

Perancangan Sistem Instrumentasi Pada Mesin Pengisi Botol Minuman Berbasis Outseal PLC

Design of Instrument System Automatic Filling Machine Based on Outseal PLC

Oppie Febriyanti^{1*}, Ulinnuha Latifa², Rahmat Hidayat³

^{1, 2, 3}Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. H.S Ronggo Waluyo Telukjambe Timur- Karawang 41361

Oppie.febriyanti16107@student.unsika.ac.id^{1*}, ulinnuha.latifa@ft.unsika.ac.id²,

Rahmat.hidayat@staff.unsika.ac.id³

Abstrak – Home industry minuman dalam kemasan saat ini membutuhkan sebuah sistem yang dapat membantu meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam prosesnya. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem instrumentasi untuk membantu user mempermudah pekerjaan dalam mengisi botol minuman secara otomatis. Metode dalam penelitian ini mengkombinasikan pendekatan R&D dan metode deskriptif. Hardware yang digunakan yaitu sensor infrared FC-51, sensor Ultrasonik US-016, limit switch, motor DC dan pompa air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa masing-masing sensor dan aktuator memiliki karakteristik yang berbeda. Sensor ultrasonik memiliki sensitivitas sebesar 4,1939 centimeter dengan nilai error sebesar 0,91%, sensor IR dapat mendeteksi botol dengan nilai error sebesar 0,6%, limit switch memiliki status normally close ketika mendapat sentuhan tekanan dengan tegangan output sebesar 4,94 Volt, motor konveyor menghasilkan torsi sebesar 6,49 kgcm pada saat mendapatkan beban, motor pada magazine menghasilkan torsi sebesar 6,68 kgcm pada saat mendapatkan beban, sementara pompa air dapat memindahkan volume air dari dalam tangki ke dalam botol sesuai volume yang telah diatur dengan nilai keakurasian sebesar 99,84%. Dan pneumatik yang bergerak naik-turun dengan tekanan angin yang dianggap ideal sebesar 1 kgf/cm².

Kata Kunci: Industri rumah tangga, sistem instrumentasi, sensor, aktuator.

Abstract – The bottled beverage home industry needs a system that can help increase the effectiveness and efficiency of the process. This study focuses on designing an instrumentation system to help users simplify their work in filling beverage bottles automatically. The method in this research combines the R&D approach and the descriptive method. The hardware used is an infrared sensor FC-51, an Ultrasonic sensor US-016, a limit switch, a DC motor and a water pump. The test results show that each sensor and actuator have different characteristics. The ultrasonic sensor has a sensitivity of 4.1939 centimeters with an error value of 0.91%, the IR sensor can detect bottles with an error value of 0.6%, the limit switch has a normally closed status when it gets a touch of pressure with an output voltage of 4.94 volts. , the conveyor motor produces a torque of 6.49 kgcm when getting a load, the motor on the magazine produces a torque of 6.68 kgcm when getting a load, while the water pump can move the volume of water from the tank into the bottle according to the volume that has been set with the value accuracy of 99.84%. Pneumatic moving up and down with an ideal wind pressure of 1 kgf / cm².

Keywords: Home industry, instrumentation system, sensor, actuator

TELKA, Vol.7, No.1, Mei 2021, pp. 29~42

ISSN (e): 2540-9123

ISSN (p): 2502-1982

1. Pendahuluan

Home industry adalah penggiat usaha dengan skala kecil atau rumahan. *Home industry* saat ini membutuhkan sebuah sistem yang dapat membantu meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam proses produksi terutama *home industry* minuman dalam kemasan.

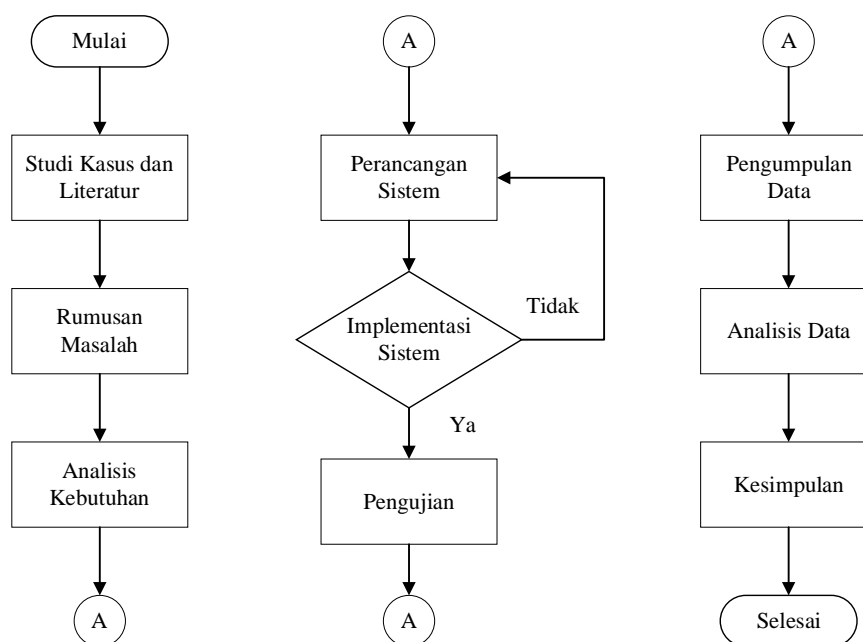
Sistem pengisian botol secara otomatis ini merupakan suatu hal yang dapat dikembangkan agar menunjang proses produksi minuman dalam kemasan karena proses produksi minuman menggunakan metode manual membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Pada penelitian [1] telah dibuat perancangan mesin pengisi botol menggunakan sensor *proximity* sebagai detektor botol dan motor *servo* sebagai aktuator. Penelitian ini menggunakan metode penelusuran literatur, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diskusi, pembuatan alat dan program serta metode analisis. Penelitian ini hanya digunakan satu sensor *proximity* sebagai detektor botol dengan jumlah satu buah karena hanya ada satu jenis minuman. Pada penelitian [2] telah dibuat perancangan mesin pengisi botol minuman dengan sensor *proximity* dan limit *switch* sebagai detektor botol. Namun pada penelitian ini hanya ada satu jenis minuman saja.

