

SISTEM AUTO FILLING MACHINE BERBASIS MIKROKONTROLLER HUMAN MACHINE INTERFACE DENGAN WATER FLOW SENSOR

AUTO FILLING MACHINE SYSTEM BASED ON HUMAN MACHINE INTERFACE MICROCONTROLLER WITH WATER FLOW SENSOR

Puji Pangestu¹, Didik Aribowo², Mustofa Abi Hamid³

^{1,2,3}Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

2283170003@untirta.ac.id¹, d_aribowo@untirta.ac.id², abi.mustofa@untirta.ac.id³

ABSTRACT

The utilization of manual volume control systems in certain production material filling equipment persists. The objective of this study is to design an automatic production material filling control system. The system is built through the utilization of Arduino Uno Atmega328 and a Human Machine Interface, with accompanying system support components comprising water flow sensor, water pump, relay, and power supply. An application is incorporated into the system for water usage monitoring. The Water Flow sensor calculates the volume of water discharged. Calibration involves entering a constant value of 0.8. Water volume is calculated by summing the water discharge per second through the Water Flow sensor. If the limit on the waterflow sensor setpoint is reached, the water pump will stop, as indicated by the tool implementation results. The tool's accuracy ranges from 77.76% to 100%, as indicated by the results of the conducted trials. The highest percentage error observed was 22.24%, while the smallest was 0%, with an average deviation of 9.00. This error is derived from the variance in volume between the set value registered by the waterflow sensor and the actual amount of material dispensed. The volume calculation data is saved in the microcontroller and displayed on the nextion screen. Users may monitor the data by transferring it to the application.

Keywords: Auto Filling Machine, Arduino Uno, Microcontroller, Human Machine Interface, Water Flow Sensor.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dibidang industri saat ini sangat berkembang pesat, penggunaan sistem kontrol volume manual pada peralatan pengisian bahan produksi tertentu masih terus berlanjut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah sistem kontrol pengisian bahan produksi secara otomatis. Sistem ini dibangun dengan memanfaatkan Arduino Uno Atmega328 dan Human Machine Interface, dengan komponen pendukung sistem yang terdiri dari sensor aliran air, pompa air, relai, dan catu daya. Sebuah aplikasi dimasukkan ke dalam sistem untuk pemantauan penggunaan bahan produksi. Sensor Aliran Air menghitung volume air yang dikeluarkan. Kalibrasi melibatkan memasukkan nilai konstan 0,8. Volume air dihitung dengan menjumlahkan debit air per detik melalui sensor Aliran Air. Jika batas pada setpoint sensor aliran air tercapai, pompa air akan berhenti, seperti yang ditunjukkan oleh hasil implementasi alat. Akurasi alat berkisar antara 77,76% hingga 100%, seperti yang ditunjukkan oleh hasil uji coba yang dilakukan. Persentase kesalahan tertinggi yang teramati adalah 22,24%, sedangkan yang terkecil adalah 0%, dengan deviasi rata-rata $\pm 9,00$. Kesalahan ini berasal dari perbedaan volume antara nilai yang ditetapkan oleh sensor aliran air dan jumlah material yang dikeluarkan. Data perhitungan volume disimpan dalam mikrokontroler dan ditampilkan pada layar nextion. Pengguna dapat memantau data dengan mentransfernya ke aplikasi.

Kata Kunci: Auto Filling Machine, Arduino Uno, Mikrokontroler, Human Machine Interface, Sensor Aliran Air.

PENDAHULUAN

Teknologi merupakan suatu sarana yang digunakan manusia untuk membantu dalam pemenuhan kebutuhan. Beberapa teknologi saat ini merupakan pengembangan dari teknologi zaman dahulu yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh

pengembangan teknologi lama adalah alat timbangan yang dahulu hanya menggunakan menakisme manual untuk menunjukkan angka dalam memperkirakan berat secara analog, sedangkan saat ini telah bertransformasi menjadi timbangan digital yang mudah dibaca serta memiliki

tingkat keakuratan yang lebih baik. (Islam, 2022)

Untuk teknologi hanya beberapa bagian di daerah saja yang sudah berkembang, namun untuk di daerah terpencil lebih tepatnya di Esteh Indonesia Citraland Kota Serang masih menggunakan teknologi yang lama. Pada umumnya teknologi seharusnya mempermudah pekerjaan manusia agar lebih efisien dalam segala hal yang dibutuhkan. Akan tetapi belum adanya teknologi yang di perbarukan untuk lebih mempermudah pekerjaan yang dibutuhkan

Di zaman sekarang ini perkembangan pengetahuan dan teknologi semakin pesat, maka seiring dengan perkembangannya, manusia harus berpikir lebih kreatif dan inovatif. Oleh sebab itu kita harus mampu bersaing dan menguasai teknologi dalam era globalisasi ini, Sehingga tidak hanya membuat penemuan baru tetapi memaksimalkan alat yang sudah ada, supaya dapat membantu manusia dalam memudahkan pekerjaannya. Di Indonesia ini masih banyak petani yang menggunakan perangkat dengan cara manual yaitu dengan menggunakan tenaga manusia. (Imam, 2022)

Perkembangan teknologi di abad 21 ini telah berkembang sangat pesat dan mempengaruhi semua sistem aspek kehidupan. Kemajuan pada teknologi ini tidak dapat dihindari karena berjalan seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan. Perkembangan teknologi akan mempermudah aktifitas manusia dalam melakukan pekerjaan. (Novianti, 2022).

Mikrokontroler merupakan salah satu komponen teknologi yang berperan penting di era Revolusi Industri 4.0. Hal ini dikarenakan sistem mikrokontroler mampu melayani setiap ruang dan pergerakan dalam produktivitas di dunia industri (Eka, 2022)

Pada saat ini teknologi yang berkembang telah menggunakan mikrokontroler untuk melayani sebuah

pekerjaan layaknya mesin yang berjalan sendiri. Kebanyakan orang masih belum paham apa itu mikrokontroler sehingga kemajuan teknologi masih sangat jauh untuk dicapai. Sebenarnya untuk memahami sebuah mikrokontroler tidak terlalu susah karena hanya merangkai lalu memprogram saja untuk bisa menjalankan sebuah alat yang akan digunakan untuk mempermudah sebuah pekerjaan.

