

Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara di Lokasi Pengolahan Air Limbah Komunal Berbasis *Internet Of Things*

¹Muhammad Suriansyah, ²Aryuanto Soedtejo, ³Alfarid Hendro Yuwono, ⁴Bima Romadhon Parada Dian Palevi.

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia
rian.suriansyah26@gmail.com

Abstrak— *Alat yang dilengkapi dengan sensor MQ-4, MQ-136, dan MQ-137 berbasis Internet Of Things ini merupakan suatu alat yang dirancang untuk mendapatkan nilai kualitas udara disekitar pengolahan air limbah komunal, karena di tempat tersebut terdapat beberapa proses yang dilakukan pada setiap kolomnya dan tentunya setiap proses yang terjadi terdapat gas yang menghasilkan bau yang tidak sedap. Limbah tersebut tentunya akan dibuang ke badan sungai setelah melalui beberapa proses. Kualitas udara menjadi salah satu faktor yang harus diperhatikan karena selain untuk memantau proses pada setiap kolomnya, juga memantau apakah udara di daerah tersebut tergolong masih kategori berbahaya atau tidak bagi kesehatan. Dengan menggunakan sensor tersebut data pengukuran gas yang dibaca ialah gas metana, gas hidrogen sulfida, dan gas ammonia. Perancangan ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang digunakan sebagai pemrosesan data dan mengirimkan data ke cloud Haiwell. Sehingga kualitas udara pada lokasi pengolahan air limbah dapat dimonitoring secara Real-Time.*

Kata Kunci — *Monitoring, Kualitas Udara, IoT.*

I. PENDAHULUAN

Limbah merupakan hasil pembuangan atau bahan sisa yang tidak lagi terpakai dan tentunya berdampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat sekitar jika tidak dikelola dengan baik. Dengan kata lain limbah merupakan hasil perubahan barang dari suatu usaha yang tidak lagi dapat dipakai atau sisa dari suatu kegiatan yang sudah tidak bermanfaat serta tidak bernilai ekonomi lagi[1].

Berdasarkan wujudnya terdapat beberapa macam limbah yang dihasilkan, ada limbah gas yang mana tentunya limbah yang dihasilkan berupa gas yang berdampak buruk pada keadaan udara disuatu daerah tersebut, ada juga limbah padat, berupa limbah hasil sisa barang yang berwujud padat yang berasal dari kegiatan domestik atau aktivitas industri dan juga limbah cair yang mencemari lingkungan berasal dari air limbah domestik (limbah dari aktivitas rumah tangga, restoran, hotel, perkantoran, asrama, sekolah), air limbah industri, dan air limbah pertanian. Limbah cair tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air[2].

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal saat ini menjadi kebutuhan yang sangat mendesak guna mengatasi permasalahan pengelolaan air limbah. IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Tirtarona yang

berada di Tlogomas, Kota Malang merupakan keikutsertaan ITN Malang dalam mengatasi kebutuhan mengenai permasalahan pengolahan air limbah. Namun dari hasil uji kualitas efluen IPAL Komunal menunjukkan rendahnya kinerja pengolahan dari kandungan bahan organik dan nutrien yang di atas baku mutu air limbah domestik.

Telah dilakukan penelitian sebelumnya terkait dengan sistem kualitas udara pada IPAL komunal oleh Soetedjo A, Adi Wibowo S, dkk., alat tersebut bekerja sesuai fungsinya dan dapat berjalan dengan baik, alat tersebut juga telah dilengkapi telemetering untuk memonitoring cuaca pada sekitar IPAL, namun pada penelitian ini parameter yang diukur merupakan kondisi cuaca disekitar ipal dan beberapa sensor gas yang digunakan untuk memantau kadar gas buang disekitar limbah. Tentunya tidak difokuskan pada gas yang dihasilkan oleh proses pada IPAL tersebut[3].

Selanjutnya telah dilakukan penelitian mengenai pendeteksi gas metana pada sistem biogas dengan mikrokontroler oleh Ratna I, Sarosa M, dkk., pada penelitian tersebut menggunakan sensor yang sama pada penelitian ini namun pada penelitian ini peneliti menggunakan multi-sensor sehingga tidak hanya difokuskan pada gas metana saja, yang sudah disesuaikan berdasarkan studi literatur dan survey lapangan [4].

Pada penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Subagyo H, Tri Wahyuni R, Akbar M, Ulfa F, di kota pekanbaru mengenai kualitas udara diperkotaan dengan kandungan gas yang diukur berdasarkan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)[5]. Pada penelitian tersebut banyak menggunakan sensor yang mendeteksi gas buang dari kendaraan. Pada IPAL tirtarona bisa dikatakan tidak adanya gas buang, oleh karena itu peneliti hanya menggunakan salah satu sensor yang digunakan pada penelitian tersebut, yaitu MQ-136.

Berdasarkan pada masalah diatas maka diperlukannya pemantauan kualitas udara secara real time dengan teknologi Internet of Things (IoT). Teknologi IoT mampu melakukan monitoring kualitas udara dengan mudah melalui beberapa sensor yang terhubung dengan internet, serta dapat juga diakses melalui smarphone anda. Dengan adanya monitoring udara secara realtime dan menggunakan teknologi IoT ini, diharapkan para peneliti dapat mengetahui data tersebut dengan mudah dan efisien, sehingga dapat

segera melakukan tindakan yang harus dilakukan berdasarkan data yang diterima.

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain adalah bagaimana kita dapat merancang suatu sistem monitoring kualitas udara di lokasi pengolahan air limbah komunal berbasis *internet of things* secara *real-time* dan bagaimana agar kita dapat mengetahui indikator kualitas udara di lokasi pengolahan limbah komunal tersebut tergolong berbahaya atau tidak bagi kesehatan.