Penelitian ini memiliki perbedaan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu menggunakan sensor ultrasonik sebagai monitoring *level* ketinggian cairan di dalam tangki dan menggunakan desain mekanik yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya. Sensor ini dapat memberikan informasi kepada *user* apabila volume cairan dalam tangki akan habis. Hal ini menjadikan keunggulan pada penelitian ini, sehingga *user* dapat dengan mudah mengetahui kondisi minuman di dalam tangki agar mendukung proses produksi minuman secara efektif.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah perancangan sistem instrumentasi pada mesin pengisi botol minuman. Perancangan sistem instrumentasi ini bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia karena keterbatasan penginderaan manusia dalam memonitoring proses produksi minuman.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dan deskriptif analisis. Metode deskriptif digunakan untuk pengumpulan data mengenai kondisi yang ada (studi kasus). Tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 1.



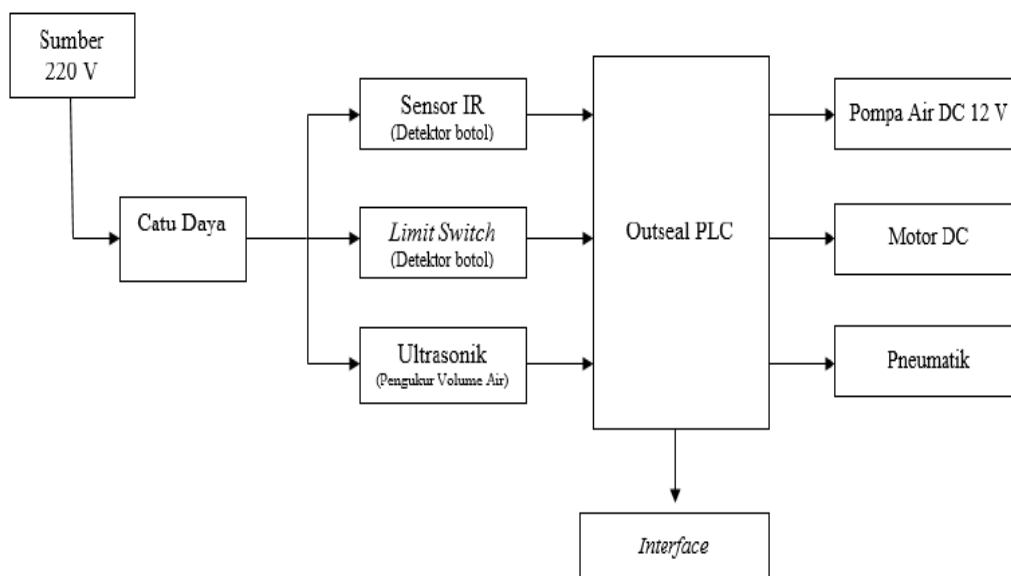
Gambar 1. Diagram alir metode penelitian.

Penelitian ini memiliki alur yang diawali dengan studi kasus dan studi literatur dengan cara melakukan pengumpulan referensi dari buku dan jurnal yang relevan dengan penelitian ini. Rumusan masalah berisikan sebuah masalah yang teridentifikasi. Kebutuhan *hardware* dan *software* yang digunakan untuk penelitian ini terdapat pada analisis kebutuhan. Perancangan terbagi menjadi dua, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* dilakukan dengan membuat blok diagram sistem kerja agar mempermudah. Perancangan *software* dilakukan dengan pembuatan *flowchart* yang berisi tahapan urutan kerja sistem. Selanjutnya dilakukan implementasi dari hasil perancangan, apabila implementasi berhasil maka dilakukan pengujian. Namun, apabila implementasi tidak berhasil maka dilakukan evaluasi dari perancangan sistem baik dari segi *hardware* maupun *software*. Apabila pengujian telah dilakukan, maka dilakukan pengumpulan data untuk selanjutnya dilakukan analisis dan pembahasan. Dalam hal ini ada beberapa parameter yang menjadi tolak ukur kinerja sistem untuk di analisis yaitu tingkat akurasi volume yang diisikan ke dalam botol minuman. Di tahap akhir dilakukan pengambilan kesimpulan.

