

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi kontinu menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia, yaitu gejala dekomposisi elektrolit, yang salah satu elektrodanya terbuat dari aluminium. Dalam proses ini akan terjadi reaksi reduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif (Fe) akan teroksidasi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang berfungsi sebagai koagulan (Johannes, 1978).

Proses elektrokoagulasi dilakukan pada bejana elektrolisis yang di dalamnya terdapat katoda dan anoda sebagai penghantar arus listrik searah yang disebut elektroda, yang tercelup dalam larutan limbah sebagai elektrolit. Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Peter K Holt, 2006).

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 $\text{Al}(\text{OH})_3$ kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah (Hernaningsih, 2016).

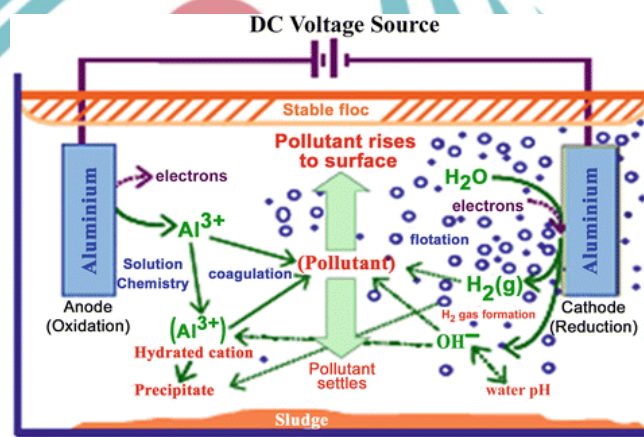
2.1.1 Mekanisme Elektrokoagulasi

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

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

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 pencampuran dan flokulasi. Begitu flok dihasilkan, gas elektrolitik akan menimbulkan perpindahan polutan ke lapisan *flok-foam* pada permukaan air. (Andik Yulianto, 2009)



Gambar 2.1 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.

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



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

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.

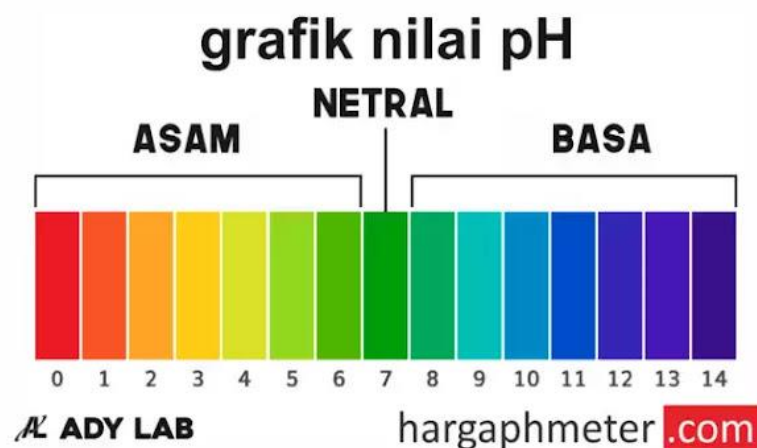
5. Ketebalan Plat

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.

2.2 Derajat Keasaman (pH)



Gambar 2.2 Derajat Keasaman (pH)

Sumber: <https://www.hargaphmeter.com/2019/10/tahukah-anda-berapa-ph-asam-basa-netral-informasi-ph-meter-hargaphmetercom.html>

PH adalah satuan derajat keasaman yang digunakan untuk mengukur kebasaaan maupun keasaman suatu larutan. Konsep pH diperkenalkan pertama kali



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

oleh kimiawan asal Denmark Søren Peder Lauritz Sørensen pada tahun 1909. Alat ukur keasaman memiliki rentang nilai 0 – 14 yang dimana pH netral berada pada nilai 6,5 hingga 7,5. Lebih dari 7,5 bernilai basa dan kurang dari 6,5 bernilai asam. Nilai pH 0 menunjukkan derajat keasaman larutan yang sangat tinggi sedangkan nilai 14 menunjukkan nilai kebasaan suatu larutan yang sangat tinggi (Azmi, Saniman, & Ishak, 2016).

2.3 Standar Baku Air (PERMENKES NO 32 Tahun 2017)



Gambar 2.3 PERMENKES No. 32 Tahun 2017

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

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	pH	mg/l	6,5 – 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5

Tabel 2.1 Standar Baku Air

Sumber: PERMENKES No. 32 Tahun 2017 (telah diolah kembali)

Berdasarkan **Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017** yang menjelaskan tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum pada BAB II bagian A ditetapkan standar baku mutu nilai pH air untuk keperluan higiene sanitasi yaitu senilai **6,5 – 8,5**.

2.4 Mikrokontroler

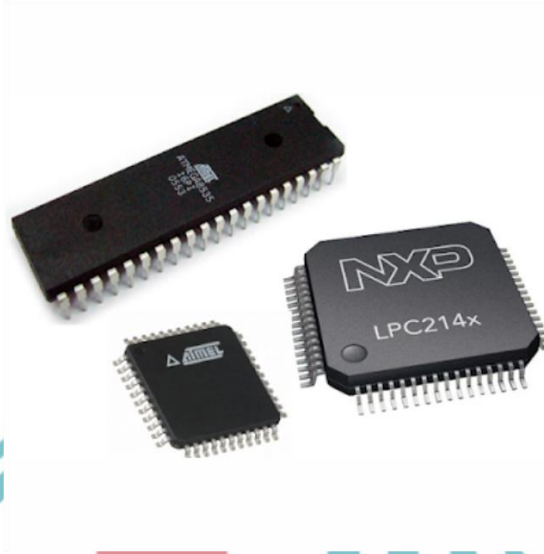
Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip berupa IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu seperti menerima sinyal input, mengolahnya, kemudian memberikan sinyal output sesuai dengan program yang telah diisikan ke mikrokontroler tersebut. 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 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)



© 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



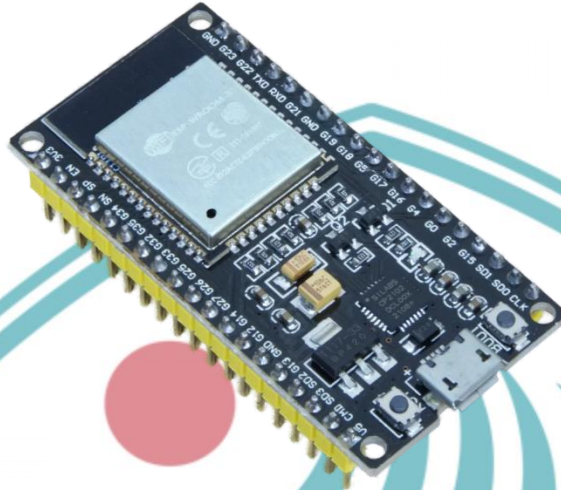
Gambar 2.4 Mikrokontroler

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. (Mediana Mahasiswa ITB-MG, 2024).



2.4.1 ESP32



Gambar 2.5 ESP32 38pin

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

ESP32 adalah mikrokontroler dengan banyak fitur yang memiliki Wi-Fi terintegrasi dan konektivitas *Bluetooth*, cocok untuk berbagai aplikasi. ESP32 merupakan mikrokontroler *open-source* berbasis *board input/output*. Mikrokontroler ini memiliki 39 *General Purpose Input/Output* (GPIO), dengan 14 di antaranya terhubung ke *Analog to Digital Converter* (ADC), memungkinkan koneksi sensor analog. Ketika tegangan 3,3 volt diterapkan pada salah satu pin ADC, nilai yang terbaca adalah 4095. Tegangan suplai yang dibutuhkan oleh ESP32 berkisar antara 2,2 volt hingga 3,6 volt. ESP32 memiliki ADC dengan resolusi 12-bit dan DAC dengan resolusi 8-bit. Selain itu, ESP32 memiliki pin untuk komunikasi I2C, SPI, dan serial (Rx/Tx). Semua pin pada ESP32, kecuali pin yang hanya menerima input (GPIO 34, GPIO 35, GPIO 36, dan GPIO 39), dapat mengeluarkan output PWM. (Suparmin, Saragih, Sirait, Waluyo, & Suroyo, 2022)

Hak Cipta :

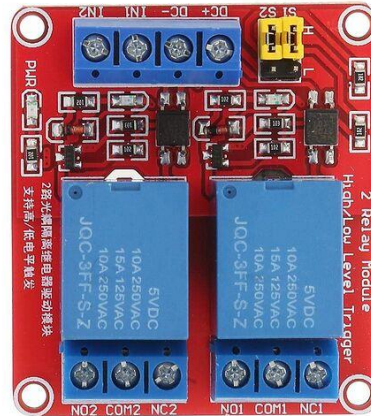
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

2.4.2 Relay 5 VDC



Gambar 2.6 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).

2.4.3 Arduino IDE



Gambar 2.7 Logo Software Arduino IDE

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



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

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.

**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

```

sketch_jul31a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help

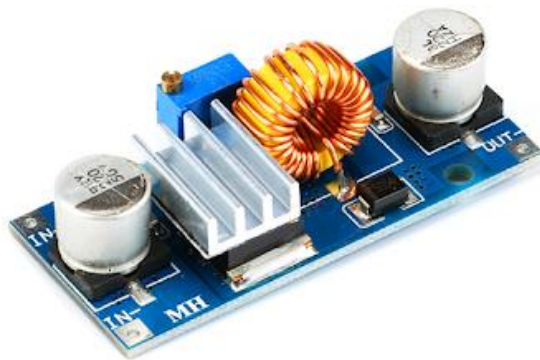
sketch_jul31a
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8
9 }

1 DOIT ESP32 DEVKIT V1, 80MHz, 921600, None on COM8
  
```

Gambar 2.8 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).

2.4.4 Buck Converter



Gambar 2.9 *Buck Converter Step Down Adjustable*

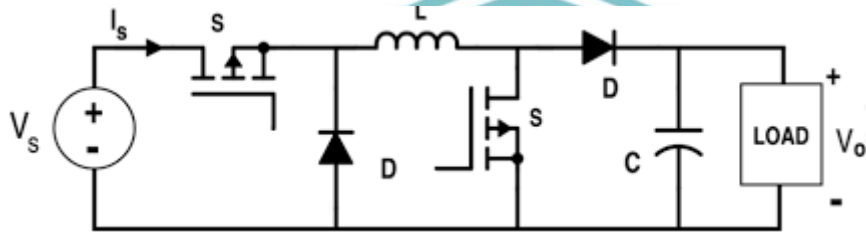
Sumber: <http://www.senith.lk/shop/item/9145/x14015-dc-dc-buck-converter-step-down-power-module-5a>



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

Buck converter adalah DC-DC *converter* jenis penurun tegangan atau *step down*. *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. (Azhari & Aswardi, 2020)

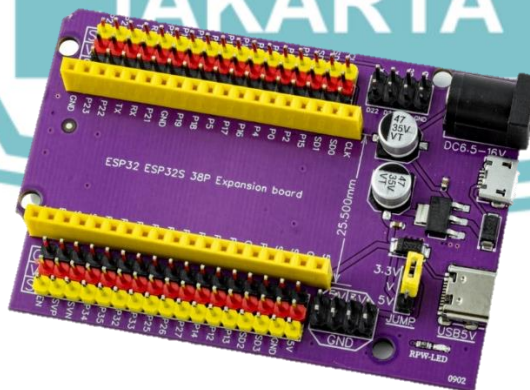


Gambar 2.10 Rangkaian *Buck Converter*

Sumber: <https://www.sumberdipercaya.com/2023/05/konverter-dc-dc-memahami-cara-kerja.html>

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 2.10 menjelaskan tentang switch pada buck converter. Kecepatan switch (dalam realisasinya) akan tergantung pada Duty cycle dan frekuensi yang digunakan. (Azhari & Aswardi, 2020)

2.4.5 Expansion for ESP32

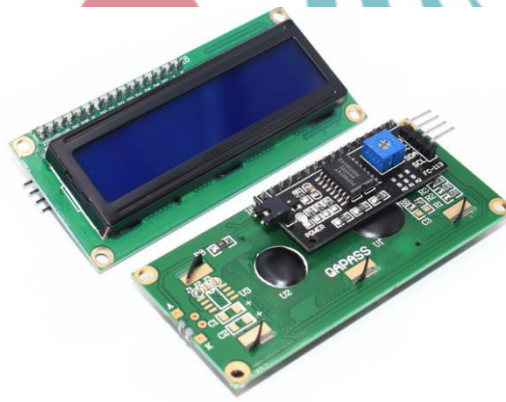


Gambar 2.11 *Expansion* ESP32 38 pin

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.

2.4.6 LCD Display 16x2 I2C



Gambar 2.12 LCD Display 16x2 I2C

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

LCD (Liquid Crystal Display) adalah lapisan kaca bening dengan elektroda transparan yang bekerja dengan memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya. LCD 16x2 terdiri dari 2 baris dan 16 kolom yang dapat digunakan untuk menampilkan huruf maupun angka dan bekerja pada tegangan 5 volt. (Santoso, 2015).

LCD merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan ketahu melalui tampilan layar kristalnya. LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. LCD atau *Liquid Crystal Display* pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *Backlight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). (Gabriel & Kuria, 2020). Seperti yang disebutkan



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 :

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

sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan *backlight* atau cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya *backlight* tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan kristal cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. (Kuria, Robinson, & Gabriel, 2020).



Gambar 2.13 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)

2.4.7 Sensor pH

Pada dasarnya sensor adalah sebuah perangkat atau device (tampilan) yang dapat mengubah tampilan fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat diolah dengan rangkaian listrik atau dapat diproses pada sistem digital. Berdasarkan variabel indranya, sensor dibedakan menjadi 2 jenis yaitu sensor kimia dan sensor fisika. Sensor kimia yang dimana sensor mendeteksi jumlah suatu zat kimia dengan cara merubah besaran kimia menjadi besaran listrik berdasarkan besaran reaksi kimianya. Contoh sensor kimia adalah sensor ph, oksigen, gas, dan sensor ledakan. Sedangkan sensor fisika adalah sensor yang mendeteksi suatu besaran berdasarkan

hukum-hukum fisika, yaitu seperti sensor suhu, cahaya, percepatan, tekanan, gelombang dan suara (Iwan Setiawan, 2011).



Gambar 2.14 Sensor PH-4502C

Sumber: <https://www.makerlab-electronics.com/products/ph-4502c-liquid-ph-sensor-with-e201-bnc-electrode-for-arduino>

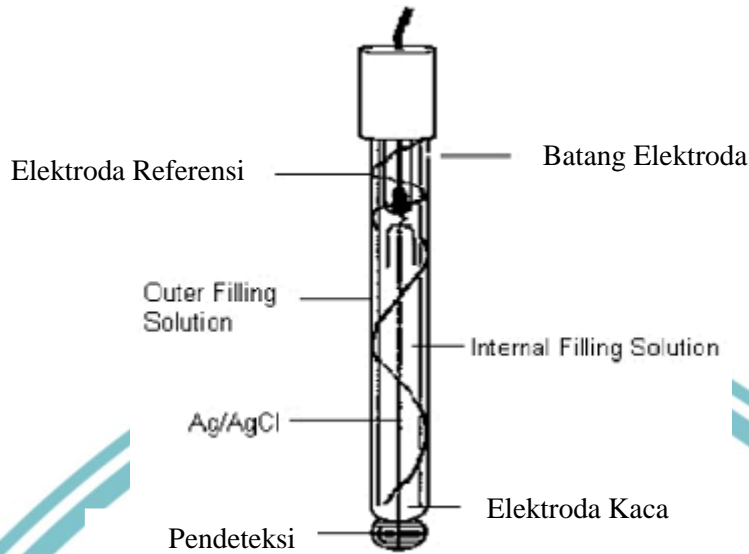
Sensor pH meter termasuk kedalam variabel jenis sensor kimia, yang dimana output nilai yang ditampilkan dihasilkan dari reaksi kimia yang terdeteksi kemudian dirubah menjadi besaran tegangan listrik. Terdapat 2 jenis elektroda pada sensor pH, yaitu elektroda kaca dan elektroda referensi. Elektroda kaca berfungsi untuk mengukur jumlah ion yang ada dalam larutan dan elektroda referensi berfungsi untuk merubah jumlah ion yang terbaca oleh elektroda kaca menjadi nilai tegangan analog (Azmi, Saniman, & Ishak, 2016)

© 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 2.15 Bagian-Bagian Probe Sensor pH

Dengan prinsip kerja yaitu semakin banyak elektron yang terdeteksi pada sampel maka semakin bernilai asam pula cairan tersebut, dan apabila semakin sedikit elektron yang terdeteksi maka sampel cairan tersebut bernilai basa. Apabila nilai pH yang ditampilkan 7 maka larutan tersebut bersifat basa. Sensor pH merupakan elektroda gelas yang memiliki sensitifitas pada ujungnya. Sehingga nilai pH yang ditampilkan didapat dari elektroda khusus yang terhubung ke rangkaian elektronik yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH melalui sinyal tegangan berdasarkan reaksinya (Saputra, 2016).