Adapun dengan adanya alat monitoring kualitas udara ini bertujuan agar kita dapat mendeteksi konsentrasi gas yang dihasilkan oleh IPAL komunal tersebut seperti Metana (CH_4), Hidrogen Sulfida (H_2S), dan Ammonia (NH_3) serta dapat dimonitoring secara *real-time* berbasis *internet of things*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Instalasi Pengolahan Air Limbah

Berdasarkan Perda Kota Malang nomor 17 tahun 2001 tentang konservasi air, bahwa segala jenis kegiatan yang menimbulkan limbah harus memiliki instalasi pengolahan air limbah. Kebijakan tersebut sedang diterapkan oleh pemerintah Kota Malang dengan melakukan program PNPM Mandiri yang salah satu kegiatannya adalah mendukung sanitasi yaitu pembangunan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Komunal[6].

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan salah satu cara untuk mengolah limbah cair sebelum dibuang ke sungai maupun lingkungan sekitar. IPAL menjadi kebutuhan yang diperlukan, guna mengatasi pencemaran lingkungan[6].

B. Gas yang dihasilkan dari proses pada IPAL

IPAL komunal merupakan tempat pengolahan air limbah komunal atau limbah rumah tangga yang memiliki beberapa proses sebelum akhirnya dibuang ke sungai. Adapun limbah yang diproses pada IPAL meliputi limbah rumah tangga seperti hasil pembuangan pencucian piring, pencucian baju, pembuangan dari toilet yang digunakan dalam setiap rumah tangga. Maka dari itu peneliti dapat menyimpulkan bahwa kemungkinan gas yang dihasilkan dari proses pada pengolahan air limbah tersebut yaitu gas metana (CH_4), Hidrogen Sulfida (H_2S), dan ammonia (NH_3).

C. Dampak Setiap kandungan gas yang dihasilkan IPAL terhadap Kesehatan

Terdapat beberapa kandungan gas yang dihasilkan oleh proses pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal yang tentunya pada setiap gas yang dihasilkan memiliki dampak terhadap Kesehatan manusia.

- Kandungan Gas Metana (CH_4)
Gas Metana (CH_4) merupakan salah satu gas yang tidak dapat dilihat atau tidak berwarna, tetapi gas tersebut dapat diidentifikasi melalui indra penciuman. Dampak yang ditimbulkan dari gas ini jika terhirup pada konsentrasi yang tinggi akan

mengakibatkan gejala-gejala seperti kekurangan oksigen, denyut nadi meningkat, nafas tidak teratur, koordinasi antar otot menurun, mual, muntah, hingga kehilangan kesadaran serta dapat mengakibatkan kematian[7].

- Kandungan Gas Hidrogen Sulfida (H_2S)
Hidrogen Sulfida (H_2S) merupakan gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Gas ini dapat timbul dari aktivitas biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktivitas anaerobik)[8]. Adapun dampak yang diberikan bagi Kesehatan manusia yaitu pada konsentrasi 20 ppm akan menyebabkan gangguan pada pernapasan, yang mengakibatkan batuk dan sakit tenggorokan[15].
- Kandungan Gas Ammonia (NH_3)
Berdasarkan penelitian yang telah diteliti oleh Harjanti W, Hanani Y, Astorina N., Gas Ammonia memiliki karakteristik tidak berwarna tetapi memiliki bau yang tajam bersifat korosif dan sangat toksik. Paparan gas ammonia yang dihasilkan dalam parameter tertentu dapat mengakibatkan cedera korosif yang terjadi pada selaput lender mata, paru-paru, dan saluran pencernaan serta kulit karena pH basa dan sifat higroskopis ammonia. Nilai konsentrasi ammonia yang rendah (50 ppm) yang ada di udara menghasilkan efek pada mata, hidung, dan iritasi tenggorokan[16].

D. Mikrokontroler ESP32



Gambar 1. ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah perangkat dengan sistem biaya yang rendah, dengan daya rendah pada seri chip (SoC) dengan Wi-Fi dan memiliki Bluetooth dua mode. Modul ini merupakan penerus dari modul ESP8266 yang cukup populer untuk pengaplikasian IoT. ESP32 memiliki inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, dengan GPIO yang lebih banyak dan mendukung Bluetooth Low Energy (BLE). ESP32 ini digunakan sebagai perantara dan juga sebagai mikrokontroler untuk sensor tersebut akan di teruskan ke internet. Salah satu keunggulannya adalah memiliki jaringan wi-fi dan bluetooth untuk pembuatan alat berbasis IoT (Internet of Things) yang akan dibuat dalam penelitian ini. Keunggulan lain dari ESP32 yang akan digunakan adalah memiliki format yang minimalis, yang berguna untuk meminimalisir space yang akan ditempatkan pada alat monitoring ini[17]. Penggunaan mikrokontroler ini sebagai alat monitoring yang dapat dilihat secara *real-time* dan tentunya mendukung untuk menggunakan teknologi IoT [12].

E. Sensor MQ-4



Gambar 2. Sensor MQ-4

Sensor gas MQ-4 merupakan salah satu sensor semikonduktor untuk mendeteksi adanya gas metana dengan sinyal analog sebagai keluarannya. Gas yang terdeteksi akan mempengaruhi resistansi pada sensor[13]. Dengan konsentrasi gas pengukuran 300~10000ppm.

F. Sensor MQ-136



Gambar 3. Sensor MQ-136

Sensor MQ-136 adalah komponen semikonduktor yang mana berfungsi sebagai pendeteksi bau gas tin oksida (SnO_2). Sensor gas ini memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas Hidrogen Sulfida (H_2S). Sensor gas MQ-136 memiliki sensitivitas rendah terhadap gas yang mudah terbakar normal[19]. Output sensor berupa data analog dengan konsentrasi gas 1~200ppm.

G. Sensor MQ-137



Gambar 4. Sensor MQ-137

Bahan sestitif dari sensor gas MQ-137, yang mana konduktivitasnya lebih rendah dari udara bersih. Ketika gas NH_3 ada, konduktivitas sensor semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi pada gas. Hal tersebut tentu saja dapat mendeteksi jenis gas termasuk gas amonia[20]. Dengan konsentrasi gas 5~500ppm.

