permukaan air (Andik Yulianto, 2009).



Gambar 2. 1 Mekanisme Proses Elektrokoagulasi

Sumber: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-6293-3_9

Pada Gambar 2.1 ialah proses elektrokoagulasi yang sangat kompleks, dimana produk hidrolisis dan koagulan saling berinteraksi dengan polutan atau dengan ion yang lain atau dengan gas hydrogen.

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

2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Elektrokoagulasi

Proses elektrokoagulasi memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain (Gustiana & Widayatno, 2020):

1. Kerapatan Arus

Kenaikan kerapatan arus akan mempercepat ion bermuatan membentuk flok. Jumlah arus listrik yang mengalir berbanding lurus dengan bahan yang dihasilkan selama proses.

2. Waktu Kontak

Kualitas efisiensi proses elektrokoagulasi akan dipengaruhi oleh lamanya waktu kontak.

3. Tegangan

Beda potensial hal yang erat kaitannya dengan tegangan karena akan mempengaruhi medium yang digunakan berupa logam elektroda atau pelarut dalam proses elektrokoagulasi.

4. Kadar Keasaman (pH)

Semakin besar efektifitas elektrokoagulasi, maka pH yang dihasilkan akan semakin besar.

5. Ketebalan Plat

Reaksi oksidasi dan reduksi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh tipis atau tebalnya plat.

6. Jarak Elektroda

Hambatan dipengaruhi oleh jarak elektroda serta menguntungkan untuk penggunaan arus karena akan semakin kecil arus pada kondisi yang semakin jauh elektrodanya.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



2.1.3 Flokulasi dan Deflokulasi

Flokulasi dan deflokulasi adalah peristiwa memisahkannya (mengendapnya fase terdispersi) antara fase terdispersi dan fase pendispersi terjadi dalam rentang waktu yang berbeda. Dimana pada flokulasi terpisahnya dua fase tersebut lebih cepat dibandingkan dengan deflokulasi. Namun, endapan dari flokulasi dapat didispersikan kembali sedangkan endapan deflokulasi tidak, karena telah terbentuk caking, hal ini disebabkan oleh ukuran partikel pada suspensi yang terdeflokulasi sangat kecil, hingga membentuk ikatan antar partikel yang erat dan padat (Ratnasari, 2019).

Kecenderungan partikel untuk terflokulasi tergantung pada kekuatan tarikan dan penolakan diantara partikel. Bila penolakan cukup kuat, partikel-partikel tetap terdispersi dan bila tidak, maka akan terjadi koagulasi. Misalnya : suspensi partikel-partikel tanah liat bila ditambah NaCl dalam jumlah yang semakin besar maka kekuatan penolakan semakin berkurang dan akhirnya kekuatan penolakan tersebut tidak bisa lagi melawan kekuatan tarikan London (Van Der Waals) sehingga system terflokulasi. Kecepatan sedimentasi dan flokulasi suspensi dipengaruhi oleh: Ukuran partikel, Interaksi partikel, BJ partikel dan medium, Kekentalan fase kontinyu (Ratnasari, 2019).

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat komputer mini (mikro) yang dikemas dalam satu chip tunggal IC (Integrated Circuit) dan mempunyai program operasi tertentu didalamnya. Komponen pada mikrokontroler ini hampir mirip dengan sebuah perangkat komputer (PC) biasa. Selain memiliki Central Processing Unit (CPU), mikrokontroler juga dilengkapi dengan komponen RAM, ROM, serta perangkat input dan output (Port IO) yang bisa anda program sesuai kebutuhan (Guru et al., 2023).

Pada umumnya, sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat melakukan suatu tindakan ke lingkungan. Dengan demikian

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 mengumumkannya 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

maka secara sederhana mikrokontroler dapat diasumsikan ibarat sebuah otak yang terdapat pada suatu perangkat dan memiliki kemampuan berinteraksi dengan lingkungan. (Medianya Mahasiswa ITB-MG, 2024)



Gambar 2. 2 Mikrokontroler

Sumber: <https://robotics.instiperjogja.ac.id/post/mikrokontroler>

Pada dasarnya, pengendali mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *microcontroller* ini terdiri dari satu atau lebih inti prosesor (CPU), memori (RAM dan ROM), serta perangkat INPUT dan OUTPUT (I/O) yang dapat diprogram. Walaupun mirip dengan komputer namun kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan komputer atau PC. Kecepatan pengolahan data mikrokontroler umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz yang tentu lebih rendah dibandingkan komputer atau PC saat ini yang telah mencapai kecepatan hingga orde GHz. Begitu juga dengan kapasitas memory (RAM dan ROM) yang hanya berkisar pada orde Kbytes. (Medianya Mahasiswa ITB-MG, 2024)

Penggunaan mikrokontroller ini umumnya diaplikasikan pada perangkat yang membutuhkan pengendali otomatis seperti pengontrol mesin, IoT kontrol relay, sistem keamanan rumah, dan juga peralatan elektronika lainnya. Sebagian penggunaanya menyebut perangkat ini dengan nama Embedded Mikrokontroler. Hal



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

ini karena disebabkan oleh posisi microcontroller yang embedded system yakni menjadi satu bagian dengan perangkat sistem yang lebih besar (Guru et al., 2023).

2.2.1 ESP32

ESP32 memiliki antarmuka Wi-Fi dan Bluetooth internal yang menyederhanakan koneksi dan komunikasi dengan perangkat atau jaringan lain. ESP32 didesain agar hemat daya, sehingga memungkinkan pengembangan aplikasi IoT yang hemat energi. ESP32 menawarkan mode tidur dan fitur manajemen daya yang membantu mengurangi konsumsi daya, sehingga cocok untuk proyek bertenaga baterai atau proyek yang terbatas energi (Hercog et al., 2023).



Gambar 2. 3 ESP32 38pin

Sumber: <https://arduino-projekte.info/produkt/node-mcu-esp32-38pin/>

ESP32 dapat diprogram menggunakan berbagai kerangka kerja dan bahasa pengembangan. Bahasa pemrograman yang paling umum digunakan adalah C ++, dan dapat diprogram menggunakan Arduino IDE atau PlatformIO (Hercog et al., 2023).

Hak Cipta :

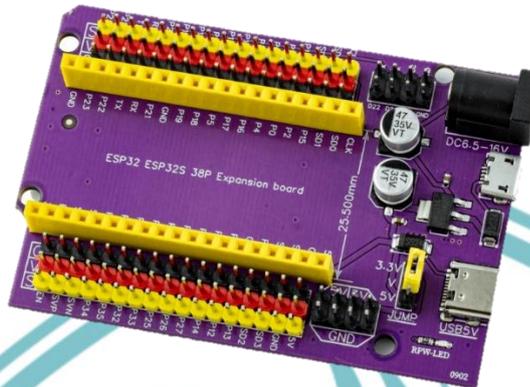
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

2.2.2 Expansion for ESP32



Gambar 2. 4 *Expansion* ESP32 38 pin

Sumber: <http://id.gnscomponent.com/development-board/microcontroller-development-board-esp32.html>

Expansion ESP32 merupakan papan eksternal yang dirancang khusus untuk mikrokontroler ESP32 yang memiliki 38 pin, *expansion* ini berguna untuk memudahkan dalam kebutuhan penyambungan kabel *jumper* yang cukup banyak sehingga tidak perlu menggunakan *breadboard*. Untuk kebutuhan tegangan yang disalurkan dari ESP32 bisa disesuaikan karena terdapat pilihan untuk menggunakan tegangan 3,3V atau 5V.

2.2.3 LCD 16x2 I2C

Liquid-Crystal Display (LCD), adalah layar panel datar atau perangkat optik termodulasi elektronik yang menggunakan sifat modulasi cahaya dari kristal cair yang dikombinasikan dengan metode polarisasi. Kristal cair tidak memancarkan cahaya secara langsung, LCD menggunakan lampu latar atau reflektor untuk menghasilkan gambar dalam warna atau monokrom. LCD dapat menampilkan gambar yang berubah-ubah (seperti pada tampilan komputer) atau gambar tetap dengan sedikit informasi yang dapat ditampilkan atau disembunyikan, seperti kata-kata yang telah dituliskan, angka, dan tampilan beberapa bagian segmen, seperti pada jam digital.



Gambar 2. 5 LCD 16x2 I2C

Sumber: <https://www.aksesoriskomputerlampung.com/2021/01/lcd-i2c-16x2-blue.html>

LCD memiliki 16 terminal yang terhubung ke Arduino sebagai: Pin 14 ke Pin 7, Pin 13 ke pin 6, Pin 5 ke GRD, pin 4 ke pin 2, Pin 6 ke pin 3, Pin 11 ke pin 4 seperti yang ditunjukkan. Pin 5V dari Arduino terhubung ke garis positif pada papan tempat *Breadboard* (Kuria & Robinson, 2020).

LCD menggunakan dasar teknologi yang sama, kecuali bahwa gambar dibuat dari amatriks piksel kecil, sedangkan tampilan lain memiliki elemen yang lebih besar. LCD dapat menyala (positif) atau mati (negatif), tergantung pada pengaturan sistem yang menghubungkannya. Sebagai contoh, LCD karakter positif dengan lampu latar akan memiliki huruf hitam pada latar belakang yang merupakan warna lampu latar, dan LCD karakter negatif akan memiliki latar belakang hitam dengan huruf-huruf yang memiliki warna yang sama dengan lampu latar. Filter optik ditambahkan ke warna putih pada LCD biru untuk memberikan tampilan yang khas (Kuria & Robinson, 2020).

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 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



Gambar 2. 6 Modul I2C

Sumber: <https://nettigo.eu/products/i2c-adapter-for-lcd-hd44780-displays>

Sedangkan I2C adalah modul dari LCD 16x2 yang merupakan standar komunikasi serial dua arah yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data (Santoso, 2015)

2.2.5 Buck Converter

Buck converter merupakan jenis DC – DC konverter yang menurunkan tegangan dari suplai daya. Buck converter mampu menghasilkan nilai tegangan output sama atau lebih rendah dari tegangan input-nya. Buck converter dapat menurunkan tegangan tanpa membutuhkan trafo. Karena hanya menggunakan satu buah semikonduktor, buck converter memiliki efisiensi yang tinggi. Pengaturan kecepatan putar motor DC dilakukan dengan memvariasi duty cycle menggunakan potensio pada rangkaian buck converter (Azhari, 2020).



Gambar 2. 7 Buck Converter



Hak Cipta :

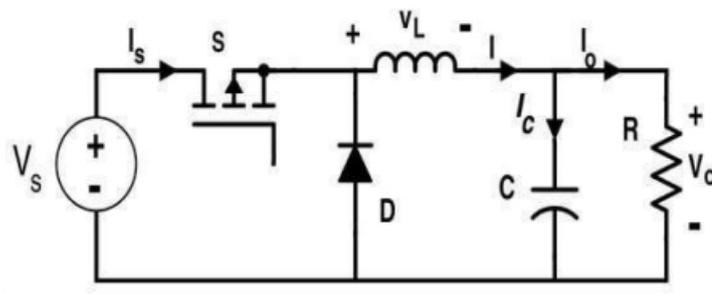
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Sumber: <http://www.senith.lk/shop/item/9145/x14015-dc-dc-buck-converter-step-down-power-module-5a>

Pada dasarnya prinsip kerja dari *buck converter* yaitu dengan menggunakan *switch* yang bekerja secara terus menerus (ON-OFF). Adapun dikenal dengan istilah PWM (*Pulse Width Modulation*) dan *Duty cycle* dalam mengendalikan kecepatan (frekuensi) kerja switch tersebut. Gambar 1 menjelaskan tentang *switch* pada *buck converter*. Kecepatan switch (dalam realisasinya) akan tergantung pada *Duty cycle* dan frekuensi yang digunakan. Prinsip kerja dari buck converter ini terbagi menjadi dua mode yaitu:

1. Mode 1

terjadi ketika switch S dalam keadaan on pada $t = 0$, dan dioda D dalam keadaan reverse bias. Keadaan Arus masukan yang meningkat mengalir melalui induktor L. Langsung mengalir ke beban R, C (Azhari, 2020).



Gambar 2. 8 Rangkaian Mode 1

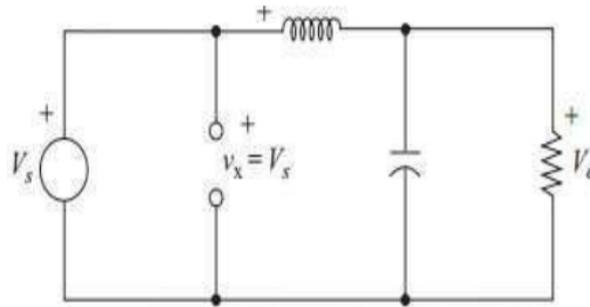
2. Mode 2 (saat switch off)

Mode 2 yaitu ketika switch S keadaan off dan $t = t_1$ sehingga dioda dalam keadaan forward bias. Arus akan mengalir melalui L, C, beban, dan diode maksimum D_m . Arus induktor akan turun sampai transistor di on-kan kembali pada siklus berikutnya. Energi yang tersimpan pada induktor L dipindahkan ke beban (Azhari, 2020).



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



Gambar 2. 9 Rangkaian Mode 2

2.2.6 Sensor TDS (*Total Dissolved Solid*)

Parameter kualitas air yang disebut Total Dissolved Solids (TDS) mengukur jumlah total zat padat yang terlarut dalam suatu larutan, termasuk mineral, garam, logam, dan senyawa organik. TDS biasanya diukur dalam miligram per liter (mg/l) atau bagian per juta (ppm).



Gambar 2. 10 Sensor TDS

Sumber: [TDS-Sensor.jpg \(560x422\) \(how2electronics.com\)](#)

Nilai TDS yang lebih tinggi menunjukkan bahwa lebih banyak zat padat yang terlarut dalam air. TDS dapat diukur dengan alat seperti TDS meter (*Kontroling Dan Monitoring Tds, 2023*).



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

2.3 Standarisasi Air Bersih

a. Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Tabel 1 berisi daftar parameter wajib untuk parameter fisik yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi (Rahmat et al., 2017).

Tabel 2. 1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat Terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5.	Rasa	-	Tidak berasa
6.	Bau	-	Tidak berbau

b. Air untuk Kolam Renang

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media air Kolam Renang meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Parameter fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media air Kolam Renang meliputi bau,



kekeruhan, suhu, kejernihan dan kepadatan. Untuk kepadatan, semakin dalam Kolam Renang maka semakin luas ruang yang diperlukan untuk setiap perenang.

Tabel 2. 2 Paramater Fisik Dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kolam Renang.

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)	Keterangan
1.	Bau		Tidak berbau	-
2.	Kekeruhan	NTU	0,5	-
3.	Suhu	°C	16-40	-
4.	Kejernihan	piringan terlihat jelas	-	piringan merah hitam (Secchi) berdiameter 20 cm terlihat jelas dari kedalaman 4,572 m
5.	Kepadatan perenang	M ² /perenang	2,2	Kedalaman < 1 meter
			2,7	kedalaman 1-1,5 meter
			4	kedalaman > 1,5 meter

Parameter biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media air Kolam Renang terdiri dari 5 (lima) parameter. Empat parameter tersebut terdiri dari indikator pencemaran oleh tinja (*E. coli*), bakteri yang tidak berasal dari tinja (*Pseudomonasaeruginosa*, *Staphylococcus aureus* dan *Legionella spp.*). Sedangkan parameter Heterotrophic Plate Count (HPC) bukan merupakan indikator keberadaan jenis bakteri tertentu tetapi hanya mengindikasikan perubahan kualitas air baku atau terjadinya pertumbuhan kembali koloni bakteri heterotrophic (Rahmat et al., 2017).

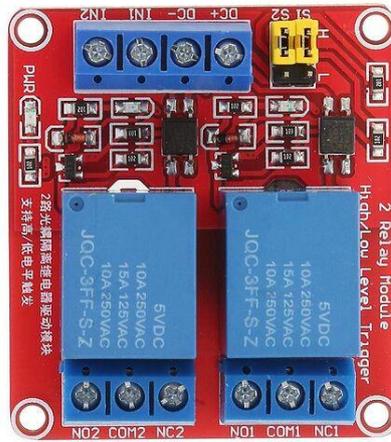
Hak Cipta :

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

2.4 Relay VDC



Gambar 2. 11 *Module Relay Dual Chanel*

Sumber: <https://forum.fritzing.org/t/2-channel-relais-modul-12v-universal-relais/15854>

Module relay adalah saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. (Muttaqin, Nadziroh, & Nooriansyah, 2022).

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



2.5 Arduino IDE



Gambar 2.12 Logo *Software* Arduino IDE

Sumber: <https://www.pnggg.com/id/png-evpmh>

Untuk memprogram Arduino, diperlukan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Software ini berguna untuk membuka, membuat, mengedit *source code* pada Arduino dengan sebutan “sketches”. *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Santoso, 2015).

Arduino IDE dapat di-*install* diberbagai operating system seperti LINUX, Mac OS, serta Windows. Serta menggunakan bahasa pemrograman C++ yang telah dipermudah melalui *library* yang terdapat pada software ini, sehingga sangat mudah untuk dipelajari bagi orang awam yang belum memiliki *basic* pemrograman (Sulaiman, 2013). Software Arduino IDE terdiri dari 3 fungsi utama yaitu:

1. *Editor Program*

Sebagai media untuk menulis dan mengedit program atau perintah yang akan kita berikan kepada *hardware* Arduino.

2. *Compiler*

Sebagai modul yang berfungsi untuk merubah bahasa pemrograman (*coding*) kedalam kode biner. Karena hanya kode biner satu-satunya bahasa pemrograman yang dipahami mikrokontroler.

3. *Uploader*

Sebagai modul yang bertugas memasukan kode biner kedalam memori mikrokontroler.

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

Gambar 2.13 Tampilan *Software* Arduino IDE

Pada dasarnya struktur perintah yang terdapat pada software Arduino IDE terdiri dari 2 bagian yaitu, *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berfungsi menjalankan perintah yang hanya satu kali pengeksekusian saat Arduino dijalankan. Sedangkan *void loop* adalah fungsi yang bertugas mengulang-ulang perintah selama Arduino dinyalakan (Sulaiman, 2013).

2.6 PPM Meter

Dalam bahasa Indonesia, “Total Dissolved Solids” Berarti “Total Padatan Terlarut”, sehingga dapat disimpulkan bahwa TDS adalah alat yang berfungsi untuk mengukur jumlah total padatan atau partikel yang terlarut dalam air (*Kontroling Dan Monitoring Tds*, 2023).



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



Gambar 2. 14 TDS Meter

Sumber: [6173VCvj6YL_SL1200.jpg \(1200×1200\) \(ssl-images-amazon.com\)](https://www.amazon.com/6173VCvj6YL_SL1200.jpg)

Karena ukuran padatan dalam air memiliki peran penting dalam pemanfaatan air limbah yang telah diolah kembali, maka dibutuhkan alat pengukuran yang dapat memberikan informasi terkait berapa banyaknya kandungan padatan terlarut dalam sebuah air (Rahmat et al., 2017).

Kebutuhan padatan pada air higienis berkisar antar 250-1000 ppm (Part per milion) kemudian juga ada beberapa kebutuhan padatan lainnya yang memiliki range berbeda tergantung kebutuhan (Edition, n.d.).