© 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



Hak Cipta :

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

BAB III

PERENCANAAN DAN REALISASI

3.1 Rancangan Alat

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah prototype alat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) 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 dan 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 terciptanya alat yang sesuai dengan keinginan yang ditetapkan.

Menentukan spesifikasi alat yang dibuat sangatlah penting, untuk mengetahui kemampuan alat tersebut digunakan sesuai dengan spesifikasinya, dalam perencanaan rancangan alat ini spesifikasi yang digunakan untuk skala rumah tangga, dengan 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 waktu 2 jam.



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

Cara kerja alat merupakan penjelasan bagaimana alat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi berfungsi dari awal hingga proses pengolahan selesai.

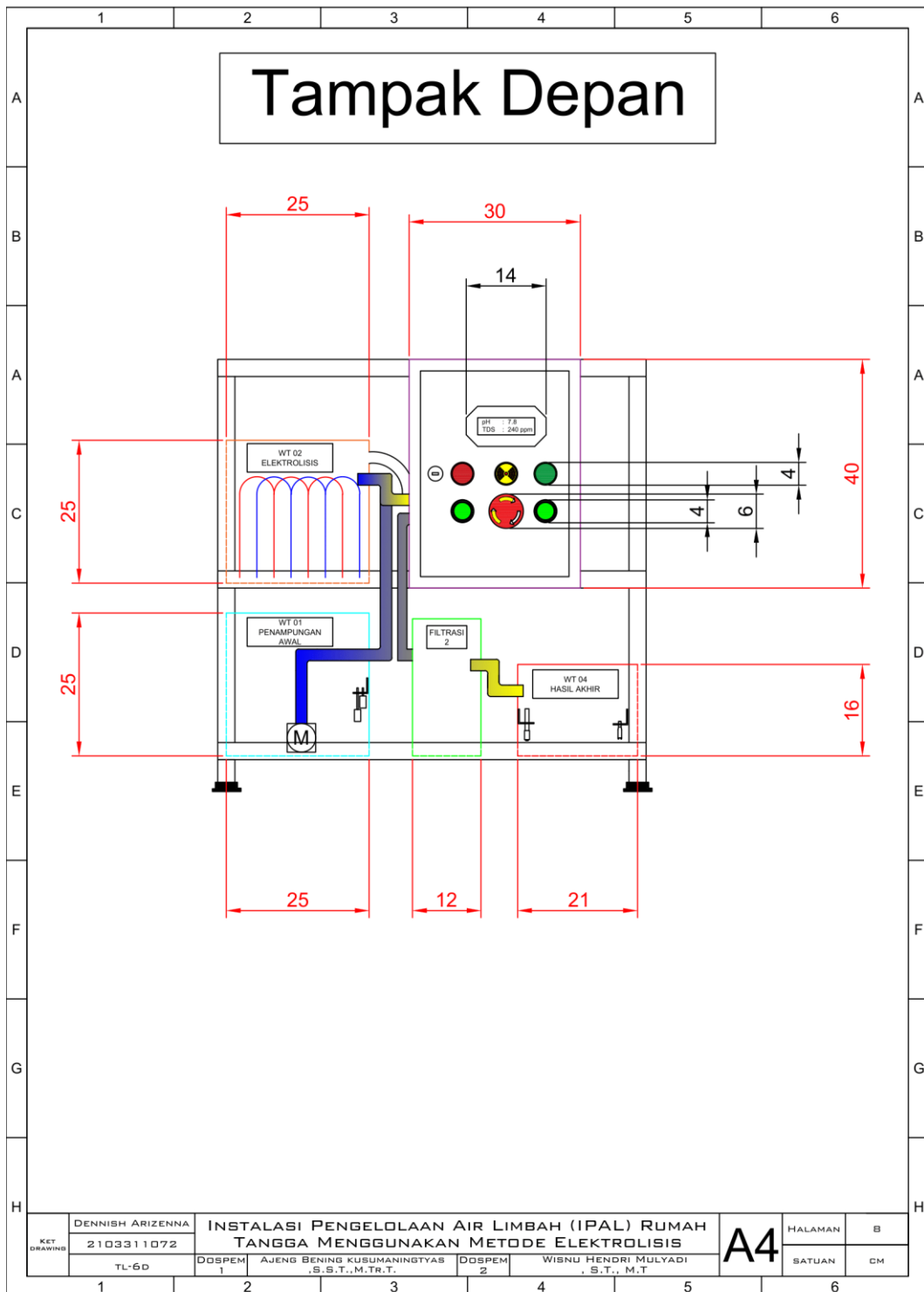
1. Sambungkan sumber tegangan.
2. Nyalakan MCB AC dan DC.
3. Tekan push button START.
4. Motor Pompa AC akan menyedot air dari sumber kedalam WT 01.
5. Ketika sensor level switch pada WT 01 membaca air sudah mencapai level HIGH, maka pompa pada WT 01 akan aktif mendorong air menuju WT 02.
6. Pada WT 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 pH 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan

a) Tampak Depan



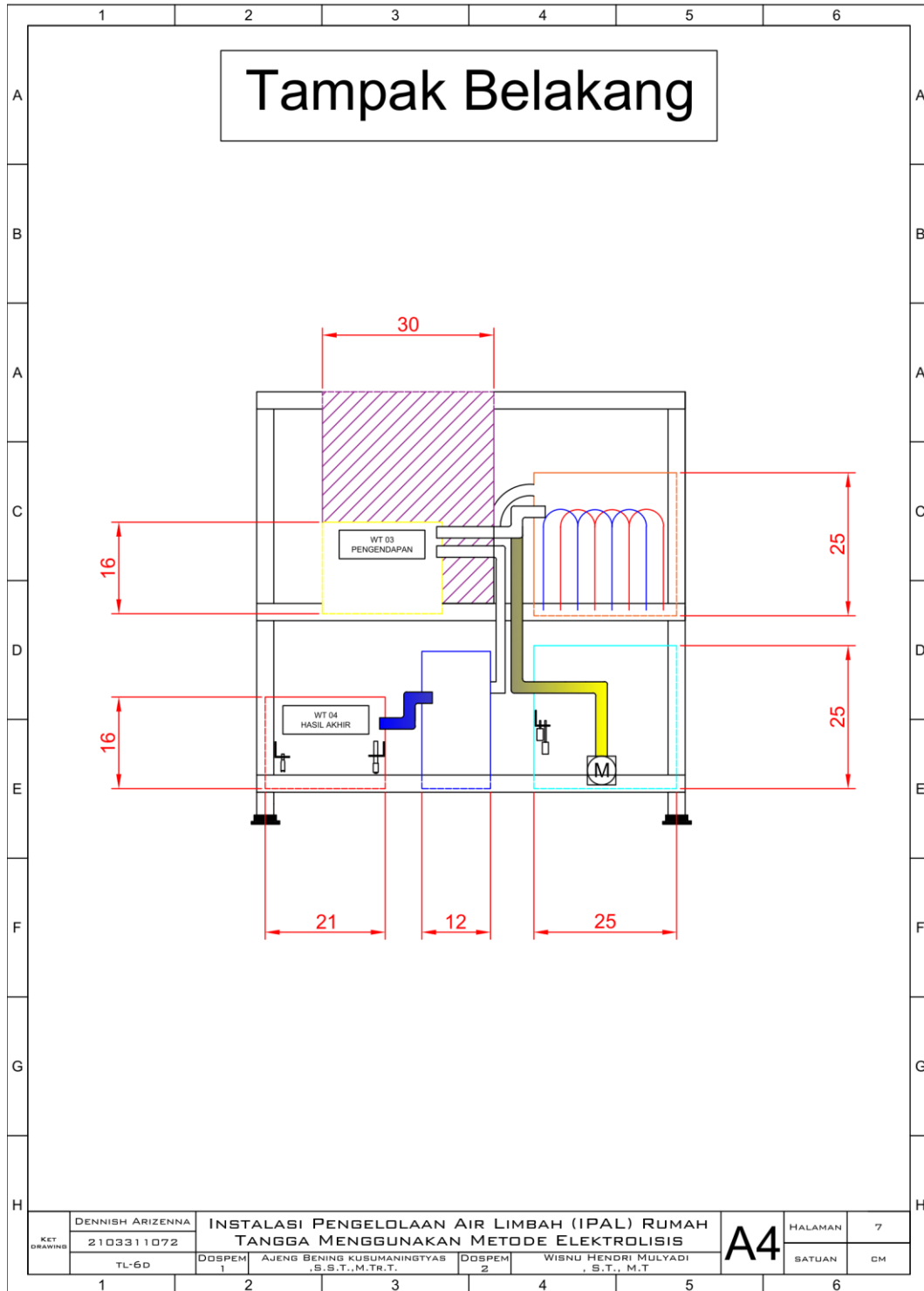
Gambar 3.1 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Depan

Pada Gambar 3.7 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak depan.

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

b) Tampak Belakang



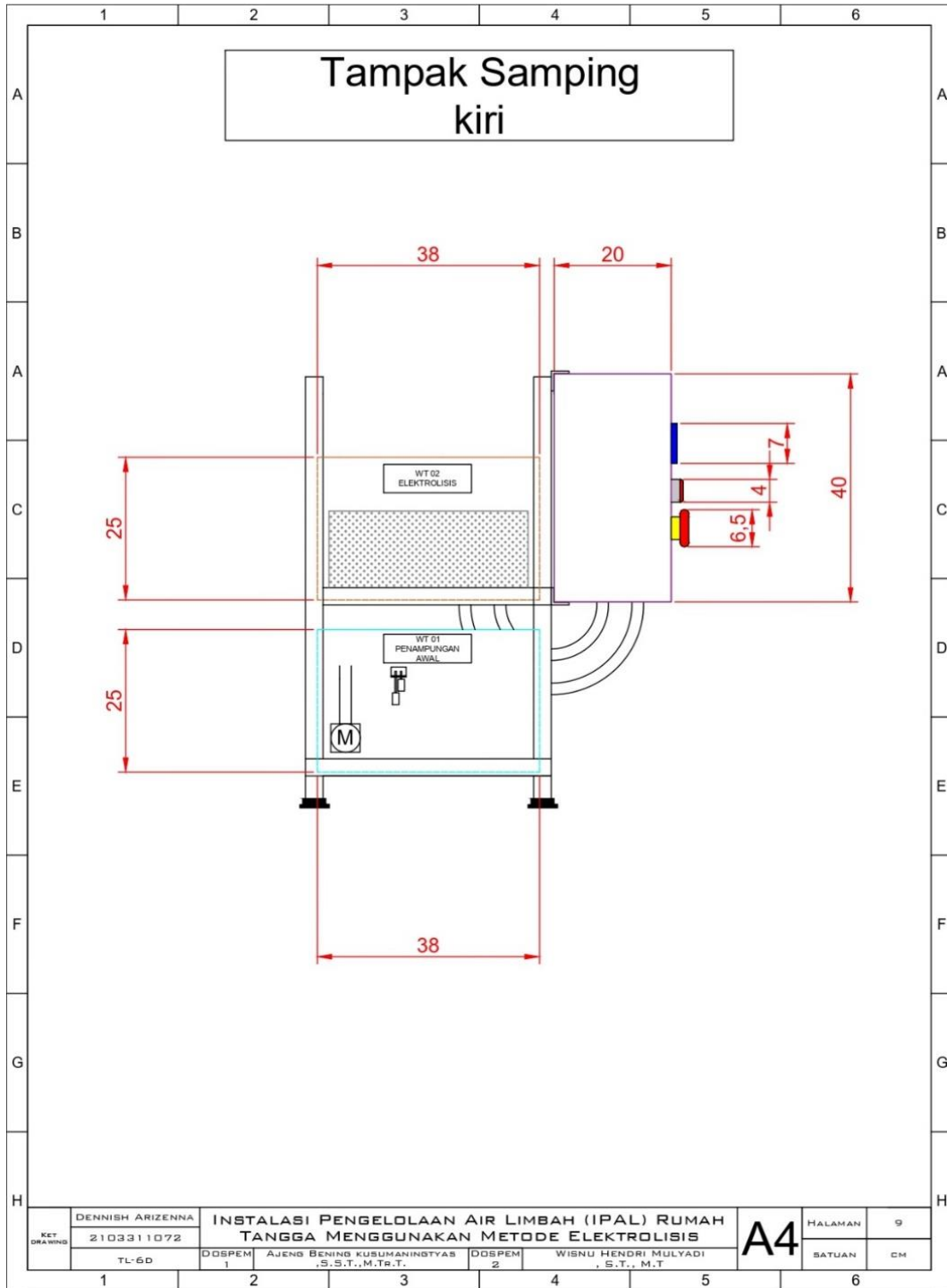
Gambar 3.2 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Belakang

Pada Gambar 3.8 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

c) Tampak Samping Kiri



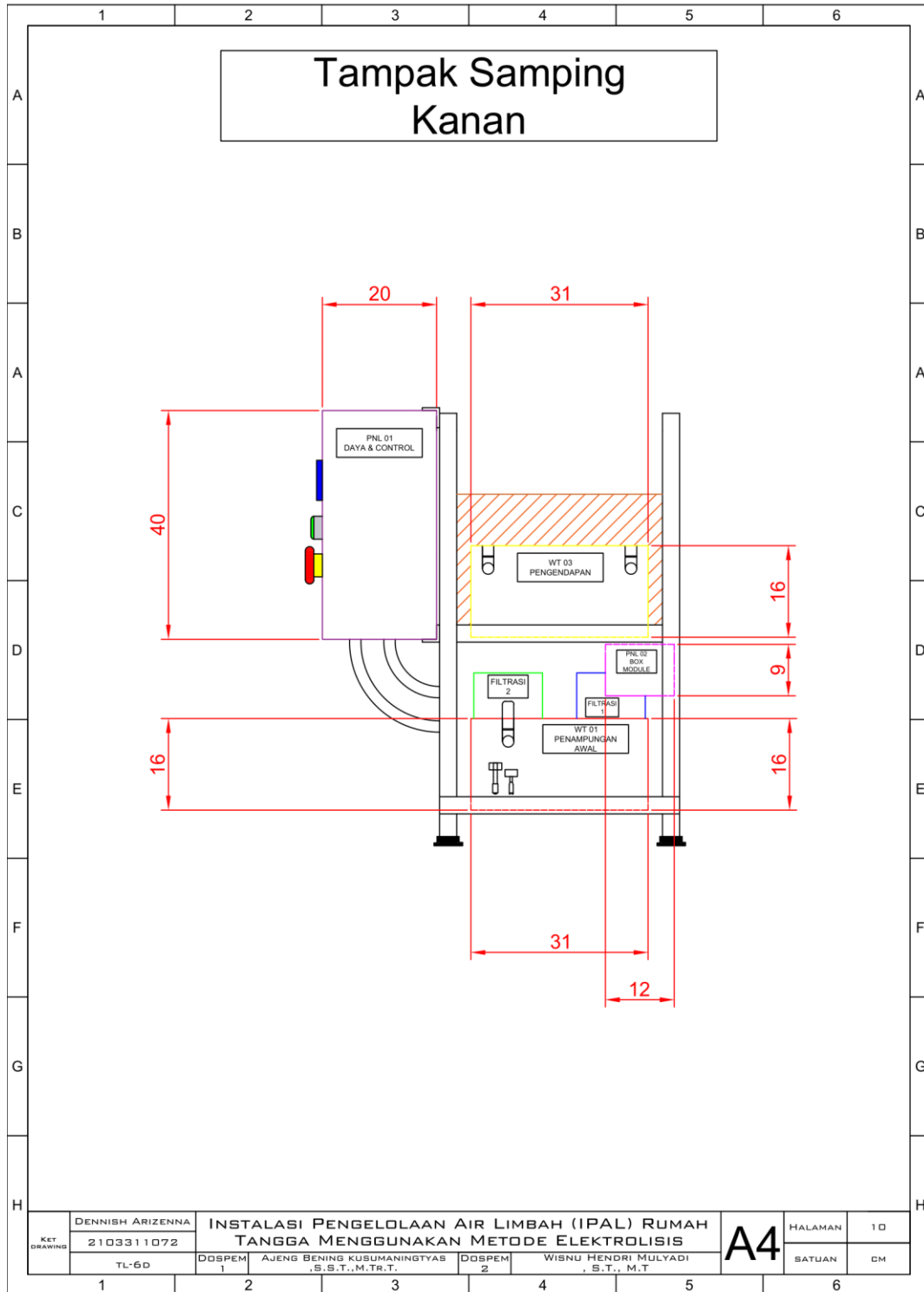
Gambar 3.3 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Samping Kiri