2.1. Perancangan *Hardware*

2.1.1. Blok Diagram Sistem

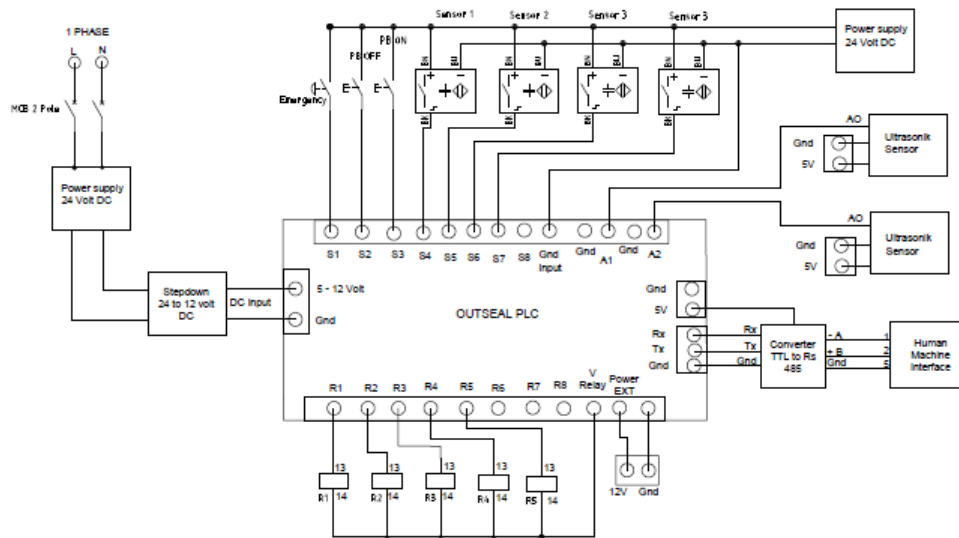
Sistem yang dikembangkan mengacu pada diagram blok pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem.

Tegangan AC 220 Volt digunakan sebagai sumber tegangan utama. Setelah mendapatkan power AC, *power supply* bekerja untuk mendistribusikan tegangan DC ke komponen *input*. Kontroler berupa PLC dan komponen *output*. Komponen *input* bekerja untuk memberikan perintah menuju kontroler, seperti sensor *infrared* dan *limit switch* sebagai detektor botol dan sensor ultrasonik sebagai monitor volume air. Kontroler bertugas untuk memproses beberapa *output* agar bekerja sesuai yang diinginkan. Komponen *output* seperti motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan konveyor dan *magazine*, pompa yang berfungsi untuk memindahkan cairan minuman dari dalam tangki ke dalam botol serta pneumatik untuk *capping* botol.

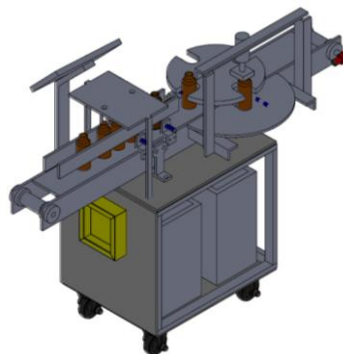
Gambar 3 menunjukkan *wiring* antar komponen pada sistem.



Gambar 3 Wiring antar komponen.

2.1.2. Perancangan Mekanik

Pada penelitian ini dilakukan perancangan mekanik menggunakan *software* desain 3D. Gambar 4 menunjukkan desain yang dijadikan sebagai gambaran penempatan komponen-komponen yang digunakan.



Gambar 4. Desain mekanik.

2.2. Perancangan Software

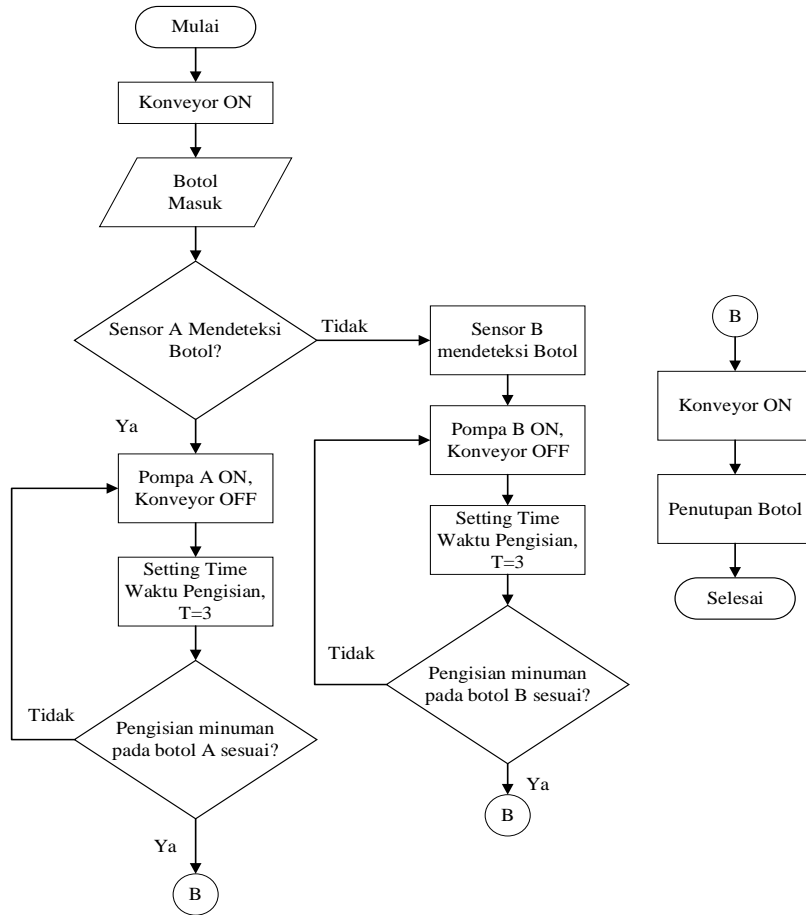
Agar perangkat ini mudah dipahami cara kerjanya maka harus mempelajari diagram alirnya (*flowchart*). Diagram alir akan dijelaskan per modul sistem secara berurutan dengan penjelasan sebagai berikut.