Teknologi yang berkembang pada dunia industri saat ini sudah canggih dan selalu meningkat dari waktu ke waktu, serta segala peralatan yang digunakan di industri sekarang sudah serba menggunakan kendali otomatis dan sistem robotik. (Fauzy, 2022)

Otomatisasi sebuah alat saat ini diperlukan untuk memfasilitasi proses kerja yang efisien, seperti halnya menuangkan gula ke dalam gelas untuk menghasilkan minuman. Meskipun berbagai teknologi telah dikembangkan, daerah terpencil tidak memiliki sistem otomatisasi untuk mengatur keluaran gula dalam gelas ukur untuk produksi minuman. Dengan demikian, penerapan sistem otomasi sangat penting dalam meminimalkan pengeluaran material dan memaksimalkan efisiensi produksi. Hal ini mengakibatkan pengeluaran material produk yang berlebihan dan pemborosan yang tidak terkendali, yang pada akhirnya menyebabkan potensi kerugian finansial dan kebangkrutan. Dari kebutuhan sistem otomatisasi untuk mengatur pemanfaatan material produk secara terkomputerisasi.

Sektor industri memainkan peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia dengan menciptakan nilai tambah yang tinggi. Sektor industri juga memberikan peluang untuk menciptakan dan memperluas lapangan kerja, mengurangi pengangguran, dan meningkatkan kesejahteraan, yang pada akhirnya dapat mengurangi kemiskinan. Dengan jumlah tenaga kerja pada tahun 2012 sekitar 14 juta orang (termasuk industri mikro, kecil, dan menengah), tenaga kerja sektor industri turut

memberikan kontribusi sebesar 12-13% terhadap total tenaga kerja nasional .

Industri manufaktur adalah kontributor penting bagi perkembangan ekonomi Indonesia. Sektor makanan dan minuman adalah sektor yang paling menonjol, dengan 6.200 perusahaan yang beroperasi di tahun 2013. Meskipun banyak dari perusahaan-perusahaan ini relatif kecil, ada juga beberapa perusahaan besar yang terdaftar di bursa efek yang memproduksi merek-merek terkenal, termasuk PT Indofood Sukses Makmur, PT Mayora Indah, PT Ultrajaya Milk Industry and Trading Company, dan PT Siantar Top (Yulawati, 2017).

Era modernisasi telah berdampak pada alat-alat yang digunakan oleh industri kecil dan besar . Sistem otomasi telah banyak diterapkan dalam segala hal, salah satunya di sistem pengisian air (Nurhabibah Naibaho, 2020). Untuk mengikuti era teknologi yang terus berkembang, sistem kontrol yang memanfaatkan mikrokontroler Arduino bersama dengan indikator sensor aliran air sangat diperlukan. Kombinasi alat ini dapat secara tepat dan otomatis mendapatkan nilai volume yang diinginkan. Alat ini menggantikan alat industri yang tradisional dan tidak efisien, yang menghambat efisiensi waktu.

Dengan alat sensor waterflow dapat mencegah pengeluaran bahan produk yang tidak terkendali. Karena alat ini dapat mengetahui besaran nilai gula yang keluar dari putaran rotor yang bergerak oleh aliran gula. Pemantauan aliran ini dapat mengoptimalkan penggunaan gula yang dapat dikendalikan oleh alat ini.

Pemantauan aliran sangat penting untuk menilai pergerakan cairan. Banyak teknik pengukuran yang digunakan untuk memantau aliran. Perpindahan positif teknik pengukuran aliran didasarkan pada prinsip bahwa mengumpulkan volume tetap cairan dan mengukur waktu yang diperlukan (Mulik dkk, 2021).

Adapun alat yang biasa digunakan barista barista cafe yaitu jigger untuk

penakaran gula. Alat ini hanya berfungsi untuk mengisi gula ke dalam gelas lalu ditimbang, namun hal ini menyebabkan tidak adanya volume yang standar, karena hanya mengandalkan indra penglihatan sebagai penakar serta timbangan untuk digitalisasinya dan membuat gula yang sudah ditakar pun tersisa pada dinding alat tersebut. Pada alat ini penakaran gula pada gelas juga tidak ditemukan sistem Adapun alat yang biasa digunakan barista barista cafe yaitu jigger untuk penakaran gula. Alat ini hanya berfungsi untuk mengisi gula ke dalam gelas lalu ditimbang, namun hal ini menyebabkan tidak adanya volume yang standar, karena hanya mengandalkan indra penglihatan sebagai penakar serta timbangan untuk digitalisasinya dan membuat gula yang sudah ditakar pun tersisa pada dinding alat tersebut. Pada alat ini penakaran gula pada gelas juga tidak ditemukan sistem manajemen laporan yang sudah terkomputerisasi secara cepat dan akurat. Artinya pengguna tidak mengetahui berapa banyak volume gula yang sudah digunakan serta waktu yang digunakan dalam penakaran gula.

Sebuah prototipe yang disebut "**Sistem Mesin Pengisian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Human Machine Interface dengan Sensor Aliran Air**" dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut. Diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu dan akurasi dalam mengukur produk minuman, sehingga tidak perlu lagi mengukur secara manual. Selain itu, diharapkan dapat mengurangi jumlah output yang digunakan dibandingkan dengan sebelumnya.