2.7 Filter Air

Filter air diperuntukkan sebagai penyaring zat-zat yang tidak diperlukan bagi sanitasi air yang higienis, adapun isi dari filter air yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

1. Arang (karbon aktif)

Arang yang baik adalah arang yang memiliki kadar karbon tinggi sedangkan kadar abunya rendah. Daya absorpsi arang sangat kuat terhadap gas, metal dan warna bahan atau zat yang disaring. Arang, sebagai penyerap partikel yang halus, penyerap bau dan warna yang terdapat di air (Hadi et al., 2022). Arang juga berfungsi untuk menyerap zat kimia berbahaya, racun, dan bau, sehingga air tetap jernih.



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

2. Pasir Silika

Pasir ini sangat berbeda dengan pasir pada umumnya. Media filter air yang satu ini dapat digunakan secara efektif dalam melakukan penyaringan air. Pasir silika bisa menghilangkan kandungan lumpur dan partikel – partikel lainnya yang biasanya terkandung dalam air. Pasir silika mempunyai tujuan untuk mengurangi kadar Fe dan Mn. Kadar Fe yang rendah akan mengurangi kemungkinan timbulnya karat pada perlengkapan perpipaan dan lain-lain (Karneli et al., 2023).

3. Spons filter

Spons Filter menyaring partikel besar seperti sisa makanan dan kotoran serta menyediakan permukaan bagi bakteri baik untuk berkembang.

4. Batu zeolit

Batu Zeolit berperan dalam menyerap amonia dan nitrit, menjaga keseimbangan kimia dalam air.

5. Keramik bio ring

Keramik bio ring menyediakan permukaan luas bagi bakteri baik untuk berkembang dan mendukung proses nitrifikasi, di mana amonia dan nitrit diubah menjadi nitrat yang kurang berbahaya.

6. Filter wool

Filter atau floss menyaring partikel halus yang tidak tertangkap oleh spons filter, membantu menjaga air tetap jernih.

BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI

3.1 Rancangan Alat

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah prototipe alat instalasi pengolahan air limbah (IPAL) rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi, alat ini dirancang dengan design compact, sederhana dan andal. Rancangan yang baik itulah yang membantu meningkatkan efisien dan efektifitas selama proses pengerjaan tugas akhir ini. Perancangan ini diawali dengan sketsa gambar kasar kemudian dituangkan kedalam gambar 2D menggunakan aplikasi AutoCAD.

Dalam perencanaan rancangan alat ada 3 aspek yang membantu mempermudah yaitu rancangan rangka, rancangan komponen alat dan rancangan panel listrik. Dari ketiga aspek tersebut maka akan terciptanya alat yang sesuai dengan keinginan yang ditetapkan.

Menentukan spesifikasi alat yang dibuat sangatlah penting, dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan alat tersebut saat digunakan sesuai dengan spesifikasinya, dalam proses perencanaan rancangan alat, spesifikasi yang digunakan sesuai dengan skala rumah tangga, memiliki biaya pembuatan yang ekonomis dan hasil yang maksimal menjadi tujuan pembuatan alat ini.

Penggunaan alat yang mudah dioperasikan juga sebagai aspek pendukung dalam rancangan alat ini, alat yang mudah dioperasikan oleh semua pengguna, butuh waktu tidak kurang 1 menit untuk mengoperasikan alat ini. membutuhkan waktu 2 jam pertama untuk air limbah dapat mengalir menuju saluran pembuangan umum, setelah 2 jam berlalu maka alat sudah siap untuk diuji kadar pH maupun ppmnya setelahnya barulah air hasil limbah rumah tangga yang telah melalui beberapa tahapan elektrokoagulasi dapat di fungsikan sebagaimana mestinya.

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

3.1.1. Cara Kerja Alat

Pada prakteknya cara kerja pengolahan air limbah rumah tangga menggunakan metode elektrokoagulasi memiliki beberapa tahap sebelum akhirnya air hasil olahan limbah dapat digunakan untuk kepentingan sanitasi higienis, berikut beberapa langkahnya:

1. Sambungkan sumber tegangan.
2. Nyalakan MCB AC dan DC.
3. Tekan push button START.
4. Motor Pompa AC akan menyedot air dari sumber kedalam WT 01.
5. Ketika sensor level switch pada WT 01 membaca air sudah mencapai level HIGH, maka pompa pada WT 01 akan aktif mendorong air menuju WT 02.
6. Pada WT 02, air limbah memasuki tahap proses elektrokoagulasi.
7. Ketika air limbah pada WT 02 sudah mencapai batas maksimum, selanjutnya air tersebut akan mengalir ke WT 03.
8. Selanjutnya air dari WT 03 akan mengalir ke tahap filtrasi pada FL 01.
9. Air yang sudah melalui FL 01 akan mengalir ke FL 02 untuk filtrasi yang lebih maksimal.
10. Air yang sudah melalui tahap FL 02 berikutnya mengalir ke WT 04 yaitu bak hasil akhir.
11. Hasil air pada bak akhir WT 04 nilai ppm dapat dilihat pada LCD Display yang terletak di pintu panel dan bisa melalui software Blynk.

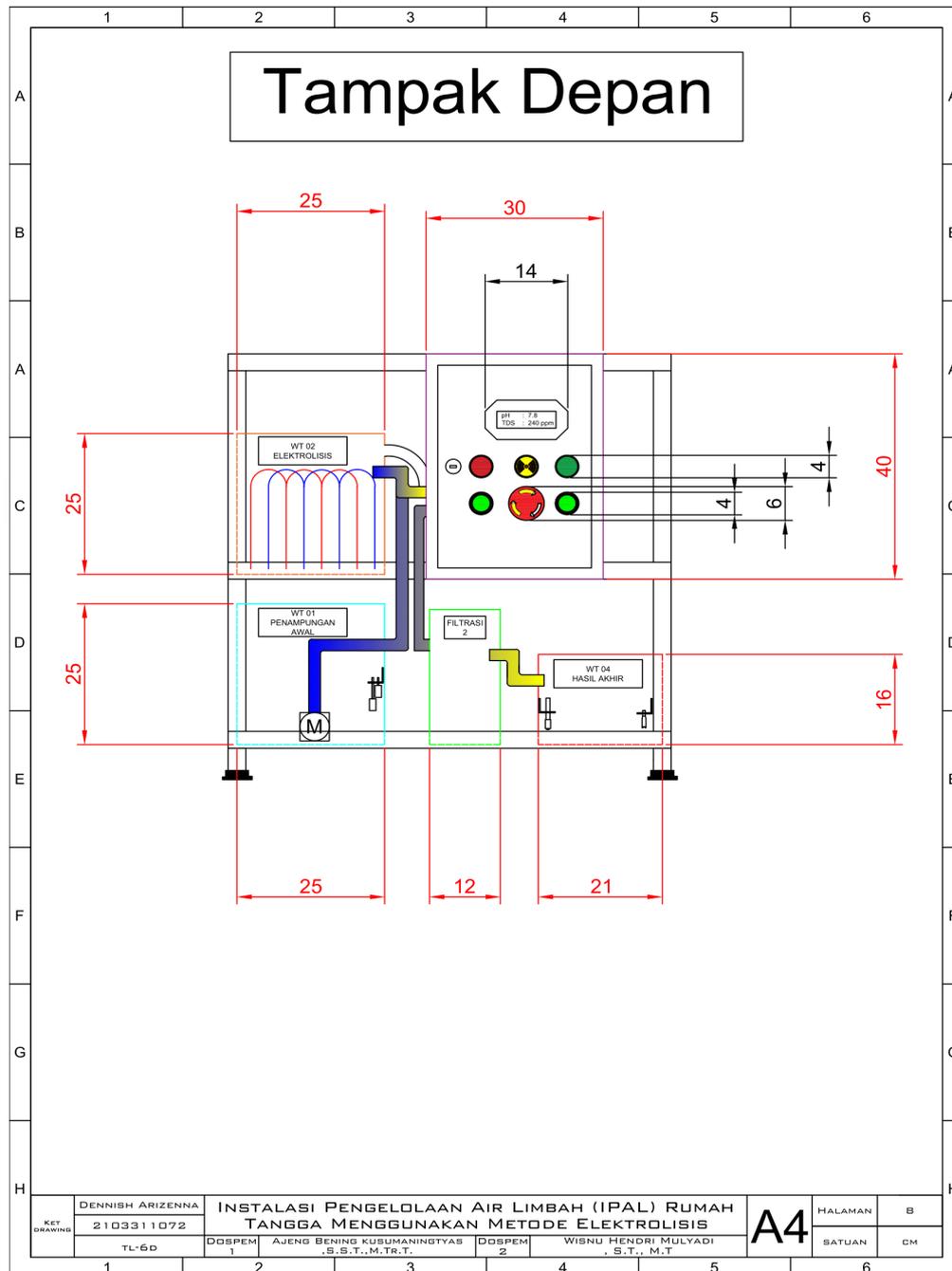


Hak Cipta :

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

3.1.2 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampang

a) Tampak Depan

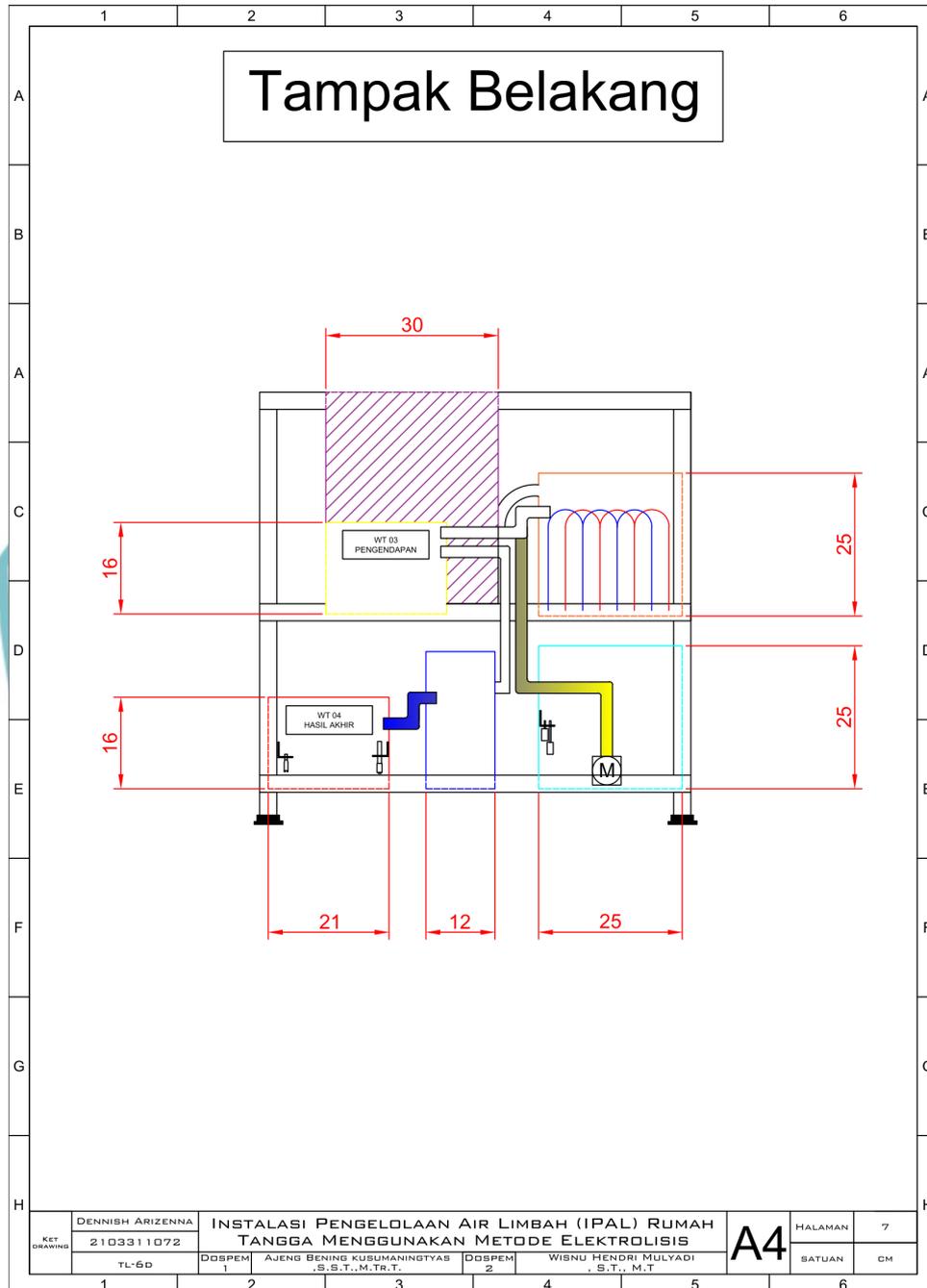


Gambar 3. 1 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampangan Tampak Depan

Pada Gambar 3.1 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampangan yang dilihat dari tampak depan.



b) Tampak Belakang



Gambar 3. 2 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Belakang

Pada Gambar 3.2 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak belakang.

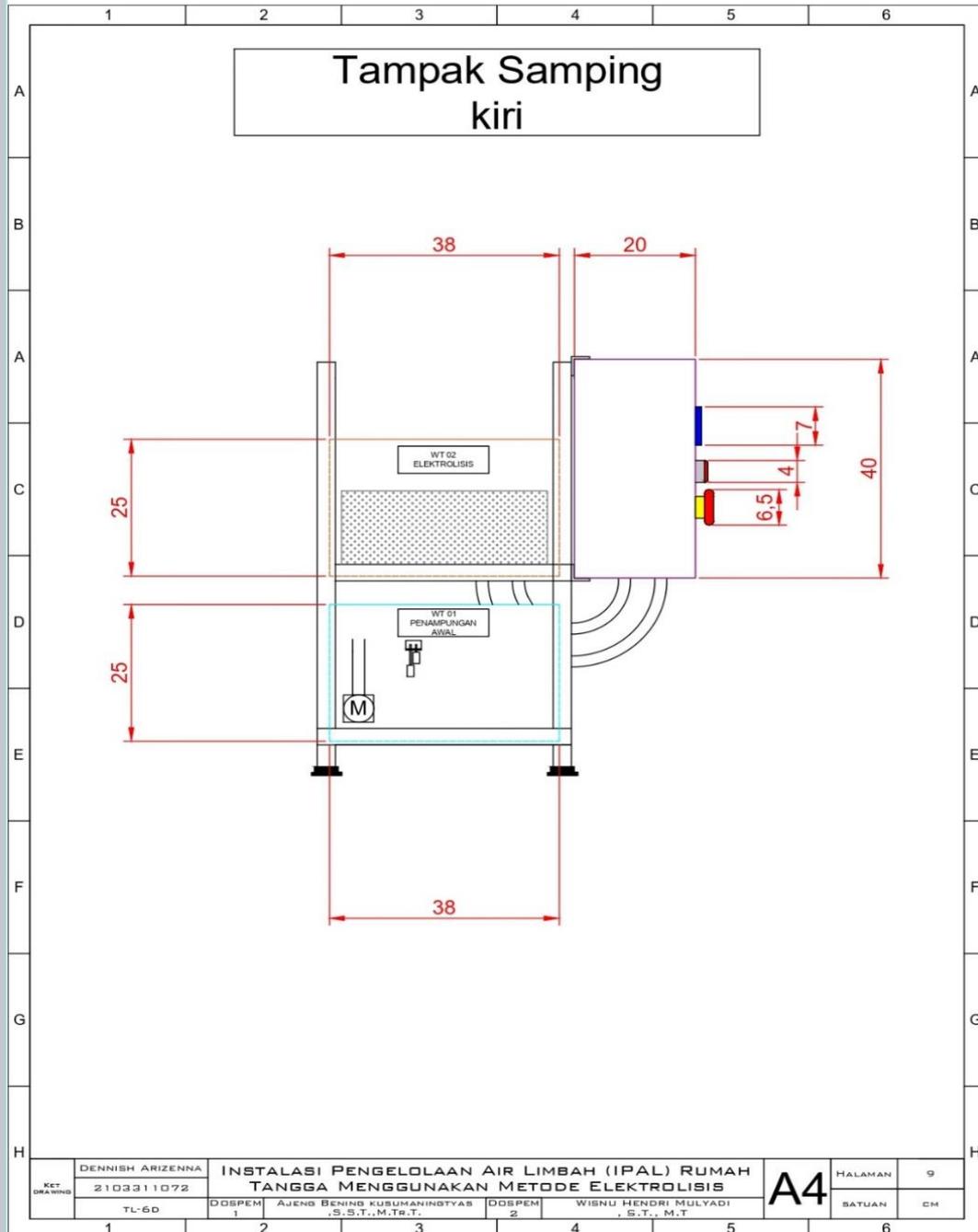
Hak Cipta :

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

c) Tampak Samping Kiri



Gambar 3.3 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Samping Kiri

Pada Gambar 3.3 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak samping kiri.