2.2.1. Flowchart Pemilihan Jenis Minuman

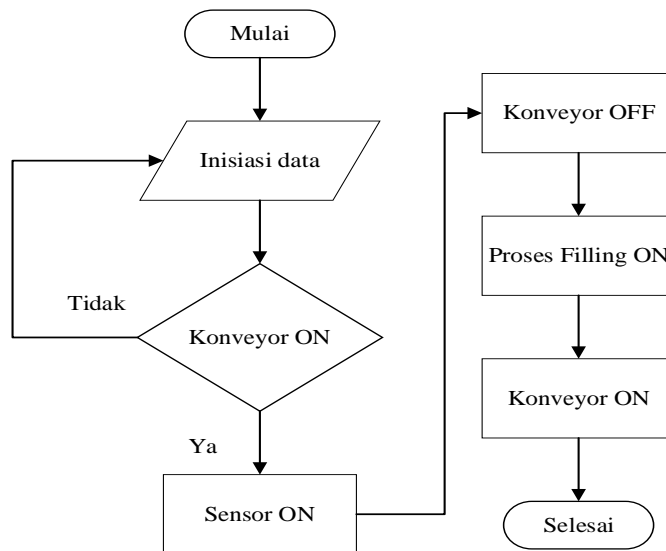
Pada mesin pengisi botol otomatis ini memiliki fitur untuk dapat mengisi 2 jenis minuman yang berbeda. Maka, digunakan 2 buah sensor *infrared* FC-51 agar dapat mendeteksi botol untuk 2 jenis minuman yang berbeda. Dimana ketika sensor A mendeteksi botol maka pompa minuman A akan *on* sehingga jenis minuman A yang akan diisi ke dalam botol minuman tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat melalui Gambar 5.

2.2.2. Flowchart Pergerakan Konveyor

Pergerakan konveyor secara horizontal dibantu oleh Motor DC *High Torque*. Diagram alir sistem kerja penggerak konveyor ditunjukkan pada Gambar 6.



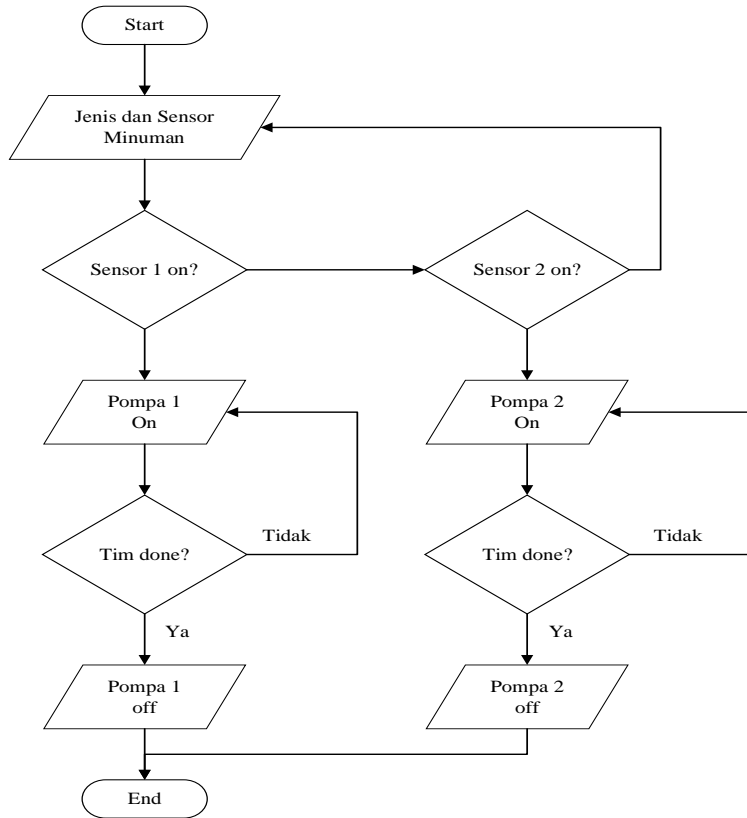
Gambar 5. Diagram alir pemilihan jenis minuman.



Gambar 6. Diagram alir pergerakan konveyor.

2.2.3. Flowchart Pompa Minuman

Pompa minuman ini berfungsi untuk memindahkan cairan minuman dari tangki penampung ke dalam botol minuman secara otomatis. Diagram alir kerja sistem ini ditunjukkan pada Gambar 7.