H. Haiwel Cloud



Gambar 5. Logo Platform Haiwel Cloud

Haiwel merupakan salah satu platform cloud IoT yang dapat mendukung terminal multi plat-form seperti PC, Android, iPad, dan iOS. yang dapat digunakan sebagai server monitoring dan control atau yang bisa kita sebut SCADA (Supervisory Control And Data Aquasition). Haiwell Cloud menyediakan mekanisme komunikasi yang aman, menggunakan mekanisme enkripsi SSL 128-bit untuk memastikan stabilitas proses transmisi data, dan telah menyiapkan mekanisme perlindungan A-Key dan B-Key di sisi perangkat untuk memastikan keamanan dan keandalan akses jarak jauh ke perangkat[21].

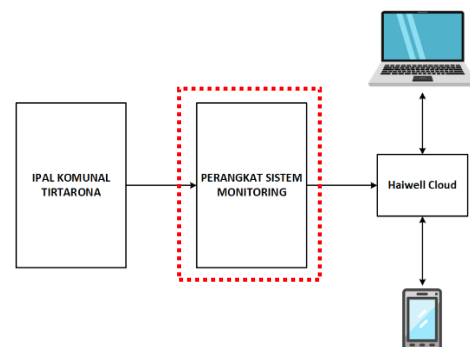
I. Internet of Things

Internet of things (IOT) merupakan suatu hal yang menyematkan pengoperasian internet dengan perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan. Sistem IOT akan mengumpulkan informasi dan bertukar informasi dengan kerangka yang sesuai. Pada sistem yang direncanakan, sensor-sensor monitoring kualitas udara dihubungkan dengan framework IOT agar dapat dimonitoring secara *real-time* [9]

III. METODOLOGI

Dalam bab ini akan membahas mengenai perancangan dalam pembuatan alat monitoring kualitas air limbah komunal.

A. Perancangan Sistem



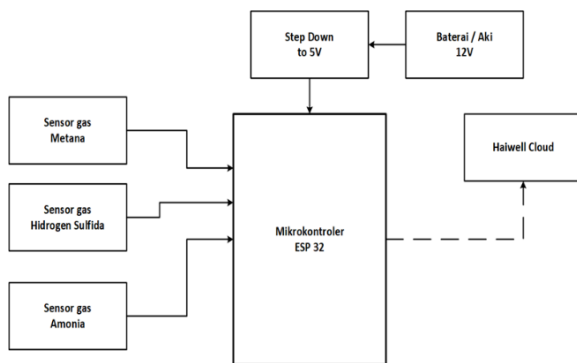
Gambar 6. Blok Diagram Keseluruhan

ESP32 merupakan mikrokontroler yang digunakan pada alat ini, ESP32 memiliki wifi yang dapat terhubung dengan internet. Input utama pada alat ini yaitu berasal dari sensor MQ-4, MQ136, dan MQ-137 yang diletakan dengan pelindung diluarnya agar sensor tidak terkena air hujan pada saat dilapangan. Sensor sensor tersebut nantinya akan berfungsi untuk mendeteksi kualitas udara berdasarkan parameter gas disekitar yang menjadi tolak ukurnya. Beberapa gas yang diukur dan jenis sensor yang digunakan ialah gas metana menggunakan MQ-4, Gas hidrogen sulfida menggunakan MQ-136, dan untuk membaca nilai gas Ammonia menggunakan MQ-137. Sebelum alat dapat digunakan dengan baik tentunya ada kalibrasi sensor yang telah dilakukan, dan juga agar mendapatkan data akurat dan stabil sensor harus melakukan pre heating agar sensor dapat berkerja dengan maksimal. Setelah

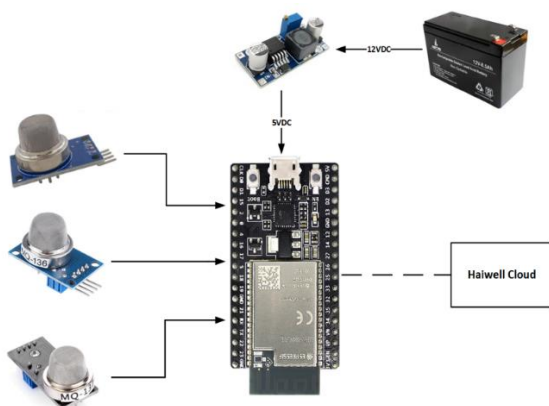
data didapatkan dan mendapatkan data yang telah di konversikan menjadi modbus, data diupload ke cloud haiwell yang mana mikrokontroller ESP32 ini sebelumnya telah didaftarkan IP Addressnya di C-Box Haiwell.

B. Blok Diagram dan Flowchart Sistem

Dalam suatu perancangan dibutuhkan blok diagram alat yang akan dibuat, hal ini dimaksudkan agar suatu perancangan memiliki tahap-tahap yang skematis dalam pembangunannya. Maka dari itu penulis merancang blok diagram dari perancangan alat agar hasil yang diperoleh sesuai yang diharapkan. Berikut merupakan blok diagram alat yang akan dibangun.