Pada Gambar 3.9 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

d) Tampak Samping Kanan



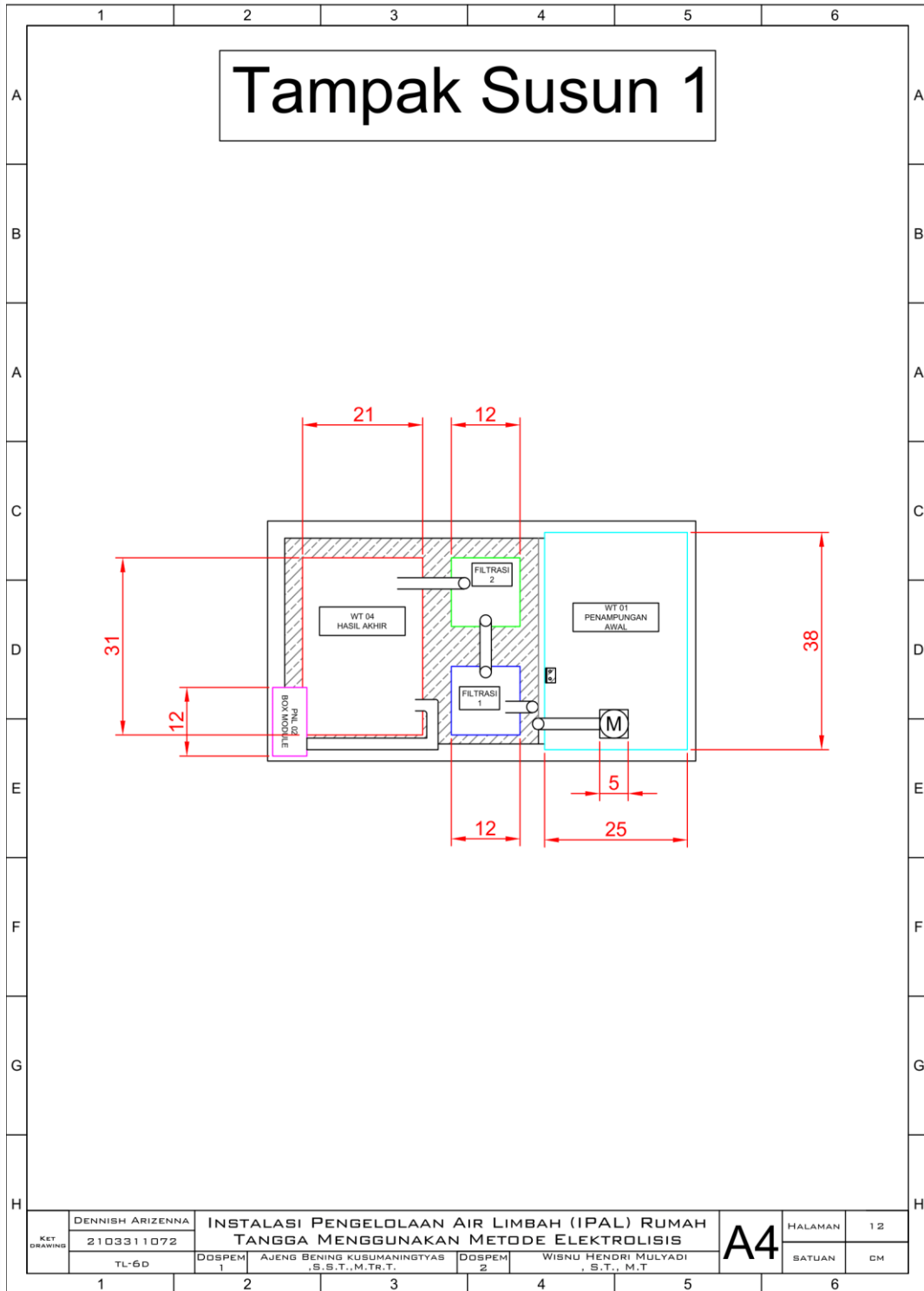
Gambar 3.4 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Samping Kanan

Pada Gambar 3.10 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak samping kanan.

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) Tampak Atas Susun 1



Gambar 3.5 Rancangan Penempatan Panel dan Bak Penampungan Tampak Atas Susun 1

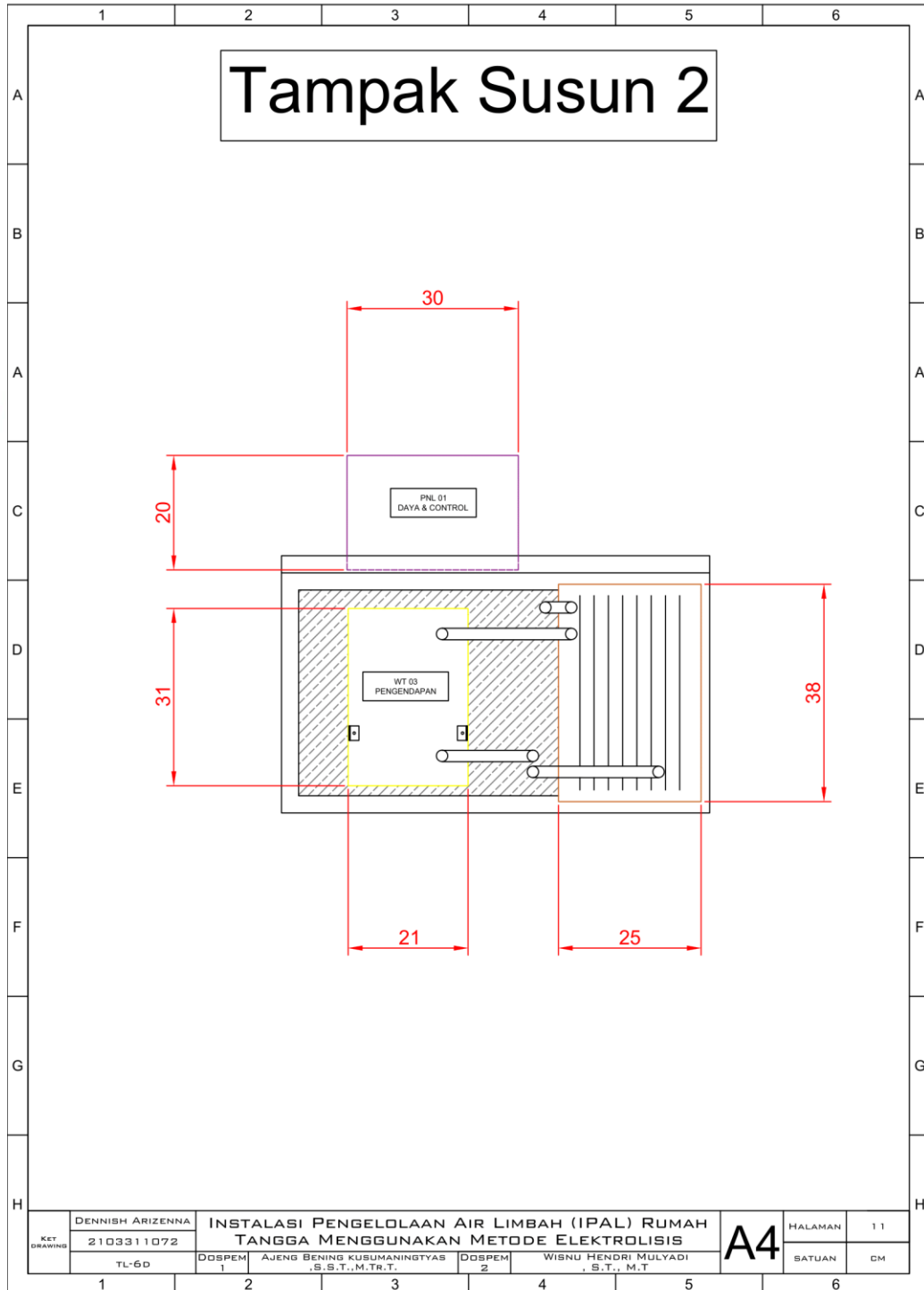
Pada Gambar 3.11 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak atas pada susun 1. Pada susun 1 terdapat

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

bak WT 01 sebagai bak penampungan awal, bak WT 04 sebagai bak hasil akhir, bak FT 01 dan FT 02 sebagai filtrasi air sebelum air mengalir ke bak WT 04, dan PNL 02 sebagai box modul untuk sensor pH dan TDS.

f) Tampak Atas Susun 2



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

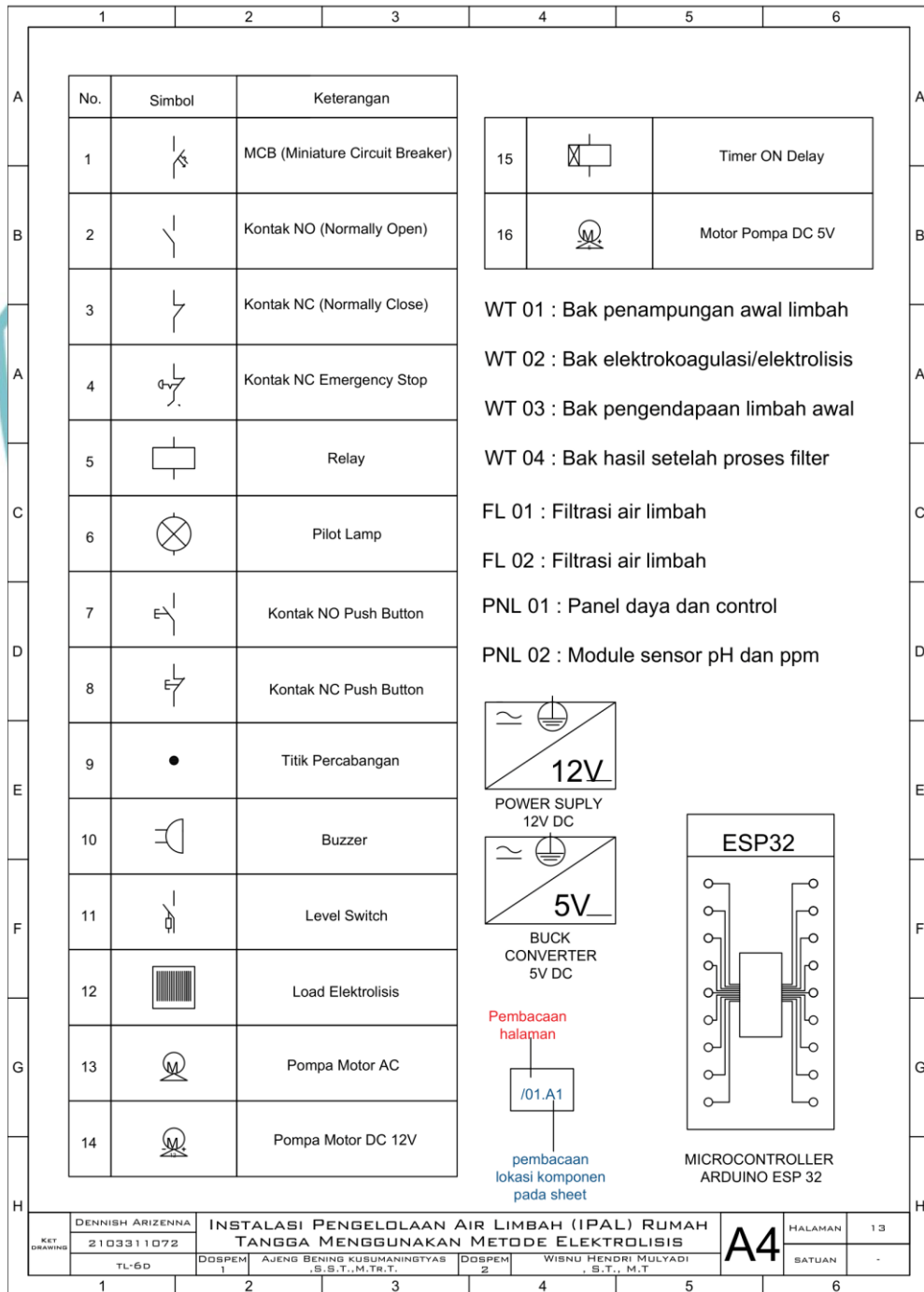
Hak Cipta :

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

Pada Gambar 3.12 terdapat rancangan penempatan panel dan bak penampungan yang dilihat dari tampak atas pada susun 2. Pada susun 2 terdapat 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



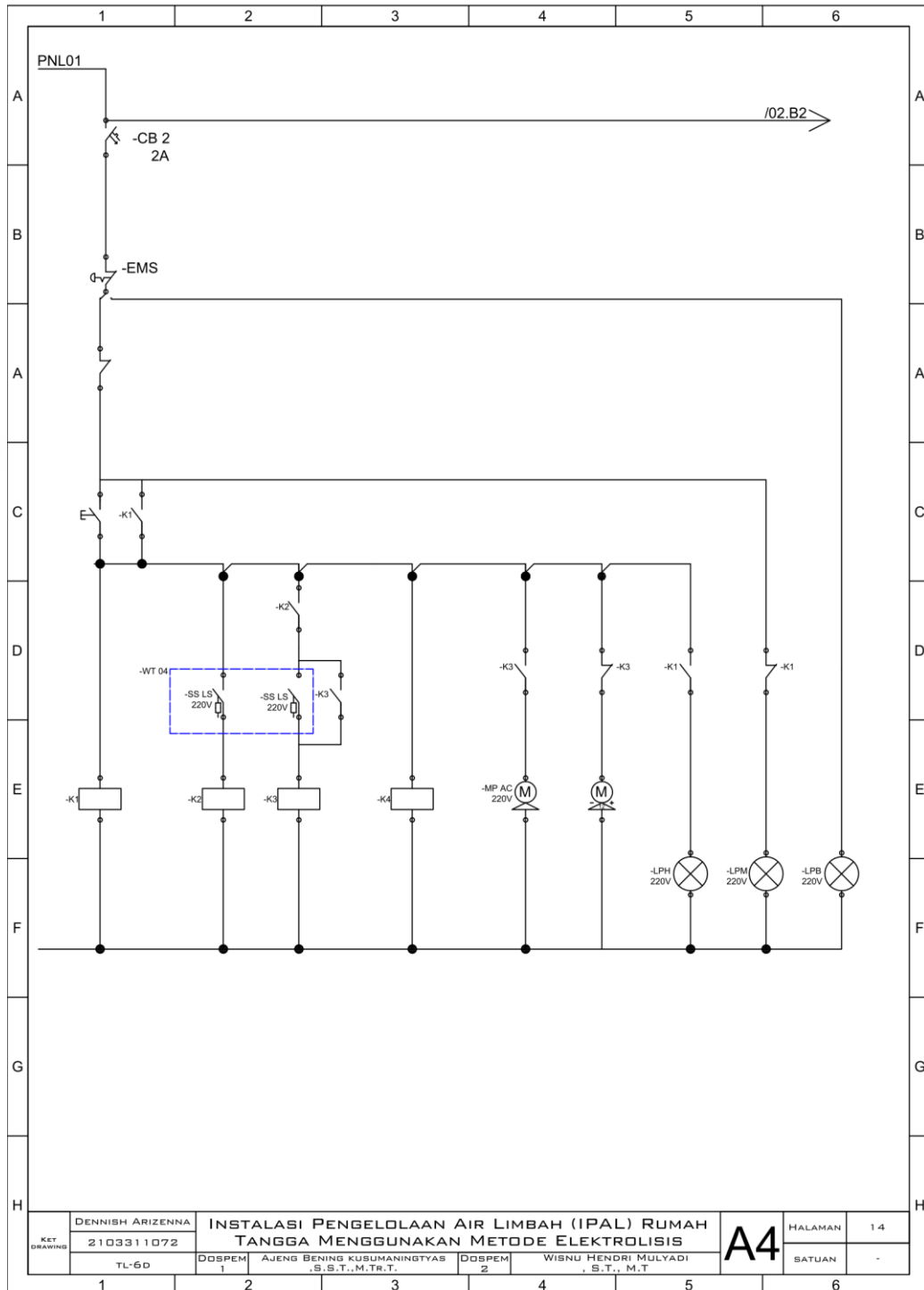
Gambar 3.7 Simbol-Symbol Komponen dan Penamaan Komponen