Hak Cipta :

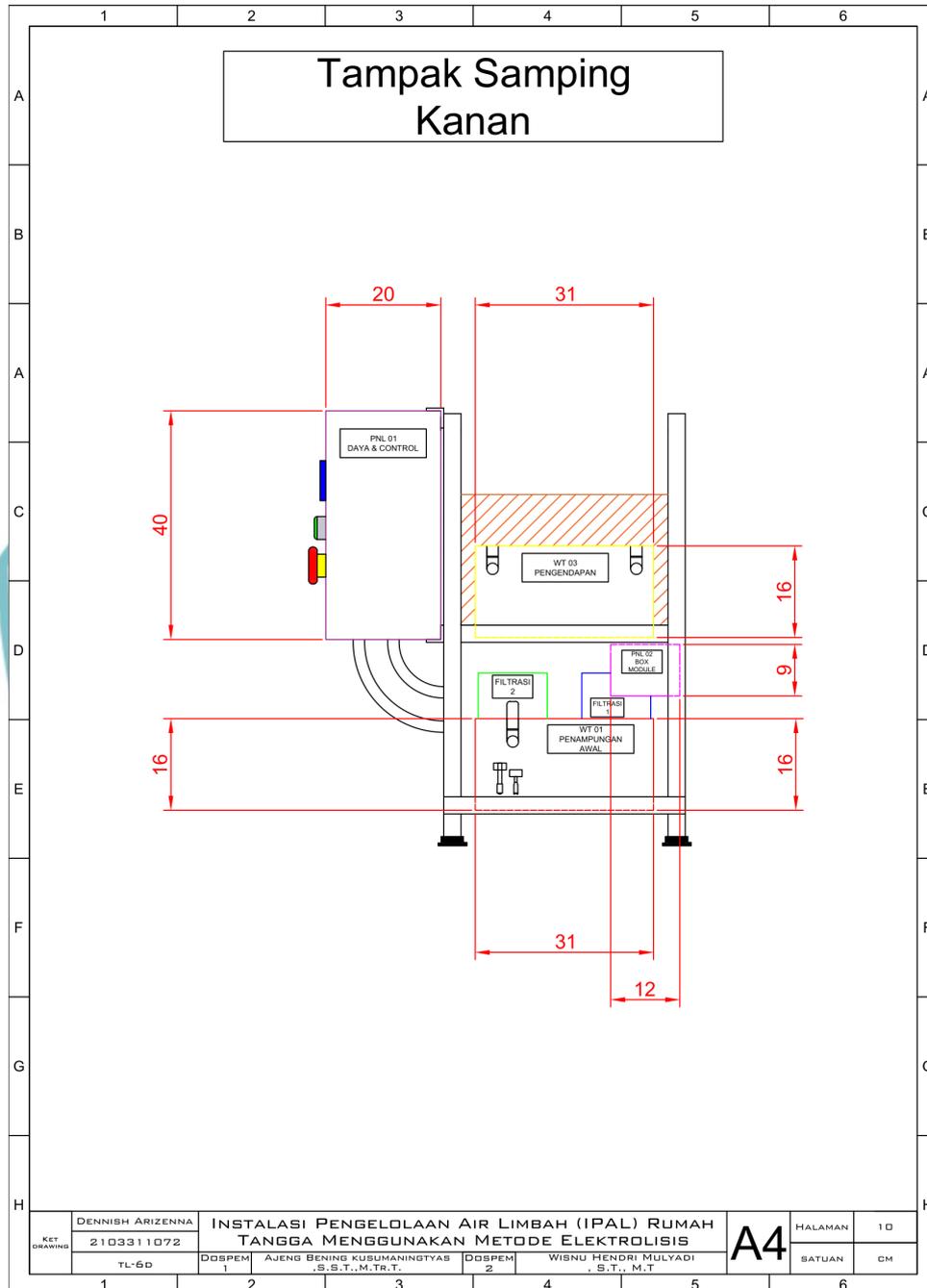
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

d) Tampak Samping Kanan

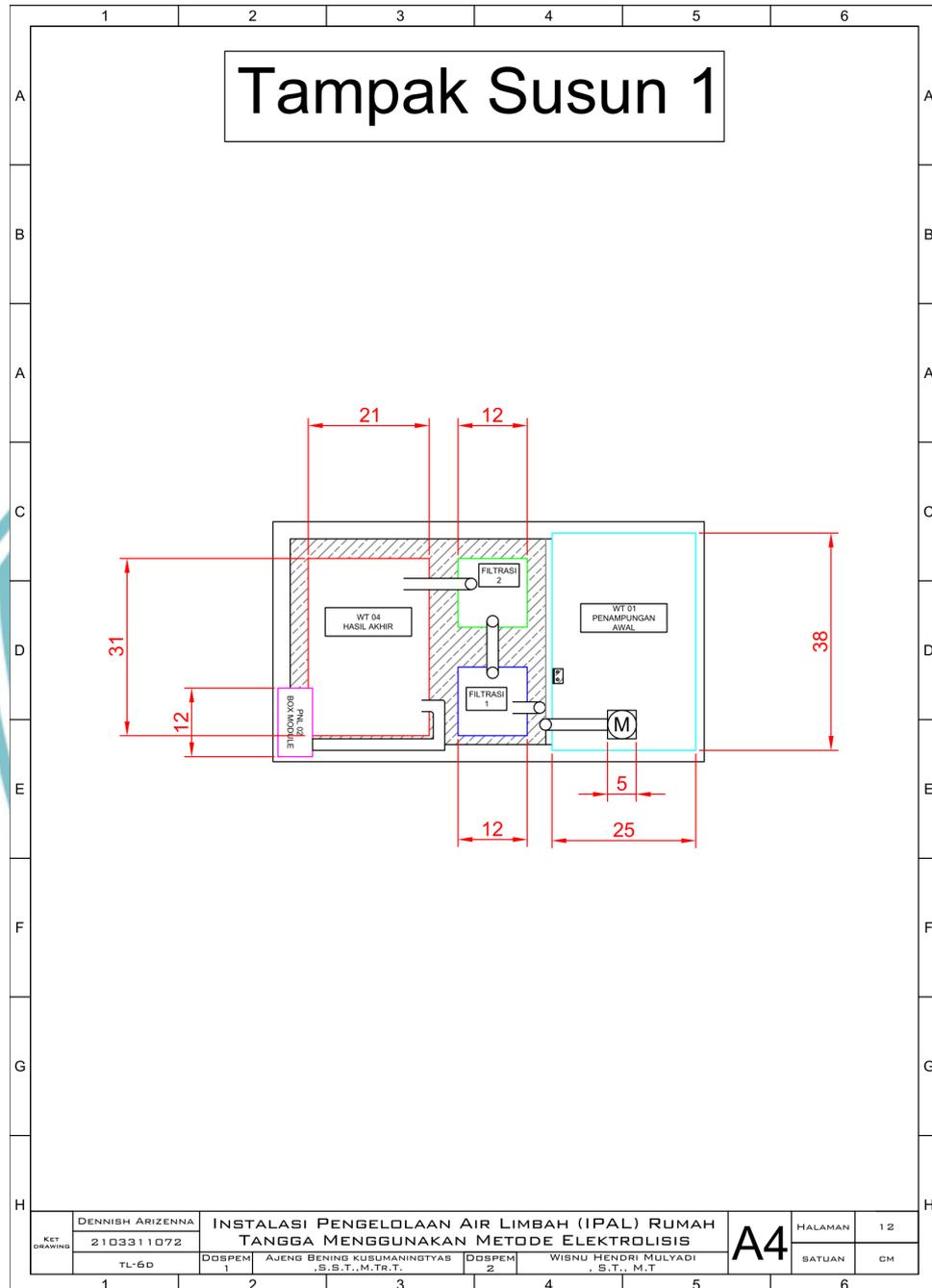


Gambar 3. 4 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Samping Kanan

Pada Gambar 3.4 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak samping kanan.



e) Tampak Atas Susun 1



Gambar 3. 5 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Atas Susun 1

Pada Gambar 3.5 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak atas pada susun 1. Pada susun 1 terdapat

Hak Cipta :

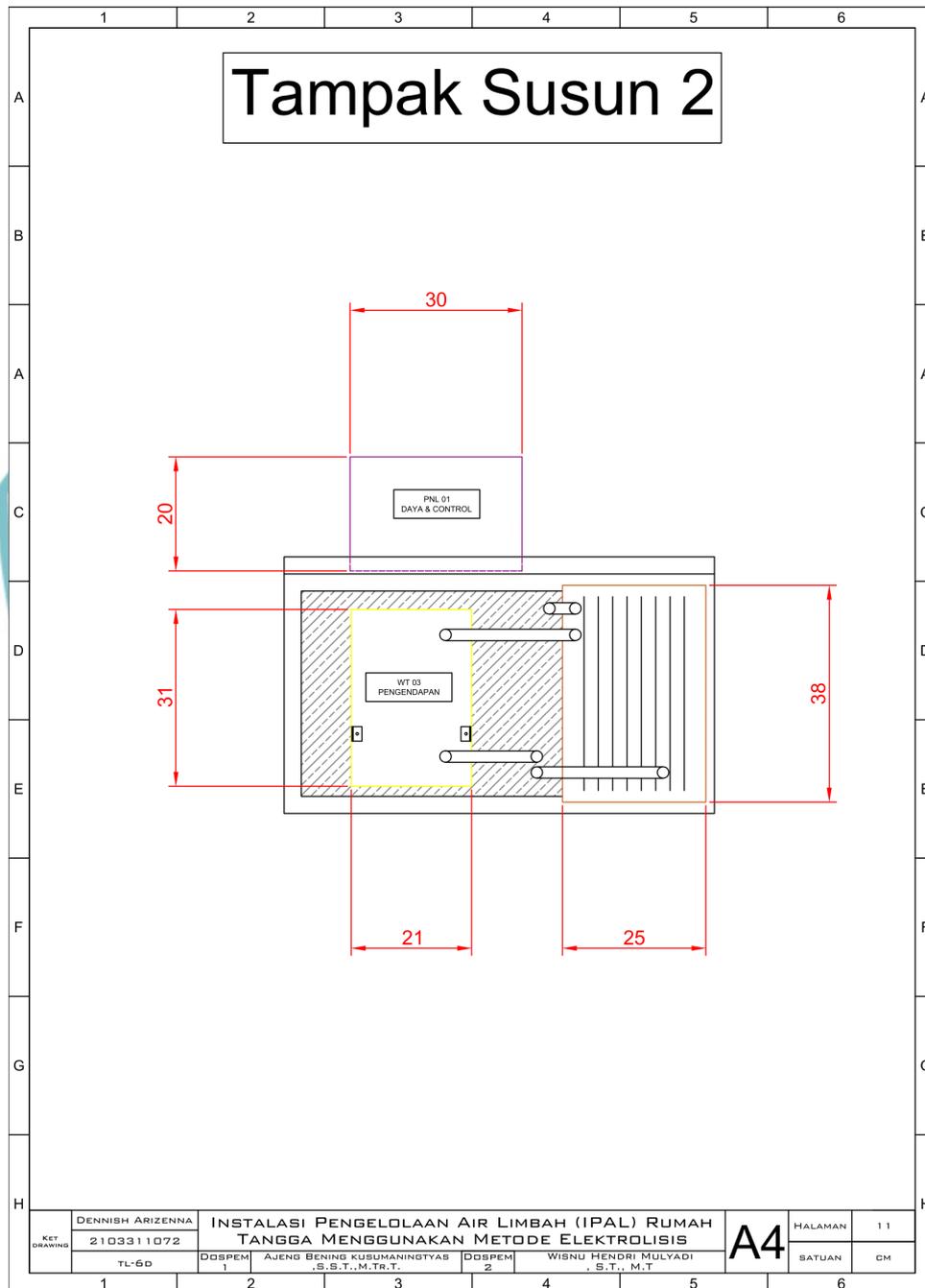
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

f) Tampak Atas Susun 2



Gambar 3. 6 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Atas Susun 2

Pada Gambar 3.6 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak atas pada susun 2. Pada susun 2 terdapat

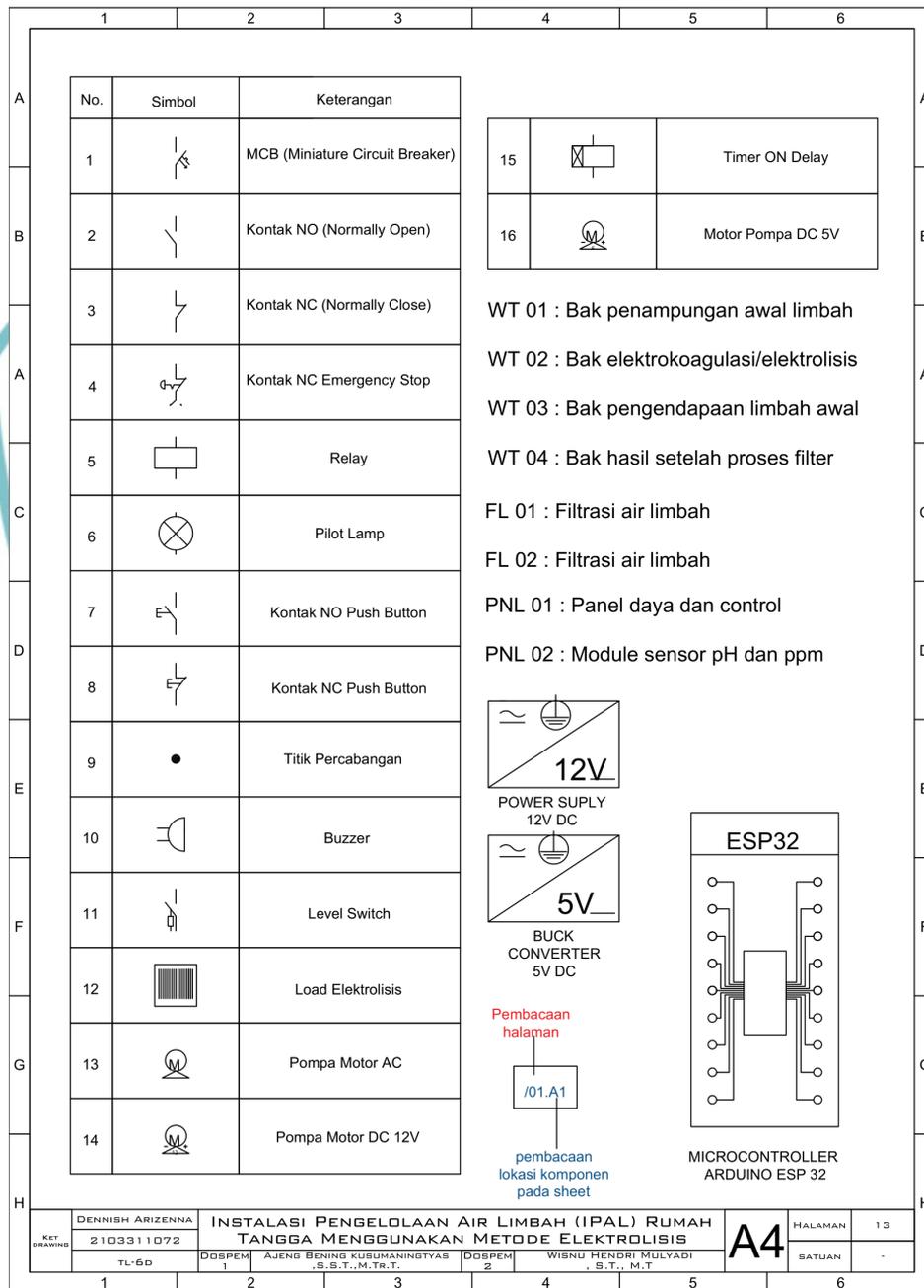


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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

PNL 01 sebagai panel listrik yang letaknya ditempel pada rangka susun 2, bak WT 02 sebagai bak proses elektrokoagulasi, dan bak WT 03 sebagai bak pengendapan.

3.1.3 Rancangan Wiring Diagram

a) Simbol-Symbol Komponen dan Penamaan Komponen



Gambar 3. 7 Simbol-Symbol Komponen dan Penamaan Komponen

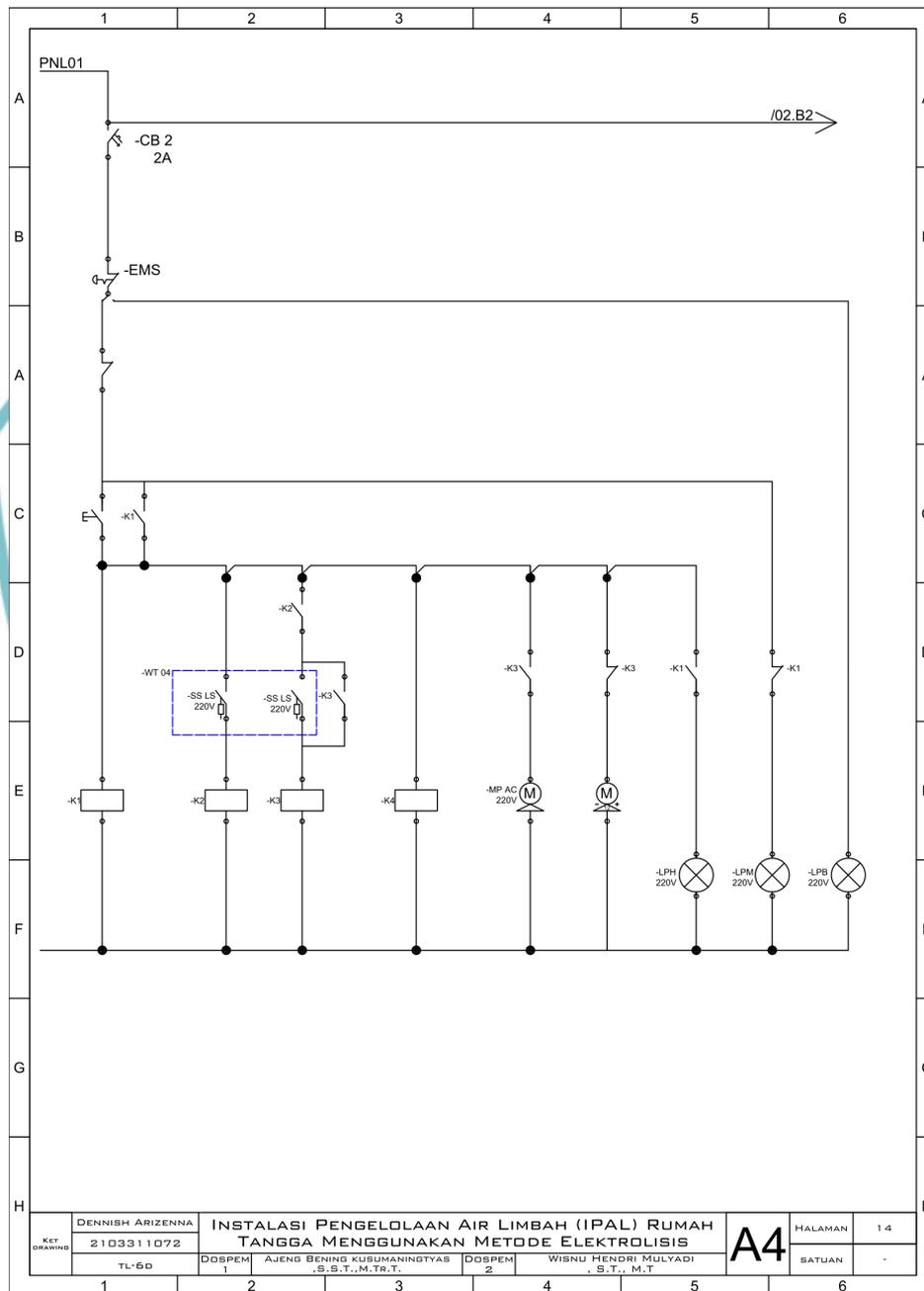


Hak Cipta :

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

Pada Gambar 3.7, dijelaskan simbol-simbol dan penamaan komponen untuk *wiring diagram*.

b) Wiring Diagram Kontrol



Gambar 3. 8 Rancangan *Wiring Diagram* Kontrol

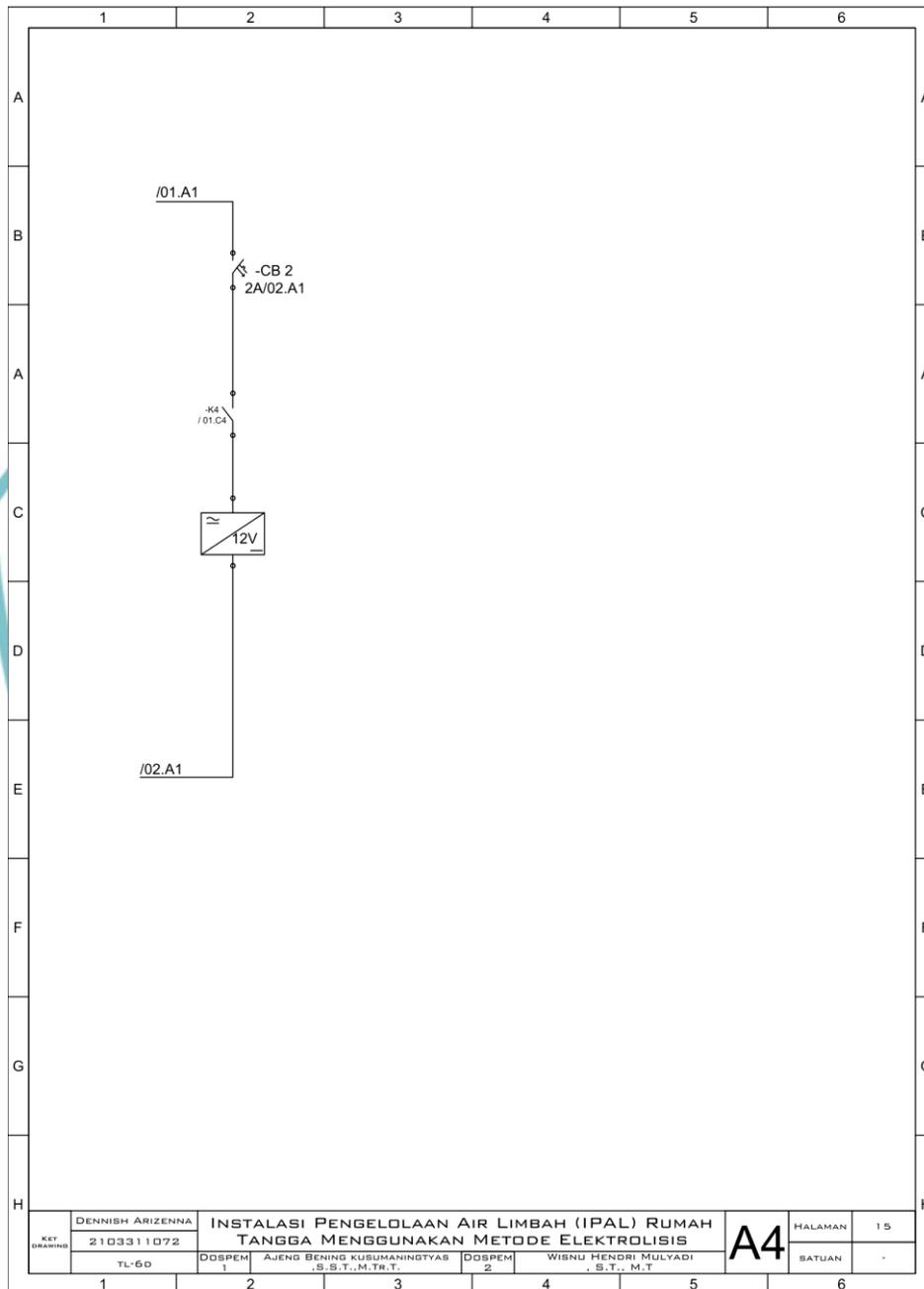
Pada Gambar 3.14, terlihat rancangan diagram kontrol bagian pertama.