Gambar 7. Blok Diagram Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara



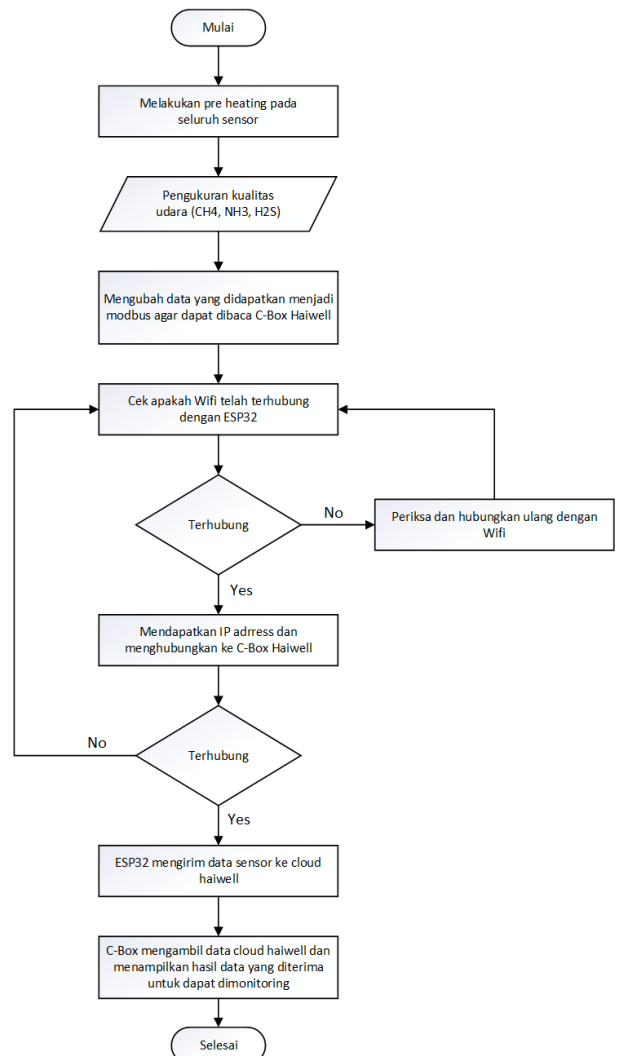
Gambar 8. Desain Perangkat Keras Sistem Monitoring Kualitas Udara

Pada blok diagram diatas didapat bahwa untuk menjalankan sistem operasi pada alat terdiri dari beberapa hal yaitu :

- INPUT, dimana inputan ketika memulai / start pada sistem ini maka akan memproses inputan data yang didapatkan dari sensor yang mana sensor tersebut akan menangkap data di lingkungan sekitar.
- Proses penampungan dan pengolahan data, dimana data inputan akan di kalibrasi terlebih dahulu dan diproses dalam mikrokontroller ESP32 yang sudah terhubung dengan internet serta sudah terhubung ke haiwell cloud,

kemudian data pada mikrokontroller akan dipecah beberapa bagian sesuai dengan domain masing masing sensor.

- Cloud Haiwell, pada tahapan ini data yang telah diproses dan dipecah menjadi beberapa bagian ditempatkan pada masing-masing domain pada database cloud server. Selanjutnya komputer akan mengambil data tersebut dan memonitoring data yang telah disajikan dalam database server yang dapat diakses. Perancangan Hardware



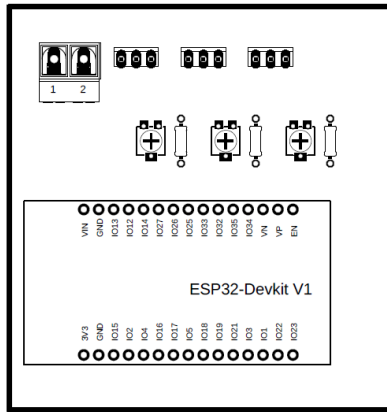
Gambar 9. Flowchart Hardware

Penjelasan Flowchart:

Pertama-tama ketika memulai atau saat alat dinyalakan, semua sensor yang digunakan akan melakukan preheating atau pemanasan awal sekitar 10 menit kemudian sensor akan mendapatkan data kualitas udara dari sekitar setelah itu ESP32 akan menghubungkan koneksi ke wifi dan server yang mana telah sesuai dengan program yang dibuat, kemudian jika telah berhasil terhubung maka alat sensor akan mengambil data lapangan yang kemudian diubah dalam bentuk sinyal analog, selanjutnya ESP32 akan menerima data sinyal tersebut, jika berhasil terbaca maka ESP32 kembali memeriksa koneksi pada Web Server, jika sudah terhubung maka data akan diteruskan ke Web Server sedangkan jika masih bermasalah maka

akan terus mencoba menghubungkan ke Web Server. Web Server menerima data dari ESP32 dan ditampilkan untuk dapat dimonitoring.

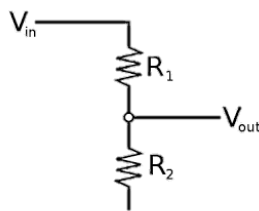
C. Perancangan Hardware



Gambar 10. Rangkaian PCB

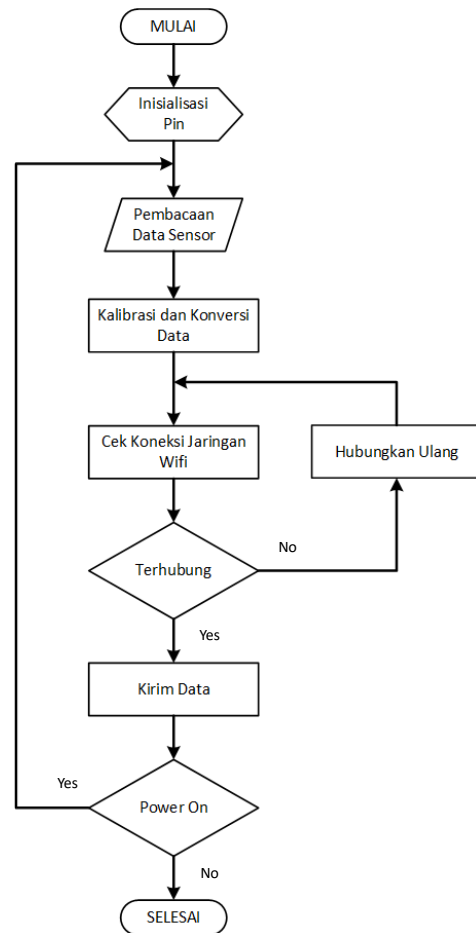
Pada rangkaian PCB tersebut tentu saja didesain sesuai kegunaan agar memudahkan dalam proses perangkaian. Pada PCB terdapat pembagi tegangan yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari sinyal analog sensor ke mikrokontroler. Pembagi tegangan merupakan hal yang perlu diperhatikan agar mikrokontroler dapat bekerja sesuai rancangan. Sinyal analog yang dihasilkan ialah 5V diturunkan menjadi 3.3V dikarenakan pada pin Tentunya diperlukan kalibrasi agar dapat menyesuaikan dengan sistem yang kita rancang, salah satunya pengkalibrasian pada nilai pembacaan sensor dengan ESP32. GPIO mikrokontroler ESP32 bekerja ditegangan 3.3V. Nilai GPIO mikrokontroler pada pin ESP32 bekerja pada batas maksimum 3.3V dengan itu perlu adanya penyesuaian nilai dari data analog sensor ke mikrokontroler. Sensor MQ-4, MQ-136, MQ-137 bekerja pada tegangan 5V maka dari itu nilai maksimum pada data analog tersebut berkisar antara 0 – 5V. karena hal tersebut maka diperlukannya rangkaian pembagi tegangan dari 5V menjadi 3.3V dengan menggunakan rangkakan resistor yang memiliki masing masing nilai 1K ohm dan resistor variable 10K ohm. Menggunakan resistor variable dikarenakan agar dapat mengatur resistansi yang pas sehingga tegangan yang dihasilkan pasti 3.3V. Adapun rangkaian dan rumus pembagi tegangan yaitu:

$$(V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2})$$



Gambar 11. Rangkaian Pembagi Tegangan

D. Perancangan Software



Gambar 12. Flowchart Software

Gambar diatas menunjukkan proses kerja sistem yang dimulai dari penginisialisasi pin pada setiap sensor yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Selanjutnya pembacaan pada setiap sensor terhadap kondisi dilingkungan sekitar yang kemudian hasil dari pembacaan seluruh sensor dikonversikan sehingga akan mendapatkan nilai real yang sesuai pada kondisi lingkungan tersebut. Kemudian ESP32 berusaha menghubungkan dengan jaringan wifi yang telah diatur sehingga mendapatkan IP Address yang digunakan sebagai alamat agar terhubung dengan C-Box. Setelah terhubung dengan C-Box, nilai dari pembacaan seluruh sensor tersebut selanjutnya akan dikirim sehingga dapat dimonitoring melalui tampilan SCADA yang berada pada C-Box. Nilai pembacaan sensor akan terus berulang-ulang jika masih dalam kondisi ON dan berhenti jika berada pada kondisi OFF.

E. Design Alat

Dalam pengerjaan sistem monitoring kualitas udara ini terdapat proses desain alat yang telah disesuaikan berdasarkan kegunaannya dan juga berdasarkan kondisi dilapangan. Penggunaan box sebagai tempat atau wadah dari beberapa komponen seperti, baterai, mikrokontroler, dan pada sisi box ditempatkan sensor MQ-4, sensor MQ-136, sensor MQ-137. Pada bagian atas box terdapat solar panel dimana nantinya alat ini mendapatkan energi dari matahari yang digunakan

sebagai pengisi baterai sehingga alat ini dapat digunakan dimanapun dan kapanpun. Berikut merupakan desain alat sistem monitoring kualitas udara.



Gambar 13. Design Alat

Keterangan :

1. Solar Panel 30 WP
2. Panel Box
3. Mikrokontroler ESP32
4. Baterai 12V
5. Cover sensor MQ-4, MQ-136, MQ-137
6. Motor DC 12V
7. Kerangka

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat yang dilakukan terdiri dari kumpulan komponen hardware yang telah dirangkai sedemikian rupa agar dapat bekerja sesuai perancangan dan berdasarkan kondisi dilingkungan IPAL Komunal agar dapat digunakan para peneliti IPAL untuk memonitoring kualitas udara di wilayah tersebut. Yang dimana alat tersebut terdiri dari panel surya yang digunakan sebagai penyedia energi listrik dengan kapasitas 30WP dan baterai sebagai media penyimpanan yang akan dijadikan catu daya pada rangkaian alat tersebut, dengan menggunakan MQ-4 sebagai sensor gas Metana (CH₄), MQ-136 sebagai sensor Hidrogen Sulfida (H₂S), dan MQ-137 sebagai sensor gas Ammonia (NH₃). Serta alat ini akan menghasilkan output berupa data sensor gas yang dikirimkan ke haiwel cloud dan ditampilkan pada SCADA Haiwel agar dapat dimonitoring.

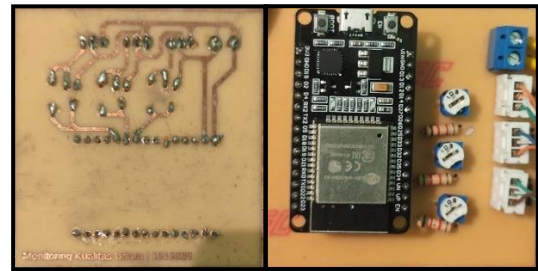
A. Prosedur Pengujian

Pengujian alat ini akan dilakukan yang terdiri dari kumpulan komponen hardware yang telah dirangkai dengan sedemikian rupa untuk membantu para peneliti ataupun pengelola IPAL Komunal memonitoring kualitas udara di lokasi pengolahan air limbah tersebut. Dengan input berupa sensor gas MQ-4, MQ-136, dan MQ-137 yang menghasilkan nilai tegangan dan kemudian di konversi sehingga mendapatkan nilai dalam satuan PPM yang di monitoring melalui platform SCADA Haiwell.

B. Pembuatan PCB dan Kalibrasi Nilai Tegangan

Pada proses ini kita akan membuat jalur pada PCB, seperti pada gambar 3.10 diatas. Dengan menggunakan print laser pada kertas foto kemudian ditempelkan dan digosok guna mentransfer gambar rangkaian pada

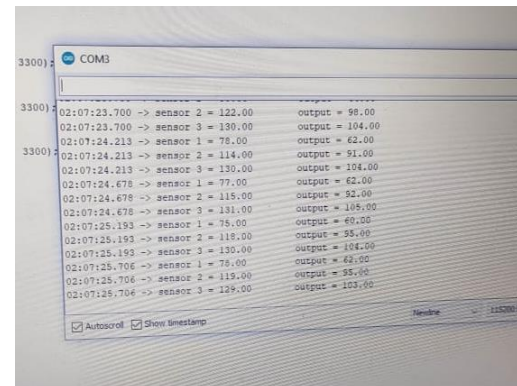
kertas ke PCB. Setelah itu kita gunakan periklorit (FeCl₃) guna merontokan tembaga yang bukan jalur pada PCB.



