

Sistem *Clean In Place* Pada Tandon Air Dengan Teknologi *Internet Of Things*

Dimas Luki^{1*}, Yuliza²

¹Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

²Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

*dimasluki11@gmail.com

Abstrak— Air bersih merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Air bersih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti untuk mandi, mencuci, memasak, dan minum. Tandon air dan pompa memang menjadi dua instrumen yang sangat penting dalam jaringan sistem pengadaan air bersih. Tandon air berfungsi sebagai wadah penyimpanan air bersih, baik yang terletak di bawah tanah atau pada *rooftop/tower*. Tandon air yang tidak dibersihkan secara rutin dapat mengakibatkan masalah kesehatan. Sistem *Clean In Place* pada Tandon Air Dengan Teknologi *Internet Of Things* merupakan solusi yang cerdas untuk meningkatkan efektivitas pembersihan tandon air. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah Bagaimana membuat Sistem *Clean In Place* pada tandon air dengan teknologi *Internet Of Things*, Bagaimana mengetahui waktu ideal yang dibutuhkan dalam proses sirkulasi chemical dalam pembersihan tandon air dan jalur terhadap hasil swab test, Bagaimana mengetahui waktu ideal yang dibutuhkan dalam proses penetralan air setelah dilakukan sirkulasi chemical. Pada percobaan 9 adalah percobaan yang ideal yaitu dengan flow 15 L/M, Waktu sirkulasi 6 menit menghasilkan nilai swab test dibawah 10 RLU. Pengujian pH dilakukan untuk memastikan tandon air terhindar dari chemical yang menggenang pada tandon, karena jika masih tersisa chemical akan berbahaya bagi kesehatan.

Kata Kunci— Acid, Alkali, Air, Flow, Tandon.

DOI: 10.22441/jte.2024.v15i3.009

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Air bersih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti untuk mandi, mencuci, memasak, dan minum. Kualitas air bersih harus memenuhi standar yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan agar aman untuk dikonsumsi. Sumber air bersih yang utama berasal dari air tanah dan sungai. Tandon air dan pompa memang menjadi dua instrumen yang sangat penting dalam jaringan sistem pengadaan air bersih. Tandon air berfungsi sebagai wadah penyimpanan air bersih, baik yang terletak di bawah tanah atau pada *rooftop/tower*. Sedangkan pompa berfungsi untuk

memompa air dari sumber air ke dalam tandon air atau mengalirkannya ke beberapa tempat penggunaan air. Penggunaan tandon air dan pompa memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. [1]

Tandon air yang tidak dibersihkan secara rutin dapat mengakibatkan masalah kesehatan. Partikel-partikel padatan yang terdapat dalam air seperti pasir, lumpur, dan tanah liat, yang mengambang di air dapat membuat air terlihat keruh dan kotor. Jika tidak dibersihkan secara rutin, partikel-partikel tersebut akan mengendap dan menjadi tempat tumbuhnya jamur, lumut, dan bakteri sehingga air akan menjadi semakin keruh dan berbau tidak sedap. [2] Air yang terkontaminasi tersebut kemudian dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti iritasi kulit, gatal-gatal, kulit menjadi kusam, bahkan diare, panu, dan infeksi lainnya. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan pembersihan tandon air secara rutin agar air yang kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari tetap bersih dan aman untuk dikonsumsi. [3] Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah Bagaimana membuat Sistem *Clean In Place* pada tandon air dengan teknologi *Internet Of Things*, Bagaimana mengetahui waktu ideal yang dibutuhkan dalam proses sirkulasi chemical dalam pembersihan tandon air dan jalur terhadap hasil swab test, Bagaimana mengetahui waktu ideal yang dibutuhkan dalam proses penetralan air setelah dilakukan sirkulasi *chemical*.

Sistem *Clean In Place* pada tandon air dengan teknologi *Internet Of Things* merupakan solusi yang cerdas untuk meningkatkan efektivitas pembersihan tandon air. Dalam sistem ini, alat akan bekerja secara otomatis berdasarkan pengukuran *flow* dan *pressure* tinggi, sehingga dapat menjamin kualitas pembersihan tandon air yang optimal. Penggunaan chemical *Acid* dan *Alkali* sebagai bahan pembersih yang efektif, juga merupakan langkah yang tepat dalam meningkatkan efektivitas pembersihan tandon air. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan chemical *Acid* dan *Alkali* dalam pembersihan harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan standar keamanan, agar tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan sekitar. Penggunaan teknologi *Internet Of Things* juga memungkinkan pemantauan jarak jauh terhadap sistem pembersihan tandon air, sehingga dapat memudahkan pemilik tandon air dalam memantau dan mengontrol. Teknologi ini memberikan kemudahan dan efisiensi dalam penggunaan tandon air dan dapat menjadi solusi yang cerdas untuk meningkatkan kualitas air yang digunakan sehari-hari.

II. PENELITIAN TERKAIT

Pada Bab ini membahas mengenai penelitian sebelumnya serta tinjauan pustaka dan penjelasan dari setiap jenis komponen yang akan dipergunakan untuk dapat mengetahui karakteristik dari alat tersebut serta prinsip dari alat yang digunakan sehingga menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan.

Pada Penelitian Pertama Penelitian ini fokus pada pengembangan sistem pengendalian dan pemantauan tingkat kekeruhan tandon air berbasis Arduino UNO dan *Internet of Things* (IOT). Penelitian ini melibatkan beberapa tahap, termasuk desain prototipe, pengembangan sistem kontrol, pengujian alat, dan pengambilan data. Dalam penelitian ini, sensor LDR digunakan sebagai pengganti sensor *turbidity* yang umumnya digunakan untuk mengukur kekeruhan air. [1]

Pada Penelitian Kedua Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah kerak dan korosi yang disebabkan oleh kekeruhan dan pH air yang tidak sesuai dengan standar air bersih. Dalam penelitian ini, beberapa komponen utama digunakan untuk otomasi, dengan pengendalian yang dilakukan menggunakan PLC Siemens S7-300 sebagai master control, sedangkan mikrokontroler Arduino berfungsi untuk mengumpulkan data dari sensor *Turbidity* (kekeruhan air) dan sensor pH. Tujuan utama adalah untuk mencapai tingkat kekeruhan air yang lebih rendah dari 25 NTU. Selain itu, juga diupayakan untuk mencapai kisaran pH antara 6,5 hingga 8,5, yang juga sesuai dengan standar kualitas air bersih. [2]