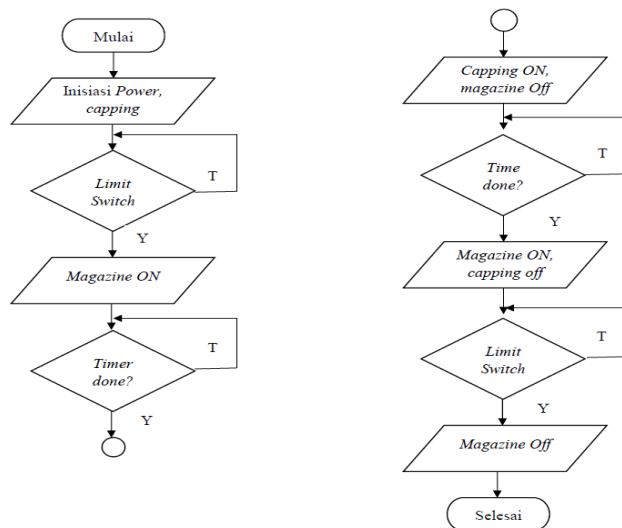
Gambar 7. Diagram alir pompa minuman.

2.2.4. Flowchart Capping

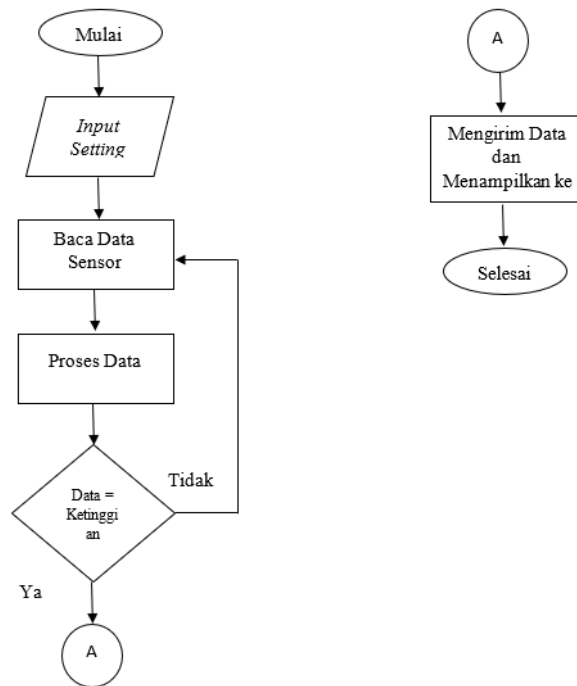
Proses *capping* berada di atas meja *magazine*, *magazine* ini berfungsi untuk tempat botol minuman ketika melakukan proses penutupan tutup botol. Adapun prosesnya dijelaskan dengan flowchart pada Gambar 8.

2.2.5. Flowchart Monitoring Level Ketinggian Cairan

Volume minuman yang masih ada di dalam tangki dapat diketahui melalui pembacaan sensor ultrasonik US-016. Gambar 9 adalah diagram alir proses pembacaan ketinggian minuman dalam tangki.



Gambar 8. Diagram alir *capping*.



Gambar 9. Diagram alir *level* ketinggian cairan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi Sistem

3.1.1. Implementasi *Hardware*

Berikut Gambar 10 adalah hasil implementasi dari sistem yang dirancang. Rangka alat yang digunakan berbahan plat besi agar tetap kokoh apabila mendapat beban yang besar.



Gambar 10. Implementasi *hardware*.

3.1.2 Implementasi *Software*

Beberapaperangkat lunak yang digunakan dalam perancangan sistem instrumentasi pada *automatic filling machine* berbasis outseal PLC terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan *software*.

No	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Windows 8.1	Digunakan sebagai sistem operasi
2	<i>Outseal Studio</i>	Digunakan untuk membuat program ladder diagram
3	<i>Solidwork</i>	Digunakan untuk membuat desain penempatan instrumen

3.2. Pengujian Sistem

3.2.1. Pengujian Sensor IR Fc-51

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor IR FC-51 sebagai detektor botol. Pengujian dilakukan dengan mengambil data sebanyak dua kali, yaitu saat ada objek botol yang menghalangi sensor dan saat tidak ada objek yang menghalangi sensor. Tabel 2 menunjukkan hasil data pengujian sensor IR Fc-51.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor IR FC-51.

No	Tegangan (V)	Kondisi Pembacaan
1	2,75	Botol Tidak Terdeteksi
2	0,21	Botol Terdeteksi

Sensor *infrared* ini bekerja dengan memanfaatkan dioda cahaya. Sensor ini memberikan dua kondisi yaitu “*high*” dan “*low*”, dimana saat diberi logika *high* (1) sensor akan mati dan akan hidup saat diberi logika *low* (0). Berdasarkan data hasil pengujian dapat diketahui bahwa nilai tegangan keluaran saat kondisi “*high*” sebesar 2,75 V, sedangkan dianggap kondisi “*low*” pada tegangan sekitar 0.2 V. Sensor ini memiliki nilai *error* sebesar 0,6%.