Gambar 14. Rancangan PCB

Pada proses kalibrasi yang dimaksud ialah mengubah tegangan maksimal output analog pada sensor sebesar 5V diturunkan menjadi 3.3V dikarenakan pin GPIO pada ESP32 bekerja pada 3.3V sehingga digunakanlah pembagi tegangan yang diatur menjadi 3.3V pada tegangan maksimal output analog sensor.

C. Konversi Nilai ADC



Gambar 15. Nilai Pembacaan Sensor

Tabel 1. Hasil Konversi ADC

No	Sensor Input	Sensor Output
1	115	92
2	131	105
3	75	60
4	118	95
5	130	104
6	78	62
7	119	95
8	129	103

Gambar diatas merupakan hasil pembacaan sensor melalui serial komunikasi yang telah di konversi menjadi nilai ADC. Menggunakan program MAP dnegan mengatur batas bawah dan batas atas sehingga dihasilkan nilai yang telah disesuaikan dengan pembacaannya.

D. Pengambilan Data Refrensi Udara Bersih



Gambar 16. Pengambilan Nilai Udara Bersih

Gambar diatas merupakan pengambilan nilai referensi RO pada udara bersih. Dilakukan pengambilan data setiap satu detik selama setengah jam sehingga diperoleh 1236 data yang kemudian di rata-ratakan sehingga dapat nilai rata rata nilai RO setiap sensornya pada udara bersih.

E. Konversi Data Menjadi PPM

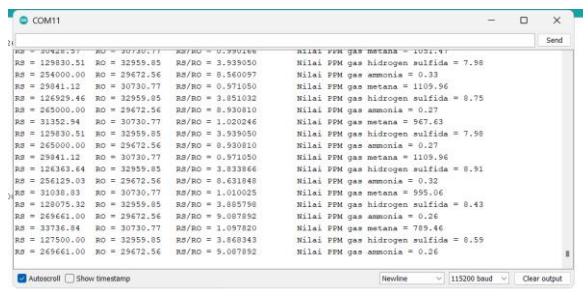
Setelah mendapatkan nilai RO pada udara bersih yang digunakan sebagai nilai referensi untuk mendapatkan nilai dalam satuan ppm, maka selanjutnya yaitu memasukan nilai tersebut pada persamaan dibawah ini :

$$Clean\ air\ fact.\ RO = \frac{VCC - VRL}{VRL} \times RL$$

$$RS = \frac{VCC - VRL}{VRL} \times RL$$

Setelah kita mendapatkan nilai RO dan RS selanjutnya kita masukan pada persamaan berikutnya agar mendapatkan nilai PPM.

$$Konsentrasi\ gas\ (ppm) = \frac{\log \frac{RS}{RO} - \log y1}{slope\ (m)} + \log x1$$



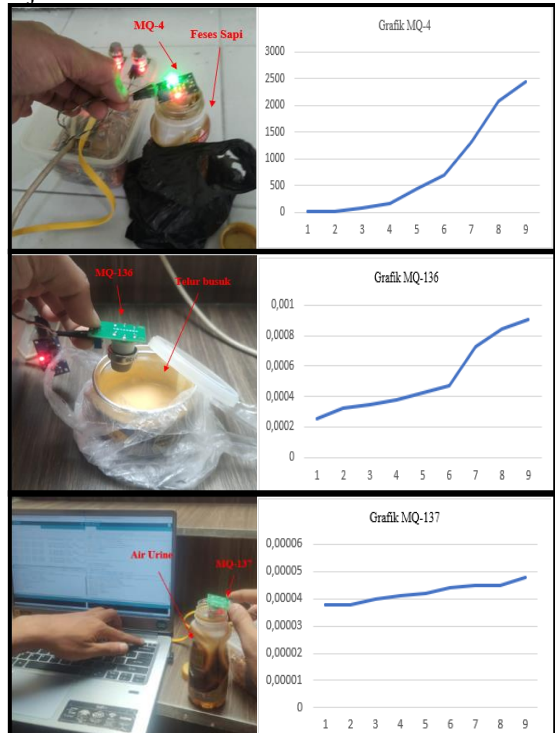
Gambar 17. Hasil Pembacaan Pada Serial Monitor

Tabel 2. Nilai konversi menjadi satuan PPM

No	Senyawa	Hasil Pembacaan		
		RS	RS/RO	PPM
1	Metana	65514.87	4.735613	13.46
		65342.47	4.723152	13.56
		65342.47	4.723152	13.56
2	Hidrogen Sulfida	424210.53	17.656908	0.000002
		435945.94	18.145370	0.000001
		429999.97	17.897882	0.000002
3	Amonia	663469.38	22.037472	0.000001
		663469.38	22.037472	0.000001
		775714.31	25.765743	0.000000

Pada proses ini penginputan nilai yang telah diubah menjadi nilai ADC dan mendapatkan nilai RO referensi setiap sensornya pada udara bersih. Lalu untuk mengkonversi nilai menjadi dalam satuan ppm kita memasukan rumus berdasarkan datasheet sensor seperti pada bab 3 pada perancangan hardware, jika sudah maka nilai yang akan keluar telah sesuai dan menjadi nilai dalam satuan ppm.

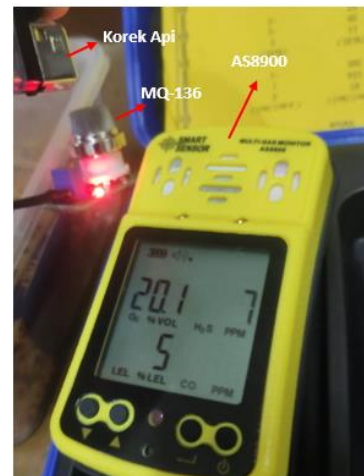
F. Uji Coba Alat



Gambar 17. Uji Coba Sensor MQ-4, MQ-136, MQ-137

Dapat dilihat pada percobaan diatas bahwasanya nilai pembacaan akan berpengaruh terhadap jarak objek teliti dengan sensor yang digunakan, membuktikan bahwa sensor ini bersifat linear.