METODE

Model pengembangan pada penelitian ini adalah model pengembangan yang dikemukakan oleh (Royce, 1970) yaitu Model pengembangan *Waterfall*. Model ini sangat ideal untuk proyek seperti pengembangan *prototype*, dimana hasil akhirnya ditetapkan dengan jelas sebelum dimulai, dan paling cocok untuk proyek yang membutuhkan banyak

prediktabilitas. Metode *Waterfall* berisi lima tahapan yang masing-masing membutuhkan penyampaian dari tahapan sebelumnya untuk melanjutkan, diantaranya yaitu: (1) *Requirements* (Persyaratan), (2) *Design* (Desain), (3) *Implementation* (Implementasi), (4) *Verification* (Verifikasi), dan (5) *Maintenance* (Pemeliharaan). Tahapan-tahapan tersebut digambarkan dalam Gambar berikut:



Gambar 1. Waterfall
Sumber: Royce, 1970

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Sistem Auto Filling Machine Berbasis Mikrokontroler Human Machine Interface dengan Waterflow Sensor

Pada pengembangan dan penelitian yang dilakukan di Esteh Indonesia yang berada di Citraland kecamatan Serang Kota Serang Provinsi Banten. Penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa alat pengisian otomatis atau auto filling machine berbasis mikrokontroler human machine interface dengan waterflow sensor. Produk ini dipergunakan untuk meningkatkan kualitas produk dan menekan penggunaan bahan produk yang berlebih dalam proses pembuatan produk. Dalam penelitian ini menggunakan metode research and development (R&D) dengan menggunakan model waterfall dan tahapan tahapan yang di lakukan seperti:

1. Requirment Analysis.

Berdasarkan hasil yang didapat dari observasi dalam data bahan produksi selama sebulan. Nilai aktual produksi hanya mendapatkan 64% dan sisanya error produksi sebanyak 36%. Ini menandakan sebuah proses produksi yang masih belum efisien dari penggunaan bahan produk. Terkait permasalahan ini maka solusi yang akan dibuat sebuah alat yang dapat memaksimalkan kualitas sebuah

produksi minuman dan mengoptimalkan penggunaan bahan produksi dibuatlah pengembangan alat yang dinamakan auto filling machine berbasis mikrokontroler human machine interface dengan waterflow sensor. Alat ini dibuat untuk memaksimalkan kualitas produk minuman tanpa memakan waktu yang banyak dan mengoptimalkan penggunaan bahan produk tanpa meninggalkan sisa bahan seperti alat takaran.

2. System and Software Design

a. Kerangka Auto Filling Machine

Pada tahapan pengembangan sistem dan perangkat lunak, peneliti menggunakan berbagai komponen elektronika, komponen pendukung alat dan membuat perangkat lunak untuk menjalankan keseluruhan sistem rangkaian alat pengisian otomatis. Tahapan ini dimulai dengan perancangan rangka auto filling machine yang terbuat dari akrilik dengan ukuran A3 (297mm x 210mm) dan di potong menyesuaikan desain yang telah ditentukan.

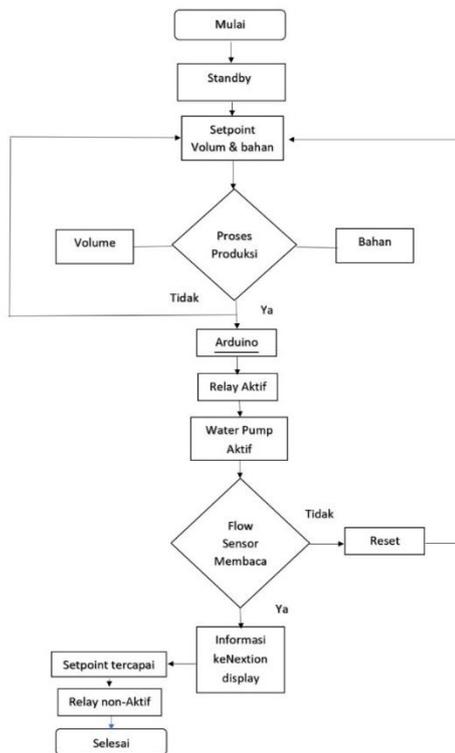
b. Rangkaian Elektronika

Kerangka auto filling machine terdiri dari akrilik berukuran kertas A3 dengan ketebalan 3mm. Pemilihan akrilik ini sebagai bahan kerangka auto filling machine didasarkan pada kebutuhan alat untuk menutupi komponen dan memenuhi proses produksi bahan minuman dengan tetap menjamin ke higienisannya. Berikut tabel di bawah ini untuk mengetahui komponen-komponen rangka auto filling machine.

Rangkaian wiring diagram yang telah dibuat terdiri dari beberapa komponen seperti Arduino atmega328, nextion display, waterflow sensor, relay, waterpump, dan power supply. Pada rangkaian ini menjelaskan berbagai hal fungsi dari komponen dimulai dari input hingga output pada motor yang bergerak.

Rangkaian ini dibuat dengan aplikasi proteus. Dalam gambar pun ditampilkan komponen utama yang di hubungkan ke berbagai koponen pendukung lainnya.

c. Flowchart Sistem Kerja Auto Filling Machine



Gambar 2. Flowchart Rangkaian Auto Filling Machine

Sumber: Dokumentasi pribadi

d. Sistem kerja rangkaian autofilling machine

Rangkaian mesin pengisian otomatis beroperasi melalui sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol volume dan setpoint material melalui dua tombol yang disajikan pada layar Nextion. Editor Nextion telah digunakan untuk menetapkan setpoint, yang kemudian diprogram ke Arduino. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengatur volume dan keluaran material yang diinginkan. Setelah memilih setpoint dan menekan tombol material, Arduino akan menerima dan memproses data dari tampilan Nextion, mengaktifkan

relai, dan memompa material dari tempat penyimpanan ke sensor aliran air menggunakan pompa air. Setelah material mencapai sensor aliran air, komponen membaca jumlah yang dilewati, dan sensor aliran air memberikan data ke Arduino. Selanjutnya, data volume ditampilkan pada layar Nextion. Ketika volume setpoint tercapai, yang ditunjukkan pada layar Nextion, Arduino menggunakan data ini untuk mematikan relai dan menghentikan pompa air.

e. Program Arduino

Program ini ditujukan untuk batasan volume yang dihitung pada flow sensor. Jika setpoint telah tercapai maka kondisi pompa akan mati dan program akan memberikan perintah menuliskan informasi pada nextion display bahwa pompa off dan status rangkaian dalam kondisi stop.

f. Perancangan Nextion Display HMI

Perancangan untuk komponen hmi disini peneliti menggunakan software berupa Nextion Editor yang dikeluarkan oleh Perusahaan Nextion display itu sendiri. Perancangan untuk nextion display diperuntukan sebagai inputan sinyal analog yang akan ditransfer menuju Arduino.