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 3.13, dijelaskan simbol-simbol dan penamaan komponen untuk *wiring diagram*.

b) *Wiring Diagram* Kontrol



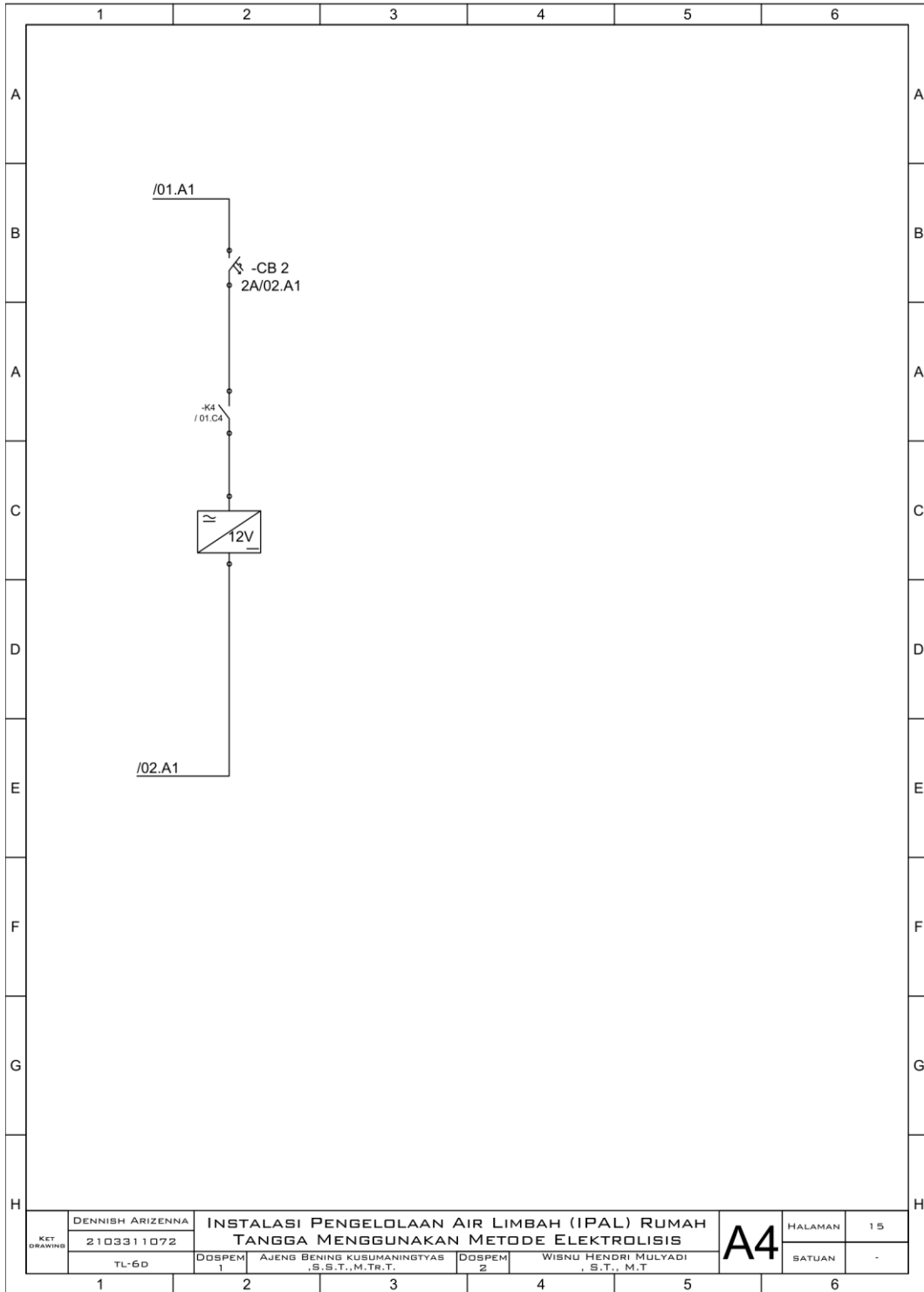
Gambar 3.8 Rancangan *Wiring Diagram* Kontrol

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*



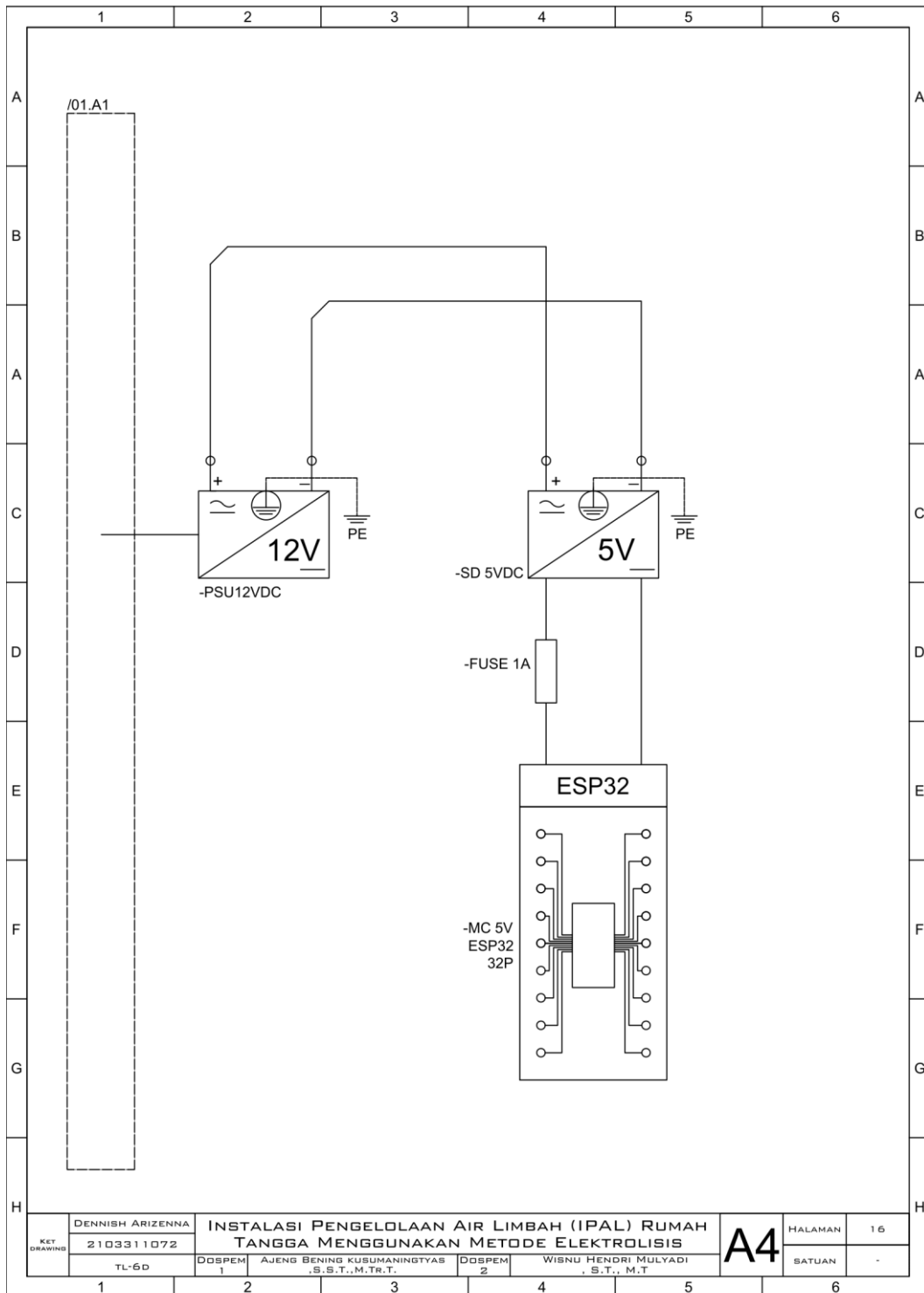
Gambar 3.9 Rancangan *Wiring Diagram* Kontrol

Pada Gambar 3.15, terlihat rancangan diagram kontrol bagian kedua.

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) Wiring Diagram Kontrol



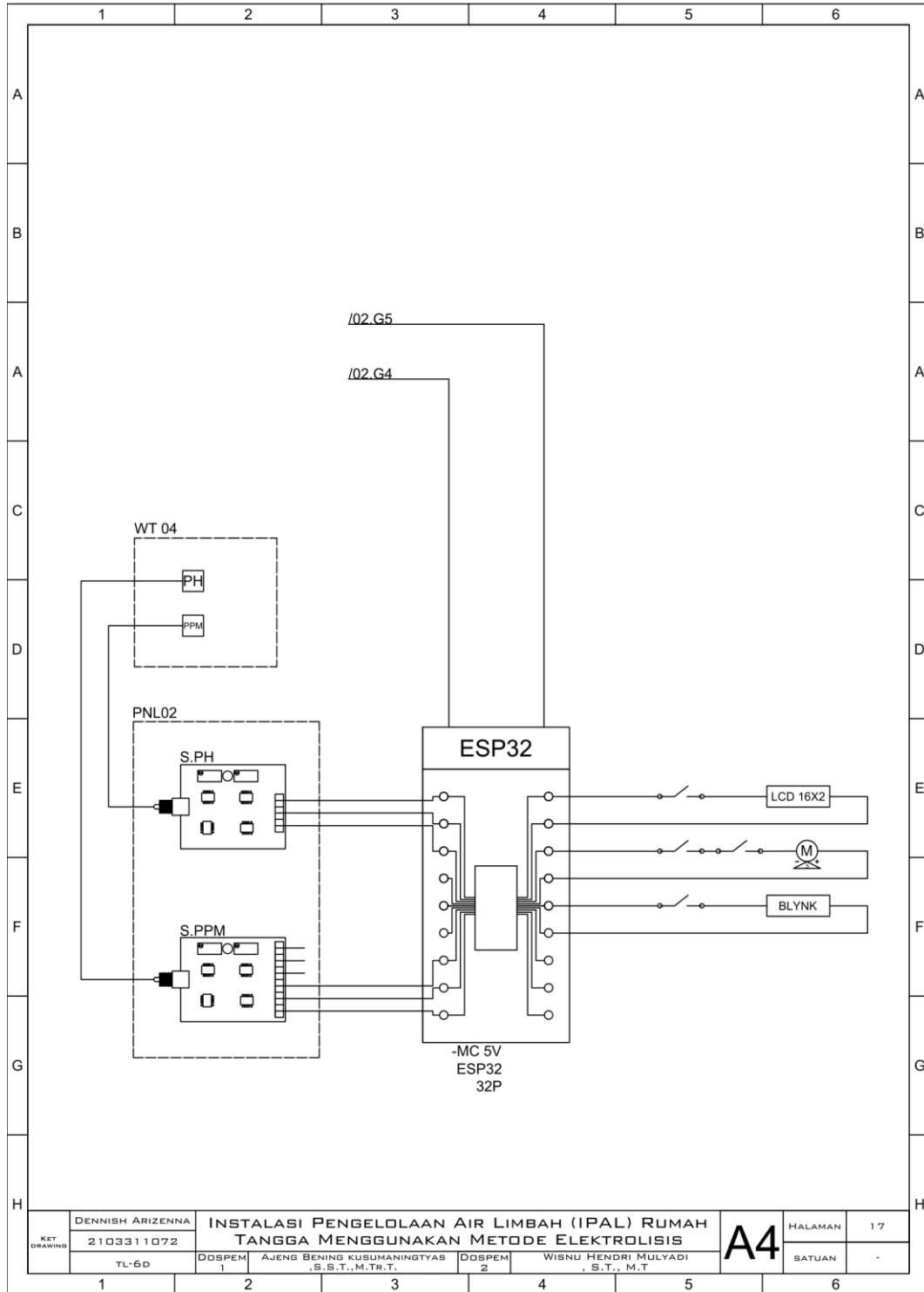
Gambar 3.10 Rancangan Wiring Diagram Kontrol

Pada Gambar 3.16, 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 3.17, 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 12 Volt 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 pH nya, menggunakan sensor pH 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

- Buzzer berfungsi untuk mengeluarkan suara penanda ketika Emergency STOP ditekan.
- LCD Display berfungsi untuk membaca hasil nilai pH 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 pH yang terdiri dari module dan probe berfungsi sebagai pembaca pH 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 zenoide, dan karbon aktif yang berfungsi untuk memfilter air yang sudah diproses agar hasilnya menjadi maksimal.

Hak Cipta :

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

3.1.5 Spesifikasi Alat

Berikut Tabel 3.1 yang berisikan spesifikasi terhadap alat-alat yang digunakan dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi.

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat

Kapasitas	
Kapasitas bak penampungan awal	20 Liter
Kapasitas bak elektrokoagulasi	15 Liter
Kapasitas bak penampungan	3.5 Liter
Kapasitas bak pengendapan	3.5 Liter
Kapasitas filter 1	2.5 Liter
Kapasitas bak filter 2	2.5 Liter
Kapasitas bak akhir	3.5 Liter
Dimensi	
Panjang x Lebar x Tinggi	400mm x 750mm x 750mm
Konsumsi daya	
Tegangan	225 Volt
Arus	1.5 Ampere
Daya	337 Watt
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.6 Spesifikasi Komponen Mikrokontroler

Berikut Tabel 3.2 yang berisikan spesifikasi terhadap komponen mikrokontroler yang digunakan dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi.