G. Uji Perbandingan Alat Ukur Multi-Gas Monitor AS8900



Gambar 18. Pengukuran dengan AS8900

Menggunakan alat ukur AS8900 untuk melakukan ujicoba pengukuran, alat ini hanya dapat mengukur 4

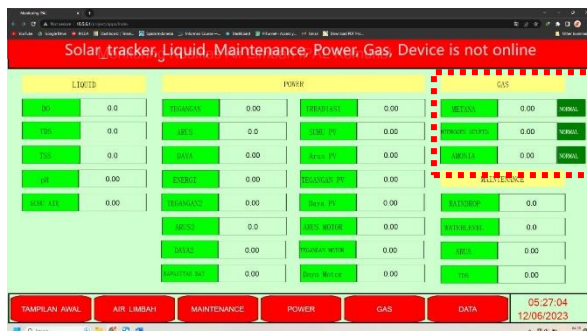
kadar gas yaitu Oksigen, Hidrogen sulfida, gas yang mengandung bahan yang mudah meledak dan Karbon dioksida. Pada alat ini didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Uji Coba Dengan Gas Korek Api

NO	Kandungan Gas H2S (PPM)		Nilai Selisih
	AS8900	MQ-136	
1	7	7.270278	0.03
2	1	1.052591	0.05
3	10	10.219380	0.02
4	3	3.312303	0.04
5	2	2.129839	0.06
6	12	12.498230	0.04
7	7	7.112931	0.02
8	2	2.320238	0.16
9	9	9.237894	0.03
10	3	3.139493	0.05
Rata-rata selisih			0.05

Dari data diatas didapatkan rata-rata selisih dari data yang diambil sebanyak 10 kali percobaan yaitu 0.05. Nilai yang didapatkan oleh alat ukur AS8900 tidak dapat membaca nilai bilangan pecahan dari alat ukur pada penelitian ini. Sehingga hanya bilangan bulat saja yang dapat dibaca. Maka dari itu pastinya terdapat selisih perbedaan dalam pembacaan ppm.

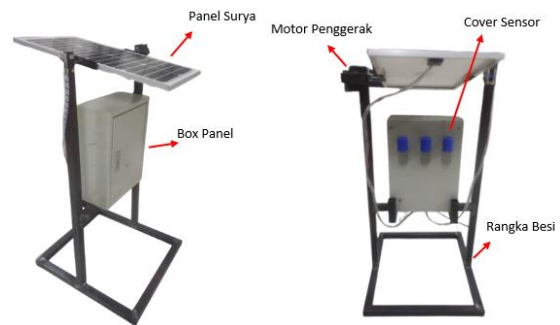
H. Hasil Tampilan Monitoring SCADA Haiwell



Gambar 19. Tampilan Hasil Monitoring SCADA Haiwell

Gambar diatas merupakan letak hasil tampilan pada SCADA Haiwell jika telah terbaca dan dikirim ke C-Box. Bagian dari Monitoring kualitas udara pada IPAL terdapat di sebelah kanan atas yang telah penulis tandai dengan kotak merah. Pada bagian tersebut terdapat pembacaan nilai ppm dan status disisinya, jika nilai ppm terlalu tinggi dari batasnya maka akan berubah indikator tersebut menjadi bahaya.

I. Hasil Perancangan Alat



Gambar 20. Hasil Perancangan Alat

Pada gambar diatas merupakan hasil perancangan alat tampak belakang, dapat dilihat bahwa terdapat cover pelindung sensor yang berada di belakang panel box yang bertujuan sebagai wadah agar melindungi sensor dari panas dan hujan. Selain itu terdapat box panel atau panel box yang digunakan sebagai wadah untuk menaruh dan melindungi komponen komponen yang digunakan seperti, mikrokontroler ESP32, stepdown, baterai, dan komponen pendukung lainnya. Memiliki kerangka dari besi hollow 4 x 4 cm, box panel sebagai wadah pelindung dari alat dan komponen yang digunakan, serta memiliki motor sebagai penggerak panel surya dan cover pelindung sensor MQ-4, MQ-136, MQ-137 yang berada di belakang panel box. Alat tersebut akan digunakan di lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Tlogomas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis menyimpulkan sebagai berikut. (1) Pada percobaan pengukuran senyawa gas metana pada sensor MQ-4 telah dapat mengukur kandungan senyawa tersebut, dibuktikan dengan pengukuran dengan jarak yang semakin dekat dengan sampel nilai kandungan gas yang dibaca oleh sensor naik secara linear. (2) Pada percobaan pengukuran senyawa gas hidrogen sulfida pada sensor MQ-136 telah dapat mengukur kandungan senyawa tersebut, dibuktikan dengan pengukuran dengan jarak yang semakin dekat dengan sampel nilai kandungan gas yang dibaca oleh sensor naik secara linear. (3) Pada percobaan pengukuran senyawa gas amonia pada sensor MQ-137 telah dapat mengukur kandungan senyawa tersebut, dibuktikan dengan pengukuran dengan jarak yang semakin dekat dengan sampel nilai kandungan gas yang dibaca oleh sensor naik secara linear. (4) Dari ketiga percobaan menggunakan sensor dan objek berbeda, semua hasil uji coba menyatakan bahwa pengaruh ketiga sensor ini terhadap jarak bersifat linear, dilakukan 10 kali percobaan, pada percobaan 1 merupakan percobaan dengan jarak terjauh dan percobaan 10 pada jarak terdekat dengan objek. Dihasilkan semakin dekat dengan objek semakin besar pula ppm yang dibaca oleh setiap sensor. (5) Pada percobaan menggunakan gas korek api dilakukan

perbandingan nilai pembacaan antara sensor AS8900 dengan sensor MQ-136. Dilakukan dalam beberapa kali percobaan dan didapatkan nilai selisih yang tidak jauh berbeda. Adanya nilai selisih dikarenakan pada alat ukur AS8900 hanya dapat membaca dalam bentuk bilangan bulat, sedangkan pada sensor MQ-136 dapat membaca dalam bentuk bilangan pecahan. Sehingga pasti terdapat nilai selisih, dengan rata-rata nilai selisih dari beberapa percobaan sebesar 0.05 ppm. (6) Pada SCADA Haiwel juga telah dapat menentukan 2 indikator pada pembacaan apakah berbahaya atau normal. (7) Dengan berbagai percobaan diatas alat ini telah dapat digunakan sehingga dapat dimonitoring secara real-time dengan tampilan pada server Haiwel.