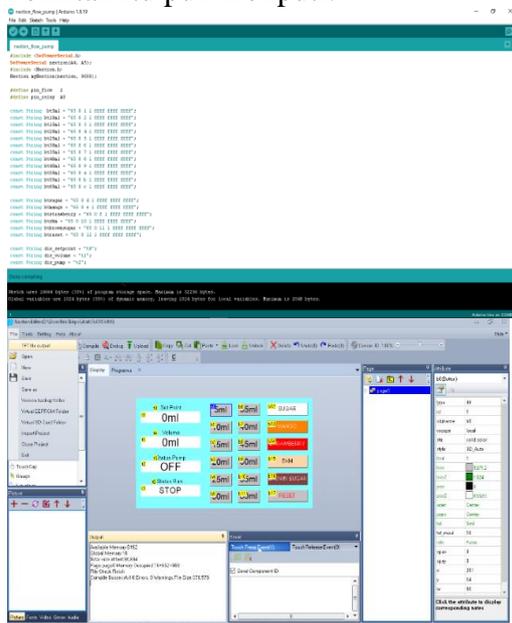
Perancangan alat Auto Filling Machine melibatkan tombol-tombol kunci serta informasi yang ditampilkan pada layar Nextion. Tombol Setpoint mengatur volum dari 5ml hingga 60ml yang diinginkan. Tombol Bahan memilih jenis bahan seperti gula, mangga, strawberry, skm, dan brown sugar setelah tombol Setpoint dipilih. Tombol Reset atau Emergency digunakan untuk menghentikan proses secara paksa jika terjadi error. Teks informasi meliputi setpoint, volum yang dikeluarkan, status pompa, dan status alat, yang diperlukan untuk memastikan kinerja normal alat.

Perancangan diimplementasikan dalam aplikasi Nextion Editor, dengan fokus pada penamaan objek dan alamat string. Hal ini penting karena keduanya mengubah sinyal analog menjadi digital yang dikirim ke Arduino. Kode ini kemudian diolah oleh Arduino IDE. Setiap tombol memiliki fungsi dan data yang berbeda untuk mencegah fungsi ganda dan memudahkan peneliti dalam mendiagnosis masalah. Sebelum diunggah ke layar Nextion, kode harus dicompile untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan.

Setelah kompilasi, file TFT diekspor ke kartu micro SD, yang kemudian dimasukkan ke dalam slot kartu SD pada layar Nextion. Setelah layar dinyalakan, layar akan mengenali kartu SD dan memuat file ke memori internal. Dengan begitu, alat siap digunakan dengan file yang sudah diunggah.

3. Implementation and Unit Testing

Tiap sketsa berisi perintah yang saling berhubungan dengan fungsi masing-masing, yang pada akhirnya membentuk program terpadu. Program ini mencakup berbagai fungsi dan perintah. Perintah itu pun meliputi:



Gambar 3. Verifikasi program yang dibuat

Sumber : Dokumentasi pribadi

- Program siaga pada rangkaian yang dialiri listrik memberikan indikasi lampu LED merah sebagai tanda siaga atau kesiapan. Program ini juga menyertakan posisi pin pada Arduino untuk menyederhanakan proses pengkabelan. Serta menghidupkan layer nextion.
- Pada baris kedua program, terdapat perintah setup void untuk membaca input tombol yang diproses oleh Nextion display. Masukannya berupa beberapa tombol setpoint dan bahan.
- Program ini memanfaatkan perulangan atau pengulangan. Setelah urutan program selesai, sirkuit tetap dalam keadaan siaga menurut pemrograman aslinya, dan bukannya terputus sama sekali atau dimatikan. Hal ini memungkinkannya untuk dengan mudah digunakan kembali sewaktu dalam mode standby.
- Program akan membaca masukan berupa setpoint berupa besaran volum yang dipilih dan di tampilkan dalam kolom teks setpoint. Dimasukan kembali inputan kedua berupa bahan yang digunakan maka relay berubah dan menggerakkan motor pompa menyala (ON) dan menampilkan teks pada kolom pompa menyala (ON).
- Program selanjutnya jika setpoint telah terpenuhi oleh sensor aliran maka relay berubah memutuskan aliran listrik ke pompa mati (OFF) dan menampilkan pada kolom pompa mati (OFF). Rangkaian akan kembali lagi ke mode standby.



Gambar 4. Pengujian program pada alat

Sumber: Dokumen pribadi

Gambar ini adalah tahap pengujian awal untuk program yang telah diimplementasikan pada Arduino dan Nextion display. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa program telah berjalan tanpa kesalahan.

4. Integration and System Testing

Setelah pengembangan dan pengujian unit-unit atau modul selesai, langkah selanjutnya adalah integrasi ke dalam sistem lengkap. Dilakukan pemeriksaan dan pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengidentifikasi kemungkinan kegagalan dan kesalahan. Pengujian melibatkan Arduino Uno, Nextion display, pompa air, relay, sensor aliran air, dan catu daya, serta penulisan program perintah pada Arduino Uno dan Nextion display. Setelah pengujian rangkaian, fungsi program, dan pembacaan sensor aliran air, rangkaian dipasang dalam kotak yang dimodifikasi untuk keamanan. Selanjutnya, dilakukan pengkalibrasian agar ketepatan volum yang dikeluarkan dapat dikontrol dengan maksimal. Pengujian dilakukan dengan berbagai bahan seperti gula, brown sugar, mango, strawberry, dan susu kental manis untuk memastikan kinerja alat tanpa perlu pengkalibrasian ulang.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat berjalan dengan lancar dan akurat dalam mengolah data untuk berbagai jenis bahan, tanpa perlu mengubah program yang dijalankan.

5. Operation and Maintenance

Pada tahap akhir program, operasi dan pemeliharaan sudah terintegrasi ke dalam sirkuit yang terhubung, yang menunjukkan bahwa produk sekarang siap untuk digunakan di Esteh Indonesia Citraland. Pada tahap ini, para peneliti melakukan tugas-tugas operasional pada produk yang dihasilkan sekaligus melakukan perawatan atau perbaikan yang diperlukan jika terjadi kesalahan atau masalah pada produk setelah penggunaan jangka panjang.