Tabel 3.2 Spesifikasi Komponen Mikrokontroler

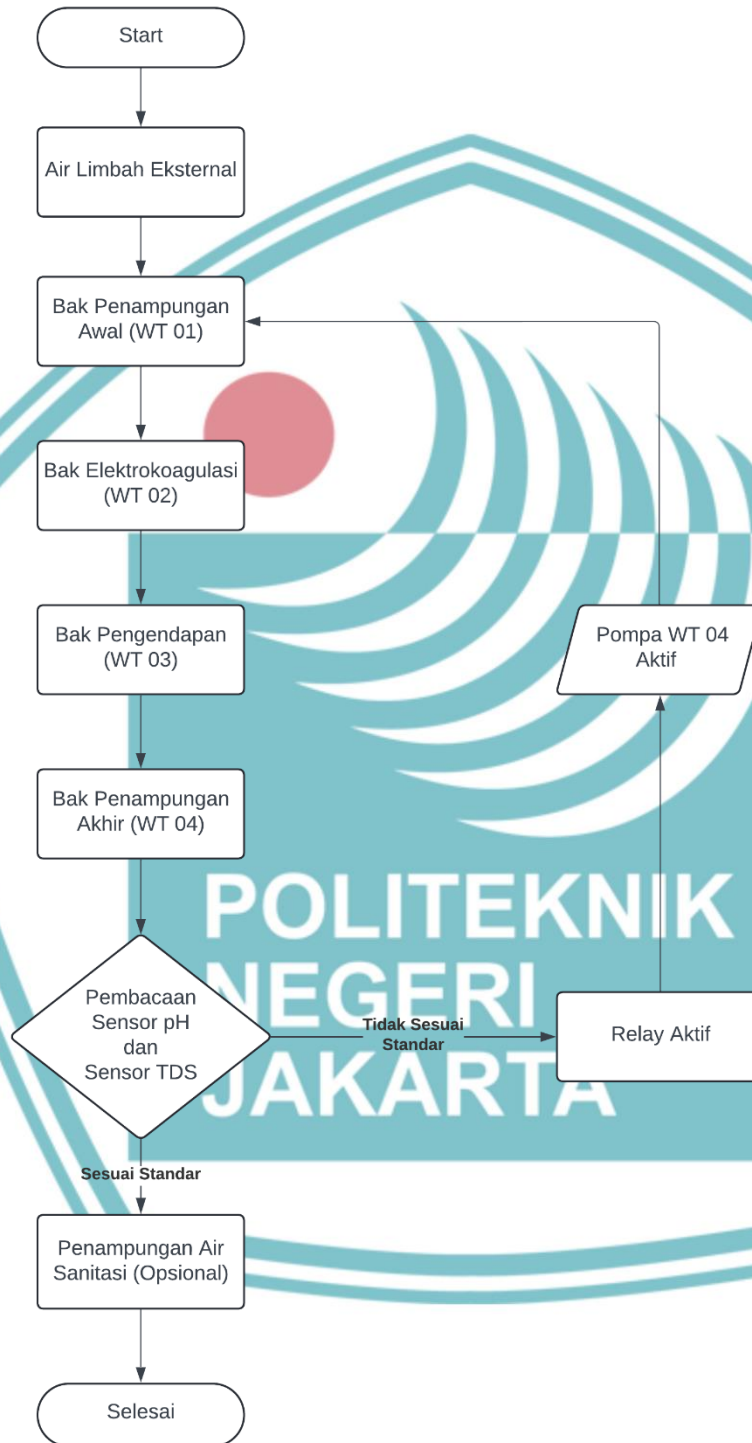
Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Buck Converter</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran: 50 * 26 * 11 (P * L * T) (mm) - Temperatur Operasional: -40c to +85c - Voltage Regulation: 2.5% - Load Regulation: 0.5% - Output ripple: 50mV (max) 20M bandwidth - Switching frequency: 300KHz - Conversion efficiency: 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

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"> - SDIO master/slave 50 MHz - SD-card interface support - Tiga mode operasi AP, STA, dan AP+STA
<i>Expansion</i> ESP32	<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)
<i>LCD Display</i>	<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
Modul Sensor PH-4502C	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan pemanas: 5 plusmn 0.2V (AC DC) - Bekerja saat ini: 5-10Ma - Kisaran konsentrasi yang dapat dideteksi: PH 0-14 - Kisaran Suhu deteksi: 0-80 °C - Waktu respons: 5 detik - Waktu penetapan: 60 detik - Daya komponen: 0,5W - Suhu kerja: -10 ~ 50 °C (suhu nominal 20 °C) - Kelembaban: 95% RH (kelembaban nominal 65% RH) - Ukuran Modul: 42mm x 32mm x 20mm - Keluaran: keluaran sinyal tegangan analog.

3.1.7 Diagram Alir

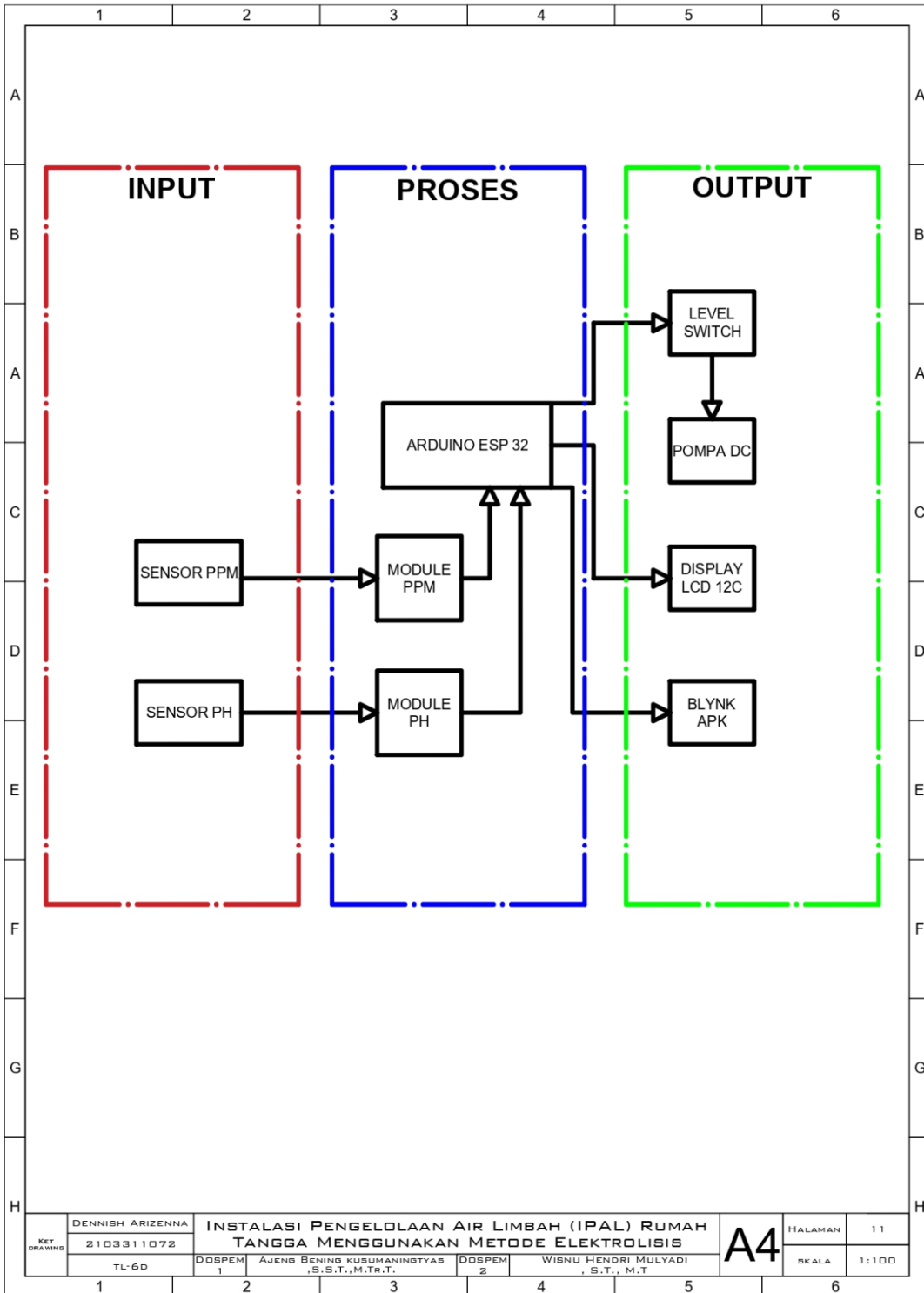


Gambar 3.12 Diagram Alir Alat

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

3.1.8 Diagram Blok



Gambar 3.13 Diagram Blok Alat

Hak Cipta :

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

Hak Cipta :

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

Gambar 3.12 merupakan diagram blok dari alat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menggunakan metode Elektrokoagulasi. 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 220 VAC.
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 kadar pH dalam air.
3. Pada WT 02 setelah selesai proses Elektrokoagulasi maka air hasil penyaringan yang sudah terpisah kemudian membentuk flok-flok pada plat aluminium 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.

Hak Cipta :

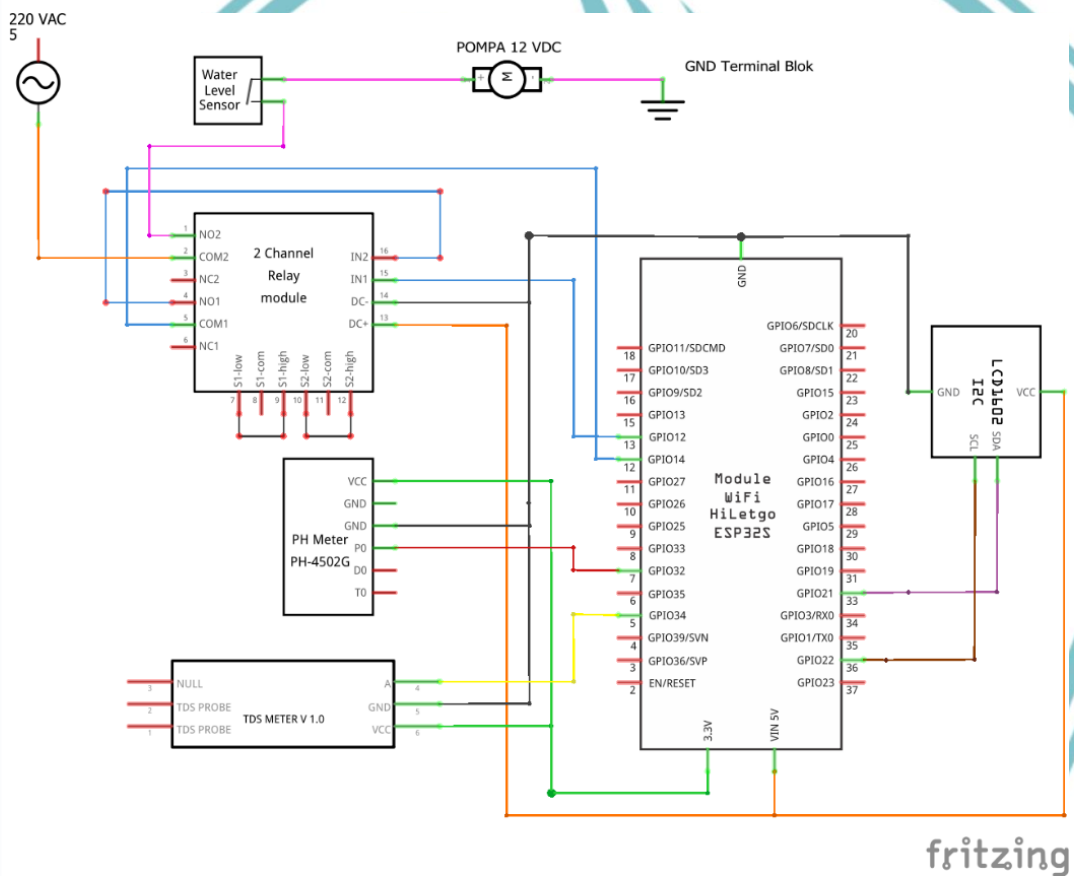
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

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 3.14 Rangkaian *Schematic* Mikrokontroler

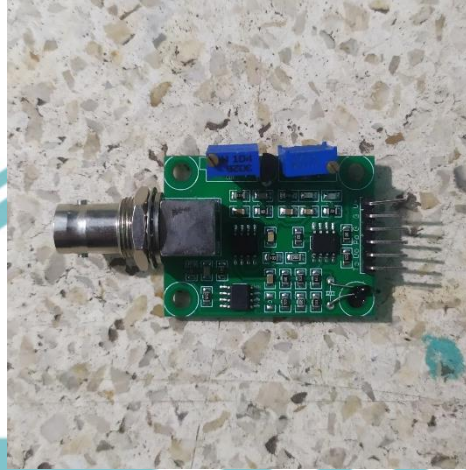
Pada Gambar 3.19 terdapat rangkaian control pada sistem mikrokontroler yang terpasang. Dengan menggunakan modul ESP32 sebagai otak dari sistem mikrokontroler ini. Terdapat 6 *pinout* yang terhubung dengan ESP32 ini yaitu diantaranya modul PH-4502C sebagai modul sensor pH, modul sensor TDS, LCD Display I2C yang digunakan untuk *monitoring* nilai pH dan TDS dari hasil akhir

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

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

- a) Modul Sensor PH-4502C



Gambar 3.15 Modul Sensor PH-4502C

Modul sensor ini terdiri dari 3 kaki pin yaitu pin “V_o” sebagai *input* sumber tegangan 3,3 VDC, pin GND sebagai *grounding*, dan pin “P_o” sebagai *pinout* yang terhubung dengan pin 32 pada ESP32. Fungsi dari pin P_o 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



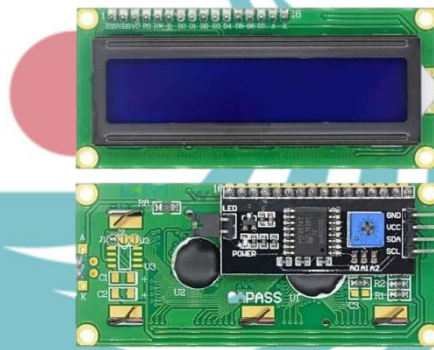
Gambar 3.16 Modul Sensor TDS

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 Display + Modul I2C



Gambar 3.17 LCD Display + Modul I2C

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

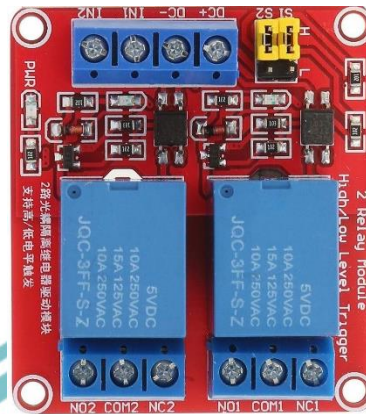
LCD Display I2C terdiri dari 4 kaki pin yaitu pin “VCC” sebagai *input* sumber tegangan 5 VDC, pin “GND” sebagai *grounding*, pin “SDA” sebagai *pinout* yang terhubung dengan pin 21 pada ESP32, dan pin “SCL” sebagai *pinout* yang terhubung dengan pin 22 pada ESP32.

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 :

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) Modul Relay *Dual Chanel*



Gambar 3.18 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

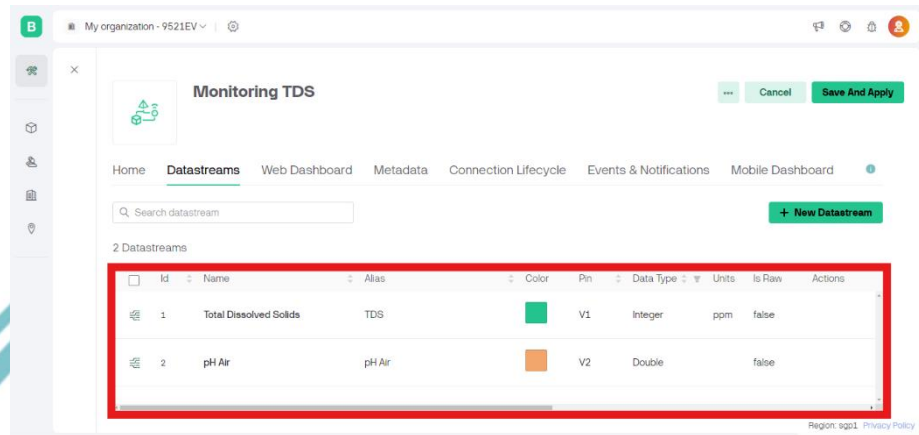
Hak Cipta :

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

hasil pembacaan sensor pada hasil air tidak sesuai nilai pH dan TDS-nya.