Pada Penelitian Ketiga Dalam sistem ini, sensor yang akan digunakan adalah TSD-10 atau *Turbidity* sensor untuk mendeteksi kekeruhan air, serta sensor Ultrasonic untuk mengukur ketinggian air dalam tandon. Tujuan dari sistem ini adalah agar pengguna dapat terinformasi ketika air dalam tandon mengalami kekeruhan. Dalam keseluruhan, penelitian ini menggabungkan teknologi *Internet Of Things*, sensor kekeruhan (*Turbidity* sensor), sensor ketinggian air (Ultrasonic sensor), serta pengecekan tingkat keasaman air untuk sistem otomatis yang memantau kekeruhan air, ketinggian air, dan tingkat keasaman. Sistem ini memberikan manfaat dalam menjaga kualitas air yang digunakan dalam sehari-hari. [3]

Pada Penelitian Keempat Sistem yang Anda rancang menggunakan *Internet of Things* (IOT) memungkinkan pemantauan *real-time*. saat air dalam tandon mencapai tingkat kekeruhan sesuai dengan standar NTU yang telah ditentukan, keran akan tertutup untuk menghentikan aliran air masuk ke tandon. Selain itu, pompa pembuangan air akan diaktifkan untuk membuang air yang sudah ada dalam tandon. Dengan menggunakan *Internet Of Things*, informasi tentang kekeruhan air, level air, dan status pembersihan tandon dapat dikirimkan secara *real-time* kepada pengguna. [4]

Pada Penelitian Kelima Sistem otomatis yang Anda deskripsikan menggunakan sensor TSD-10 untuk mendeteksi kekeruhan air dalam tandon air. Tujuan dari

sistem ini adalah untuk memudahkan pengontrolan dan pembersihan air dengan mengotomatisasi proses tersebut. Cara kerja sistem ini adalah sebagai berikut: Ketika air dalam tandon terdeteksi keruh oleh sensor kekeruhan (TSD-10), sistem akan memberikan respons otomatis. Pompa pembuangan akan diaktifkan untuk membuang air yang sudah ada dalam tandon, sementara itu, keran yang menuju rumah-rumah warga akan tertutup untuk menghentikan aliran air yang keruh. [5]

Pada Penelitian yang saya buat memiliki perbedaan yaitu pembersihan dinding secara otomatis menggunakan spray air ke dinding tandon dengan pressure tinggi, Pembersihan menggunakan chemical *Acid* dan *Alkali* sehingga lebih efektif dalam pembersihan, Dilakukan swab test pada dinding tandon air untuk mengetahui kebersihan dinding, dan Pengoperasian dilakukan secara otomatis dan dapat dioperasikan atau dimonitoring dalam menggunakan android (Kodular)

A. *Clean In place*

Cleaning In Place (CIP) sistem pembersihan permukaan interior pipa, bejana, filter, proses peralatan dan hal-hal terkait tanpa membongkar.

- *Acid*

Asam nitrat adalah salah satu deterjen asam yang umum digunakan dalam prosedur *Clean In Place*. Biasanya, asam nitrat digunakan pada konsentrasi 0,5-1,0 persen di bawah kondisi suhu lingkungan atau suhu panas tertentu (55-80 °C) selama jangka waktu sekitar 5 hingga 20 menit. [6]



Gambar 1. *Acid*

- *Alkali*

Alkaline, seperti natrium hidroksida (NaOH). Pada kondisi pembersihan tanpa deterjen *Alkaline*, terjadi perpindahan endapan *fouling* secara bertahap selama 180 menit. Pada 9 menit pertama, terjadi pemindahan sebesar 17% setiap menit pembersihan. [7]



Gambar 2. *Alkali*

B. *Flow Meter*

Sensor *flowmeter* adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur aliran cairan. Sensor ini merupakan komponen penting dalam alat yang disebut *flowmeter*, yang digunakan untuk mengukur jumlah dan laju aliran fluida melalui pipa atau saluran. Sensor *flowmeter* menggunakan prinsip efek Hall, yang didasarkan pada efek medan magnet pada partikel bermuatan. [8]



Gambar 3. Flow Meter

C. *Sensor Ultrasonic HCSR-04*

Ultrasonic HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang umum digunakan untuk mengukur jarak dengan menghitung waktu yang dibutuhkan sinyal ultrasonik untuk pergi dari pemancar ke objek dan kembali ke penerima. Sensor ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu pemancar (T - Transmitter) yang menghasilkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 kHz, dan penerima (R - Receiver) yang mendeteksi pantulan gelombang tersebut. [9]



Gambar 4. Ultrasonic HCSR-04

D. *Sensor Suhu DS18B20*

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital yang sering digunakan untuk mendeteksi suhu tubuh atau suhu lingkungan secara umum. Sensor DS18B20 sangat populer dalam proyek-proyek yang membutuhkan pemantauan suhu yang akurat dan dapat diandalkan. [10]



Gambar 5. Sensor Suhu DS18B20

E. *Driver Motor BTS7960*

Driver motor DC dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V, 27VDC, sedangkan tegangan input level antara 3.3-5VDC, driver motor ini menggunakan rangkaian full H-bridge dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan. [11]



Gambar 6. Driver Motor BTS7960

F. *Kodular*

Kodular adalah sebuah situs web yang menyediakan alat untuk membuat aplikasi Android menggunakan pemrograman blok. Pengguna dapat membuat aplikasi dengan menggabungkan komponen-komponen yang telah disediakan melalui drag and drop. [12]

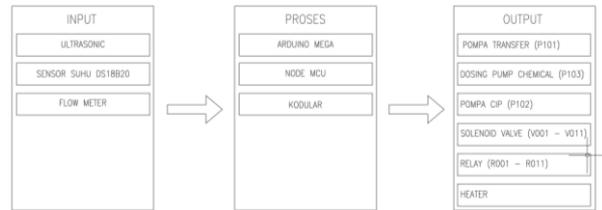


Gambar 7. Kodular

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram

Diagram blok dapat menggambarkan alur serta fungsi komponen-komponen yang digunakan dalam merancang suatu alat. Berikut diagram blok dari perancangan alat :