Perbaikan dilakukan dengan mengidentifikasi masalah spesifik yang dihadapi oleh produk. Jika masalah berasal dari sirkuit daya, kemungkinan produk tidak berfungsi dengan baik. Namun, jika masalahnya terkait dengan pelepasan material selama proses produksi, sensor aliran air harus disetel ulang atau dikalibrasi untuk menyesuaikan diri dengan material yang digunakan. Pengoperasian produk dirancang dan diprogram agar mudah dan efisien bagi karyawan.

Pembahasan

1. Relevansi Penelitian Terdahulu

Penelitian pada teknologi sangatlah berkembang pesat, dengan adanya Human Machine Interface (HMI) dapat memudahkan pengguna mengendalikan suatu rancangan pekerjaan. Ditambah Human Machine Interface ini susah sangat banyak digunakan pada industri industri seperti manufaktur. Pada penelitian yang dilakukan oleh Priyoda pada tahun 2020 dengan judul “*Desain Human Machine Interface Pada Greenhouse Monitoring And Control (Studi Kasus di PT. Indmira)*” Menurut Ida Suprastiwi, anggota tim R&D PT Indmira, HMI yang diimplementasikan

di perusahaannya menyediakan data pencatatan yang berharga tentang perubahan suhu dan efek rumah kaca. Data log memungkinkan petani untuk mengamati dampak dari tindakan yang diberikan dan efek perubahan suhu pada tanaman yang ada. Dengan menggunakan data log, petani dapat mengembangkan rencana tindakan untuk pengendalian suhu untuk meningkatkan hasil panen. Jika peneliti sebelumnya menggunakan HMI untuk memonitoring dan control hasil panen untuk para petani, untuk kali ini penelitian yang sekarang akan menggunakan HMI tidak hanya memonitoring dan control saja akan tetapi sebagai pemberi sinyal analog untuk mengendalikan keluaran volume suatu bahan produksi untuk meningkatkan kualitas hasil produksi. Pada penelitian yang dilakukan Kurniasih dkk pada tahun 2019 dengan judul “*Rancang Bangun Alat Pengisi Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler*”. Sistem kontrol volume pada beberapa alat pengisi cairan masih dioperasikan secara manual. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem kontrol pengisian air otomatis menggunakan Arduino Uno R3, yang didukung oleh komponen-komponen seperti Water Flow Sensor, Solenoid Valve, Sensor Ultrasonik, Pompa Air, Keypad, dan LCD. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan aplikasi untuk memonitor penggunaan air. Volume air ditentukan dengan mengakumulasi debit air dari sensor per detik. Sensor Aliran Air menghitung debit air per detik berdasarkan nilai konstan 2,267, yang dimasukkan selama kalibrasi. Volume air ditentukan dengan mengakumulasi debit air dari sensor per detik. Volume air ditentukan dengan mengakumulasi debit air dari sensor per detik. Solenoid Valve akan menutup jika ketinggian air turun di bawah 16 cm atau naik di atas 28 cm, dan volume air akan disesuaikan menurut pengaturan. Percobaan ini

menghasilkan tingkat kesalahan kurang dari 3% ketika membandingkan data yang masuk dengan output yang diukur oleh gelas ukur, dan kurang dari 6% ketika membandingkan data yang masuk dengan perhitungan sensor aliran air. Tingkat kesalahan ini ditentukan oleh perbedaan antara volume yang ditetapkan oleh perhitungan sensor aliran air dan output air aktual. Hasil perhitungan volume disimpan dalam memori EEPROM mikrokontroler, dan dapat ditransfer ke aplikasi untuk pemantauan pengguna.

2. Hasil Uji Coba

a. Hasil uji coba alat

Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data dari produk yang diproduksi setelah uji coba di Esteh Indonesia Citraland. Sejumlah besar data dikumpulkan dengan menggunakan mesin pengisian otomatis berbasis mikrokontroler dengan human machine interface dan sensor aliran air selama produksi di Esteh Indonesia Citraland. Berikut data yang diambil

Tabel 1. Hasil Perhitungan Uji Coba Alat Dengan Semua Bahan

No.	Bahan	Volume (mL)	Nilai Rata Rata (mL)	Presentase Kesalahan	Deviasi Rata Rata (mL)
1.	Gula	5	6,22	19,61%	±0,00
		10	10,73	6,80%	±1,23
		15	15,82	5,18%	±3,80
		20	23,02	13,12%	±1,52
		25	25,32	1,26%	±2,92
		30	29,64	1,21%	±3,54
		35	35,36	1,02%	±2,46
		40	40,15	0,37%	±5,35
		45	43,2	4,17%	±9,00
		50	48,44	3,22%	±1,86
		55	55,53	0,95%	±5,87
		60	61,14	1,86%	±1,16
		5	6,24	19,87%	±6,00
		10	12,05	17,01%	±3,65
		15	17,43	13,94%	±4,70
2.	Skm	20	22,3	10,31%	±5,00
		25	27	7,41%	±1,70
		30	29,83	0,57%	±2,30
		35	34,71	0,84%	±2,61
		40	39,39	1,55%	±1,81
		45	41,85	7,53%	±2,50
		50	47,46	5,35%	±1,76
		55	52,76	4,25%	±4,04

	60	57,74	3,91%	±8,60
	5	6,22	19,61%	±1,22
	10	11,99	16,60%	±2,99
	15	17,26	13,09%	±8,40
	20	22,3	10,31%	±4,00
	25	26,08	4,14%	±2,02
3. Brown sugar	30	30,05	0,17%	±1,45
	35	34,71	0,84%	±9,90
	40	39,46	1,37%	±7,40
	45	42,01	7,12%	±9,00
	50	47,67	4,89%	±2,27
	55	52,64	4,48%	±4,56
	60	58,82	2,01%	±6,20
	5	6,14	18,57%	±0,74
	10	11,88	15,82%	±2,38
	15	17,13	12,43%	±7,00
	20	21,45	6,76%	±5,00
	25	26,18	4,51%	±1,72
4. Mango	30	30,21	0,70%	±2,31
	35	35,36	1,02%	±1,46
	40	40	0%	±1,90
	45	43,43	3,62%	±3,23
	50	48,27	3,58%	±7,00
	55	54,03	1,80%	±5,27
	60	60,28	0,46%	±3,92
5. Strawberry	5	6,43	22,24%	±1,03
Y				
	10	12,05	17,01%	±2,55
	15	16,76	10,5	±4,40
	20	23,02	13,12%	±1,52
	25	25,93	3,59%	±1,97
	30	30,12	0,40%	±2,22
	35	35,3	0,85%	±1,00
	40	40,56	1,38%	±4,76
	45	43,24	4,07%	±3,04
	50	47,17	6,00%	±1,03
	55	55,04	0,07%	±4,26
	60	61,76	2,85%	±2,44