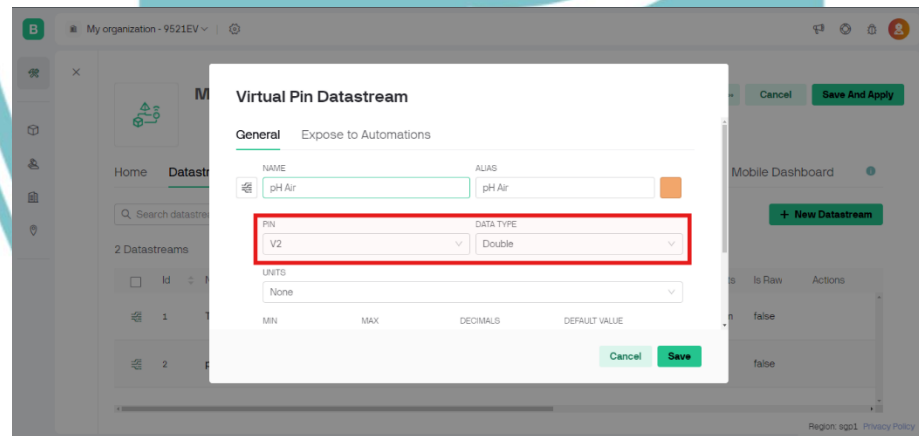
3.2.2 Konfigurasi Blynk

a) Membuat *Datastream*



Gambar 3.19 Konfigurasi *Datastream*

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



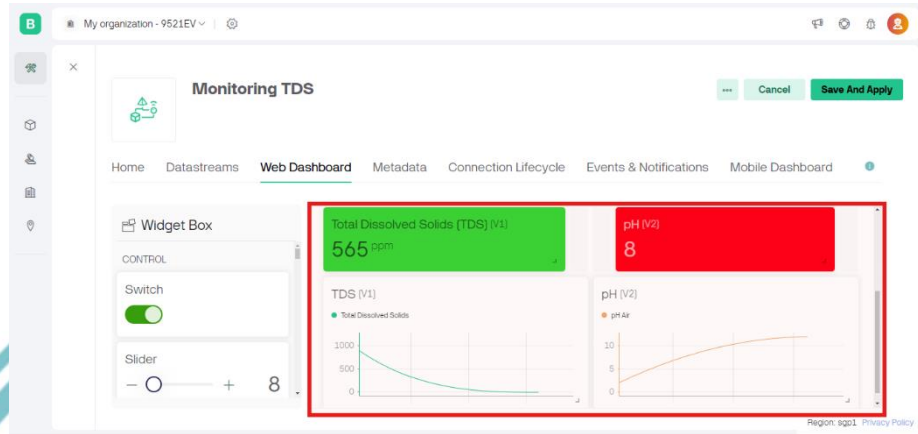
Gambar 3.20 Konfigurasi *Datastream* Sensor pH

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

b) Membuat *Layout* Pada *Website* Blynk



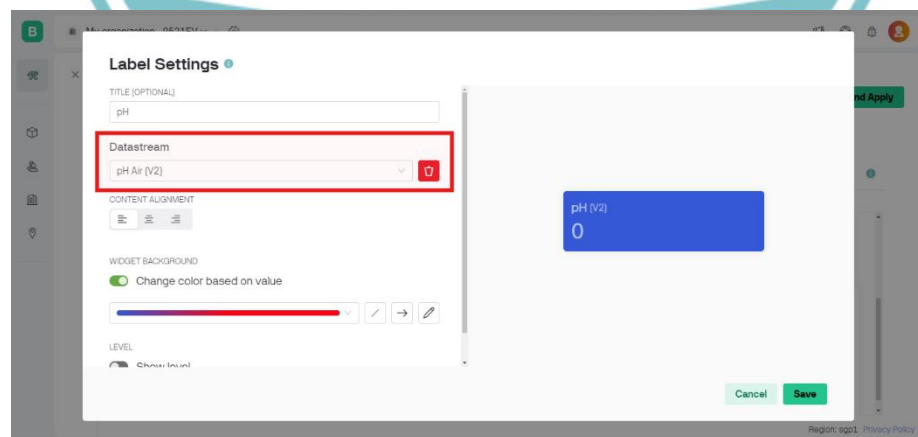
Gambar 3.21 Konfigurasi *Layout*

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 3.22 Konfigurasi *Widget*

Pada setiap *widget* harus dimasukan *datastream* yang telah dibuat agar *widget* tersebut bisa membaca apa yang diperintahkan. Dengan cara



Hak Cipta :

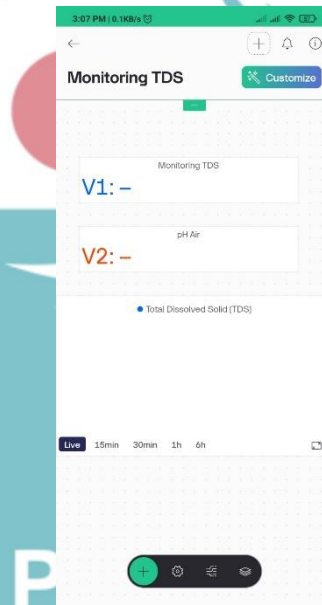
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

meng-klik *widget* tersebut lalu akan muncul simbol “roda gigi” seperti gambar 3.21 lalu klik untuk mengkonfigurasinya.

Gambar 3.23 Konfigurasi *Widget*

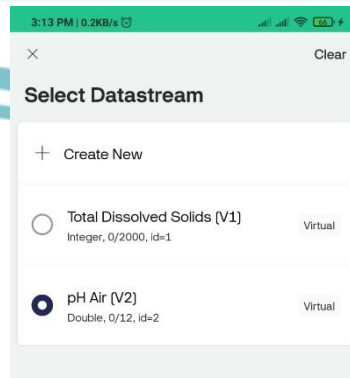
Akan muncul tampilan pengaturan *widget* seperti pada gambar 3.22, masukan *datastream* yang telah dibuat yaitu “V2” sesuai dengan judul *widget* yaitu “pH Air”, lalu simpan dengan cara klik “save”.

c) Membuat *Layout* Pada Aplikasi Blynk



Gambar 3.24 *Layout* Pada Aplikasi Blynk

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



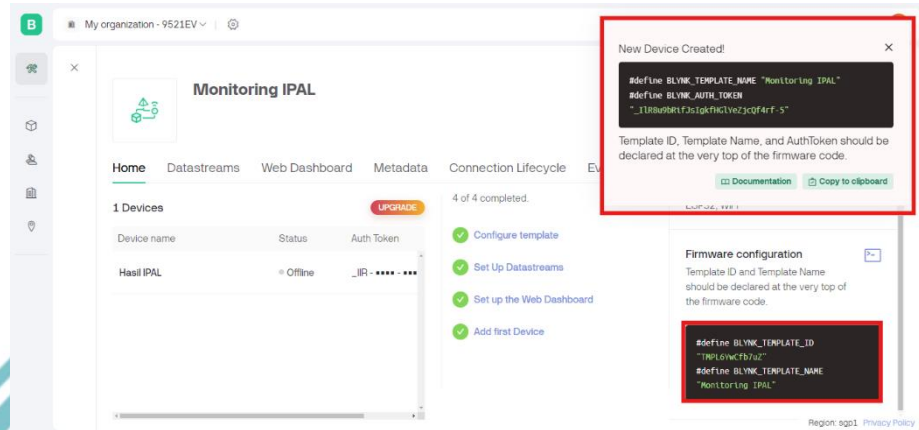
Gambar 3.25 Konfigurasi *Widget* Pada Aplikasi Blynk

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

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

d) Konfigurasi *Firmware*



Gambar 3.26 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 *Display* sebagai monitoring nilai pH 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 sama seperti pembacaan pada LCD *Display*. Berikut program yang digunakan dalam sistem mikrokontroler ini,

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6GGy1HVM6"
#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
```

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

```
// 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);

  // 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
  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);
}
```

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

```

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 hasil air TIDAK
MEMENUHI STANDAR");
} else {
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Matikan relay
  digitalWrite(relayComPin, LOW); // Matikan relay COM
  Serial.println("Relay dimatikan karena hasil air MEMENUHI
STANDAR");
}

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: ");
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.

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

a) Konfigurasi Blynk dengan Program

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6GGylHVM6"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring TDS"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "6yFAQ-
MuL8eAs7HMgPXT7sA3tTdUbn1i"
#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.

```
#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

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

datastream yang telah dibuat. SSID dan *Password* yang tertulis harus sesuai dengan jaringan yang tersedia.

d) Konfigurasi Sensor pH

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

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

```
float Po = 0;
```

Float atau nilai mengapung pada P_o diartikan sebagai bahwa P_o digunakan sebagai pembacaan hasil akhir dalam bentuk digital nantinya dan dideklarasikan nilai awalnya sebesar nol.

```
float PH_step;
```

Float atau nilai mengapung pada PH_step diartikan sebagai bahwa PH_step merupakan perubahan nilai tegangan pada satuan pH dengan rumus:

$$PH_step = \frac{(PH4_voltage - PH7_voltage)}{3} \quad (3.1)$$

```
int nilai_analog_PH;
```

Integer pada konfigurasi ini merupakan perintah pembacaan bahwa nilai pada *nilai_analog_PH* merupakan bilangan bulat.

```
double TeganganPh;
```

Double pada konfigurasi ini merupakan perintah pembacaan bahwa nilai *TeganganPh* merupakan bilangan desimal.

e) Konfigurasi Kalibrasi Sensor pH

```
// untuk kalibrasi pH
float PH4_voltage = 3.15;
```


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

```
float PH7 voltage = 2.5;
```

Konfigurasi kalibrasi sensor pH merupakan tindakan kalibrasi pada modul sensor pH yang dimana menentukan tegangan yang terbaca oleh probe pH, dan untuk nilai tegangan yang dicari yaitu tegangan pada nilai pH 4 dan pH 7.

f) 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.

a) Inisialisasi LCD *Display* + 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 3.27 Inisialisasi LCD *Display*

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

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”.

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 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;  
Po = 7.00 + ((PH7_voltage - TeganganPh) / PH_step);  
Serial.print("Nilai PH cairan: ");  
Serial.println(Po, 2);
```

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

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) nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
(2) Serial.print("Nilai ADC pH: ");
(3) Serial.println(nilai_analog_PH);
```

- Pada baris (1) merupakan pembacaan nilai analog yang terbaca pada modul sensor pH.
- Pada baris (2) merupakan perintah untuk penulisan “Nilai ADC pH: “ 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) TeganganPh = VREF / 4095.0 * nilai_analog_PH;
(2) Serial.print("TeganganPh: ");
(3) Serial.println(TeganganPh, 3);
```

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

```
(1) PH_step = (PH4_voltage - PH7_voltage) / 3.0;
(2) Po = 7.00 + ((PH7_voltage - TeganganPh) / PH_step);
(3) Serial.print("Nilai PH cairan: ");
(4) Serial.println(Po, 2);
```

- Pada baris (1) merupakan perintah untuk menghitung nilai “PH_step” yang berfungsi untuk membaca nilai tegangan pada satuan pH
- Pada baris (2) merupakan perintah untuk menghitung hasil nilai pH dalam bentuk nilai digital dengan rumus:

$$P_o = 7,00 + \left(\frac{(PH7_voltage - PH4_voltage)}{PH_step} \right) \quad (3.2)$$
- Pada baris (3) merupakan perintah untuk penulisan (“Nilai PH cairan: “ yang akan muncul di *serial monitor*.
- Pada baris (4) merupakan perintah untuk menampilkan nilai pH dari hasil perhitungan pada baris (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) 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.
- 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);
```

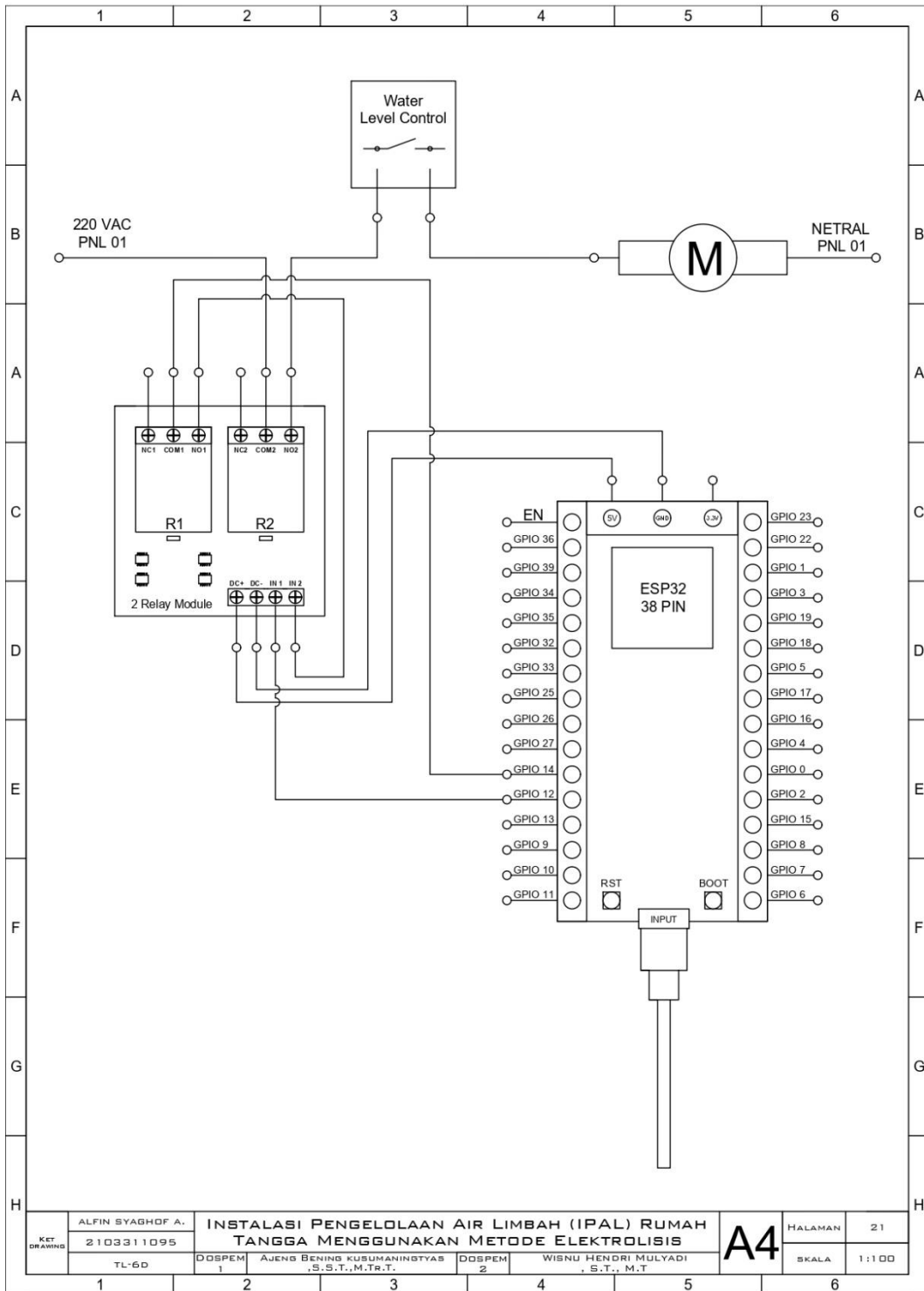
Delay merupakan perintah untuk memberi jeda waktu pada program untuk mengulang program pada *void loop* dalam satuan *millisecond*.

3.2.4 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 pH yang terbaca oleh Sensor pH diluar dari standar **PERMENKES NO. 32 Tahun 2017** yaitu senilai < 6,5 atau > 8,5.

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 3.28 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

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

menuju ke WT 01 apabila nilai pH berdasarkan pembacaan Sensor pH 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

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 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.

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

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem Kontrol

Sistem kontrol yang ada pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi terdapat pada kontrol pompa bak penampungan akhir (WT 04) yang digunakan untuk mengalirkan air dari WT 04 menuju WT 01 apabila nilai pH dan nilai TDS dari air hasil pengolahan tidak sesuai dengan standar PERMENKES No. 32 Tahun 2017.

Sistem kontrol pompa yang digunakan yaitu secara otomatis, program kontrol yang dibuat berdasarkan pembacaan sensor pH dan sensor TDS. Ketika salah satu atau semua nilai pH dan nilai TDS tidak sesuai standar, maka relay akan berubah menjadi “HIGH” dan pompa akan aktif ketika level air sudah menyentuh sensor “HIGH” pada *level switch*.

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 pada sistem kontrol ini yaitu:

1. Mengamati hasil pembacaan nilai pH dari Sensor pH pada *serial monitor* Arduino IDE, *LCD Display*, atau pada aplikasi Blynk.
2. Mengamati kinerja relay berdasarkan program yang sudah dibuat.

4.1.3 Data Hasil Pengujian

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem 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
			OFF	OFF	HIGH	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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

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

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 TDS berdasarkan Sensor TDS, kondisi relay, kondisi *level* air, dan kondisi pompa WT 04.

4.1.4 Analisa 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.