2. Saran

Berdasarkan dengan seluruh proses dan hasil yang didapatkan mengenai sistem monitoring ini penulis menemukan saran untuk pengembangan selanjutnya, yaitu sebagai berikut : (1) Meningkatkan akurasi pembacaan sensor dengan menggunakan kalibrasi yang lain. (2) Tingkatkan kualitas sensor yang digunakan agar nilai akurasi pembacaan lebih akurat. (3) Menambahkan fitur peringatan jika kondisi gas di sekitar naik secara drastis. (4) Menambahkan data perbandingan untuk sensor MQ-4 dan MQ-136. Agar dapat dilihat nilai eror pada sistem keseluruhannya

VI. REFERENSI

- [1] "PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 85 TAHUN 1999."
- [2] A. Rohendi, S. Dhuha, C. Syarmila Sugesti, A. Aristia Anas, and dan Yeggi Darnas, "EVALUASI PENERAPAN PROGRAM IPAL (INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH) KOMUNAL DI KOTA BANDAACEH," 2021.
- [3] A. Soetedjo *et al.*, "Solar-Powered Weather and Air Quality Monitoring System Based on the IoT Platforms," 2022.
- [4] I. P. Ratna, M. Sarosa, T. Heli, R. Sri, and P. Gas, "PENDETEKSI GAS METAN PADA SISTEM BIOGAS BERBASIS MIKROKONTROLER," 2014.
- [5] H. Subagiyo *et al.*, "Rancang Bangun Sensor Node untuk Pemantauan Parameter Kualitas Udara," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 72–79, 2020.
- [6] E. Pitoyo *et al.*, "EVALUASI IPAL KOMUNAL PADA KELURAHAN TLOGOMAS, KECAMATAN LOWOKWARU, KOTA MALANG EVALUATION OF COMMUNAL WWTP ON TLOGOMAS VILLAGES, LOWOKWARU DISTRICT, MALANG CITY."
- [7] S. Widodo, M. Miftakhul Amin, A. Sutrisman, and A. Aziiz Putra, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR UDARA BERSIH DAN GAS BERBAHAYA CO, CO₂, DAN CH₄ DI DALAM RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER."
- [8] J. Kesehatan *et al.*, "PAPARAN GAS HIDROGEN SULFIDA (H₂S) DAN AKTIVITAS PEMULUNG TERHADAP RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN DI TPA TAHUN 2022", [Online]. Available: <http://jurnal.poltekkespadang.ac.id/ojs/index.php/kesling/index>
- [9] R. A. Palini and H. Ar, "ANALISIS ALAT PENDETEKSI GAS HIDROGEN SULFIDA MENGGUNAKAN HAZARD AND OPERABILITY STUDY DI PERUSAHAAN MINYAK DAN GAS," vol. 19, no. 1, p. p-ISSN, 2022.
- [10] W. S. Harjanti, Y. Hanani, N. Astorina, Y. D. Bagian, and K. Lingkungan, "ANALISIS RISIKO KESEHATAN

LINGKUNGAN PAJANAN GAS AMONIA (NH₃) PADA PEMULUNG DI TPA JATIBARANG, SEMARANG," 2016. [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>

- [11] A. Priyantoko Putro, D. Arrival Hidayat, F. Fauzan Heratama, A. Dwi Cahyo, D. Eka Yulian, and Y. Agung Prabowo Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, "SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor MQ2 Berbasis Internet of Things", doi: 10.31284/p.snestik.2023.4214.
- [12] I. P. O. Wisnawa, I. P. W. Prasetya, and C. A. S. Lahallo, "Arsitektur Internet of Things (IoT) Berskala Industri Dengan Fitur Auto Provisioning," *TIERS Information Technology Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 24–30, Dec. 2021, doi: 10.38043/tiers.v2i2.3312.
- [13] L. K. Jurusan, P. Fisika, U. Fmipa, Y. Negeri, and Y. Karangmalang, "Potensi Pengaplikasian Sistem Instrumentasi Sebagai Pendeteksi Gas Metana (CH₄) yang Terkandung dalam Biogas."
- [14] A. S. Wahyuni, D. Pembimbing, and I. A. Musyafa', "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING EMISI KADAR GAS SULFUR DIOKSIDA MENGGUNAKAN SENSOR MQ-136 BERBASIS MIKROKONTROLER STM32F4 DISCOVERY."
- [15] "Ammonia Gas Sensor," 2015. [Online]. Available: www.winsen-sensor.com
- [16] I. Widodo Pudji Muljanto, E. Ir Abraham Lomi, and M. Wahyu Solihin, "Seminar Hasil Elektro S1 ITN Malang RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PLTS OFF-GRID KAPASITAS 4 KWP LAB. ELEKTRO KAMPUS-II ITN MALANG MENGGUNAKAN SCADA HAIWELL."
- [17] M. Pimple, S. Thopate, A. Nikam, and S. Gadekar, "IOT Based Smart Energy Meter Using ESP 32," 2021. [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=3917892>

VII. BIODATA PENULIS



Penulis lahir di kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan tanggal 26 September 2000, dan mulai bersekolah di SD Plus Murung Pudak pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2013, kemudian lanjut SLTP di SMP Plus Murung Pudak pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016, kemudian melanjutkan pendidikan SLTA di SMKS Tabalong pada tahun 2016 dengan memilih jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik hingga lulus pada tahun 2019. Selanjutnya melanjutkan Pendidikan di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang dengan program studi Teknik Elektro S-1 konsentrasi Elektronika yang berfokus pada Sistem Otomasi, Instrumen dan Kontrol, serta Energi Baru Terbarukan