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

c) Wiring Diagram Kontrol

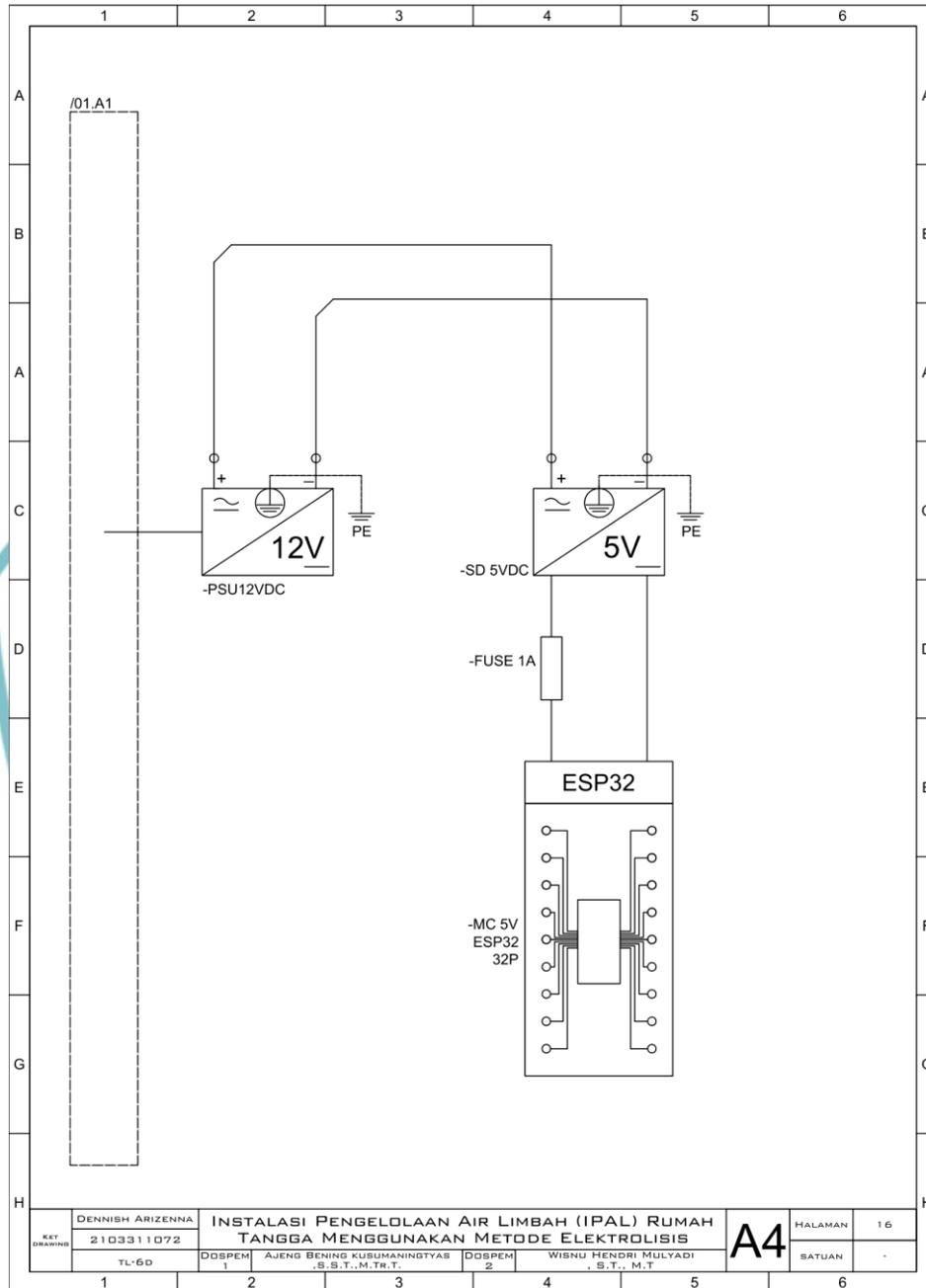


Gambar 3. 9 Rancangan *Wiring Diagram* Kontrol

Pada Gambar 3.9, terlihat rancangan diagram kontrol bagian kedua.



d) Wiring Diagram Kontrol



Gambar 3. 10 Rancangan *Wiring Diagram* Kontrol

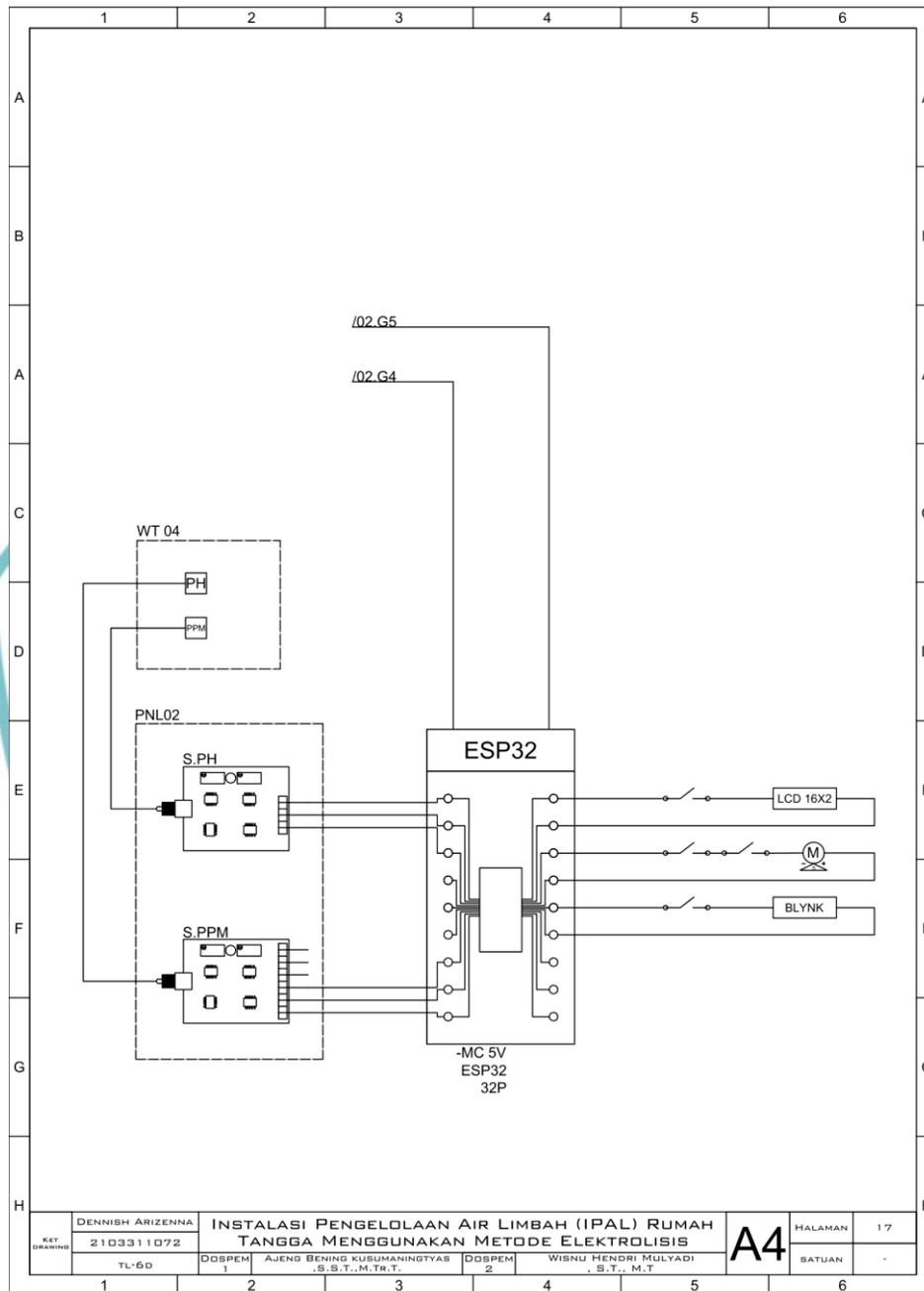
Pada Gambar 3.10, terlihat rancangan diagram kontrol menuju Power Supply 12 VDC yang kemudian diturunkan tegangannya dengan Buck Converter 5 VDC untuk mikrokontroler ESP32.

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



e) Wiring Diagram Kontrol



Gambar 3. 11 Rancangan *Wiring Diagram*

Pada Gambar 3.11, terlihat rancangan diagram kontrol pada sistem mikrokontroler.

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

3.1.4 Deskripsi Alat

Perencanaan prototype alat ini dimaksudkan untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh pembuangan limbah cair, alat berfungsi untuk memisahkan antara zat/partikel-partikel kimia yang berada pada cairan yang nantinya akan mengendapt setelah melewati proses elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi menggunakan sumber daya DC 12V dengan mengandalkan Power Supply sebagai arus penyearah dari tegangan AC berubah menjadi tegangan DC.

Plat aluminium berperan penting sebagai media transfer energi listrik pada proses elektrokoagulasi, plat ini disusun sebanyak 8 lembar. Setiap 4 lembar berpolaritas positif (+/P) dan 4 lembar lainnya berpolaritas negatif (-/N), disusun secara berpola yaitu P-N-P-N.

Filter berfungsi untuk menyaring partikel-partikel halus setelah melewati proses elektrokoagulasi dan bak pengendapan, selain itu filter juga mampu membantu proses penjernihan air untuk mengurangi kekeruhan air. Filtrasi proses terakhir dalam perencanaan alat ini, setelah melewati filter. Air akan terkumpul pada bak penampungan akhir yang akan diketahui berapa nilai ppm nya, menggunakan sensor TDS serta ESP32 sebagai mikrokontrolernya.

Berikut adalah komponen-komponen utama dan pendukung pada alat ini sebagai berikut:

- Push button START yang berfungsi untuk mengaktifkan sistem kelistrikan pada panel, power supply, dan mikrokontroler.
- Push button STOP digunakan untuk mematikan segala sistem yang terdapat pada panel.
- Emergency STOP digunakan untuk bilamana terjadi malfungsi pada kelistrikan.
- Pilot lamp START berfungsi untuk memberikan tanda bahwa sistem pada panel sudah aktif.
- Pilot lamp STOP berfungsi untuk memberikan tanda bahwa sistem pada panel tidak aktif.

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

- Buzzer berfungsi untuk mengeluarkan suara penanda ketika Emergency STOP ditekan.
- LCD I2C berfungsi untuk membaca hasil nilai ppm pada air limbah WT 04 yang sudah diproses.
- MCB berfungsi sebagai *circuit breaker* atau pengaman pada sistem kelistrikan panel.
- Power supply berfungsi sebagai pengubah tegangan AC ke tegangan DC.
- Relay digunakan sebagai kontak NO dan NC pada beban dan level switch.
- Buck converter digunakan untuk menurunkan tegangan dari 12 VDC ke 5 VDC untuk mikrokontroler.
- ESP32 berfungsi sebagai otak dalam sistem mikrokontroler untuk memberikan perintah pembacaan sensor mikrokontroler yang digunakan.
- Fuse digunakan untuk pengaman pada ESP32.
- H3BA berfungsi sebagai timer untuk mengatur pompa yang mengalirkan air dari sumber air limbah menuju WT 01.
- Sensor TDS yang terdiri dari module dan probe berfungsi sebagai pembaca ppm air pada WT 04.
- Pompa air yang terdapat 3 buah, pompa pertama berfungsi untuk mengalirkan sumber air limbah menuju WT 01, pompa kedua berfungsi untuk mengalirkan air limbah pada WT 01 menuju WT 02, pompa ketiga berfungsi untuk mengalirkan hasil air limbah dari WT 04 menuju WT 01.
- WT 01 yaitu *Water Tank* atau bak penampungan yang berfungsi untuk menampung air dari sumber air limbah.
- WT 02 yaitu *Water Tank* atau bak penampungan yang berfungsi sebagai bak proses elektrokoagulasi.
- WT 03 yaitu *Water Tank* atau bak penampungan yang berfungsi sebagai bak pengendapan apabila air limbah yang sudah diproses pada WT 02 masih terdapat limbah padat yang belum terurai secara sempurna.
- FL 01 yaitu bak filtrasi yang didalamnya terdapat pasir silika, pasir zenoid, dan karbon aktif yang berfungsi untuk memfilter air yang sudah diproses agar hasilnya menjadi maksimal.



3.1.5 Spesifikasi Alat

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat

Kapasitas	
Kapasitas bak penampungan awal	20 L
Kapasitas bak elektrokoagulasi	15 L
Kapasitas bak penampungan	3.5 L
Kapasitas bak pengendapan	3.5 L
Kapasitas filter 1	2.5 L
Kapasitas bak filter 2	2.5 L
Kapasitas bak akhir	3.5 L
Dimensi	
Panjang x Lebar x Tinggi	400mm x 750mm x 750mm
Konsumsi daya	
Tegangan	225 V
Arus	1.5 A
Daya	337 W
Material Alat	
Rangka	Besi siku L lubang galvanis
Panel listrik	Besi galvanis
Chamber	Plastik PVC
Sistem filtrasi	
Filtrasi	Multi-tahap filtrasi

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



3.1.6 Spesifikasi Komponen Mikrokontroler

Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen Mikrokontroler

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Buck Converter</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran: 50 * 26 * 11 (P * L * T) (mm) - Temperatur Oprasional: -40c to +85c - Voltage Regulation: 2.5% - Load Regulation: 0.5% - Output ripple: 50mV (max) 20M bandwidth - Switching frequency: 300KHz - Conversion efficiency: 95% (the highest) - Output current: adjustable maximum 5A - Output voltage: 0.8V-30V - Input voltage: 5V-32V
ESP32	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan suplai VIN 5-12V (rekomendasi 7-9V) - Wi-Fi: 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz up to 150 Mbit/s) - Bluetooth: v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE) - 25x digital GPIO (24x GPIO bisa digunakan di dev board ini) - 2 x UART, including hardware flow control RTS CTS - 1 x SPI, 1 x I2C - 15 x ADC input channels, 2 x DAC - Program memory 448 kB - CAN, I2C, I2S, SDIO, SPI, UART - ADC 12-bit - Maximum clock 120 MHz - PWM/timer input/output available on every GPIO pin - OpenOCD debug interface with 32 kB TRAX buffer - SDIO master/slave 50 MHz

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

Nama Komponen	Spesifikasi
	<ul style="list-style-type: none"> - SD-card interface support - Tiga mode operasi AP, STA, dan AP+STA
<i>Expansion ESP32</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Base for ESP32S 38PIN - Expantion I/O - Expantion Power Vcc/GND - Input Power: Type-C, Micro USB, Jack DC - Input jack DC: 7-16V - Dimensi: 7.7 x 5.33 (P*L)
LCD	<ul style="list-style-type: none"> - LCD Karakter 16x2 dengan I2C modul untuk Arduino - Jenis LCM: Karakter - Menampilkan 2 baris X 16-karakter. - Tegangan: 5V DC. - Dimensi modul: 80mm x 35mm x 11mm. - luas area: 64.5mm x 16mm - Fitur IIC / I2C 4 kabel
TDS Sensor Arduino Uno R3	<p>V1.0</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input Voltage: 3.3 ~ 5.5V - Output Voltage : 0 ~ 2.3V - Operating Current: 3 ~ 6mA - TDS Measurement Range: 0 ~ 1000ppm - TDS Measurement Accuracy: ± 10% FS. (25 °C) - Module Size: 42x32mm - Module Interface: PH2.0-3P - Electrode Interface: XH2.54-2P

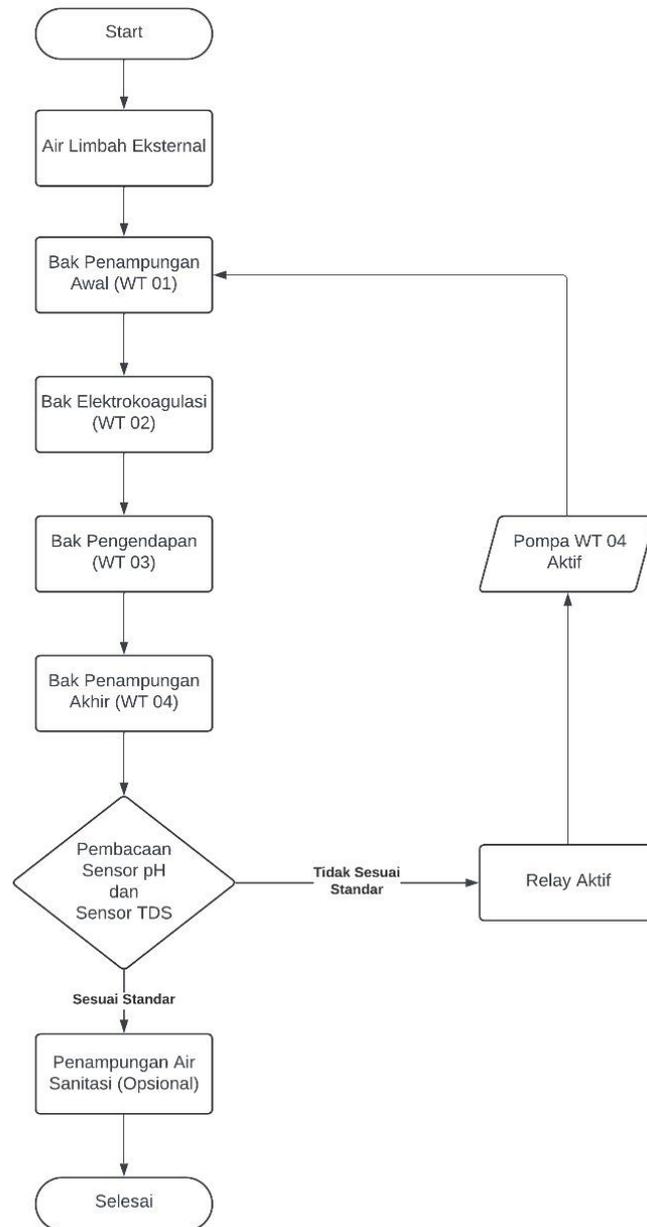


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

3.1.7 Diagram Alir



Gambar 3. 12 Diagram Alir

Gambar 3.12 Merupakan Diagram Alir dari alat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menggunakan metode Elektrokoagulasi.