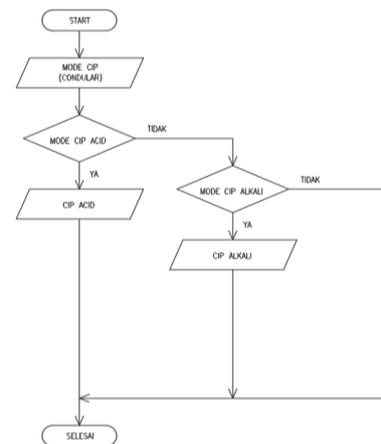
Gambar 8. Blok Diagram

Bagian yang menunjukkan / mengembalikan nilai untuk memproses sistem yang didapatkan menuju ke detector untuk dibandingkan dengan nilai yang diinginkan, Proses sistem adalah bagian sistem yang berkaitan dengan pengolahan instruksi pengoperasian dan pengolahan data hasil pembacaan sensor, dan Output sistem adalah bagian sistem yang berkaitan dengan beban listrik.

B. Diagram Alir

- *Mode Clean In Place*

Sebelum melakukan *Clean In Place* pilih mode *Clean In Place* terlebih dahulu yaitu *Mode Clean In Place Acid* dan *Mode Clean In Place Alkali*. Untuk mode *Clean In Place* ini tidak bisa dioperasikan bersamaan dalam 1 proses, hanya bisa dipilih 1 mode saja



Gambar 9. Flow Chart Mode CIP

- *Flow Chart Clean In Place Mode Acid*

a. *Mode Clean In Place Acid*

Mode ini dipilih karena yang akan digunakan adalah *Clean In Place Acid*, Jika dipilih *Clean In Place Acid* maka mode yang lain tidak bisa dipilih

b. *Setting Flow*

Setting Flow ini bisa dioperasikan menggunakan kodular, *setting flow* berfungsi untuk menentukan *flow* yang akan digunakan pada proses *Clean In Place*. *Setting flow* ini berkaitan dengan kecepatan dari putaran pompa.

c. *Pre Rinse*

Adalah pembilasan awal sebelum pembersihan menggunakan *chemical* yaitu untuk menghilangkan

kotoran pada tandon air dan jalur pipa, agar nanti dalam pembersihan menggunakan *chemical* lebih optimal. Pada *pre rinse* ini dibagi menjadi 4 langkah secara bergantian. Berikut adalah pembukaan *valve* dan pompa pada *pre rinse*:

- Tahap 1 : V006, V007, V002, V004, P102
- Tahap 2 : V006, V008, V002, V004, P102
- Tahap 3 : V006, V0011, V002, V004, P102
- Tahap 4 : V004

Tahap 1 – 3 Parameternya adalah *timer*, Jika *timer* telah selesai maka akan lanjut ketahap berikutnya. Untuk Tahap 4 parameternya adalah *level*, tahap 4 ini adalah pengosongan tandon air, Jadi jika *level* kurang dari *set point* maka tahap 4 ini off. Pompa P102 berputar berdasarkan parameter dari *setting flow*, Jadi kecepatan pompa tersebut jika belum mencapai dari *sett point flow* maka pompa tersebut akan berputar semakin kencang.

d. *ADD Water*

ADD Water yaitu penambahan air dari sumur ke tandon, untuk *ADD Water* ini *valve* yang buka adalah V001 dan pompa P101. *ADD Water* adalah tahap awal untuk preparasi dari *Alkali* maupun *Acid*

e. *Heating*

Heating yaitu memanaskan air, Dilakukan *heating* karena *chemical* aktif dengan suhu tertentu. *Heating* ini akan off ketika suhu sudah mencapai *sett point*.

f. *Dosing Chemical*

Dosing chemical yaitu memsuaikan *chemical* kedalam tandon air. Pada tahap ini terdapat 2 tahapan : Tahap 1 : V010, P103

Tahap 2 : V003, P101, P103

Tahap 1 adalah memasukan *chemical* kedalam tandon, dan tahap 2 aalah pembersihan jalur *chemical* dengan air. Parameter *dosing chemical* berdasarkan *timer*.

g. *Sirkulasi*

Sirkulasi adalah proses pembersihan jalur dan tandon air. *Sirkulasi* ini menggunakan *chemical* dan suhu tinggi, jadi dalam proses *sirkulasi* ini harus hati hati. Terdapat 4 tahapan *sirkulasi* :

Tahap 1 : V005, V007, V002, P102

Tahap 2 : V005, V008, V002, P102

Tahap 3 : V005, V0011, V002, P102

Tahap 4 : V004

Tahap 1 – 3 adalah proses pembersihan antara jalur dan tandon air, untuk tahap 1-3 parameternya adalah *timer*. Jika *timer* mencapai *sett point* maka akan lanjut ke tahap berikutnya. Sedangkan tahap 4 adalah proses pengosongan tandon air, yang berfungsi agar tidak ada pengendapan *chemical* dalam jalur maupun tandon sehingga akan cepat dalam proses penetralan tandon air.

h. *Flushing*

Proses *flushing* adalah penetralan kembali tandon air maupun jalur. *Flushing* ini terdapat 4 tahapan:

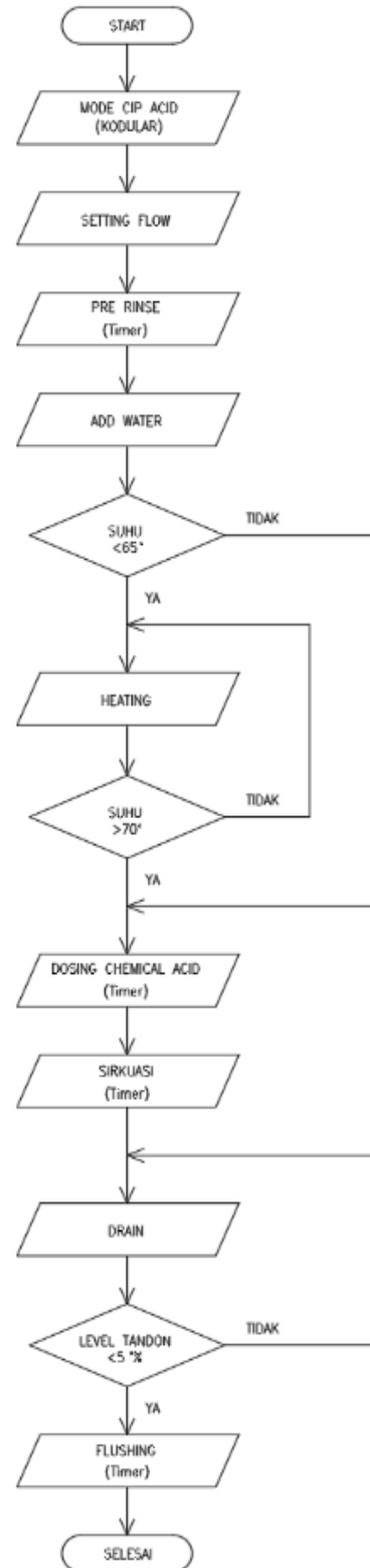
Tahap 1 : V006, V007, V002, V004, P102

Tahap 2 : V006, V008, V002, V004, P102

Tahap 3 : V006, V0011, V002, V004, P102

Tahap 4 : V004

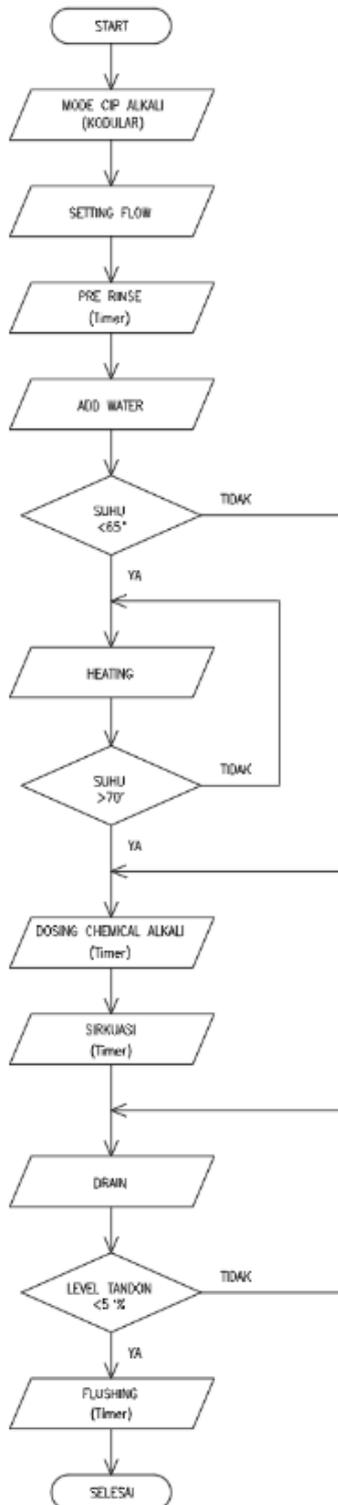
Tahap 1-3 parameternya adalah *timer*, sedangkan tahap 4 adalah pengosongan tandon air. Dalam proses *flushing* ini parameternya adalah *timer* dan alat ukur pH meter. Menentukan waktu ideal agar pH menunjukkan murni air dengan cara *trial*



Gambar 10. *Flow Chart Acid*

- *Flow Chart Clean In Place Mode Alkali*

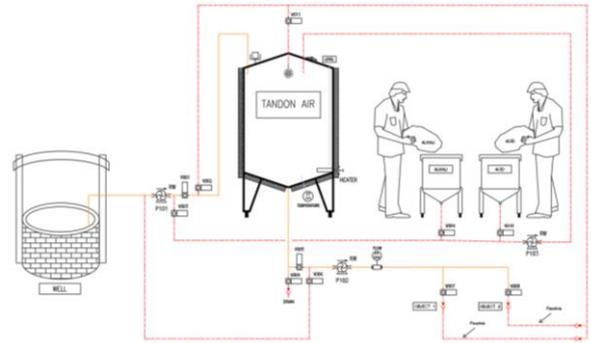
Sequence dari mode *Alkali* sama halnya dengan mode *Acid* yang membedakan adalah pada *steep dosing pump* yaitu pembukaan *valve Acid* dan *Alkali*, *Valve Acid* adalah *valve V010* sedangkan *valve Alkali* adalah *V009*.



Gambar 11. *Flow Chart Alkali*

C. Perancangan *Diagram P&ID*

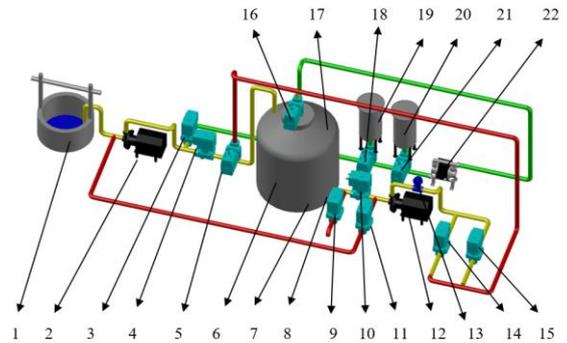
P&ID (Piping & Instrumentation Diagram) adalah gambar skematik yang berisi informasi terkait *equipment*, *item piping*, dan *item instrumen* pada suatu industri proses. *P&ID* memberikan informasi terkait dengan *equipment* proses dalam bentuk diagram sehingga cara kerja alat bisa terbaca dalam bentuk gambar. Diagram ini berisi simbol-simbol dari *equipment* yang dipilih seperti *valve*, *pompa*, dan *tank*.



Gambar 12. *P&ID*

D. Desain Alat (Mekanik)

Bertujuan untuk merancang sebuah alat sehingga dalam proses eksekusi pengerjaan jadi terarah dan *pemilihan* material lebih optimal. Desain mekanik ini sangat penting dilakukan karena dalam proses pengerjaan ada hal yang perlu di perhatikan seperti *deadend* pada pipa, Jika terjadi *deadend* pada pipa akan mempengaruhi kebersihan dari tandon.