Tabel diatas merupakan perhitungan atas kumpulan data hasil uji coba yang telah dilakukan dengan semua bahan-bahan. Terkait perhitungan disini ada berbagai perhitungan yang dilakukan yaitu menentukan nilai rata-rata dari setiap uji coba bahan, kemudian menghitung presentase kesalahan yang didapat dari setiap volume-nya. Adapun menentukan deviasi rata-rata hasil uji coba alat. Dari setiap perhitungan didapat rumus sebagai berikut:

1) Rumus nilai rata-rata

Setelah pengumpulan dan penyortiran data selesai, nilai rata-rata dapat dihitung untuk menentukan tingkat akurasi. Cukup tambahkan semua data dan bagi dengan jumlah total pengukuran untuk menemukan nilai rata-rata. Sebagai alternatif, rumus yang telah dirancang sebelumnya dalam program spreadsheet dapat digunakan

untuk mempercepat proses ini. Jika menangani jumlah data yang lebih kecil, perhitungan manual dengan rumus ini masih merupakan pilihan yang layak.

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah data uji coba}}{\text{Jumlah pengukuran}}$$

Contohnya, jika seseorang mengukur volume dan menghitung pengukuran terpisah sebesar 5,4 mL, 8,1 mL, 7,2 mL, 8,1 mL, 5,7 mL, 5,1 mL, 6,2 mL, 5,1 mL, 6,2 mL, dan 5,1 mL, maka nilai rata-rata dari data tersebut adalah 6,62 mL. Jika standar aktual untuk nilai ini adalah 5 mL, maka nilai yang dihasilkan bisa dianggap mendekati akurat. Berikut ini rumus yang bisa digunakan sebagai contoh:

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata} &= (5,4 + 8,1 + 7,2 + \\ &8,1 + 5,7 + 5,1 + 6,2 + 5,1 + 6,2 + \\ &5,1) / 10 \\ &= 6,22\text{mL} \end{aligned}$$

2) Rumus presentase kesalahan

Untuk mencapai keakuratan pengukuran dalam bentuk persentase, dapat dihitung dengan rumus persen kesalahan. Ini adalah rumus yang berguna untuk menjelaskan hasil kepada individu yang mungkin tidak memiliki pengetahuan tentang pengukuran data standar. Misalnya, dapat diyatakan bahwa pengukuran ini berada dalam 10% dari standar yang diterima. Untuk menentukan persen kesalahan, kurangi hasil pengukuran dengan nilai yang diterima dan bagi dengan nilai yang diterima. Terakhir, kalikan hasilnya dengan 100 menurut rumus ini.

$$\text{Presentase kesalahan} = \frac{(\text{nilai yang diterima} - \text{nilai yang diukur}) \times 100}{\text{nilai yang diterima}}$$

3) Rumus deviasi rata-rata

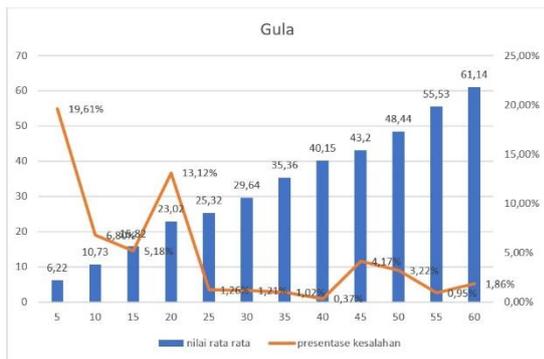
Setelah menghitung akurasi data, penting juga untuk menentukan

ketepatannya untuk mengevaluasi data pengukuran. Mulailah dengan mendapatkan nilai rata-rata data dan kurangi setiap pengukuran individu darinya untuk mendapatkan seperangkat deviasi absolut. Deviasi absolut dari setiap pengukuran menunjukkan kedekatannya dengan nilai rata-rata. Gunakan rumus berikut ini untuk menemukan deviasi absolut:

$$\text{Deviasi absolut} = \text{nilai yang diukur} - \text{nilai rata-rata}$$

Setelah menghitung deviasi absolut untuk setiap pengukuran, deviasi rata-rata untuk data dapat ditentukan, yang mengindikasikan presisi. Untuk menghitung deviasi rata-rata, tambahkan deviasi absolut untuk setiap pengukuran dan bagi dengan jumlah total pengukuran. Catat hasil presisi sebagai nilai rata-rata ditambah atau dikurangi deviasi rata-rata. Di bawah ini adalah rumus untuk menghitung deviasi rata-rata:

$$\text{Deviasi rata-rata} = \text{deviasi absolut} / \text{jumlah pengukuran}$$

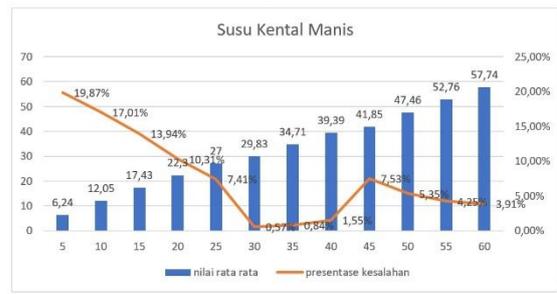


Gambar 4. Grafik Hasil Uji Coba Alat Dengan Bahan Gula

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hasil uji coba alat mesin pengisian otomatis menunjukkan kisaran nilai yang luas. Uji coba dengan volume bahan gula yang bervariasi menghasilkan tingkat kesalahan mulai dari 0,37% hingga 19,61%. Hasilnya, tingkat akurasi pengukuran bahan gula dengan menggunakan alat ini dapat berkisar antara 80,29% hingga 99,63% dari akurasi yang