© 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

Cara Kerja Sistem Pengolahan Air Limbah Menggunakan Metode Elektrokoagulasi:

1. Air pada pusat penampungan limbah mengalir menuju WT 01 yang berfungsi sebagai penampungan awal menggunakan pompa 12VDC.
2. Pada WT 01 akan mengalirkan air limbah menuju WT 02 yaitu bak penampungan proses Elektrokoagulasi dan air limbah akan ditampung memulai proses Elektrokoagulasi selama 1,5 jam yang kemudian akan membentuk flokulasi air limbah serta menurunkan jumlah ppm dalam air.
3. Pada WT 02 setelah selesai proses Elektrokoagulasi maka air hasil penyaringan yang sudah terpisah kemudian membentuk flok-flok pada plat alumunium serta busa-busa hasil pengolahan yang menumpuk di atas permukaan air, kemudian air akan mengalir ke WT 03 dimana proses ini bertujuan untuk mengendapkan sisa-sisa limbah yang tidak bisa dipisahkan saat proses Elektrokoagulasi, seperti pasir, serpihan makanan, dll.
4. Pada WT 03 setelah terjadi pengendapan di dasar bak, air akan langsung dialirkan pada FL 01 dan FL 02 yang terdiri dari media filtrasi seperti karbon aktif, pasir silika, busa filter dll.
5. Pada FL01 & FL02 terjadi proses filtrasi yang bertujuan untuk menyaring sisa-sisa padatan yang terlarut dalam air, serta menyesuaikan hasil padatan pada bak akhir atau WT04.
6. Pada WT04 air hasil pengolahan limbah akan terdeteksi menggunakan sensor pH dan TDS, dimana jika sensor membaca hasil pH dan ppm sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan, maka air akan mengalir menuju bak penampungan sanitasi air, namun jika tidak sesuai maka air akan langsung dipompa kembali menuju bak penampungan awal yang kemudian akan diproses ulang sampai memiliki hasil yang sesuai.

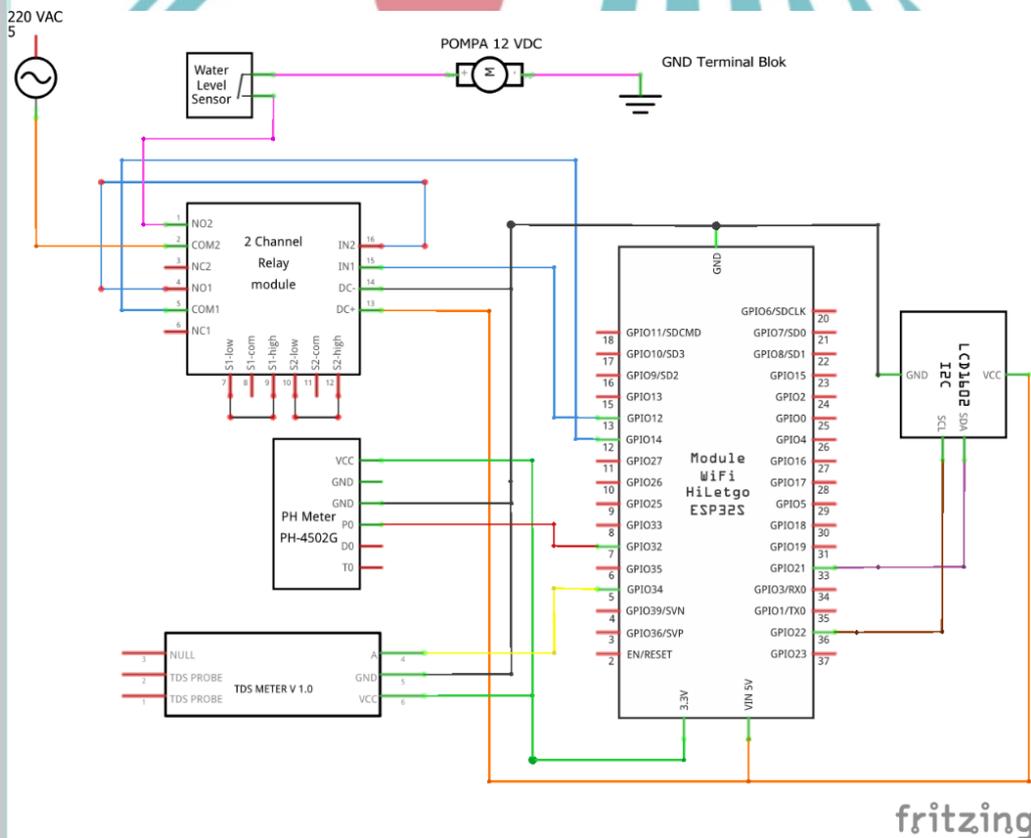


3.2 Realisasi Alat

Realisasi alat menjelaskan tentang rangkaian schematic dari mikrokontroler yang terpasang, konfigurasi aplikasi Blynk, dan program pada Arduino IDE.

3.2.1 Rangkaian Schematic Mikrokontroler

Rangkaian schematic atau rangkaian kontrol pada sistem mikrokontroler yang sudah dirancang sangat berguna untuk membaca input dan output dari tiap-tiap komponen yang terhubung. Dengan menggunakan software Fritzing yang digunakan untuk membuat rangkaian kontrol ini dan mensimulasikannya.



Gambar 3. 13 Rangkaian *Schematic* Mikrokontroler

Pada Gambar 3.13 terdapat rangkaian control pada sistem mikrokontroler yang terpasang. Dengan menggunakan modul ESP32 sebagai otak dari sistem mikrokontroler ini. Terdapat 6 pinout yang terhubung dengan ESP32 ini yaitu diantaranya modul PH-4502C sebagai modul sensor pH, modul sensor TDS, LCD I2C yang digunakan untuk monitoring nilai pH dan TDS dari hasil akhir air limbah,

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



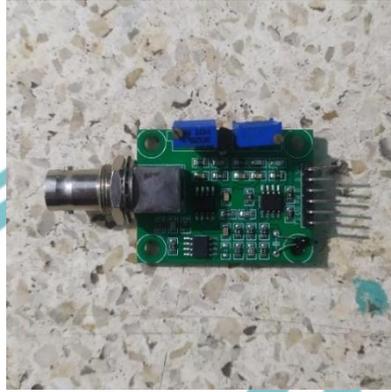
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

dan modul relay dual chanel yang digunakan untuk kontrol pompa DC yang terletak di WT 04.

a) Modul Sensor PH-4502C



Gambar 3. 14 Modul Sensor PH-4502C

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Modul sensor ini terdiri dari 3 kaki pin yaitu pin “Vo” sebagai input sumber tegangan 3,3 VDC, pin GND sebagai grounding, dan pin “Po” sebagai pinout yang terhubung dengan pin 32 pada ESP32. Fungsi dari pin Po yaitu sebagai pin yang terhubung dengan ESP32 untuk mengubah bentuk nilai analog yang terbaca dari modul sensor PH-4502C menjadi nilai digital pada ESP32 yang akan menjadi nilai pembacaan pH dari sensor tersebut.

b) Modul Sensor TDS



Gambar 3. 15 Modul Sensor TDS

Sumber: Dokumentasi Pribadi



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

Modul sensor ini terdiri dari 3 kaki pin yaitu pin “+” sebagai input sumber tegangan 3,3 VDC, pin “-“ sebagai grounding, dan pin “A” sebagai pinout yang terhubung dengan pin 34 pada ESP32. Fungsi dari pin A yaitu sebagai pin yang terhubung dengan ESP32 untuk mengubah bentuk nilai analog yang terbaca dari modul sensor TDS menjadi nilai digital pada ESP32 yang akan menjadi nilai pembacaan TDS dari sensor tersebut.

c) LCD + Modul I2C



Gambar 3. 16 LCD + Modul I2C

Sumber: <https://www.aksesoriskomputerlampung.com/2021/01/lcd-i2c-16x2-blue.html>

LCD Display I2C terdiri dari 4 kaki pin yaitu pin “VCC” sebagai input sumber tegangan 5 VDC, pin “GND” sebagai grounding, pin “SDA” sebagai pinout yang terhubung dengan pin 21 pada ESP32, dan pin “SCL” sebagai pinout yang terhubung dengan pin 22 pada ESP32.

SDA merupakan singkatan dari Serial Data yang berfungsi untuk mengirim dan menerima data antara ESP32 dan LCD I2C. SCL merupakan singkatan dari Serial Clock yang berfungsi untuk menyinkronkan transfer data pada SDA.



© 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

d) Modul Relay Dua Chanel



Gambar 3. 17 Modul Relay *Dual Chanel*

Modul relay *dual chanel* terdapat 4 pin *input*, yaitu:

- DC+ yaitu *input* tegangan 5 VDC dari pin *expansion* ESP32 5VDC.
- DC- yaitu *input* GND dari pin *expansion* ESP32 GND.
- IN 1 yaitu *input* dari pin 12 pada ESP32 sebagai sinyal untuk menyalakan relay 1 berdasarkan pembacaan hasil sensor.
- IN 2 yaitu *input* dari pin NO relay 1 sebagai sinyal untuk menyalakan relay 2 ketika relay 1 berubah menjadi NO.

Terdapat 6 *pinout* relay yang masing-masing relay terdapat 3 *pinout*, yaitu:

1. Relay 1

- NO 1 sebagai pengirim sinyal yang tersambung ke pin IN 2.
- NC 1 tidak terhubung dengan apapun.
- COM 1 yang tersambung ke pin 12 ESP32 sebagai penerima sinyal untuk merubah relay 1 dari NC menjadi NO.

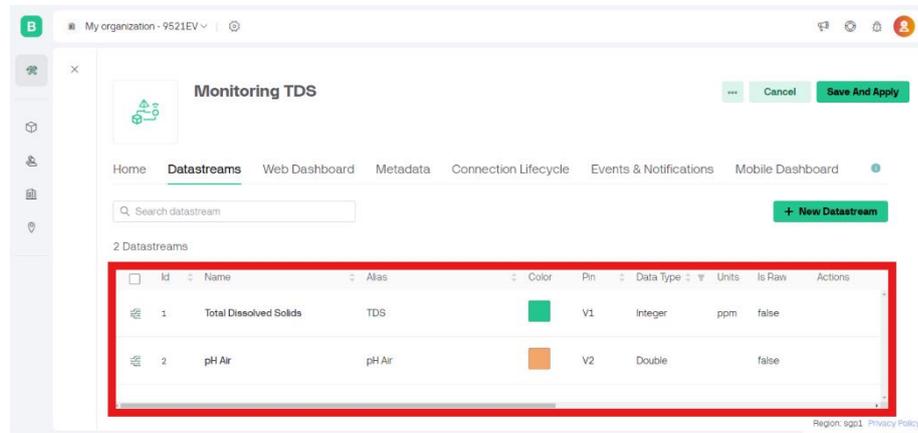
2. Relay 2

- NO 2 sebagai *pinout* pengirim sinyal yang terhubung ke sensor *level switch*.
- NC 2 tidak terhubung dengan apapun.
- COM 2 sebagai *pinout* yang terhubung ke sumber 220 VAC sebagai sinyal untuk menyalakan pompa pada WT 04 ketika hasil pembacaan sensor pada hasil air tidak sesuai nilai pH dan TDS-nya.



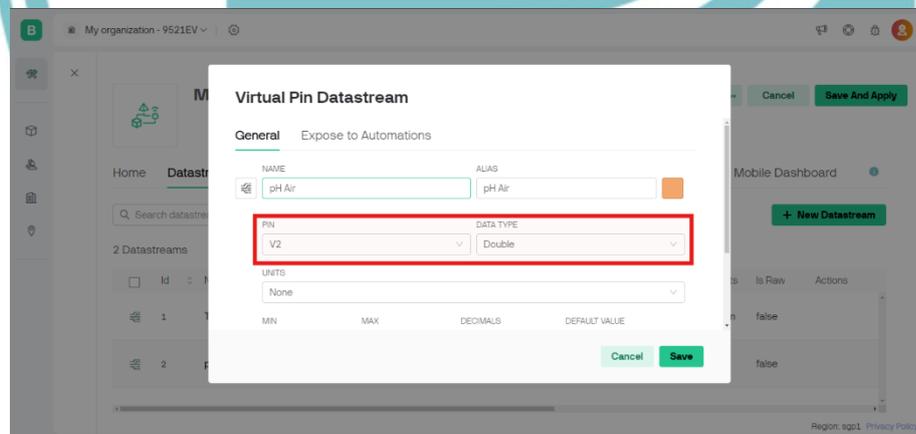
3.2.2 Konfigurasi Blynk

a) Membuat *Datastream*



Gambar 3. 18 Konfigurasi Datastream

Pada konfigurasi Blynk, terdapat 2 *datastream* yang digunakan karena pada sistem ini hanya menggunakan 2 sensor yaitu sensor pH dan sensor TDS.



Gambar 3. 19 Konfigurasi Datastream Sensor pH

Membuat *virtual* pin untuk pembacaan sensor pH yaitu “V2” dan tipe data yang digunakan yaitu “Double” karena untuk hasil pembacaan desimal.

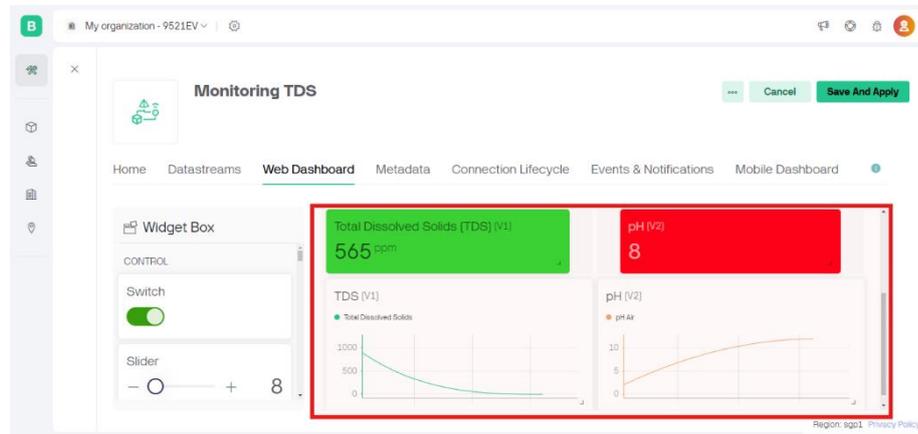
Hak Cipta :

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

b) Membuat Layout pada Website Blynk



Gambar 3. 20 Konfigurasi Layout

Karena kebutuhan pemakaian Blynk hanya untuk monitoring, *widget* yang digunakan hanya hasil pembacaan dan grafik. Terdapat 4 *widget* dalam *layout* yang dibuat, 2 nilai hasil pembacaan sensor yaitu dari sensor pH dan sensor TDS, dan 2 grafik sebagai representasi visual dari hasil pembacaan sensor yaitu dari sensor pH dan sensor TDS.



Gambar 3. 21 Konfigurasi Widget

Pada setiap *widget* harus dimasukan *datastream* yang telah dibuat agar *widget* tersebut bisa membaca apa yang diperintahkan. Dengan cara meng-klik *widget* tersebut lalu akan muncul simbol “roda gigi” seperti gambar 3.21 lalu klik untuk mengkonfigurasinya.

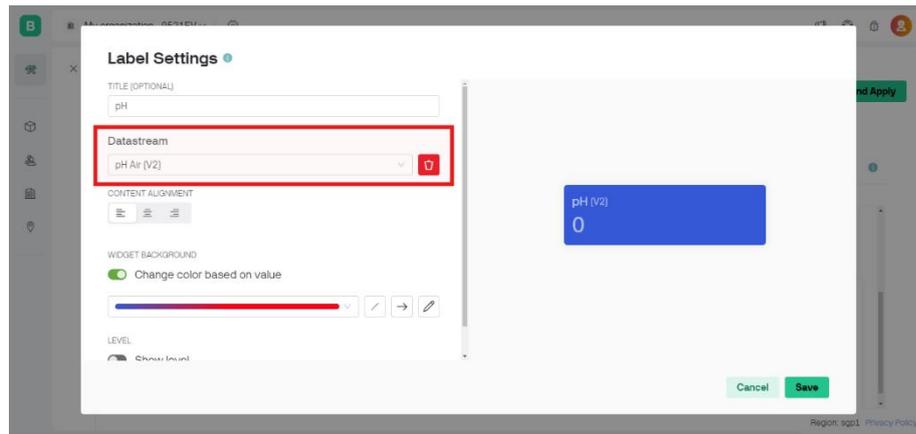
Hak Cipta :

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



Gambar 3. 22 Konfigurasi Widget

Akan muncul tampilan pengaturan *widget* seperti pada gambar 3.22, masukan *datastream* yang telah dibuat yaitu “V2” sesuai dengan judul *widget* yaitu “pH Air”, lalu simpan dengan cara klik “save”.

c) Membuat Layout pada Aplikasi Blynk



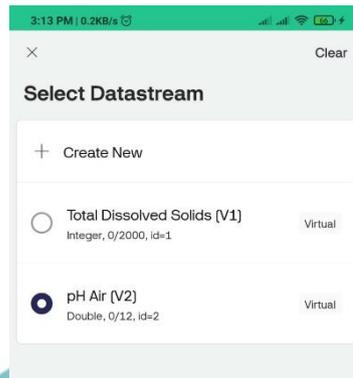
Gambar 3. 23 Layout Pada Aplikasi Blynk

Membuat *layout* pada aplikasi Blynk sama seperti yang ada di *website* dan mengkonfigurasi setiap *widget* dengan *datastream* yang telah dibuat.



Hak Cipta :

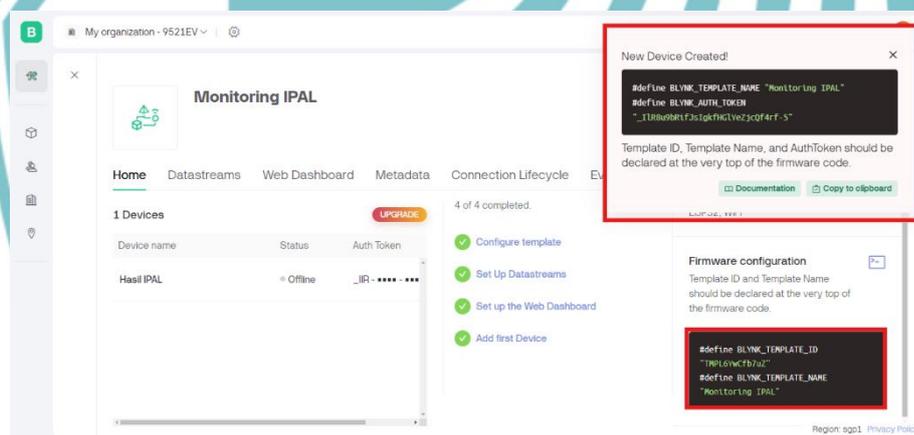
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 3. 24 Konfigurasi Widget Pada Aplikasi Blynk

Dari gambar 3.24 memilih *datastream* untuk *widget* pembacaan “pH Air”.

d) Konfigurasi Blynk



Gambar 3. 25 Konfigurasi Firmware

Ketika sudah membuat *layout* pada *website* Blynk, akan terdapat kode *firmware* yang harus dimasukkan kedalam program yang dibuat sesuai pada kotak merah yang ada pada gambar 3.25.