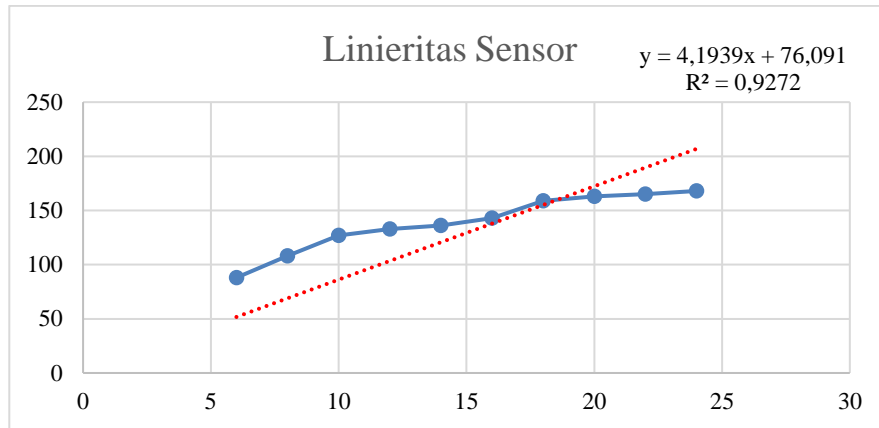
3.2.2. Pengujian Sensor Ultrasonik US-016

Pengujian sensor ultrasonik ini bertujuan untuk menganalisa sistem kerja sensor ultrasonik US-016 saat mendeteksi volume di dalam tangki minuman. Pengujian ini dilakukan dengan cara pengambilan data sebanyak 10 kali dan didapatkan hasil yang berbeda-beda, yaitu berdasarkan jarak sensor ultrasonik dengan permukaan cairan minuman di dalam tangki. Pengujian dimulai dari jarak 6 cm antara sensor dengan permukaan cairan minuman. Pengujian dilakukan dengan terus menjauhkan jarak antara sensor dengan permukaan air. Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil data pengujian sensor Ultrasonik US-016.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor ultrasonik US-016.

No	Jarak (cm)	Nilai Analog Sensor 1	Nilai Analog Sensor 2	Tegangan (V)	Persentase Kesalahan
1	6	88	84	0,45	0,91%
2	8	108	105	0,55	0,89%
3	10	127	124	0,59	0,882%
4	12	133	130	0,63	0,874%
5	14	136	134	0,68	0,864%
6	16	143	145	0,74	0,852%
7	18	159	156	0,78	0,844%
8	20	163	165	0,82	0,836%
9	22	165	169	0,86	0,828%
10	24	168	172	0,89	0,822%

Sensor ini menerima *input* berupa jarak antara sensor dengan permukaan cairan minuman di dalam tangki dan memiliki keluaran berupa nilai analog. Dan data yang dihasilkan dari *output* analog bersifat linier.

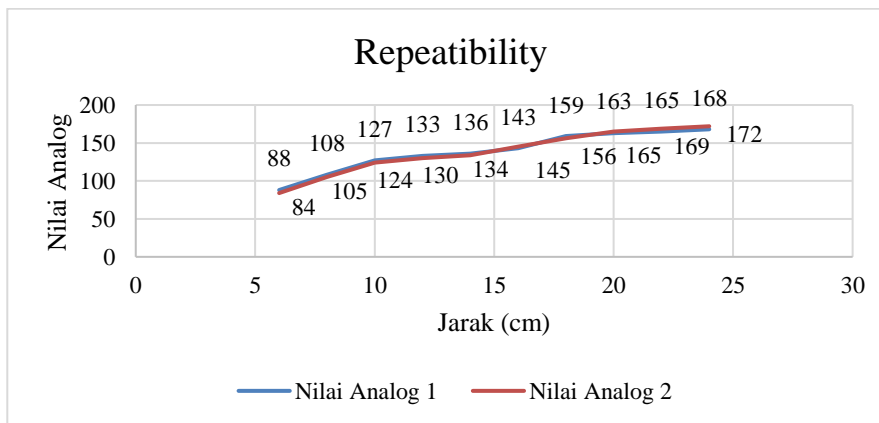


Gambar 11. Grafik linieritas sensor ultrasonik US-016.

Gambar 11 menunjukkan grafik persamaan garis lurus dari hubungan input dan output.. Gambar 11 memberikan informasi bahwa sensor ini mengonversi setiap perubahan jarak menjadi perubahan nilai analog. Tingkat kelinieran dan sensitivitas dari sensor dilakukan dengan mengambil data hubungan antara jarak (cm) dan *output* nilai analog yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik. Sensitivitas dinyatakan dari nilai *slope* grafik yang didapat tersebut. Jadi, sensitivitas sensor ultrasonik adalah 4,1939 cm yang dapat ditunjukkan pada Gambar 11.

Gambar 11 menjelaskan adanya kolerasi yang kuat antara jarak hasil pengukuran dengan mistar dengan keluaran nilai analog. Nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9272$ menjelaskan bahwa nilai akurasi data hasil pengukuran oleh sensor terhadap nilai keluaran analog yaitu sebesar 92,72 %.

Pengujian stimulus *input* jarak permukaan air terhadap nilai analog dilakukan sebanyak beberapa kali seperti pada Tabel 3. Dari beberapa kali pengukuran tersebut diambil dua data yang memiliki simpangan paling besar kemudian dibuat grafik pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik *repeatability* sensor ultrasonik US-016.