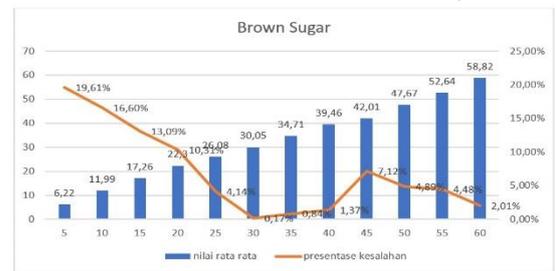
dicapai melalui penimbangan, dengan deviasi rata-rata $\pm 9,00$.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Coba Alat Dengan Bahan Susu Kental Manis

Sumber: Dokumentasi pribadi

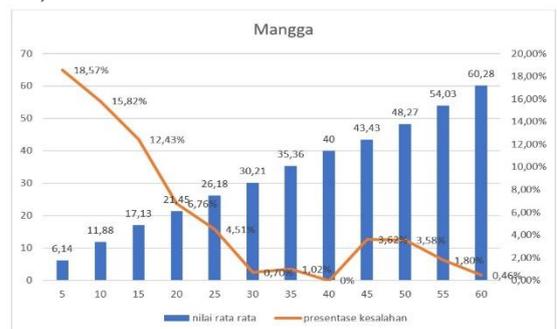
Untuk percobaan berikut ini, susu kental manis digunakan dan diuji dalam berbagai volume sebanyak sepuluh kali. Hasilnya menunjukkan kisaran persentase kesalahan 0,57% hingga 19,87%. Meskipun akurasi pengukuran mencapai antara 80,13% hingga 99,43%, namun deviasi rata-rata terbesar adalah $\pm 8,60$



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Coba Alat Dengan Bahan Brown Sugar

Sumber: Dokumentasi pribadi

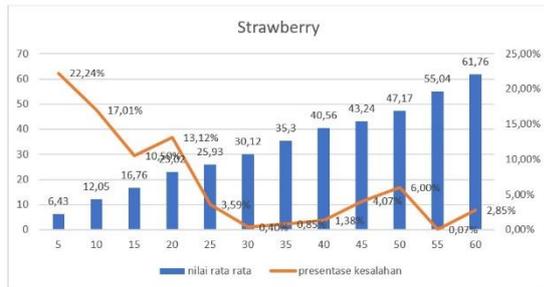
Ketika bahan gula merah diuji coba pada alat pengisian otomatis menjalani 10 kali pengujian, persentase kesalahan antara 0,13% hingga 19,61% dapat terjadi, dengan deviasi rata-rata $\pm 9,90$ sebagai deviasi tertinggi. Hasilnya, keakuratan pengukuran berkisar antara 80,39% hingga 99,87%.



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Coba Alat Dengan Bahan Mangga

Sumber: Dokumentasi pribadi

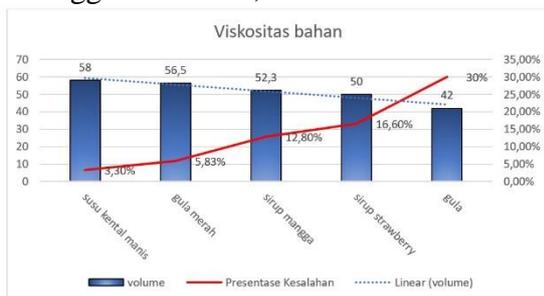
Penelitian ini menggunakan sirup mangga sebagai bahan untuk menguji alat mesin pengisian otomatis, dengan melakukan 10 kali uji coba untuk setiap volume yang tersedia. Hasil penelitian menunjukkan rentang persentase kesalahan 0% hingga 18,57%, dengan tingkat akurasi 81,43% hingga 100% untuk ketepatan pengukuran. Rata-rata deviasi terbesar adalah $\pm 7,00$.



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Cobat Alat Dengan Bahan Strawberry

Sumber: Dokumentasi pribadi

Untuk percobaan terakhir, pengukuran data yang diperoleh dari penggunaan bahan stroberi menunjukkan kesalahan pengukuran berkisar antara 0,07% hingga 22,24%. Lebih lanjut, hasil akurasi berkisar antara 78,76% hingga 99,93%, dengan hasil deviasi rata-rata tertinggi adalah $\pm 4,76$.



Gambar 10. Perbedaan Viskositas Bahan

Sumber: Dokumentasi pribadi

Alat pengisian otomatis ini menghasilkan perbedaan volum bahan yang digunakan menandakan bahwa viskositas dari berbagai bahan memiliki kadar kekentalan yang berbeda sehingga harus melewati pengkalibrasian alat terlebih dahulu agar mendapat volum yang diinginkan terpenuhi.

Percobaan yang dilakukan untuk mengetahui viskositas berbagai bahan

menggunakan constanta yang sama yaitu 8.0 dan volum yang digunakan adalah 60ml. Jadi seberapa besar volum yang dihasilkan oleh pengkalibrasian constanta 8.0 dengan semua bahan. Dan didapatlah hasil yang berbeda beda dari semua bahan dimulai dari 42mL hingga 58mL. Dengan presentase kesalahan yang dimulai dari 3,3% hingga 30%. Hal ini menandakan bahwa tingkat kekentalan dari suatu bahan didapat dari banyaknya volum yang keluar dan memiliki presentase kesalahan yang kecil. Dikarenakan kekentalan cairan mempengaruhi dari kinerja sensor aliran. Bahwa aliran yang dihasilkan oleh bahan yang kental akan menghambat pembacaan dari komponen tersebut dan membutuhkan waktu yang sedikit lama ketimbang bahan yang kekentalannya lebih rendah. Dan sebaliknya jika bahan yang memiliki kekentalan yang lebih rendah akan mempercepat pembacaan komponen yang mengakibatkan keluaran volum akan menjadi sedikit.