3.2.3 Pemrograman Sistem Mikrokontroler

Pada sistem mikrokontroler ini menggunakan *hardware* ESP32 dan *software* untuk memprogram sistem ini menggunakan Arduino IDE. Dengan menggunakan LCD I2C sebagai monitoring nilai ppm untuk hasil air limbah yang sudah terproses, dan menggunakan aplikasi yang terintegrasi dengan ESP32 yaitu Blynk agar bisa monitoring dari jarak jauh. Nilai pembacaan dari aplikasi Blynk



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

sama seperti pembacaan pada LDC *Display*. Berikut program yang digunakan dalam sistem mikrokontroler ini,

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6GGylHVM6"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring TDS"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "6yFAQ-MuL8eAs7HMgPXT7sA3tTdUbn1i"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include "WiFi.h"
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// untuk PPM
const int analogPin = 34; // Pin ADC yang terhubung dengan sensor
TDS
const float VREF = 3.3; // Tegangan referensi ADC

// untuk Blynk
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN; // Token otentikasi dari Blynk
char ssid[] = "Kopet_Home"; // Nama WiFi
char pass[] = "1234567890"; // Kata sandi WiFi

// untuk pH
const int ph_Pin = 32;
float Po = 0;
float PH_step;
int nilai_analog_PH;
double TeganganPh;

// untuk kalibrasi pH
float PH4_voltage = 3.15; // Ganti dengan tegangan sebenarnya
dari larutan pH 4
float PH7_voltage = 2.5; // Ganti dengan tegangan sebenarnya
dari larutan pH 7

// untuk relay
const int relayPin = 12; // Pin IN relay
const int relayComPin = 14; // Pin COM relay

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  lcd.init(); // Inisialisasi LCD
  lcd.backlight(); // Nyalakan backlight LCD
  lcd.clear(); // Bersihkan layar LCD
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Nilai TDS dan pH");
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print("Hasil IPAL");

  Blynk.begin(auth, ssid, pass); // Memulai koneksi ke server
  Blynk

  // Inisialisasi sensor PPM
  pinMode(analogPin, INPUT);
  // Inisialisasi sensor pH
  pinMode(ph_Pin, INPUT);
```

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 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

```
// Inisialisasi relay
pinMode(relayPin, OUTPUT);
digitalWrite(relayPin, LOW); // Mematikan relay pada awalnya
pinMode(relayComPin, OUTPUT);
digitalWrite(relayComPin, LOW); // Mematikan relay COM pada
awalnya
}

void loop() {
  // sensor PPM
  int sensorValue = analogRead(analogPin); // Baca nilai analog
  dari sensor TDS
  Serial.print("Nilai ADC TDS: ");
  Serial.println (sensorValue);
  float voltage = sensorValue * (VREF / 4095.0); // Konversi
  nilai ADC ke tegangan
  float tdsValue = (133.42 * voltage * voltage * voltage - 255.86
  * voltage * voltage + 857.39 * voltage) * 0.8; // Rumus konversi
  tegangan ke TDS dalam ppm
  Serial.print("Nilai TDS: ");
  Serial.print(tdsValue, 0);
  Serial.println(" ppm");

  // sensor pH
  nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
  Serial.print("Nilai ADC pH: ");
  Serial.println(nilai_analog_PH);
  TeganganPh = VREF / 4095.0 * nilai_analog_PH;
  Serial.print("TeganganPh: ");
  Serial.println(TeganganPh, 3);

  PH_step = (PH4_voltage - PH7_voltage) / 3.0; // Perubahan
  tegangan per satuan pH
  Po = 7.00 + ((PH7_voltage - TeganganPh) / PH_step); // Hitung
  nilai pH
  Serial.print("Nilai PH cairan: ");
  Serial.println(Po, 2);

  // Kontrol relay berdasarkan kondisi sensor
  if (tdsValue > 500 || Po < 6.5 || Po > 8.5) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Hidupkan relay
    digitalWrite(relayComPin, HIGH); // Hidupkan relay COM
    Serial.println("Relay dihidupkan karena kondisi sensor
    terpenuhi");
  } else {
    digitalWrite(relayPin, LOW); // Matikan relay
    digitalWrite(relayComPin, LOW); // Matikan relay COM
    Serial.println("Relay dimatikan karena kondisi sensor tidak
    terpenuhi");
  }

  lcd.clear(); // Bersihkan layar LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("TDS: ");
  lcd.print(tdsValue);
  lcd.print(" ppm");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("pH: ");
}
```


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

```

lcd.print(Po);

// Kirim nilai ke Blynk
Blynk.virtualWrite(V1, tdsValue); // Mengirim nilai PPM ke pin
virtual V1 di Blynk
Blynk.virtualWrite(V2, Po); // Mengirim nilai pH ke pin virtual
V2 di Blynk

Blynk.run();
delay(2000); // Tunda selama 2 detik
}

```

3.2.3.1 Konfigurasi Awal

Pada konfigurasi awal, terdapat program untuk memberikan perintah pembacaan seperti *library* yang digunakan, *firmware* Blynk, dan konfigurasi sensor yang digunakan.

a) Konfigurasi Blynk dengan Program

```

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6GGylHVM6"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring TDS"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "6yFAQ-
MuL8eAs7HMgPXT7sA3tTdUbnli"
#define BLYNK_PRINT Serial

```

Pada baris tersebut, terdapat konfigurasi *firmware* dari Blynk yang harus dimasukkan pada baris pertama di program. Hal ini bertujuan untuk menghubungkan Blynk dengan ESP32 agar bisa membaca hasil pembacaan sensor.

b) Konfigurasi *Library*

```

#include "WiFi.h"
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

```

Konfigurasi *library* bertujuan untuk membaca kode program karena didalam program yang telah dibuat terdapat *function*, *module*, dan *class* sehingga ketika *library* ditulis dalam seperti kode program diatas maka tidak perlu menulis secara manual lagi.

```
#include "WiFi.h"
```

Library “WiFi.h” digunakan untuk mengkonfigurasi ESP32 terhubung ke internet.

```
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
```

Library “BlynkSimpleEsp32.h” digunakan untuk mengkonfigurasi ESP32 terhubung dengan Blynk.



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

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Library “LiquidCrystal_I2C.h” digunakan untuk mengkonfigurasi LCD *Display* + I2C agar dapat membaca hasil pembacaan sensor.

c) Konfigurasi Wifi Untuk Koneksi Blynk

```
Char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN; // Token otentikasi
dari Blynk
char ssid[] = "Kopet_Home"; // Nama WiFi
char pass[] = "1234567890"; // Kata sandi WiFi
```

Konfigurasi *wifi* bertujuan untuk menghubungkan ESP32 dengan internet agar bisa mengirim data ke Blynk melalui *virtual pin* dari *datastream* yang telah dibuat. SSID dan *Password* yang tertulis harus sesuai dengan jaringan yang tersedia.

d) Konfigurasi Sensor ppm

```
// untuk ppm
const int analogPin = 34;
const float VREF = 3.3;
```

Konfigurasi ini bertujuan untuk memberikan perintah ke ESP32 bahwa *analog pin* atau pin “P_o” pada modul sensor pH yang berfungsi untuk membaca nilai ppm berupa nilai analog terhubung dengan pin 32 pada ESP32.

```
int sensorValue = analogRead(analogPin);
```

int atau nilai terhitung pada *sensorValue* diartikan sebagai bahwa *sensorValue* digunakan sebagai pembacaan hasil akhir dalam bentuk digital nantinya dan dideklarasikan dengan *analogRead(analogPin)*

e) Konfigurasi Relay

```
// untuk relay
const int relayPin = 12; // Pin IN relay
const int relayComPin = 14; // Pin COM relay
```

Konfigurasi relay ini bertujuan untuk memberikan perintah ke ESP32 bahwa pin relay yang terhubung yaitu pada pin 12 dan pin 14 ESP32 yang nantinya untuk memberikan sinyal berdasarkan program.

3.2.3.2 Konfigurasi Void Setup

Void setup berfungsi untuk menuliskan *settingan* pin dan juga *settingan library* dan *void setup* hanya berjalan satu kali pada saat pertama kali program dijalankan.



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

a) Inisialisasi LCD + I2C

```
lcd.init(); // Inisialisasi LCD
lcd.backlight(); // Nyalakan backlight LCD
lcd.clear(); // Bersihkan layar LCD
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Nilai TDS dan pH");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("Hasil IPAL");
```

Inisialisasi tersebut digunakan untuk memunculkan tulisan pada LCD *Display* saat program pertama kali dijalankan.



Gambar 3. 26 Start LCD

Sumber: Dokumentasi Pribadi

b) Inisialisasi Blynk

```
Blynk.begin(auth, ssid, pass);
```

Inisialisasi tersebut digunakan untuk menyambungkan Blynk dengan internet dan token yang terhubung dengan *device* yang sudah dibuat pada *website* Blynk.

c) Inisialisasi Sensor pH dan Sensor TDS

```
pinMode(analogPin, INPUT);
pinMode(ph_Pin, INPUT);
```

Inisialisasi tersebut digunakan untuk membaca *input* pada ESP32 yang terhubung dengan masing-masing pin pembacaan pada modul sensor.

d) Inisialisasi Relay

```
pinMode(relayPin, OUTPUT);
digitalWrite(relayPin, LOW);
pinMode(relayComPin, OUTPUT);
digitalWrite(relayComPin, LOW);
```

Inisialisasi relay digunakan agar relay pada saat dinyalakan dalam kondisi "LOW".



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

3.2.3.3 Konfigurasi *Void Loop*

Void loop berfungsi untuk menjalankan program secara berulang tanpa batas sesuai dengan *settingan* yang ditentukan sendiri.

a) Program Pembacaan Sensor ppm

```
int sensorValue = analogRead(analogPin);
Serial.print("Nilai ADC TDS: ");
Serial.println (sensorValue);
float voltage = sensorValue * (VREF / 4095.0);
float tdsValue = (133.42 * voltage * voltage *
voltage - 255.86 * voltage * voltage + 857.39 *
voltage) * 0.8;
Serial.print("Nilai TDS: ");
Serial.print (tdsValue, 0);
Serial.println(" ppm");
```

Program diatas merupakan program untuk membaca hasil nilai ppm dalam bentuk nilai digital yang sebelumnya dikirim dari modul sensor ppm yaitu berupa nilai analog.

```
(1) int sensorValue = analogRead(analogPin);
(2) Serial.print("Nilai ADC TDS: ");
(3) Serial.println (sensorValue);
```

- Pada baris (1) merupakan pembacaan nilai analog yang terbaca pada modul sensor ppm.
- Pada baris (2) merupakan perintah untuk penulisan “Nilai ADC TDS: “ yang akan muncul di *serial monitor*
- Pada baris (3) merupakan perintah untuk menampilkan nilai yang terbaca oleh baris (1) yang kemudian akan tampil di *serial monitor*.

```
(1) float voltage = sensorValue * (VREF / 4095.0);
(2) float tdsValue = (133.42 * voltage * voltage *
voltage - 255.86 * voltage * voltage + 857.39 *
voltage) * 0.8;
(3) Serial.print("Nilai TDS: ");
(4) Serial.println(" ppm");
```

- Pada baris (1) dan (2) merupakan perintah untuk menghitung tegangan ppm.
- Pada baris (3) merupakan perintah untuk penulisan “Nilai TDS: “ yang akan muncul di *serial monitor*.
- Pada baris (4) merupakan perintah untuk menampilkan nilai tegangan dari hasil perhitungan oleh baris (1) dan (2) yang kemudian akan tampil di *serial monitor*.



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

```
(1) if (tdsValue > 500 || Po < 6.5 || Po > 8.5) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    digitalWrite(relayComPin, HIGH);
    Serial.println("Relay dihidupkan karena kondisi
    sensor terpenuhi");
}
(2) else {
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    digitalWrite(relayComPin, LOW);
    Serial.println("Relay dimatikan karena kondisi
    sensor tidak terpenuhi");
}
```

- Pada baris (1) terdapat perintah “if” yang memerintahkan ketika hasil air pada pembacaan sensor TDS lebih dari 500 dan pada pembacaan sensor pH kurang dari 6,5 dan lebih dari 8,5 maka sensor akan mendeteksi “HIGH” sehingga relay akan mengontak.
- Pada baris (2) terdapat perintah “else” yang memerintahkan ketika hasil air pada pembacaan sensor TDS kurang dari 500 dan pada pembacaan sensor pH hasilnya diantara 6,5 sampai 8,5 maka sensor akan mendeteksi “LOW” yang berarti hasil nilai pH dan TDS pada air tersebut sesuai.

```
(1) lcd.clear(); // Bersihkan layar LCD
(2) lcd.setCursor(0, 0);
(3) lcd.print("TDS: ");
(4) lcd.print(tdsValue);
(5) lcd.print(" ppm");
(6) lcd.setCursor(0, 1);
(7) lcd.print("pH: ");
(8) lcd.print(Po);
```

- Pada baris (1) memerintahkan LCD *Display* untuk membersihkan layarnya setelah inisialisasi dari *void setup* diawal.
- Pada baris (2), (3), (4), dan (5) merupakan perintah untuk menampilkan hasil pembacaan nilai TDS dari perhitungan “tdsValue” pada LCD *Display*.
- Pada baris (6), (7), dan (8) merupakan perintah untuk menampilkan hasil pembacaan nilai pH dari perhitungan “Po” pada LCD *Display*.

```
(1) Blynk.virtualWrite(V1, tdsValue);
(2) Blynk.virtualWrite(V2, Po);
(3) Blynk.run();
```

- Pada baris (1) merupakan perintah untuk mengirimkan hasil pembacaan sensor TDS ke *virtual pin* “V1” Blynk sesuai dengan *datastream* yang telah dibuat sebelumnya.



© 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Pada baris (2) merupakan perintah untuk mengirimkan hasil pembacaan sensor pH ke *virtual pin* “V2” Blynk sesuai dengan *datastream* yang telah dibuat sebelumnya.
- Pada baris (3) merupakan perintah untuk Blynk agar mulai membaca data yang dikirim dari ESP32 yaitu pada baris (1) dan (2).

```
delay(2000);
```

Delay merupakan perintah untuk memberi jeda waktu pada program untuk mengulang program pada *void loop* dalam satuan *millisecond*.

3.2.3.4 Kontrol Pompa WT04

Pada bak WT 04 terdapat pompa DC yang digunakan untuk memompa air pada WT 04 menuju WT 01 jika kondisi dimana hasil air limbah pada WT 04 apabila nilai ppm yang terbaca oleh Sensor TDS diluar dari standar **PERMENKES NO. 32 Tahun 2017** yaitu senilai ≤ 500 ppm.

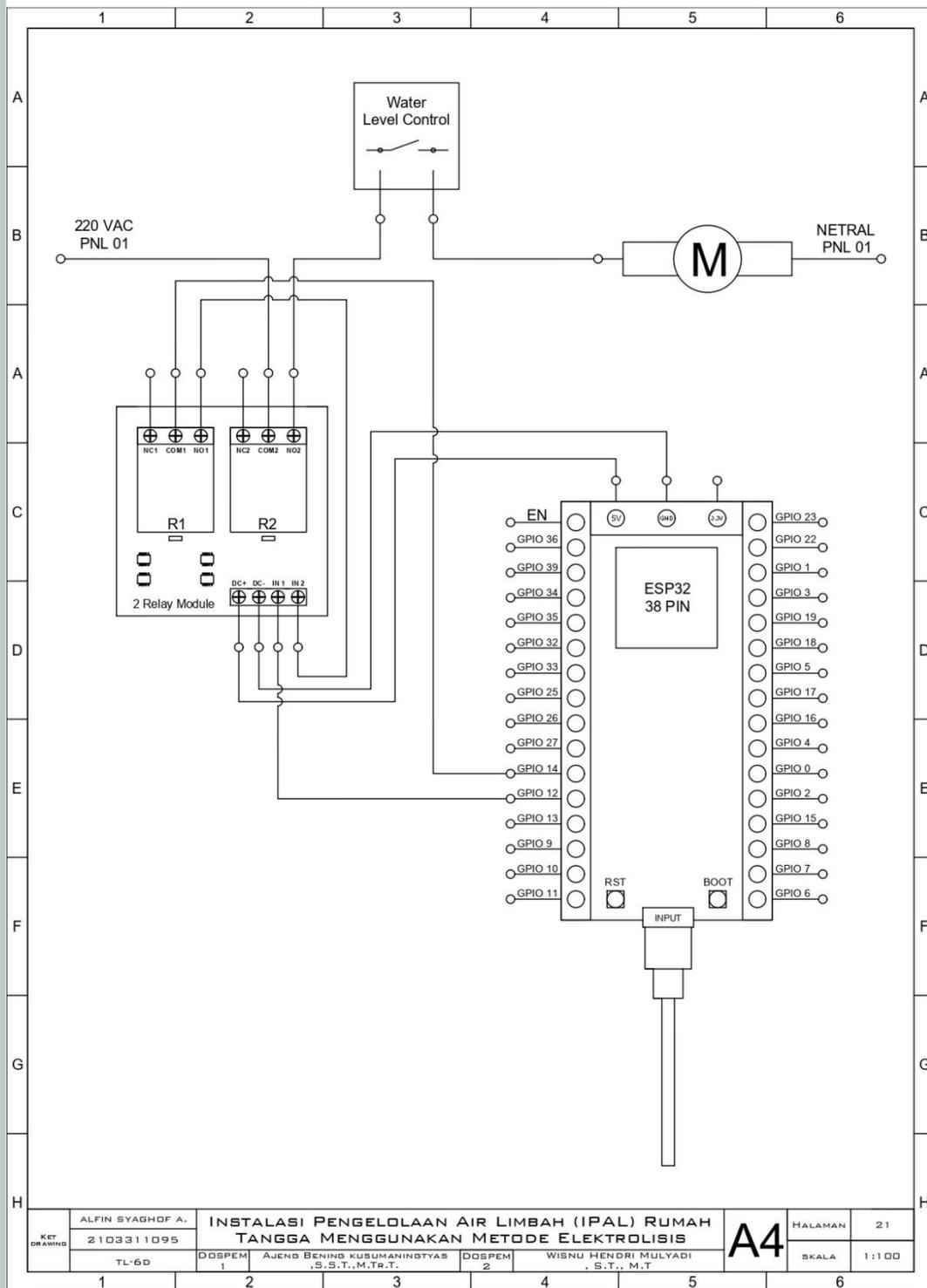
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3.27 Rangkaian Kontrol Pompa WT 04

Pada Gambar 3.27 terdapat rangkaian dari sistem kontrol pompa yang berada di WT 04, pompa tersebut berfungsi untuk mengalirkan air dari WT 04



menuju ke WT 01 apabila nilai ppm berdasarkan pembacaan Sensor TDS tidak sesuai standar **PERMENKES No. 32 Tahun 2017**.