```

Nilai TDS: 259ppm
Nilai ADC pH: 2929
TeganganPH: 2.360
Nilai PH cairan: 7.31
Relay dimatikan karena hasil air MEMENUHI STANDAR
  
```

Gambar 4.1 Pembacaan Pada *Serial Monitor* Arduino IDE

Pada Gambar 4.1 terdapat hasil pembacaan nilai TDS, nilai ADC dari sensor pH, nilai tegangan dari sensor pH, nilai pH, dan keterangan kondisi relay. Gambar 4.1 merupakan hasil dari pengujian I, nilai pH dan nilai TDS pada hasil air pengolahan pada pengujian I yang terbaca oleh sensor yaitu masing-masing senilai **7,31** dan **259ppm**. Dari hasil pembacaan kedua sensor tersebut, memberikan perintah bahwa hasil air pengolahan sesuai standar sehingga tidak perlu dilakukan pengolahan ulang kembali untuk air tersebut.

```

Nilai TDS: 284ppm
Nilai ADC pH: 2680
TeganganPH: 2.21
Nilai PH cairan: 7.37
Relay dimatikan karena hasil air MEMENUHI STANDAR

```

Gambar 4.2 Pembacaan Pada *Serial Monitor* Arduino IDE

Pada Gambar 4.2 terdapat hasil pembacaan nilai TDS, nilai ADC dari sensor pH, nilai tegangan dari sensor pH, nilai pH, dan keterangan kondisi relay. Gambar 4.2 merupakan hasil dari pengujian II, nilai pH dan nilai TDS pada hasil air pengolahan pada pengujian I yang terbaca oleh sensor yaitu masing-masing senilai **7,37** dan **284ppm**. Dari hasil pembacaan kedua sensor tersebut, memberikan perintah bahwa hasil air pengolahan sesuai standar sehingga tidak perlu dilakukan pengolahan ulang kembali untuk air tersebut.

```

Nilai TDS: 291ppm
Nilai ADC pH: 2378
TeganganPH: 2.24
Nilai PH cairan: 7.12
Relay dimatikan karena hasil air MEMENUHI STANDAR

```

Gambar 4.3 Pembacaan Pada *Serial Monitor* Arduino IDE

Pada Gambar 4.3 terdapat hasil pembacaan nilai TDS, nilai ADC dari sensor pH, nilai tegangan dari sensor pH, nilai pH, dan keterangan kondisi relay. Gambar 4.3 merupakan hasil dari pengujian III, nilai pH dan nilai TDS pada hasil air pengolahan pada pengujian I yang terbaca oleh sensor yaitu masing-masing senilai **7,12** dan **291ppm**. Dari hasil pembacaan kedua sensor tersebut, memberikan perintah bahwa hasil air pengolahan sesuai standar sehingga tidak perlu dilakukan pengolahan ulang kembali untuk air tersebut.

4.2 Pengujian Sensor pH Terhadap Alat Ukur

Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akurasi dari pembacaan sensor pH dengan cara membandingkan hasil pembacaan nilai pH antara alat ukur pH Meter dengan sensor pH Meter.



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 :

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

4.2.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur nilai pH dengan menggunakan alat ukur pH Meter dan Sensor pH dari mulai awal proses hingga selesai dengan interval waktu 15 menit.

4.2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian Sensor pH terhadap alat ukur yaitu:

1. Mengukur nilai pH menggunakan pH Meter dengan cara mengambil *sample* air kolam renang ke dalam botol lalu masukan alat ukur kedalam botol hingga nilai pH terbaca dan stabil.
2. Mengukur nilai pH menggunakan sensor pH dengan cara mencelupkan probe sensor pH kedalam *sample* air dalam botol yang telah diambil.
3. Menunggu proses elektrokoagulasi hingga air mengalir pada bak WT 04.
4. Mengukur nilai pH menggunakan pH Meter dan menggunakan sensor pH setiap rentang waktu 15 menit pada bak WT 02.
5. Air sudah mengalir sampai bak hasil akhir (WT 04).
6. Sensor pH akan mendeteksi jumlah ion pada air tersebut melewati elektroda kaca yang terdapat pada probe sensor pH lalu elektroda referensi merubah jumlah ion yang terbaca oleh elektroda kaca menjadi nilai tegangan analog.
7. Nilai tegangan analog yang terbaca pada modul sensor pH dikonversikan kedalam nilai digital pada ESP32.
8. ESP32 menghitung besar nilai pH melalui persamaan (3.2) yang sudah terprogram dalam ESP32.
9. Nilai pH akan terbaca pada *Serial Monitor Arduino IDE*, *LCD Display*, dan aplikasi Blynk.
10. Mengukur nilai pH menggunakan pH Meter pada hasil air limbah yang ada di WT 04.

4.2.3 Data Hasil Pengujian

Data yang diambil berupa nilai pH pada masing-masing limbah mulai dari air limbah sebelum diproses, pada saat diproses dengan rentang waktu 15 menit sekali, dan setelah diproses.


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

Pengambilan data menggunakan alat ukur pH Meter dan Sensor pH dengan cara memasukan probe dari alat ukur pH Meter dan Sensor pH kedalam bak elektrokoagulasi (WT 02) secara bergantian.

Tabel 4.2 Data Nilai pH Hasil Pengujian

Pengukuran ke-	Pengujian I		Pengujian II		Pengujian III	
	Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor
1	9.08	9.14	9.05	9.12	2.3	2.38
2	9.04	9.09	8.98	9.06	2.6	2.71
3	9.01	9.07	8.87	9.01	3.0	3.16
4	8.92	8.98	8.74	8.96	3.5	3.62
5	8.76	8.78	8.67	8.88	4.7	4.81
6	8.61	8.64	8.61	8.67	5.4	5.79
7	7.97	8.02	8.32	8.39	6.2	6.32
8	7.74	7.81	8.14	8.20	6.9	7.14
9	7.51	7.67	8.02	8.05	7.2	7.37
10	7.43	7.49	7.84	7.90	7.2	7.31
11	7.37	7.41	7.71	7.75	7.2	7.24
12	7.35	7.37	7.57	7.62	7.1	7.17
13	7.28	7.31	7.34	7.37	7.1	7.12

4.2.4 Analisis Data / Evaluasi

Analisis pembacaan nilai pH pada alat ukur pH Meter dengan Sensor pH bertujuan untuk memvalidasi akurasi pembacaan yang berguna untuk



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

meningkatkan dalam pengambilan data karena data yang dihasilkan pada sensor menjadi lebih konsisten.

Tabel 4.3 Selisih Pembacaan Alat Ukur Dengan Sensor

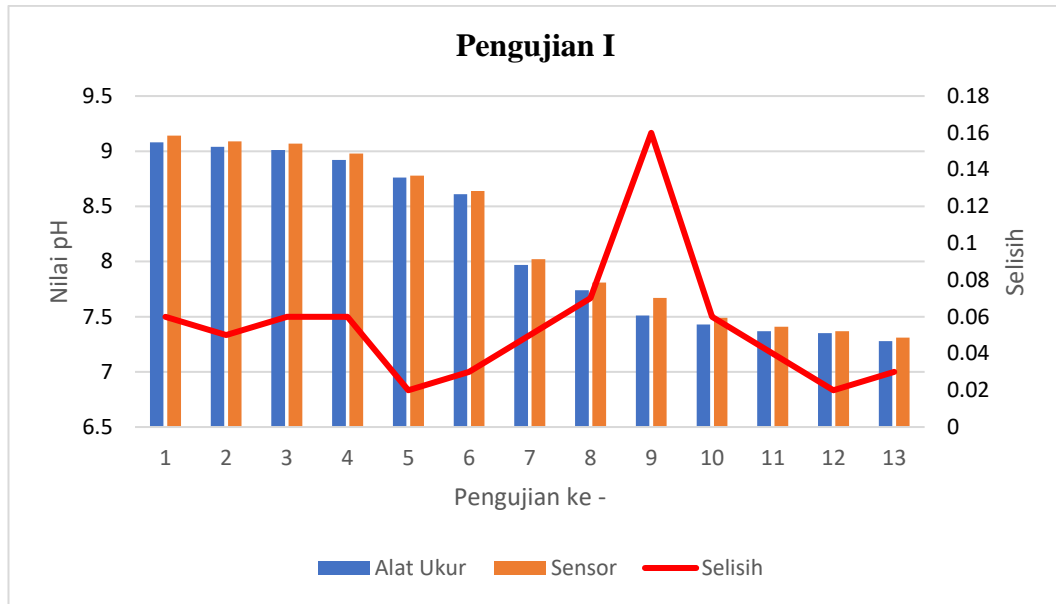
Pengukuran ke-	Selisih Pembacaan (pH)		
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
1	0,06	0,07	0,08
2	0,05	0,08	0,11
3	0,06	0,14	0,16
4	0,06	0,22	0,12
5	0,02	0,21	0,11
6	0,03	0,06	0,39
7	0,05	0,07	0,12
8	0,07	0,06	0,24
9	0,16	0,03	0,17
10	0,06	0,06	0,11
11	0,04	0,04	0,04
12	0,02	0,05	0,07
13	0,03	0,03	0,02

Pada Tabel 4.3 terdapat hasil selisih pembacaan nilai pH pada alat ukur pH Meter dengan Sensor pH dengan satuan nilai pH. Dengan cara melakukan pengoprasian pengurangan pada pembacaan Sensor pH dengan Alat Ukur maka akan didapat selisih dari pembacaan nilai pH dari kedua alat tersebut.



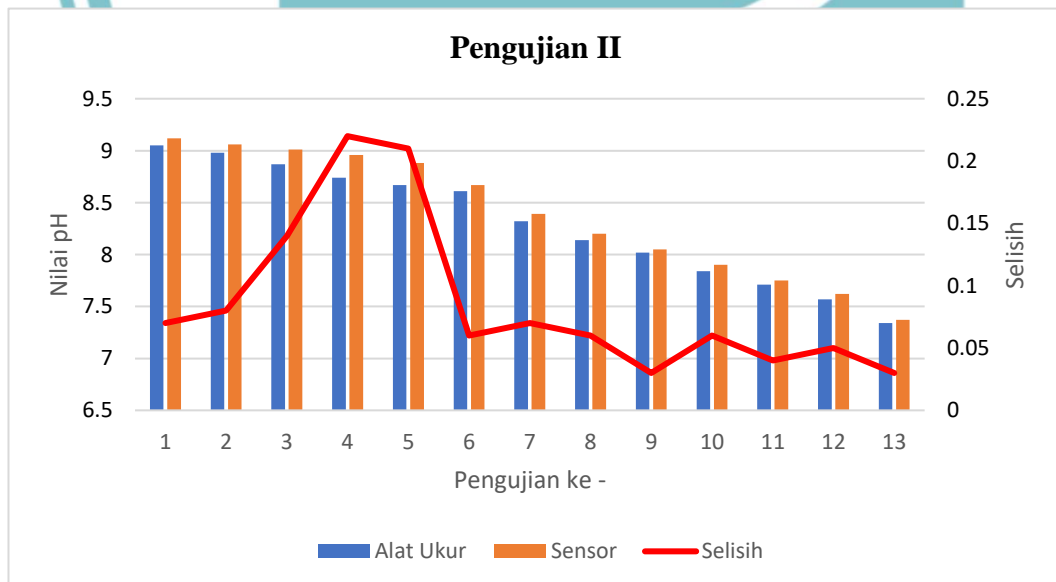
Hak Cipta :

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 4.1 Pembacaan dan Selisih Antara Sensor pH dan pH Meter Pengujian I

Pada pengujian I, rata-rata dari selisih pembacaan alat ukur pH Meter dengan Sensor pH yaitu senilai **0,05** dan persentase akurasi pembacaan sensor pH terhadap alat ukur pH Meter yaitu sebesar **95%**.



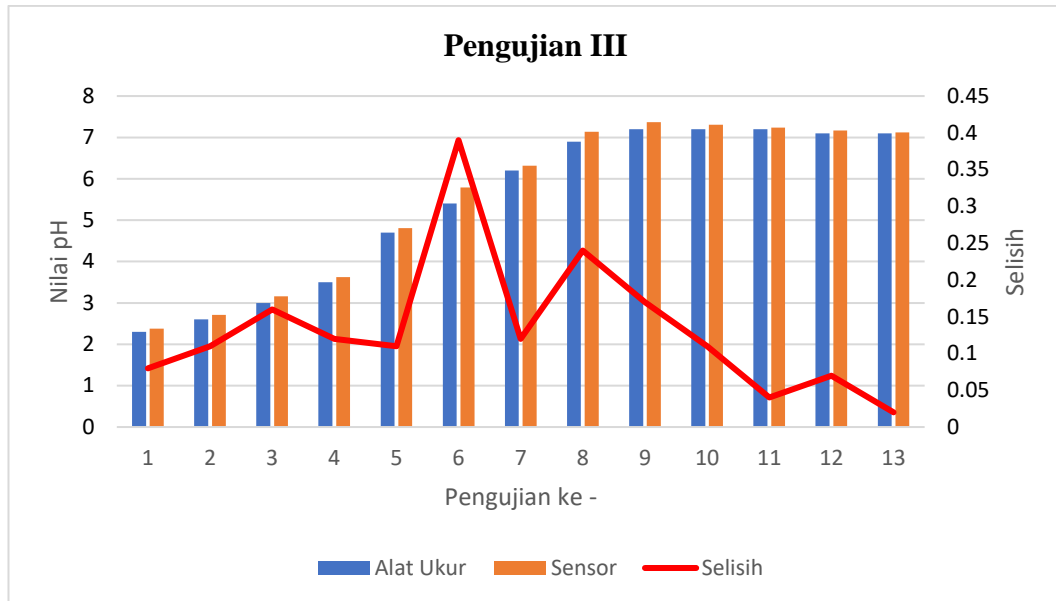
Grafik 4.2 Pembacaan dan Selisih Antara Sensor pH dan pH Meter Pengujian II

Pada pengujian II, rata-rata dari selisih pembacaan alat ukur pH Meter dengan Sensor pH yaitu senilai **0,09** dan persentase akurasi pembacaan sensor pH terhadap alat ukur pH Meter yaitu sebesar **91%**.



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



Grafik 4.3 Pembacaan dan Selisih Antara Sensor pH dan pH Meter Pengujian III

Pada pengujian III, rata-rata dari selisih pembacaan alat ukur pH Meter dengan Sensor pH yaitu senilai **0,13** dan persentase akurasi pembacaan sensor pH dengan alat ukur pH Meter yaitu sebesar sebesar **87%**.

Pada pengujian III, selisih pembacaan nilai pH pada alat ukur pH Meter dengan Sensor pH sangat signifikan, hal ini dikarenakan pada hasil air limbah yang telah diproses sampai mengalir ke bak akhir WT 04, air tersebut berwarna putih dan nilai TDS pada air tersebut senilai 433, nilai tersebut sangat tinggi jika dikategorikan dalam air untuk keperluan higiene sanitasi. Kontaminasi atau kotorannya pada elektroda sensor pH dapat menyebabkan pembacaan yang tidak akurat.

4.3 Pengujian Elektrokoagulasi Terhadap Nilai pH Berdasarkan Waktu

Pengujian kinerja sensor pH terhadap waktu bertujuan untuk mengidentifikasi durasi efektif dari pengolahan air limbah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi untuk mendapat nilai pH sesuai standar baku mutu pengolahan 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 kritis 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

4.3.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian kinerja sensor pH terhadap waktu dilakukan untuk mengetahui waktu yang efektif dari pengolahan air limbah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.

Tabel 4.4 Deskripsi Pengujian

	Hari, Tanggal	Lama Waktu Proses	Jenis Limbah
Pengujian I	Kamis, 30 Mei 2024	3 Jam	Air Kolam Renang Politeknik Negeri Jakarta
Pengujian II	Kamis, 30 Mei 2024	3 Jam	Air Cucian Kantin SPIRIT Politeknik Negeri Jakarta
Pengujian III	Kamis, 18 Juli 2024	3 Jam	Air Sungai Lio

4.3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian kinerja sensor pH terhadap waktu yaitu:

1. Mengukur nilai pH menggunakan pH Meter dengan cara mengambil *sample* air kolam renang ke dalam botol lalu masukan alat ukur kedalam botol hingga nilai pH terbaca dan stabil.
2. Mengukur nilai pH menggunakan sensor pH dengan cara mencelupkan probe sensor pH kedalam *sample* air dalam botol yang telah diambil.
3. Menunggu proses elektrokoagulasi hingga air mengalir pada bak WT 04.
4. Mengukur nilai pH menggunakan pH Meter dan menggunakan sensor pH setiap rentang waktu 15 menit pada bak WT 02.
5. Air sudah mengalir sampai bak hasil akhir (WT 04).
6. Sensor pH akan mendeteksi jumlah ion pada air tersebut melewati elektroda kaca yang terdapat pada probe sensor pH lalu elektroda referensi merubah jumlah ion yang terbaca oleh elektroda kaca menjadi nilai tegangan analog.


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

7. Nilai tegangan analog yang terbaca pada modul sensor pH dikonversikan kedalam nilai digital pada ESP32.
8. ESP32 menghitung besar nilai pH melalui persamaan (3.2) yang sudah terprogram dalam ESP32.
9. Nilai pH akan terbaca pada *Serial Monitor* Arduino IDE, *LCD Display*, dan aplikasi Blynk.
10. Mengukur nilai pH menggunakan pH Meter pada hasil air limbah yang ada di WT 04.

4.3.3 Data Hasil Pengujian

Data yang diambil berupa nilai pH 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 pH Meter dan Sensor pH dengan cara memasukan probe dari alat ukur pH Meter dan Sensor pH kedalam bak elektrokoagulasi (WT 02) secara bergantian.

Tabel 4.5 Data Nilai pH Hasil Pengujian Berdasarkan Sensor pH

Interval Waktu	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
00:00	9.14	9.12	2.38
+ 15 Menit	9.09	9.06	2.71
+ 30 Menit	9.07	9.01	3.16
+ 45 Menit	8.98	8.96	3.62
+ 60 Menit	8.78	8.88	4.81
+ 75 Menit	8.64	8.67	5.79
+ 90 Menit	8.02	8.39	6.32
+ 105 Menit	7.81	8.20	7.14



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

Interval Waktu	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
+ 120 Menit	7.67	8.05	7.37
+ 135 Menit	7.49	7.90	7.31
+ 150 Menit	7.41	7.75	7.24
+ 165 Menit	7.37	7.62	7.17
+ 180 Menit	7.31	7.37	7.12

4.3.4 Analisis Data / Evaluasi

Analisis nilai pH ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh durasi dalam proses elektrokoagulasi dari masing-masing pengujian. Berikut adalah rangkuman nilai pH sebelum dan sesudah diproses dari Tabel 4.5,

Tabel 4.6 Durasi Proses Elektrokoagulasi

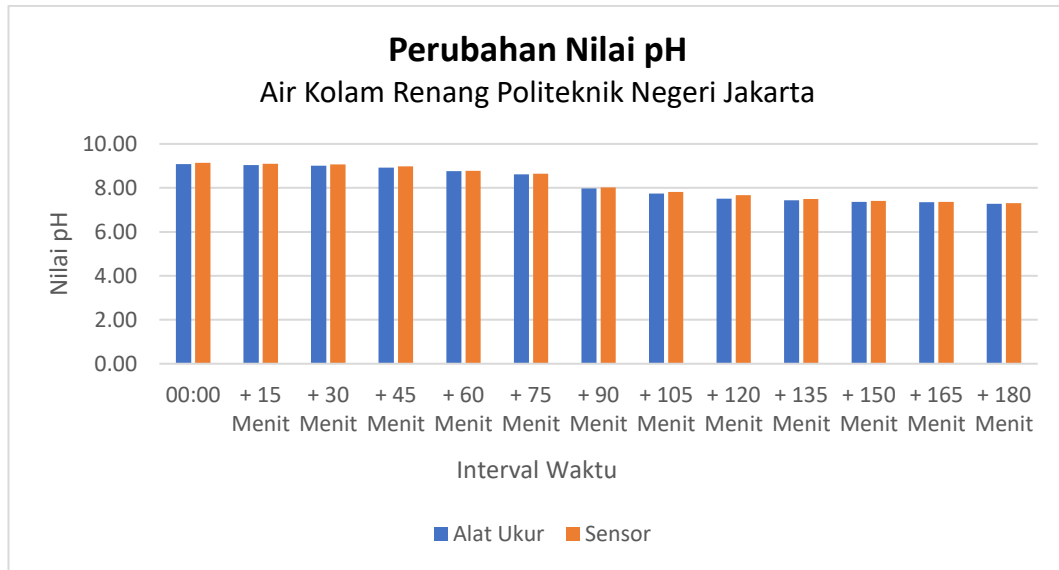
Pengujian	Durasi Proses Elektrokoagulasi
Pengujian I	3 Jam
Pengujian II	3 Jam
Pengujian III	3 Jam

Berdasarkan Tabel 4.6, pada Pengujian I, II, dan III limbah air diproses melalui metode elektrokoagulasi pada bak WT 02 yaitu selama **tiga jam**.



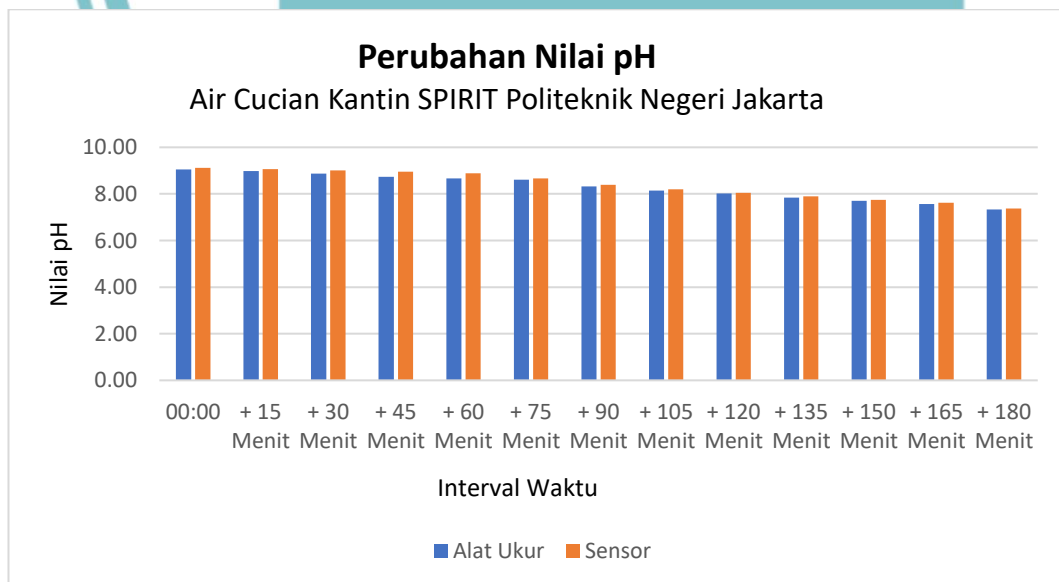
Hak Cipta :

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



Grafik 4.4 Perubahan Nilai pH Pada Air Kolam Renang Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan Grafik 4.1 pada pengujian I, derajat keasaman pada limbah tersebut bersifat **basa** dengan nilai pH yang terbaca pada alat ukur sebesar **9,08**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama dua jam, derajat keasaman pada limbah tersebut berubah menjadi **netral** dengan nilai pH yang terbaca pada alat ukur sebesar **7,28**.



Grafik 4.5 Perubahan Nilai pH Pada Air Cucian Kantin SPIRIT Politeknik Negeri Jakarta

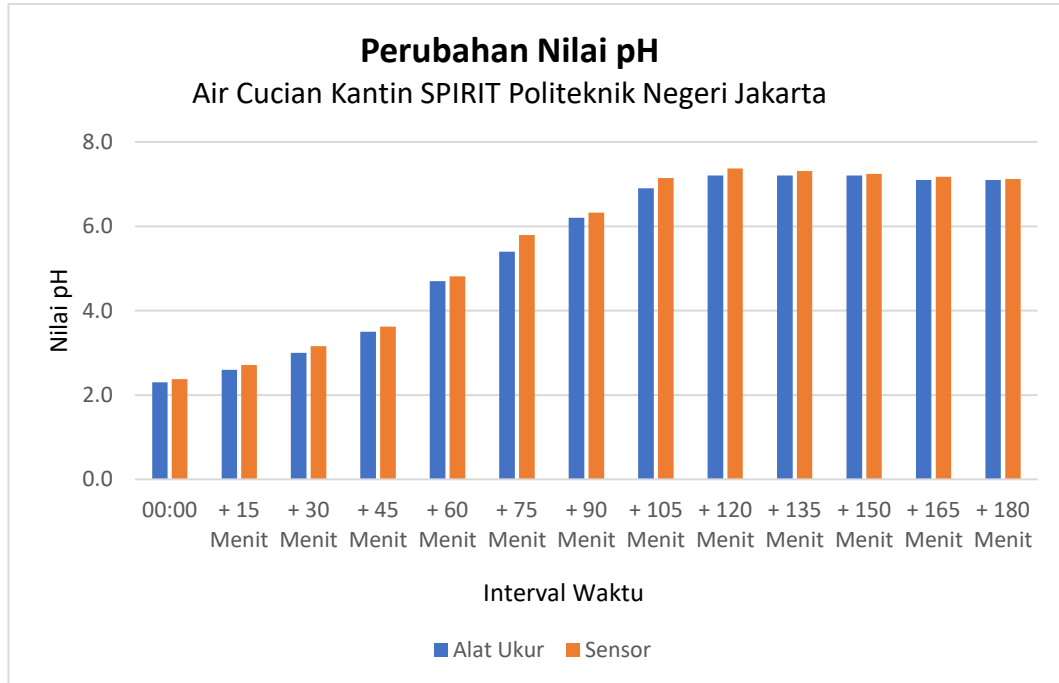
Berdasarkan Grafik 4.2 pada pengujian II, derajat keasaman pada limbah tersebut bersifat **basa** dengan nilai pH yang terbaca pada alat ukur sebesar **9,05**.



Hak Cipta :

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

Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama satu jam, derajat keasaman pada limbah tersebut tetap menjadi **netral** dengan nilai pH yang terbaca pada alat ukur sebesar **7,34**.



Grafik 4.6 Perubahan Nilai pH Pada Air Sungai Lio

Berdasarkan Grafik 4.3 pada pengujian III, derajat keasaman pada limbah tersebut bersifat **asam** dengan nilai pH yang terbaca pada alat ukur sebesar **2,3**. Setelah melalui proses elektrokoagulasi selama dua jam, derajat keasaman pada limbah tersebut berubah menjadi **netral** dengan nilai pH yang terbaca pada alat ukur sebesar **7,12**.

4.3.4.1 Monitoring Berdasarkan LCD Display

Nilai TDS : 765.47 ppm

Nilai ADC pH : 2929

TeganganPh : 2.360

Nilai PH cairan : 7.67

Gambar 4.4 Hasil Pembacaan Pada 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 kritis 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

LCD *Display* membaca berdasarkan hasil perhitungan pada program yang sudah tertanam dalam ESP32, terdapat 4 nilai pembacaan yang terprogram sehingga nilai tersebut terlihat pada *serial monitor* sesuai pada Gambar 4.1 sebagai informasi.