Berdasarkan grafik pada Gambar 12, maka *repeatabilty* dapat dihitung menggunakan Persamaan 1:

$$\delta_r = \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \tag{1}$$

Maka hasilnya:

$$\delta_r = \frac{159-156}{172} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{3}{172} \times 100\%$$

$$\delta_r = 0,017441 \times 100\%$$

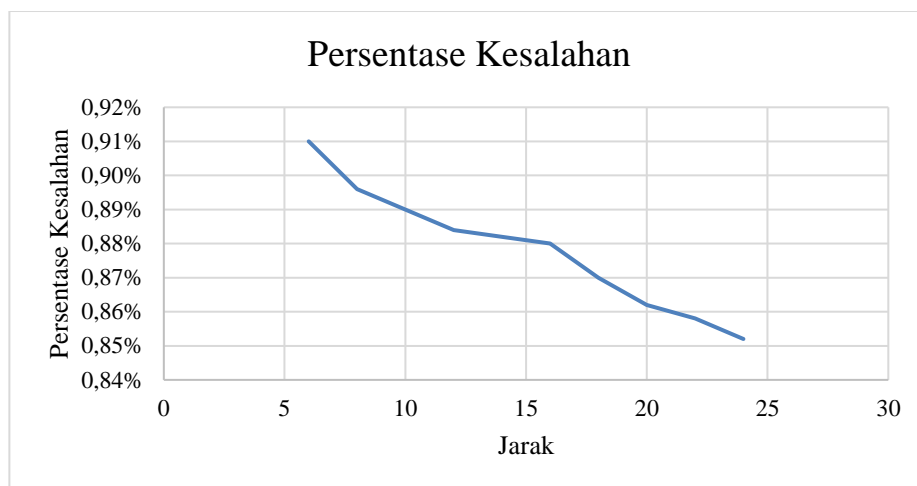
$$\delta_r = 1,744 \%$$

Nilai *repeatability* yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\text{Repeatability} = 100\% - 1,744\%$$

$$= 98,256\%$$

Hasil analisis juga menunjukkan nilai *error* dari setiap data hasil pengukuran terhadap data referensi, seperti ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik *error*.

Gambar 13 menunjukkan nilai *error* data hasil pengukuran untuk skala jarak 6 cm adalah paling besar yaitu 0,91%.

3.2.3. Pengujian *Limit Switch*

Pengujian *limit switch* bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran saat *limit switch* mendapat sentuhan tekanan dari objek. Pengujian *limit switch* dilakukan dengan cara memberikan tekanan pada tombol yang terdapat pada sensor untuk mengetahui sensitivitas alat terhadap sebuah tekanan. Hasil pengujian *limit switch* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian *limit switch*.

Status <i>Limit Switch</i>	Tegangan Output (V)
<i>Normally Closed</i>	4,94
<i>Normally Open</i>	0,03

Open berarti terbuka, oleh karena itu tidak ada arus yang mengalir. *Normally closed* berarti tertutup, oleh karena itu arus akan mengalir. *Limit switch* memiliki kondisi NC ketika mendapatkan sentuhan tekanan dari botol minuman yang sudah terisi. Maka dari kondisi tersebut, nilai tegangan yang dihasilkan hampir mendekati 5 V.

3.2.4. Pengujian Motor Konveyor

Pengujian motor bertujuan untuk mengetahui kinerja motor apakah layak digunakan atau tidak, dan mengetahui kecepatan motor untuk menggerakkan konveyor. Pemilihan jenis motor yang digunakan yaitu motor yang memiliki torsi besar untuk dapat menggerakkan konveyor karena akan terdapat beban di atasnya. Pengujian karakteristik motor DC bertujuan untuk mengetahui perbandingan penggunaan arus, tegangan dan daya ketika motor bekerja dalam

kondisi tanpa beban dan pada saat kondisi terdapat beban. Data hasil pengujian motor konveyor dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian motor konveyor.

Kondisi	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Rpm
Tanpa Beban	12,25	0,45	5,5	14
Dengan Beban	14	0,49	6,86	10

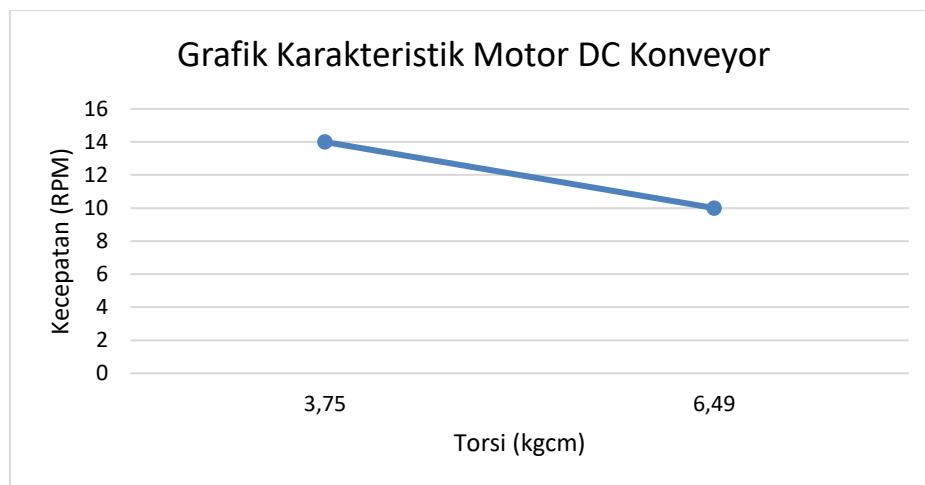
Dari Tabel 5 kita dapat mengetahui nilai torsi saat motor tanpa beban dan pada saat motor mendapat beban dengan menggunakan persamaan 2.

$$\begin{aligned}
 \text{Daya (KW)} &= \frac{\tau \times 2\pi \times \text{RPM}}{60.000} & (2) \\
 0,0055 &= \frac{\tau \times 2\pi \times 14}{60.000} \\
 330 &= \tau \times 87,92 \\
 \tau &= 3,75 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan beban dan tanpa beban maka dihasilkan nilai torsi sebesar 3,75 kgcm tanpa beban dan torsi sebesar 6,49 kgcm dengan beban.