Gambar 13. *Desain Mekanik*

Material yang digunakan pada alat ini ditunjukkan pada Tabel 3.1 sesuai nomor dari anak panah yang ditunjuk, Spesifikasi tersebut dilengkapi juga dengan fungsi dari material tersebut:

Tabel 1. Spesifikasi Material

No	Kode	Material	Keterangan
1	Well	Tabung Bulat	Digunakan Sebagai Sumur
2	P101	Pompa	Pompa Transfer air dari sumur ke tandon air
3	V003	Valve	Flushing Chemical
4	V001	Valve	Block Sirkulasi CIP

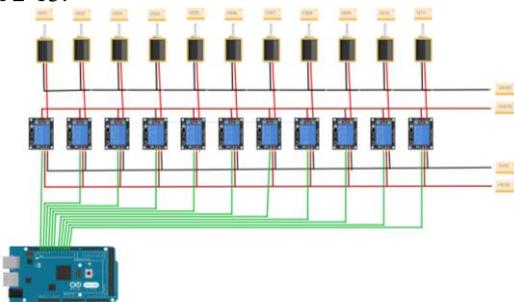
No	Kode	Material	Keterangan
5	V002	Valve	CIP to tandon air
6	Tandon	Tabung	Sebagai tandon Air
7	TT001	Sensor <i>Suhu</i>	Indikator <i>Temperatur</i>
8	Heater	Heater	Pemanas
9	V004	Valve	Valve Drain
10	V005	Valve	Valve Block Flushing
11	V006	Valve	Valve Flushing
12	P102	Pompa	Pompa <i>clean in place</i>
13	FT001	Flow	Kecepatan Aliran Air
14	V007	Valve	Valve Object 1
15	V008	Valve	Valve Object 2
16	V011	Valve	CIP Tandon Air
17	Level	Ultrasonic	Ketinggian tandon air
18	V009	Valve	Alkali
19	Tank Alkali	Tabung Bulat	Tempat <i>Chemical Alkali</i>
20	Tank Acid	Tabung Bulat	Tempat <i>Chemical Acid</i>
21	V010	Valve	Valve Acid
22	P103	Dosing Pump	Pompa <i>Chemical</i>

E. *Wiring Diagram*

Wiring diagram adalah gambar pengkabelan dalam instalasi listrik, yang menggambarkan posisi kabel dan simbol kelistrikan. Gambar ini merupakan representasi visual dari komponen dan kabel yang terkait dengan sambungan listrik.

- *Wiring Solenoid Valve*

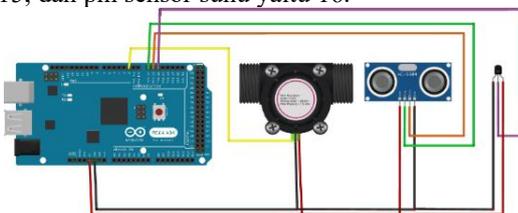
Adalah desain dari kelistrikan penentuan pin Arduino yang digunakan untuk komponen dari *solenoid valve*. Menggunakan solenoid valve 11 dan pin yang digunakan adalah 2-13.



Gambar 14. *Wiring Solenoid Valve*

- *Wiring Instrument*

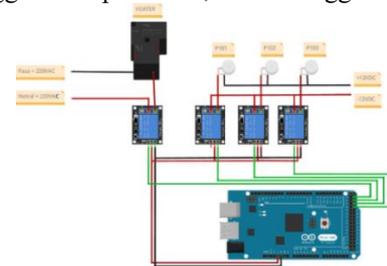
Adalah desain kelistrikan dari sensor, Sensor yang digunakan adalah sensor *flow*, *Ultrasonic*, dan *Suhu*. Pin *sensor flow* adalah 2, Pin sensor *ultrasonic* untuk trig 14 echo 15, dan pin sensor suhu yaitu 16.



Gambar 15. *Wiring Instrument*

- *Wiring Pompa dan Heater*

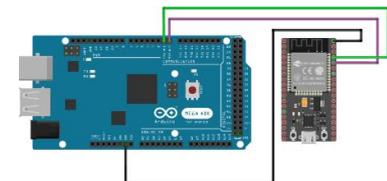
Adalah *wiring* untuk *heater* dan pompa, Menggunakan bantuan relay 5VDC dan kontak NO di *connect* ke *object*. *Heater* menggunakan pin 22, P101 menggunakan pin 24, P102 menggunakan pin 25 26, P103 menggunakan pin 28



Gambar 16. *Wiring Pompa*

- *Wiring Komunikasi Arduino to ESP32*

Adalah untuk komunikasi Arduino ke android dengan bantuan ESP 32, Pin yang digunakan adalah RX dan TX. RX Arduino pin 0 ke TX ESP 32, TX Arduino pin 1 ke RX ESP 32



Gambar 17. *Wiring komunikasi*

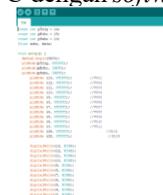
Tabel 3.2 adalah material yang digunakan untuk membuat alat Sistem Kendali *Proportional, Integral, dan Derivative* Pada *Clean In Place* Tandon Air Dengan Teknologi *Internet Of Things*.

Tabel 2. Material *Electrical Clean In Place* Tandon Air

No	Material	QTY
1	Arduino UNO	1 Pcs
2	Node MCU ESP-32S	1 buah
3	Kabel Jumer	50 Pcs
4	Solenoid Valve	11 Pcs
5	Pompa Transfer	1 Pcs
6	Pompa <i>CLEAN IN PLACE</i>	1 Pcs
7	Dosing Pump	1 Pcs
8	Heater	1 Pcs
9	Sensor Ultrasonic	1 Pcs
10	Sensor Suhu	1 Pcs
11	Relay 5VDC	15 Pcs
12	Flow Meter	1 Pcs

F. *Coding Arduino*

Pembuatan program data pada mikrokontroler dilakukan dengan menuliskan kode atau perintah pada arduino, dengan menggunakan bahasa C dengan *software* Arduino IDE.



Gambar 18. *Koding Arduino*

G. *Desain Tampilan Internet Of Things*

Tampilan *Internet Of Things* ini sebagai pengoperasian dan sebagai monitoring bahwa sistem sudah bekerja sesuai dengan perancangan awal.



Gambar 19. Desain Tampilan IOT

IV. HASIL DAN ANALISA

Pengujian dilakukan setelah perancangan alat diimplementasikan, guna mengetahui dan menganalisa tingkat keberhasilan, kelemahan, dan keterbatasan pada sistem pengendali *proportional, integral, dan derivative* pada *clean in place* tandon air dengan teknologi *internet of things* yang telah dibuat. Serta mengetahui kinerja dari alat agar dapat digunakan secara optimal.

A. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan keseluruhan sistem dan mengamati pada setiap proses kerja alat. Pengujian cara kerja sistem meliputi *incoming power*, dan *IO Test*.



Gambar 20. Sistem Tandon Air

- *Incoming Power*

Pengujian ini untuk mengetahui bahwa tegangan yang dikeluarkan sesuai dengan spesifikasi dari *incoming*. Fungsi dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa *output* tegangan sesuai dengan spesifikasi dari *instrument*, Untuk memnghindari terjadinya kerusakan pada *instrument* jika tegangan melebihi spesifikasi. Pengujian tegangan ini dilakukan menggunakan multimeter digital, dalam pengukuran rangkaian dihubung secara paralel.

Tabel 3. Pengujian *Incoming Power*

No	Power	Tegangan Terukur
1	Power 220VAC	216 VAC
2	Power Supply 5VDC	5,1 VDC
3	Power Supply 12VDC	11,9VDC
4	Power Supply 24VDC	24,4VDC

- *IO Test*

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan *wiring* pengkabelan sesuai dengan desain perancangan yang dikehendaki, Agar tidak salah alamat dalam proses *wiring*

pengkabeian serta menguji analog *input* dapat bekerja secara optimal. Dalam *IO test* ini terbagi menjadi 2 yaitu *IO test* pada digital *output* dan *IO test* pada *Analog input* (Pengujian sensor). Berikut adalah tabel pengujian *digital output* untuk menguji *electric* dan mekanik:

a. Pengujian *Digital Output*

Pengujian *digital output* ini adalah untuk memastikan bahwa komponen sudah bekerja sesuai dengan fungsinya masing masing sehingga tidak tertukar fungsi

Tabel 4. Pengujian *Digital Output*

No	Digital Output	Mekanik	Electric
1	V001	v	v
2	V002	v	v
3	V003	v	v
4	V004	v	v
5	V005	v	v
6	V006	v	v
7	V007	v	v
8	V008	v	v
9	V009	v	v
10	V010	v	v
11	V011	v	v
12	P101	v	v
13	P103	v	v
14	Heater	v	v

b. Pengujian *Analog Input*

Analog input ini berhubungan dengan sensor, Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengkalibrasi dari sensor tersebut, Sehingga selisih antara pembanding tidak terlalu jauh. Pengujian analog input pada sistem ini ada 3 yaitu sensor *ultrasonic*, sensor suhu, dan *flow* sensor

Sensor *ultrasonic* ini membandingkannya dengan mistar, pembacaan sensor pada sistem ini di konversi dalam %. Ketinggian maksimal tandon air ini adalah 20 cm sehingga pembacaan sensor *ultrasonic* adalah 100%

Tabel 5. Pengujian Analog Input Sensor *Ultrasonic*

No	Pengukuran dengan Mistar		Pembacaan sensor <i>ultrasonic</i> (%)
	Mistar (cm)	Persentase (%)	
1	0	0	0
2	2	10	11
3	4	20	21
4	6	30	30
5	8	40	40
6	10	50	51
7	12	60	60
8	14	70	69
9	16	80	81
10	18	90	91
11	20	100	100

Pengujian sensor suhu DS18B20 yaitu dengan membandingkan thermometer, Dalam pengujian ini selisih anantara sensor suhu DS18B20 dengan thermometer sekitar 1-3 °C

Tabel 6. Pengujian *Analog Input* Sensor Suhu

No	Suhu (°C)	
	Thermometer (°C)	DS18B20 (°C)
1	0	0
2	10	9
3	20	21
4	30	33
5	40	40
6	50	48
7	60	61
8	70	72
9	80	79
10	90	90
11	100	102

Sensor flow untuk mengetahui kecepatan maksimal pada pompa, kecepatan maksimal pompa satuannya dalam bentuk % jadi untuk kecepatan maksimal dalam pompa ini adalah 100%. Terjadi perbedaan aliran cairan yang terbaca pada sensor flow dengan object spray tandon dan jalur pipa, Karena spray tandon dan jalur pipa berbanding terbalik. Spray tandon membutuhkan tekanan tinggi agar bisa menyembur pada dinding dinding tandon dan jalur pipa membutuhkan flow tinggi untuk membersihkan pada dinding pipa.

Untuk *spray* tandon terjadi penurunan *flow* karena adanya penyumbatan *spray* sehingga aliran tidak sepenuhnya langsung keluar dan terjadi tekanan tinggi.

Tabel 7. Pengujian Kecepatan Pompa dan Sensor Flow

No	Object	Kecepatan Pompa (%)	Aliran Cairan (L/M)
1	Spray Tandon	0	0
		25	4
		50	8
		75	12
		100	16
2	Jalur Pipa	0	0
		25	4,5
		50	9
		75	13,5
		100	17

B. Pengujian *Clean In Place* Sirkulasi *Chemical*

Pengujian ini bertujuan mengetahui kebersihan pada tandon air yaitu dengan cara swab test. Dalam istilah *clean in place* dikatakan bersih telah tercapainya 4T (*Turbulance, Temperature, Titration, dan Time*)

Gambar 21 adalah kondisi tandon sebelum pembersihan menggunakan *chemical* :



Gambar 21. Sebelum Pembersihan

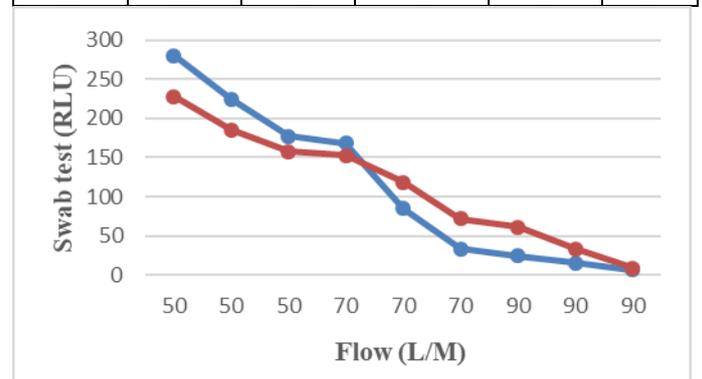
a. *Clean In Place* Alkali

Kadar *chemical* dan suhu itu sangat berhubungan karena *chemical Alkali* dapat larut pada suhu 70°C, Flow dapat berpengaruh pada kebersihan dari *object* yaitu untuk membersihkan pada dinding pipa dan dinding tandon air, waktu sirkulasi juga sangat berpengaruh pada kebersihan.