```
// Kontrol relay berdasarkan kondisi sensor
if (tdsValue > 500 || Po < 6.5 || Po > 8.5) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    digitalWrite(relayComPin, HIGH);
    Serial.println("Relay dihidupkan karena hasil air TIDAK
MEMENUHI STANDAR");
} else {
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    digitalWrite(relayComPin, LOW);
    Serial.println("Relay dimatikan karena hasil air MEMENUHI
STANDAR");
}
```

Berdasarkan program diatas, kontrol pompa akan aktif ketika pembacaan sensor pH yaitu senilai kurang dari 6,5 atau lebih dari 8,5 dan ketika pembacaan sensor TDS yaitu senilai lebih dari 500ppm.

Kontrol pompa pada WT 04 berdasarkan perintah dari program yang sudah tertanam pada ESP32. Dari program tersebut, pin yang digunakan sebagai kontrol dari relay adalah pin 12 dan pin 14 pada ESP32.

Mekanisme kontrol dari pompa yang berada di WT 04 ini berdasarkan pembacaan hasil Sensor pH dan Sensor TDS, yang dimana "IN 1" dari modul relay yang terhubung dengan pin 12 pada ESP32 berfungsi untuk mengaktifkan dan memberi sinyal pada relay 1 ketika pembacaan nilai pH dan TDS dari kedua sensor tersebut tidak sesuai standar.

Common 1 atau pin "COM 1" pada relay 1 terhubung dengan pin 14 pada ESP32 yang berfungsi untuk memindahkan kondisi menjadi NO atau *normally open* apabila pembacaan nilai pH dan TDS dari kedua sensor tersebut tidak sesuai standar karena IN 1 akan memberikan sinyal dari ESP32 untuk mengaktifkan relay 1.

Ketika relay 1 berada pada kondisi NO atau *normally open*, maka relay 2 akan menerima sinyal dan menjadi aktif karena pin dari NO 1 pada relay 1 terhubung dengan pin IN 2 yang dimana pin IN 2 sebagai kontrol status dari relay 2.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Common 2 atau pin “COM 2” pada relay 2 terhubung dengan sumber 220 VAC yang dimana sebagai sumber untuk motor pompa pada WT 04. Ketika relay 2 sudah menerima sinyal dari NO 1, maka relay 2 akan aktif menjadi NO atau *normally open* dan *water level control* sebagai kontrol untuk menghidupkan pompa bisa bekerja sesuai sitemnya.

Ketika sinyal dari relay 2 sudah aktif, *water level control* akan mengalirkan sumber tegangan yang akan tersambung dengan pompa pada WT 04 ketika sensor *high* pada *water level control* sudah mencapai batas atas dan menjadi NO atau *normally open*, maka sumber tegangan akan mengalir ke pompa WT 04 dan pompa tersebut akan mengalirkan air dari WT 04 menuju WT 01.

Jika salah satu dari nilai pH atau nilai TDS yang masuk kedalam batas standar, relay akan tetap mendapat sinyal untuk bekerja karena pin kontrol pada relay yang terhubung dengan ESP32 yaitu menggunakan pin IN 1 dan COM 1. Apabila sinyal masuk dari IN 1, rangkaian akan berubah menjadi NO atau *normally open*. Apabila sinyal yang masuk merupakan dari COM 1, rangkaian yang semula dari NC atau *normally closed* akan berubah menjadi NO atau *normally open*.

Jika pembacaan nilai pH dan TDS dari kedua sensor tersebut masuk kedalam batas standar, maka ESP32 tidak akan memberikan perintah ke pin 12 pada ESP32 untuk memberikan perintah ke IN 1 karena nilai pH dan TDS masuk kedalam batas standar sehingga relay tidak akan bekerja dan sistem kontrol pompa tidak akan aktif.



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian sistem kontrol adalah langkah krusial dalam memastikan bahwa suatu instalasi berfungsi secara optimal sesuai dengan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Sistem kontrol merupakan otak dari instalasi, yang bertugas untuk memantau, mengatur, dan mengendalikan berbagai proses sehingga hasil akhir yang diinginkan dapat tercapai. Oleh karena itu, pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem kontrol dalam kondisi nyata serta memastikan bahwa semua komponen bekerja selaras satu sama lain tanpa adanya kesalahan atau kegagalan yang tidak terduga.

4.1.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian sistem kontrol bertujuan untuk melihat kinerja dari sistem kontrol pada motor pompa yang terletak pada bak penampungan akhir (WT 04). Pompa akan mengalirkan air dari WT 04 ke WT 01 apabila hasil pembacaan nilai pH dan TDS tidak sesuai standar.

4.1.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian sistem kontrol ini dirancang untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai spesifikasi dan sistem beroperasi efektif dalam mendeteksi serta mengendalikan kondisi yang diinginkan. Berikut langkah-langkah yang dilakukan:

1. Mengamati hasil pembacaan nilai ppm dari Sensor TDS, pengamatan dilakukan melalui serial monitor Arduino IDE, LCD Display, atau aplikasi Blynk untuk memantau nilai Total Dissolved Solids (TDS).
2. Mengamati kinerja relay berdasarkan program yang sudah dibuat, Pengujian ini memeriksa respons relay terhadap sinyal dari sistem kontrol. Pengamatan dilakukan untuk memastikan bahwa relay bekerja sesuai dengan logika program, baik dalam keadaan ON maupun OFF, tanpa penundaan atau kesalahan yang dapat mengganggu operasi sistem.

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



4.1.3 Data Hasil Pengujian

Tabel 4. 1 Data hasil pengujian kontrol

	Nilai pH	Nilai TDS	Kondisi Relay		Kondisi Level	Kondisi Pompa WT 04
			Relay 1	Relay 2		
Pengujian I	7,31	259	OFF	OFF	LOW	Tidak Aktif
			OFF	OFF	HIGH	
Pengujian II	7,37	284	OFF	OFF	LOW	Tidak Aktif
			OFF	OFF	HIGH	
Pengujian III	7,12	291	OFF	OFF	LOW	Tidak Aktif
			OFF	OFF	HIGH	

Pada Tabel 4.1 terdapat data hasil pengujian pada sistem kontrol pompa yang terletak pada WT 04. Terdapat 5 aspek pada pengujian sistem kontrol, yaitu nilai pH berdasarkan pembacaan Sensor pH, nilai ppm berdasarkan Sensor TDS, kondisi relay, kondisi *level* air, dan kondisi pompa WT 04.

4.1.4 Analisis Data / Evaluasi

Sistem yang digunakan untuk kontrol motor pompa pada WT 04 yaitu secara otomatis pada program yang sudah dibuat. Pada Tabel 4.1 pembacaan nilai pH dan nilai TDS berdasarkan hasil pembacaan dari masing-masing sensor, nilai pH dan nilai TDS yang terbaca yaitu sesuai standar sehingga relay tidak bekerja dan pompa tidak aktif.

Berdasarkan tabel hasil pengujian kontrol pada tabel 4.1, terlihat bahwa sistem kontrol telah diuji dalam tiga kali pengujian dengan parameter yang bervariasi seperti nilai pH, nilai TDS, kondisi relay, dan kondisi level air. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati bagaimana sistem kontrol merespons berbagai kondisi lingkungan dalam menentukan keadaan relay dan kondisi pompa WT 04. Dari data yang ditampilkan, dapat diamati bahwa nilai pH bervariasi antara 7,12 hingga 7,37, sedangkan nilai TDS berkisar antara 259 hingga 291 ppm.

Pada ketiga pengujian tersebut, kondisi relay 1 dan relay 2 selalu dalam keadaan "OFF" meskipun kondisi level air berubah dari "LOW" menjadi "HIGH".

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

Hal ini menunjukkan bahwa sistem kontrol tidak memicu aktivasi relay dalam kondisi level air yang diberikan selama pengujian.

Selain itu, hasil ini juga menunjukkan bahwa pompa WT 04 tetap "Tidak Aktif" selama ketiga pengujian. Ketidakaktifan pompa meskipun kondisi level air berubah dari "LOW" menjadi "HIGH" menunjukkan bahwa sistem kontrol tidak merespons kondisi ini untuk mengaktifkan pompa. Pompa dirancang untuk aktif hanya dalam kondisi nilai pH dan ppm yang tidak terjadi selama pengujian, atau terdapat permasalahan pada mekanisme kontrol yang mengatur aktivasi pompa.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa sistem kontrol yang diuji belum berhasil mengaktifkan relay atau pompa WT 04 dalam skenario yang diuji. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk memahami apakah ada kesalahan dalam pengaturan parameter kontrol, atau jika sistem memerlukan kalibrasi lebih lanjut untuk merespons variasi kondisi yang lebih kecil atau spesifik. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem kontrol dapat berfungsi dengan baik dalam aplikasi nyata, terutama dalam skenario yang lebih dinamis atau kritis.

4.2 Pengujian Sensor TDS terhadap waktu

Dalam pengujian ini menggunakan 2 sistem monitoring dan menganalisa seberapa besar pengaruh waktu dalam proses elektrokoagulasi terhadap sensor TDS dalam mendeteksi jumlah padatan yang terdapat pada air hasil pengolahan limbah.

4.2.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pembacaan nilai ppm antara alat ukur TDS Meter dengan sensor TDS dan juga bertujuan untuk mengidentifikasi seberapa besar pengaruh elektrokoagulasi dalam pengolahan air limbah untuk mengubah kadar padatan suatu air atau membuat nilai ppm air menjadi sesuai standar **PERMENKES No. 32 Tahun 2017** yang mengatur soal standar baku mutu nilai ppm untuk keperluan higiene sanitasi dalam bentuk media air yaitu sebesar **<1000 ppm**.

4.2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian nilai ppm pada air kolam renang Politeknik Negeri Jakarta yaitu sebagai berikut:

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 mengumumkannya 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

1. Mengukur nilai ppm menggunakan TDS Meter dengan cara mengambil *sample* air kolam renang ke dalam botol lalu masukan alat ukur kedalam botol hingga terbaca nilai ppm awal kolam.
2. Mengukur nilai ppm menggunakan sensor TDS dengan cara mencelupkan probe sensor TDS kedalam sample air dalam botol yang telah diambil.
3. Menunggu proses elektrokoagulasi lalu setiap rentang waktu 15 menit, maka probe sensor TDS kemudian dicelupkan pada bak WT 02 untuk mengukur nilai ppm menggunakan TDS meter dan sensor TDS.
4. Sensor ppm akan mendeteksi jumlah padatan dalam air tersebut melewati batang elektroda yang terdapat pada probe sensor TDS lalu elektoda referensi merubah jumlah padatan (ppm) yang terbaca oleh batang elektroda menjadi nilai tegangan analog.
5. Nilai tegangan analog yang terbaca pada modul sensor TDS dikonversikan kedalam nilai digital pada ESP32.
6. ESP32 menghitung besar nilai ppm melalui persamaan yang sudah terprogram dalam ESP32.
7. Nilai ppm akan terbaca pada *Serial Monitor* Arduino IDE, *LCD Display*, dan aplikasi Blynk.
8. Setelah waktu berjalan selama 180 menit, maka probe TDS dicelupkan pada bak WT 04 untuk mengukur nilai ppm pada hasil air limbah yang ada di WT 04.

4.2.3 Data Hasil Pengujian

Data yang diambil berupa nilai ppm pada masing-masing limbah mulai dari air limbah sebelum diproses, pada saat diproses dengan rentang waktu 15 menit sekali, dan setelah diproses. Pengambilan data menggunakan alat ukur TDS Meter dan Sensor TDS dengan cara memasukan probe dari alat ukur TDS Meter dan Sensor TDS kedalam bak elektrokoagulasi (WT 02) secara bergantian. Setelahnya data yang didapat akan ditampilkan pada Blynk dan LCD I2C dengan bantuan ESP32 yang memerintahkan menampilkan hasil bacaan dengan bahasa pemrograman.

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Nilai ppm

Pengukuran ke-	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian II
	Sensor	Sensor	Sensor
1	79	33	1089
2	84	43	997
3	99	59	865
4	114	76	798
5	133	94	651
6	193	107	533
7	261	151	448
8	292	170	439
9	304	191	433
10	290	209	394
11	279	238	331
12	265	260	310
13	259	284	291

4.2.4 Analisis Data/Evaluasi

Aspek yang dianalisa merupakan aspek dari tujuan pengujian ini, yaitu pengaruh proses elektrokoagulasi pada nilai ppm suatu limbah dan perbandingan pembacaan nilai ppm antara alat ukur TDS Meter dengan Sensor TDS. Terdapat 2 aspek yang dianalisa, yaitu pengaruh durasi dalam proses elektrokoagulasi dengan nilai ppm dan selisih pembacaan nilai ppm antara alat ukur TDS Meter dengan



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

Sensor TDS. Analisis nilai ppm ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh durasi dalam proses elektrokoagulasi dari masing-masing pengujian. Berikut adalah rangkuman nilai ppm sebelum dan sesudah diproses dari Tabel 4.2.

Tabel 4. 3 Durasi Proses Elektrokoagulasi

Pengujian	Durasi Proses Elektrokoagulasi
Pengujian I	3 Jam
Pengujian II	3 Jam
Pengujian III	3 Jam

Berdasarkan Tabel 4.3, pada Pengujian I, II, dan III limbah air diproses melalui metode elektrokoagulasi pada bak WT 02 yaitu selama **tiga jam**.



Grafik 4.1 Perubahan Nilai ppm Pada Air Kolam Renang Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan Grafik 4.1 pada pengujian I, nilai ppm yang terbaca pada alat ukur sebesar **48 ppm**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama tiga jam, nilai ppm yang terbaca pada alat ukur sebesar **250 ppm**.

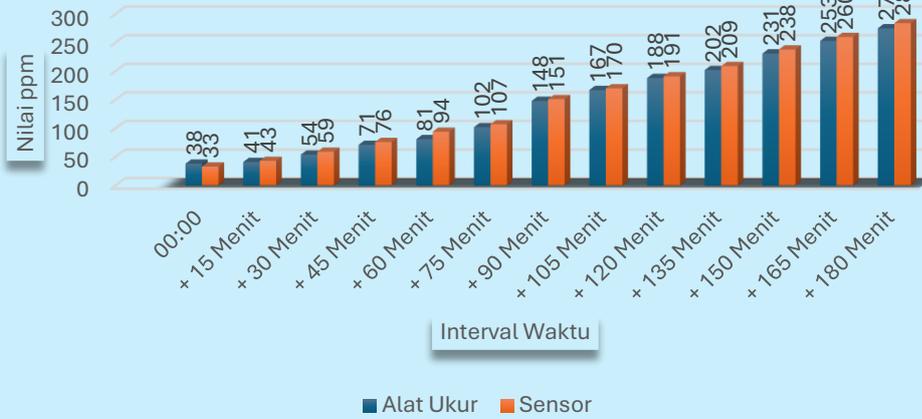


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

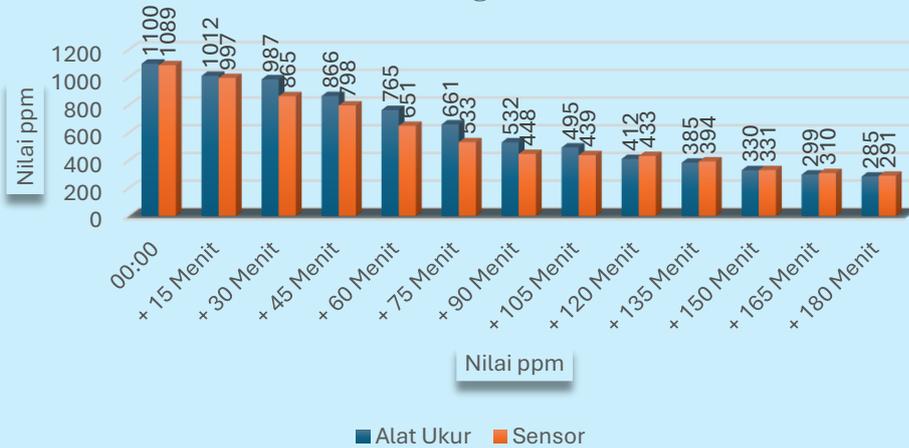
Perubahan Nilai ppm Air Cucian Kantin SPIRIT Politeknik Negeri Jakarta



Grafik 4.2 Perubahan Nilai ppm Pada Air Cucian Kantin SPIRIT Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan Grafik 4.2 pada pengujian II, nilai ppm yang terbaca pada alat ukur sebesar **38 ppm**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama tiga jam, nilai ppm yang terbaca pada alat ukur sebesar **275 ppm**.

Perubahan Nilai ppm Air Sungai Lio



Grafik 4.3 Perubahan Nilai ppm Pada Air Sungai Lio

Berdasarkan Grafik 4.3 pada pengujian III, nilai ppm yang terbaca pada alat ukur sebesar **1100 ppm**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama tiga jam, nilai ppm yang terbaca pada alat ukur sebesar **285 ppm**.



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

Analisis nilai ppm ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh durasi dalam proses elektrokoagulasi dari masing-masing pengujian. Berikut adalah rangkuman nilai ppm sebelum dan sesudah diproses dari Tabel 4.1

Tabel 4. 4 Rangkuman Nilai ppm sebelum dan sesudah Pengujian

Hasil Pengujian	Pembacaan Nilai Sensor TDS (ppm)	
	Sebelum	Sesudah
Pengujian I	79	259
Pengujian II	33	284
Pengujian III	1089	291

Berdasarkan Tabel 4.2 terdapat perbedaan hasil nilai ppm yang signifikan dengan waktu proses elektrokoagulasi selama 3 jam pengujian. Pada Pengujian I, II dan III, Jumlah padatan berhasil berkurang cukup signifikan terutama pada pengujian III menggunakan limbah air sungai lio, yang pada awalnya **1890 mg/l** menjadi **291mg/l**.

Pada pengujian I, kepadatan pada limbah tersebut bersifat **cukup rendah** dengan nilai ppm yang terbaca pada sensor TDS sebesar **79 ppm**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama tiga jam, kepadatan pada limbah tersebut berubah menjadi **stabil** dengan nilai yang terbaca pada sensor TDS sebesar **259 ppm**.

Pada pengujian II, kepadatan pada limbah tersebut bersifat **sangat rendah** dengan nilai ppm yang terbaca pada sensor TDS sebesar **33 ppm**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama tiga jam, kepadatan pada limbah tersebut mengalami perubahan yang **signifikan** dengan nilai ppm yang terbaca pada sensor TDS sebesar **284 ppm**.