SIMPULAN

Dari hasil beberapa uji coba penelitian yang dilakukan di Esteh Indonesia Citraland mengenai sistem auto filling machine berbasis mikrokontroler human machine interface dengan waterflow sensor, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ini dirancang dan diprogram menggunakan aplikasi yang bernama Arduino IDE dan Nextion Editor sebagai pengendalian volume bahan produksi yang keluar dan waterflow sensor digunakan untuk membantu pembacaan nilai volume yang keluar.
2. Akurasi yang dicapai dengan bahan gula mencapai 99,63%, dengan persentase kesalahan uji coba sebesar 0,37%. Demikian pula dengan bahan susu kental manis, menghasilkan akurasi sebesar 99,43%, dengan persentase kesalahan percobaan sebesar 0,57%. Penggunaan bahan gula merah menghasilkan akurasi sebesar 99,83%,

dengan persentase kesalahan percobaan sebesar 0,17%. Terakhir, bahan sirup mangga mencapai akurasi sempurna 100%, tanpa persentase kesalahan dalam uji coba. Bahan sirup stroberi berpotensi mencapai akurasi maksimum 99,93%, dengan persentase kesalahan 0,07% dalam uji coba.

3. Ketersediaan opsi kontrol volume yang beragam, dapat meningkatkan kemampuan pengguna untuk mencapai presisi yang lebih tinggi dalam pekerjaan mereka. Selain itu, pengguna menghargai bantuan yang diberikan alat ini karena merampingkan tugas mereka. Selama uji coba pengguna, hasilnya menunjukkan tingkat keberhasilan 79%, yang semakin membuktikan keampuhan alat ini dalam memfasilitasi proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, F., Irwanto., Permata, E. (2022). Pengembangan Jobsheet Robotika Line Follower Robot berbasis Mikrokontroler Arduino UNO.
- Fitranto, Lika Dian. (2018). Rancang Bangun Dan Penciptaan Mesin Semiotomatis Filling Dan Capping Vitran Beverages, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Haryanto, Heri dan Sarif Hidayat. 2012. Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. *Jurnal S1 Jurusan Elektro Fakultas Teknik Terpublikasi*. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 1(2), 1-4.
- Helmi, A. S., & Triwiyatno, A. (2017). Perancangan Sistem Antarmuka Berbasis HMI (Human Machine Interface) Pada Purwarupa Filling Bottle and Capping Machine Untuk Pengemasan Susu. *Jurnal Transient*, 6, 1.
- Hermawan, P. C., Notosudjono, D., Belakang, L., Menggunakan, O., Nano, A., Studi, P., & Elektro, T. (2020). Perancangan Miniatur Mesin Pengisian Air Otomatis Menggunakan Arduino Nano Berbasis Internet of Things (Iot). *JOM UNPAK Bidang Elektro*, 1(1), 1–14.
- Imam, M. K., Permata, E., Desmira.(2022). Sistem Kontrol Penyiram Otomatis Tanaman Tomat menggunakan Wemos D1 R1. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*. 10(4). 815 – 829.
- Islam, S., Irwanto., Aribowo, D. (2022). Rancang Bangun Timbangan Digital Ramah Anak Berbasis Arduino di Posyandu Kota Cilegon. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*. 8(2). 360-369.
- Kurniasih, S. S., Irawan, B., & Brianorman, Y. (2016). Rancang Bangun Alat Pengisi Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Siskom Untan*, 04(3), 43–52.
- Mulik, S. S., Patange, A. D., Jegadeeshwaran, R., Pardeshi, S. S., & Rahegaonkar, A. (2021). Development and experimental assessment of a fluid flow monitoring system using flow sensor and arduino interface. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 115–122. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6619-6_12
- Noviawati, L., Desmira., Aribowo, D. (2022). Sistem Kontrol Hak Akses Lift Dengan Rfid Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Arduino ATmega 2560. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*. 8(2). 492–503.
- Nurhabibah Naibaho, A. S. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengisian Air Menggunakan Sensor Yf-S401 Berbasis Hmi. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8(3), 89–96.
- Priyoda, A. B. (2020). Desain Human Machine Interface Pada Greenhouse Monitoring And Control (Studi Kasus di PT . Indmira) mencapai

- derajat Sarjana S1 Disusun oleh :
Jurusan Teknik Elektro Fakultas
Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia Yogyakarta.
- Rahmatullah, S. A., Harianto., Puspira, I.
(2021). Rancang Bangun Automatic
Liquid Filling Machine Berbasis IoT
(Internet of Things). *Journal of
Technology and Informatic*. 3(1). 17-
27.
- Revadiaz, E., Fatkhurrokhman, M.,
Aribowo, D. (2022). Prototype
Automated Manipulator Robot
Menggunakan Mikrokontroler
Nodemcu esp8266 Berbasis Internet
Of Things. *JTEV (Jurnal Teknik
Elektro dan Vokasional)*. 8(2). 439-
450.
[https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.11
7682](https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.117682).
- Royce, W. W. (1970). Managing the
Development of Large Software
Systems (1970). *Ideas That Created
the Future*, August, 321–332.
[https://doi.org/10.7551/mitpress/122
74.003.0035](https://doi.org/10.7551/mitpress/12274.003.0035)
- Suharjono, A. Rahayu, Listya N., Afwah,
R., 2015. Aplikasi Sensor Flow
Water Untuk Mengukur Penggunaan
Air Pelanggan Secara Digital Serta
Pengiriman Data Secara Otomatis
Pada PDAM Kota Semarang, *Jurnal
TELE*, 13(1), 9-12.
- Trias, T. P. (2017). Rancang Bangun
Sistem Monitoring Flow Input Water
Pada Mini Power Plant Berbasis
HMI (Human Machine Interface) di
Workshop Instrumentasi. 9–11.
- Wibowo, I. S. (2019). Mesin Pengisian
Botol Minuman Bir Pletok Secara
Otomatis Berbasis Internet of Things
(IoT). In *Seminar Nasional Teknik
Elektro* (Vol. 4, No. 3, pp. 376-381).
- Yuliawati, L. (2017). Analisis Struktur,
Perilaku, Dan Kinerja Industri
Makanan Dan Minuman Di
Indonesia. *Jurnal Ecodemica*, 1(2),
267.