Swab test dilakukan setelah *flushing*, Jadi tandon air sudah dalam keadaan bersih, Berikut adalah hasil pengujian dari swab test pada *clean in place Alkali* :

Tabel 8. Pengujian *Swab Test Clean In Place Alkali*

Kadar Alkali (mS)	Suhu Alkali (°C)	Flow (L/M)	Waktu Sirkulasi (Menit)	Swab Test (RLU)	
				Tandn	Jalur
60	70	5	2	280	228
60	70	5	4	225	185
60	70	5	6	177	158
60	70	10	2	168	153
60	70	10	4	85	118
60	70	10	6	33	72
60	70	15	2	24	61
60	70	15	4	15	33
60	70	15	6	6	9



Biru : *Swab Test* Tandon Air

Orange : *Swab Test* Jalur

Gambar 22. Grafik Hasil *Swab Test Clean In Place Alkali*

Gambar 23 adalah kondisi tandon setelah pembersihan menggunakan *chemical Alkali*



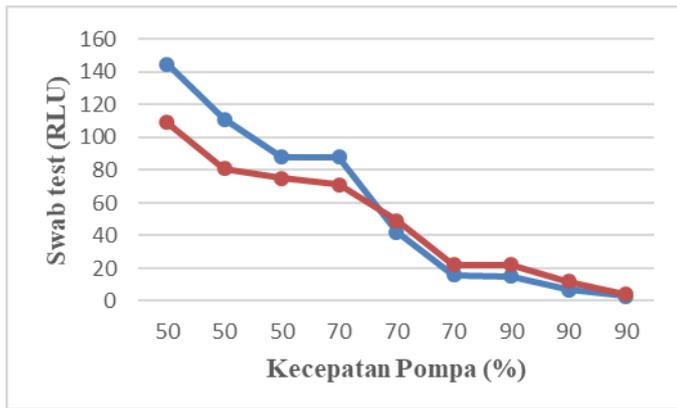
Gambar 23. *Clean In Place* dengan Alkali

b. *Clean In Place* Acid

Clean in place Acid ini adalah untuk membersihkan kerak pada tandon air yang sudah mengerak , Dari segi kebersihan akan lebih bersih dibandingkan dengan CIP. *Flow* prosesnya sama dengan CIP *Alkali* yang menjadi pembeda adalah pemilihan *chemical*, Jadi yang menjadi pembeda adalah pembukaan *valve* antara V009 dan V010.

Tabel 9. Pengujian *Swab Test Clean In Place Acid*

Kadar Alkali (mS)	Suhu Alkali (°C)	Flow (L/M)	Waktu Sirkulasi (Menit)	Swab Test (RLU)	
				Tandn	Jalur
35	60	5	2	145	109
35	60	5	4	111	81
35	60	5	6	88	75
35	60	10	2	88	71
35	60	10	4	42	49
35	60	10	6	16	22
35	60	15	2	15	22
35	60	15	4	7	12
35	60	15	6	3	4



Biru : Swab Test Tandon Air

Orange : Swab Test Jalur

Gambar 24. Grafik Swab Test CIP Acid

Gambar 25 adalah kondisi tandon setelah pembersihan menggunakan *chemical Acid*



Gambar 25. *Clean In Place* dengan Acid

C. Pengujian *Clean In Place Penetralkan Chemical*

Pengujian kadar pH dilakukan setelah steep flushing, Untuk memastikan tandon air dan jalur sudah tidak terkontaminasi dengan chemical yaitu dengan memastikan kadar pH input dan output sama. Untuk menentukan nilai pH setelah *clean in place* sama dengan nilai pH input air ada beberapa faktor yaitu kadar *chemical*, *flow*, dan waktu sirkulasi. Semakin tinggi kadar *chemical* semakin lama nilai pH sama dengan nilai pH air input, semakin cepat *flow* akan semakin cepat nilai pH sama dengan nilai air input, dan semakin lama waktu sirkulasi *chemical* semakin lama nilai pH sama dengan nilai air input.

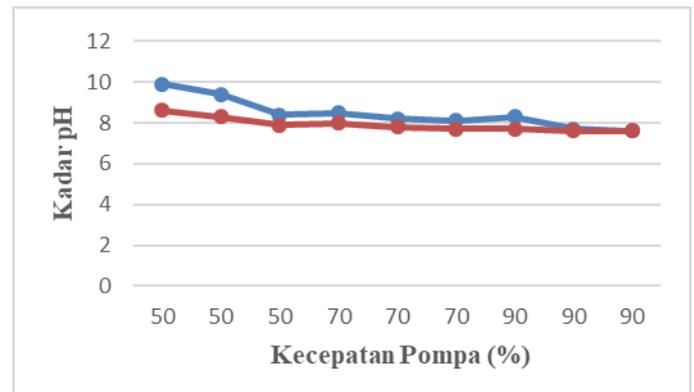
a. *Flushing Chemical Alkali*

Setelah dilakukan steep sirkulasi *chemical Alkali* langkah selanjutnya adalah *flushing*, Fungsi *flushing* ini adalah untuk membersihkan sisa *chemical*. Parameter jika

dikatakan bersih dari sisa *chemical* dengan mengukur kadar pH air input dan pH air pada drain.