Pada pengujian III, kepadatan pada limbah tersebut bersifat **Tinggi/Kuat** melebihi dari standar mutu kepadatan air yaitu **>1000 ppm**, dengan nilai ppm yang terbaca pada sensor TDS sebesar **1089 ppm**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama tiga jam, nilai padatan pada limbah tersebut berubah cukup **signifikan** dengan nilai ppm yang terbaca pada sensor TDS sebesar **291 ppm**.



© 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

Selama pengujian, sensor TDS memegang peran kritis dalam menentukan keberhasilan proses pengolahan dengan mengukur konsentrasi total padatan terlarut dalam air. Seiring waktu, diharapkan bahwa nilai TDS akan menurun jika elektrokoagulasi berjalan dengan baik, yang berarti partikel-partikel padatan berhasil diendapkan dan dipisahkan dari air. Namun, data yang diperoleh menunjukkan bahwa meskipun proses elektrokoagulasi berlangsung, sensor TDS mencatat variasi nilai antara 259 hingga 291 ppm tanpa menunjukkan tren penurunan yang konsisten. Ini menimbulkan pertanyaan tentang efektivitas proses elektrokoagulasi atau sensitivitas sensor dalam mendeteksi perubahan kecil pada jumlah padatan.

Secara keseluruhan, pengujian ini menyoroti pentingnya pemantauan dan kalibrasi yang tepat dari sensor TDS dalam sistem pengolahan air limbah. Pengaruh waktu terhadap kinerja sensor juga menjadi faktor kunci yang harus dipertimbangkan, karena proses elektrokoagulasi mungkin memerlukan durasi tertentu agar efektif. Hasil pengujian ini memberikan wawasan berharga tentang bagaimana sistem kontrol dan sensor berinteraksi dalam kondisi pengolahan air limbah yang sebenarnya, dan bagaimana proses ini dapat dioptimalkan lebih lanjut untuk mencapai hasil yang diinginkan.

4.3 Kinerja Sensor terhadap alat ukur

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan dua sistem monitoring yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sensor, khususnya sensor TDS, serta menganalisis bagaimana waktu dalam proses elektrokoagulasi mempengaruhi kemampuan sensor tersebut dalam mendeteksi jumlah padatan yang terlarut di dalam air hasil pengolahan limbah. Elektrokoagulasi merupakan proses di mana partikel-partikel terlarut dalam air limbah diikat menjadi flok yang lebih besar melalui reaksi elektrokimia, sehingga lebih mudah dipisahkan dari air. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana sensor TDS berfungsi dalam kondisi yang bervariasi selama proses ini, terutama dalam mengukur perubahan konsentrasi padatan yang tersuspensi atau terlarut.



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil 3 limbah air yang berbeda dan teknis dari pengujian ini dilakukan satu per satu dari setiap masing-masing limbah. Limbah air yang digunakan yaitu Air Kolam Renang Politeknik Negeri Jakarta, Air Cucian Kantin SPIRIT Politeknik Negeri Jakarta, dan Air Sungai Lio. Limbah air yang digunakan ditampung dalam galon berkapasitas 15 liter dan ditampung sebanyak 2 galon karena melihat kapasitas dari bak penampungan awal (WT 01) yaitu sebanyak 20 liter dan kapasitas bak proses elektrokoagulasi (WT 02) sebanyak 15 liter sehingga air untuk mengalir dari bak WT 01 menuju WT 02 membutuhkan kurang lebih 30 liter dengan dalam keadaan kedua bak tersebut kosong dan kondisi sistem berjalan dari pertama.

4.3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian nilai ppm pada air kolam renang Politeknik Negeri Jakarta yaitu sebagai berikut:

1. Mengukur nilai ppm menggunakan TDS Meter dengan cara mengambil sample air kolam renang ke dalam botol lalu masukan alat ukur kedalam botol hingga terbaca nilai ppm awal kolam.
3. Mengukur nilai ppm menggunakan sensor TDS dengan cara mencelupkan probe sensor TDS kedalam sample air dalam botol yang telah diambil.
4. Menunggu proses elektrokoagulasi lalu setiap rentang waktu 15 menit, maka probe sensor TDS kemudian dicelupkan pada bak WT 02 untuk mengukur nilai ppm menggunakan TDS meter dan sensor TDS.
5. Sensor ppm akan mendeteksi jumlah padatan dalam air tersebut melewati batang elektroda yang terdapat pada probe sensor TDS lalu elektoda referensi merubah jumlah padatan (ppm) yang terbaca oleh batang elektroda menjadi nilai tegangan analog.
6. Nilai tegangan analog yang terbaca pada modul sensor TDS dikonversikan kedalam nilai digital pada ESP32.
7. ESP32 menghitung besar nilai ppm melalui persamaan yang sudah terprogram dalam ESP32.



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

8. Nilai ppm akan terbaca pada Serial Monitor Arduino IDE, LCD Display, dan aplikasi Blynk.
9. Setelah waktu berjalan selama 180 menit, maka probe TDS dicelupkan pada bak WT 04 untuk mengukur nilai ppm pada hasil air limbah yang ada di WT 04.

4.3.3 Data Hasil Pengujian

Tabel 4. 5 Pengujian I validasi alat ukur terhadap sensor dan selisihnya

<i>Interval Waktu</i>	Pengujian I		
	Alat Ukur	Sensor	Selisih
00:00	48	79	31
+ 15 Menit	63	84	21
+ 30 Menit	81	99	18
+ 45 Menit	97	114	17
+ 60 Menit	106	133	27
+ 75 Menit	139	193	54
+ 90 Menit	230	261	31
+ 105 Menit	250	292	42
+ 120 Menit	292	304	16
+ 135 Menit	288	290	2
+ 150 Menit	277	279	2
+ 165 Menit	261	265	4
+ 180 Menit	250	259	9



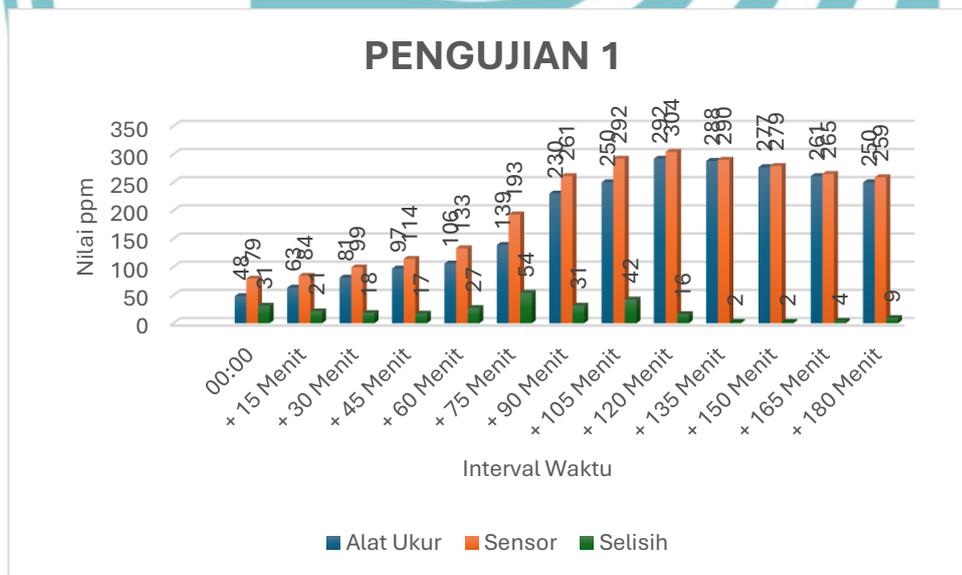
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Pada Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengujian I yang memvalidasi perbandingan antara pembacaan alat ukur dan sensor TDS dalam interval waktu tertentu, dari awal hingga 180 menit. Setiap interval waktu menunjukkan dua nilai yaitu dari alat ukur dan sensor TDS, dengan selisih antara keduanya tercatat pada tabel 4.5.

Pada pengujian awal, selisih antara alat ukur dan sensor sebesar 31 ppm, yang secara bertahap menurun hingga mencapai 2-3 ppm pada menit ke-135 sampai ke-165. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TDS semakin akurat seiring berjalannya waktu. Pada akhir pengujian, selisih antara kedua nilai adalah 9 ppm, menandakan peningkatan konsistensi pembacaan sensor terhadap alat ukur. Tren ini menunjukkan bahwa sensor TDS menjadi lebih stabil dan akurat dalam mendeteksi konsentrasi padatan terlarut setelah periode awal kalibrasi atau penyesuaian.



Grafik 4. 4 Pengujian I validasi alat ukur terhadap sensor dan selisihnya

Pada grafik 4.4 menunjukkan hasil Pengujian I untuk memvalidasi alat ukur terhadap sensor serta selisih antara keduanya. Grafik tersebut membandingkan nilai ppm yang diukur oleh alat ukur dan sensor pada berbagai interval waktu, mulai dari 0 menit – 180 menit (Selama 3 jam pengujian).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Pada awal pengujian awal, terlihat bahwa nilai yang diukur oleh alat ukur dan sensor hampir sama, dengan selisih yang relatif kecil. Seiring berjalannya waktu, baik nilai alat ukur maupun sensor cenderung meningkat, namun nilai yang diukur oleh sensor umumnya lebih tinggi daripada alat ukur. Selisih antara keduanya juga menunjukkan peningkatan, terutama pada interval waktu yang lebih panjang.

Hal ini mengindikasikan bahwa sensor cenderung mengukur nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan alat ukur, dan perbedaan ini semakin signifikan seiring bertambahnya waktu pengukuran. Grafik ini penting untuk mengevaluasi akurasi dan konsistensi dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian.

Tabel 4. 6 Pengujian II validasi alat ukur terhadap sensor dan selisihnya

<i>Interval Waktu</i>	Pengujian II		
	Alat Ukur	Sensor	Selisih
00:00	38	33	5
+ 15 Menit	41	43	2
+ 30 Menit	54	59	5
+ 45 Menit	71	76	5
+ 60 Menit	81	94	13
+ 75 Menit	102	107	5
+ 90 Menit	148	151	3
+ 105 Menit	167	170	3
+ 120 Menit	188	191	3
+ 135 Menit	202	209	7

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

<i>Interval Waktu</i>	Pengujian II		
	Alat Ukur	Sensor	Selisih
+ 150 Menit	231	238	7
+ 165 Menit	253	260	7
+ 180 Menit	275	284	9

Pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengujian I yang memvalidasi perbandingan antara pembacaan alat ukur dan sensor TDS dalam interval waktu tertentu, dari awal hingga 180 menit. Setiap interval waktu menunjukkan dua nilai yaitu dari alat ukur dan sensor TDS, dengan selisih antara keduanya tercatat pada tabel 4.6.

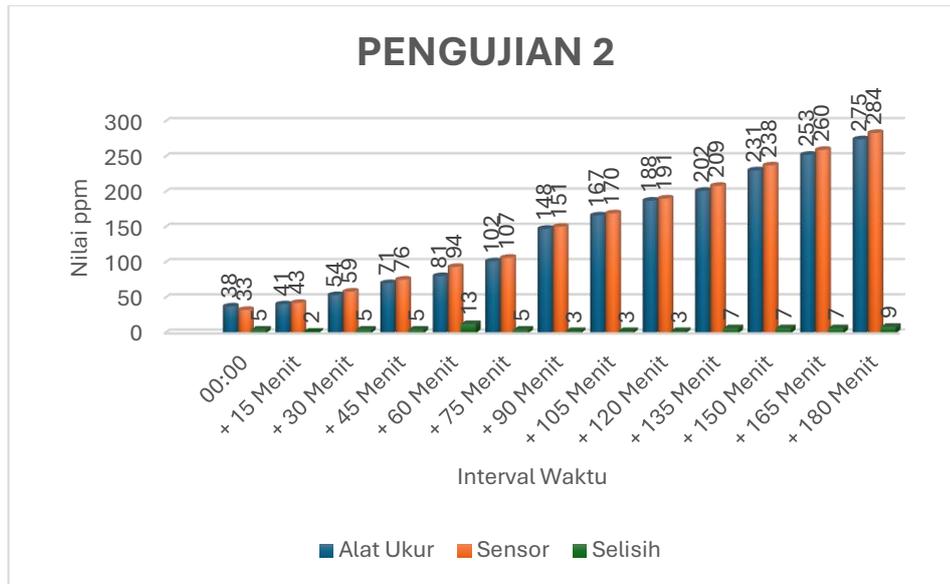
Pada pengujian awal, selisih antara alat ukur dan sensor sebesar 31 ppm, yang secara bertahap menurun hingga mencapai 2-3 ppm pada menit ke-135 sampai ke-165. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TDS semakin akurat seiring berjalannya waktu. Pada akhir pengujian, selisih antara kedua nilai adalah 9 ppm, menandakan peningkatan konsistensi pembacaan sensor terhadap alat ukur. Tren ini menunjukkan bahwa sensor TDS menjadi lebih stabil dan akurat dalam mendeteksi konsentrasi padatan terlarut setelah periode awal kalibrasi atau penyesuaian.



© 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



Grafik 4. 5 Pengujian II validasi alat ukur terhadap sensor dan selisihnya

Pada grafik 4.5 menunjukkan hasil Pengujian I untuk memvalidasi alat ukur terhadap sensor serta selisih antara keduanya. Grafik tersebut membandingkan nilai ppm yang diukur oleh alat ukur dan sensor pada berbagai interval waktu, mulai dari 0 menit – 180 menit (Selama 3 jam pengujian).

Pada awal pengujian awal, terlihat bahwa nilai yang diukur oleh alat ukur dan sensor hampir sama, dengan selisih yang relatif kecil. Seiring berjalannya waktu, baik nilai alat ukur maupun sensor cenderung meningkat, namun nilai yang diukur oleh sensor umumnya lebih tinggi daripada alat ukur. Selisih antara keduanya juga menunjukkan peningkatan, terutama pada interval waktu yang lebih panjang.

Hal ini mengindikasikan bahwa sensor cenderung mengukur nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan alat ukur, dan perbedaan ini semakin signifikan seiring bertambahnya waktu pengukuran. Grafik ini penting untuk mengevaluasi akurasi dan konsistensi dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian.



Tabel 4. 7 Pengujian III validasi alat ukur terhadap sensor dan selisihnya

<i>Interval Waktu</i>	Pengujian III		
	Alat Ukur	Sensor	Selisih
00:00	1100	1089	11
+ 15 Menit	1012	997	15
+ 30 Menit	987	865	122
+ 45 Menit	866	798	68
+ 60 Menit	765	651	114
+ 75 Menit	661	533	128
+ 90 Menit	532	448	84
+ 105 Menit	495	439	56
+ 120 Menit	412	433	21
+ 135 Menit	385	394	9
+ 150 Menit	330	331	1
+ 165 Menit	299	310	11
+ 180 Menit	285	291	6

Pada Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian I yang memvalidasi perbandingan antara pembacaan alat ukur dan sensor TDS dalam interval waktu tertentu, dari awal hingga 180 menit. Setiap interval waktu menunjukkan dua nilai yaitu dari alat ukur dan sensor TDS, dengan selisih antara keduanya tercatat pada tabel 4.7.

Pada pengujian awal, selisih antara alat ukur dan sensor sebesar 31 ppm, yang secara bertahap menurun hingga mencapai 2-3 ppm pada menit ke-135 sampai

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

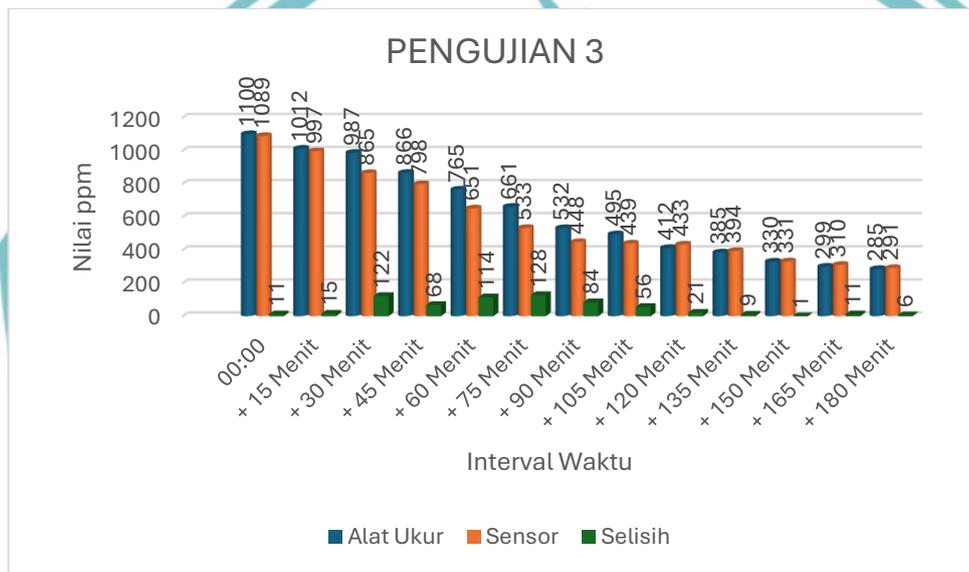


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

ke-165. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TDS semakin akurat seiring berjalannya waktu. Pada akhir pengujian, selisih antara kedua nilai adalah 9 ppm, menandakan peningkatan konsistensi pembacaan sensor terhadap alat ukur. Tren ini menunjukkan bahwa sensor TDS menjadi lebih stabil dan akurat dalam mendeteksi konsentrasi padatan terlarut setelah periode awal kalibrasi atau penyesuaian.



Grafik 4. 6 Pengujian III validasi alat ukur terhadap sensor dan selisihnya

Pada grafik 4.5 menunjukkan hasil Pengujian I untuk memvalidasi alat ukur terhadap sensor serta selisih antara keduanya. Grafik tersebut membandingkan nilai ppm yang diukur oleh alat ukur dan sensor pada berbagai interval waktu, mulai dari 0 menit – 180 menit (Selama 3 jam pengujian).

Pada awal pengujian awal, terlihat bahwa nilai yang diukur oleh alat ukur dan sensor hampir sama, dengan selisih yang relatif kecil. Seiring berjalannya waktu, baik nilai alat ukur maupun sensor cenderung meningkat, namun nilai yang diukur oleh sensor umumnya lebih tinggi daripada alat ukur. Selisih antara keduanya juga menunjukkan peningkatan, terutama pada interval waktu yang lebih panjang.



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

Hal ini mengindikasikan bahwa sensor cenderung mengukur nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan alat ukur, dan perbedaan ini semakin signifikan seiring bertambahnya waktu pengukuran. Grafik ini penting untuk mengevaluasi akurasi dan konsistensi dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian.

4.3.4 Analisis Data/Evaluasi

Analisis selisih pembacaan nilai ppm pada alat ukur TDS Meter dengan Sensor TDS bertujuan untuk memvalidasi akurasi pembacaan yang berguna untuk meningkatkan dalam pengambilan data karena data yang dihasilkan pada sensor menjadi lebih konsisten.

Tabel 4. 8 Data Selisih Hasil Pembacaan Sensor TDS dan TDS Meter

Interval Waktu	Selisih Pembacaan (ppm)		
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
00:00	31	5	11
+ 15 Menit	21	2	15
+ 30 Menit	18	5	122
+ 45 Menit	17	5	68
+ 60 Menit	27	13	114
+ 75 Menit	54	5	128
+ 90 Menit	31	3	84
+ 105 Menit	42	3	56
+ 120 Menit	16	3	21
+ 135 Menit	2	7	9
+ 150 Menit	2	7	1
+ 165 Menit	4	7	11
+ 180 Menit	9	9	6

Pada Tabel 4.8 terdapat hasil selisih pembacaan nilai ppm pada alat ukur TDS Meter dengan Sensor TDS dengan satuan nilai ppm. Pada pengujian I, rata-rata dari selisih pembacaan alat ukur TDS Meter dengan Sensor TDS yaitu senilai **21,1 mg/l**. Pada pengujian II, rata-rata dari selisih pembacaan alat ukur TDS Meter



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

dengan Sensor TDS yaitu senilai **4,9 mg/l**. Pada pengujian III, rata-rata dari selisih pembacaan alat ukur TDS Meter dengan Sensor TDS yaitu senilai **42,3 mg/l**.

Pada pengujian I,II, dan III setelah melakukan pengujian selama 3 jam didapati hasil yang menunjukkan bahwa diatas 2 jam hasil bacaan sensor dan alat ukur mulai stabil, perbedaan rata-rata yang didapat dari pengukuran tidak berbeda jauh berbeda dengan pengukuran sebelum menyentuh 2 jam yang memiliki perbedaan cukup signifikan, terutama pada pengujian III. Hal ini disebabkan pada pengujian III menggunakan air sungai lio, terdapat padatan yang sangat tinggi mencapai 1100 mg/l, sehingga kerja alat terganggu dengan banyaknya padatan yang terdapat pada limbah. Tetapi setelah dilakukan pengujian selama 3 jam didapati nilai padatan yang sudah sesuai dengan standar sanitasi Higienis pada **PERMENKES NO. 32 Tahun 2017** yaitu senilai $\leq 500\text{ppm}$.

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**