```
nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
Serial.print("Nilai ADC pH: ");
Serial.println(nilai_analog_PH);
```

Nilai *analog* yang terbaca dari hasil pembacaan dari elektroda kaca pada probe sensor pH yaitu sebesar **2929**. Perintah “Serial.print” dan “Serial.println” merupakan perintah untuk menampilkan nilai *analog* pH yang terbaca pada *serial monitor*.

```
TeganganPh = VREF / 4095.0 * nilai_analog_PH;
Serial.print("TeganganPh: ");
Serial.println(TeganganPh, 3);
```

Program diatas digunakan untuk merubah nilai analog pada elektroda kaca menjadi satuan nilai tegangan dalam elektroda referensi.

$$\text{Tegangan pH} = \frac{V_{ref}}{4095} \times \text{nilai_analog_PH}$$

$$\text{Tegangan pH} = \frac{3,3 V}{4095} \times 2929$$

$$\text{Tegangan pH} = 2,360 V$$

Berdasarkan program diatas, hasil perhitungan tegangan pH yang terbaca pada elektroda referensi yaitu **2,6 V**.

```
PH_step = (PH4_voltage - PH7_voltage) / 3.0;
```

PH_step digunakan untuk menghitung nilai perubahan tegangan per satuan pH yang digunakan untuk pembacaan pada sensor pH. Nilai tegangan yang sudah dikalibrasi menggunakan larutan dengan nilai pH 4 dan pH 7 sebelumnya yaitu bernilai **3,15 V** dan **2,5 V**.

$$PH_step = \frac{(3,15 V - 2,5 V)}{3}$$


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

$$PH_step = 0,21$$

```
Po = 7.00 + ((PH7_voltage - TeganganPh) / PH_step);
Serial.print("Nilai PH cairan: ");
Serial.println(Po, 2);
```

P_o digunakan untuk menghitung hasil nilai pH dalam bentuk digital dan dalam satuan pH.

$$P_o = 7 + \left(\frac{(2,5 V - 2,36 V)}{0,21} \right)$$

$$P_o = 7,6$$

Nilai pH berdasarkan hitungan dalam program tersebut yaitu senilai **7,6**. Perintah “Serial.print” dan “Serial.println” akan menampilkan nilai hasil “ P_o ” yaitu nilai pH pada *serial monitor*.



Gambar 4.5 Hasil Tampilan Pada LCD Display

```
lcd.clear(); // Bersihkan layar LCD
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("pH: ");
lcd.print(Po);
```

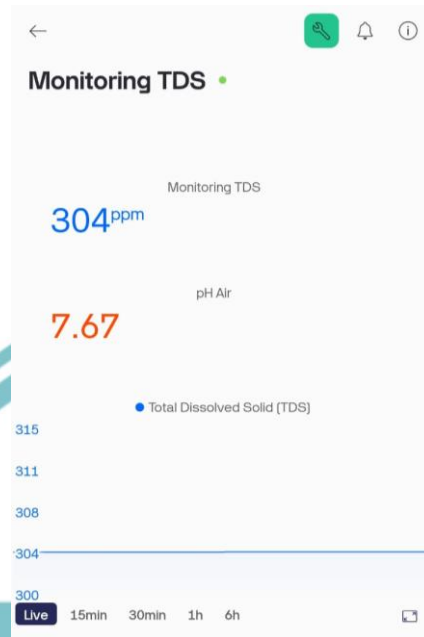
Pada perintah “`lcd.setCursor(0, 1)`” merupakan perintah untuk penulisan “`lcd.print(“pH: “)`” dimulai pada kotak pertama dan baris kedua dan “`lcd.print(Po)`” memerintahkan untuk menampilkan hasil perhitungan P_o pada LCD Display dengan penempatan penulisan yang sudah diprogram pada perintah “`lcd.setCursor`”. Hasil konfigurasi pada LCD Display dari program tersebut yaitu pada Gambar 4.2.



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

4.3.4.2 Berdasarkan Aplikasi Blynk



Gambar 4.6 Hasil Pembacaan Pada Aplikasi Blynk

Hasil nilai pH yang muncul pada aplikasi Blynk merupakan hasil pembacaan dari sensor pH yang dimana *virtual pin* membaca hasil dari perhitungan “Po” yang sudah deprogram pada ESP32.

```
Blynk.virtualWrite(V2, Po);
Blynk.run();
```

Perintah “Blynk.virtualWrite(V2, Po)” merupakan perintah untuk pembacaan *virtual pin* “V2” pada *datastream* Blynk dari “Po” hasil perhitungan pada program yang pembacaannya dari sensor pH yaitu sebesar 7,67.