Tabel 110. Pengujian Kadar pH *Clean In Place Alkali*

Kadar Alkali (mS)	pH Awal	Flow (L/M)	Waktu Sirkulasi (Menit)	Nilai (pH)	
				Tandn	Jalur
60	7,6	5	2	9,9	8,6
60	7,6	5	4	9,4	8,3
60	7,6	5	6	8,4	7,9
60	7,6	10	2	8,5	8,0
60	7,6	10	4	8,2	7,8
60	7,6	10	6	8,1	7,7
60	7,6	15	2	8,2	7,7
60	7,6	15	4	7,7	7,6
60	7,6	15	6	7,6	7,6



Biru : Kadar pH Tandon Air

Orange : Kadar pH Jalur

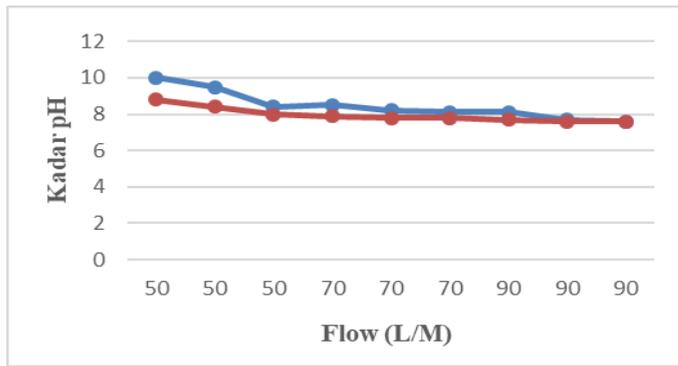
Gambar 26. Grafik Kadar pH *Clean In Place Alkali*

b. *Flushing Chemical Acid*

Setelah dilakukan sirkulasi *chemical Acid* langkah selanjutnya adalah *flushing*, Fungsi *flushing* untuk membersihkan sisa *chemical*. Parameter dikatakan bersih dari *chemical* dengan mengukur pH air input dan pH air drain.

Tabel 11. Pengujian Kadar pH Acid

Kadar Acid (mS)	pH Awal	Flow (L/M)	Waktu Sirkulasi (Menit)	Nilai (pH)	
				Tandn	Jalur
35	7,6	5	2	10,0	8,8
35	7,6	5	4	9,5	8,4
35	7,6	5	6	8,4	8,0
35	7,6	10	2	8,5	8,0
35	7,6	10	4	8,2	7,9
35	7,6	10	6	8,1	7,8
35	7,6	15	2	8,1	7,7
35	7,6	15	4	7,7	7,6
35	7,6	15	6	7,6	7,6



Biru : Kadar pH Tandon Air

Orange : Kadar pH Jalur

Gambar 27. Grafik Kadar pH CIP Acid dan Alkali

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat bekerja sesuai yang diharapkan yaitu:

1. Sistem *clean in place* pada tandon air dengan teknologi *internet of things* memberikan solusi keamanan, kenyamanan, dan efisiensi bagi pengguna karena dalam pembersihan tandon air dapat dioperasikan secara *auto/manual* dan dapat dimonitoring secara jarak jauh yaitu menggunakan aplikasi android dengan aplikasi Kodular berdasarkan koneksi dari wifi.
2. Semakin lama waktu sirkulasi *chemical* akan semakin bersih, *Chemical acid* digunakan untuk pembersihan kerak pada tandon sedangkan *chemical alkali* hanya pembersihan secara tipis saja layaknya seperti sabun. Waktu yang ideal dalam sirkulasi adalah 6 menit dengan kecepatan aliran 15 L/M. Dengan hasil kebersihan CIP *chemical Alkali* untuk object tandon adalah 6 RLU dan *object jalur* adalah 9 RLU, Sedangkan CIP *chemical Alkali* untuk *object* tandon adalah 3 RLU dan *object jalur* adalah 4 RLU.
3. *Flushing* digunakan untuk penetralan tandon dari sisa *chemical*, Jika tersisa *chemical* pada tandon maupun jalur akan berbahaya pada kesehatan jika dikonsumsi. Parameter yang digunakan bahwa tandon terhindar dari *chemical* adalah dengan membandingkan nilai pH air *input* dan *drain* pada tandon. Semakin tinggi *flow* dan semakin lama waktu sirkulasi akan semakin bersih, Waktu yang ideal dalam penetralan adalah 6 menit dengan *flow* 15 L/H menghasilkan kadar pH 7,6 untuk *chemical acid* dan *alkali* dengan nilai *input* pH air adalah 7,6.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini dituliskan ucapan terima kasih terhadap pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini serta ucapan terima kasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Septyaningrum, A. E. (2021). Analisis Sistem Pengendalian dan Monitoring Tingkat Kekeruhan Tandon Air Berbasis Arduino UNO dan Internet Of Things. *JPTM*, 26-32.
- [2] Rohpandi, D., Mulady, F., & Sambani, E. B. (2021, Oktober). Rancang Bangun Pompa Air Otomatis Dan Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis Iot Pada

Tandon Air. *Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 10, 209-219.

- [3] Rahman, F. R., Septiawan, M. R., Amiruddin, Tambi, & Zulkaida, W. O. (2022). Otomasi Proses Pengaturan Kualitas pH dan Kekeruhan Air untuk Water Cooling Furnace. 224-230.
- [4] Sidik, M., & Siswanto, E. (2020, Desember). Rancang Bangun Sistem Deteksi dan Monitoring Kekeruhan Air Dengan Microcontroller Arduino Berbasis Internet Of Things. *Media Informasi Analisa dan Sistem*, 5, 88-93.
- [5] Sasmoko, D., Rasminto, H., & Rahmadani, A. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga. *INFORMATIKA UPGRIS*, 5, 25-34.
- [6] Thomas, A., & Sathian, C. T. (2014, June). Cleaning In Place (CIP) System in Dairy Plant. *Of Environmental Science*, 8(6), 41-44.
- [7] Khalid, N. I., Aziz, N. A., Nuraini, A. A., Taip, F. S., & Anuar, M. S. (2014). Alkaline Cleaning in Place of Pink Guava Puree Fouling Deposit Using Lab-scale Cleaning Test Rig. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 280 – 288.
- [8] Husniyah, R., & Prabowo. (2022, Juli). Development of Arduino-Based Flowmeter Sensor Props for Measuring Water Flow in Dynamic Fluid Materials. *Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 3, 427-442.
- [9] Zhmud, V. A., Kondratiev, N. O., Trubin, V. G., Kuznetsov, K. A., & Dimitrov, L. V. (2018). Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics. *Physics*, 1-9.
- [10] Aritonang, W., Bangsa, I. A., & Rahmadewi, R. (2021, Januari). Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan MPX5700AP menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress. *Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7, 153-160.
- [11] Husni, N. L., Rasyad, S., Putra, M. S., Hasan, Y., & Rasyid, J. A. (2019). Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler. *Ampere*, 4, 1-14.
- [12] Djuredje, R. A., Hermanto, & Himawan, R. (2022, Desember). Development Of Media Based On Codular Applications In Learning Persuasion Text In Class Viii Smp. *Pendidikan Bahasa dan Sastra*, 10, 32-41.