Kurva torsi menunjukkan karakteristik yang dimiliki suatu motor. Gambar 14 adalah hubungan antara torsi dan kecepatan suatu motor DC tertentu terlihat bahwa torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran motor.

Pengujian pada konveyor dan motor DC didapatkan hasil yang sesuai dengan harapan dimana motor DC dapat menggerakkan konveyor dengan baik, dengan *setting* karpet konveyor yang sedikit dibuat longgar karena jika dibuat kencang maka motor DC yang digunakan tetap bisa menggerakkan konveyor. Namun mempengaruhi kinerja dari motor DC sebab motor DC otomatis bekerja dengan keras untuk memutar *roller conveyor*.



Gambar 14. Grafik karakteristik motor DC konveyor.

3.2.5. Pengujian Motor DC Magazine

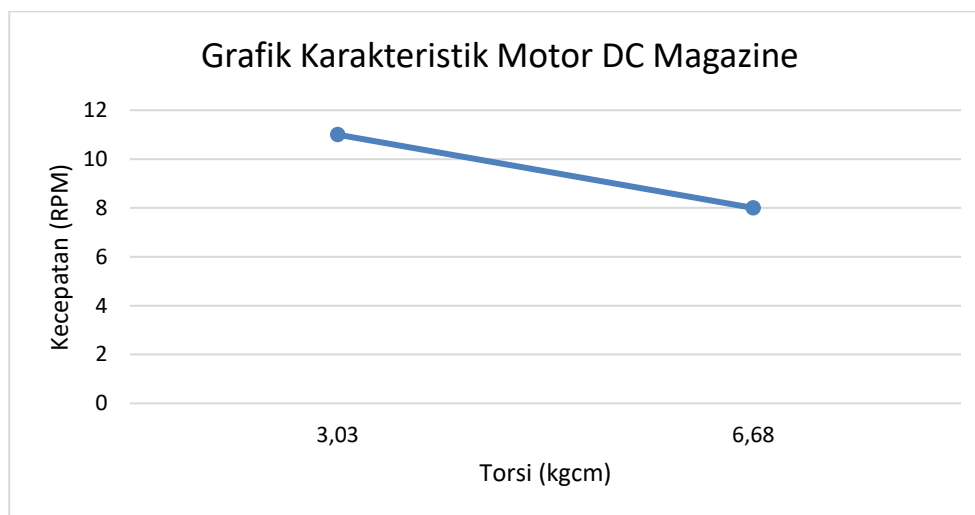
Pengujian motor DC ini bertujuan untuk mengetahui kinerja motor DC untuk menggerakkan meja *magazine*. Beban dari motor ini dihasilkan dari berat *magazine* serta berat dari botol minuman yang sudah terisi. Data hasil pengujian motor DC *magazine* dimuat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian motor DC *magazine*.

Kondisi	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Rpm
Tanpa Beban	14,29	0,25	3,5	11
Dengan Beban	14,89	0,38	4,86	8

Dari Tabel 6 kita dapat mengetahui nilai torsi saat motor tanpa beban dan pada saat motor mendapat beban dengan menggunakan Persamaan 2, maka dihasilkan nilai torsi tanpa beban sebesar 3,03 kgcm dan torsi sebesar 6,68 kgcm dengan beban.

Karakteristik yang dimiliki suatu motor dapat digambarkan melalui kurva torsi atau kecepatannya. Dari Gambar 15 di atas terlihat hubungan antara torsi dan kecepatan suatu motor DC tertentu terlihat bahwa torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran motor.



Gambar 15. Grafik karakteristik motor DC *magazine*.

3.2.6. Pengujian Pneumatik

Pengujian pneumatik dilakukan untuk mengetahui kinerja pneumatik dalam melakukan proses penutupan botol minuman. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan angin yang dikontrol dari *valve* kontrol katup 5/2. Diberikan tegangan sebesar 24 volt pada koil katup *valve*, apabila koil dalam kondisi 0 maka silinder akan tetap diam, lalu apabila koil 2 menyala silinder akan terdorong turun. Data hasil pengujian pneumatik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian pneumatik.

	Kondisi	Tekanan Angin (Kgf/cm ²)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
<i>Valve Air Tec</i>	Naik-Turun	1	24 VDC	0,08

Pengujian pneumatik menghasilkan data berupa nilai tegangan, arus dan tekanan angin pada saat posisi silinder pneumatik naik-turun. Tekanan angin sangat mempengaruhi kinerja saat proses *capping* dikarenakan dengan tekanan angin sebesar 1 kgf/cm² dan tegangan 24 V DC juga berpengaruh dengan arus yang mengalir. Dengan tekanan sebesar 1 kgf/cm² dinyatakan ideal untuk proses penutupan botol. Posisi saat pneumatik dalam kondisi naik dan turun didapati arus yang mengalir sebesar 0,08 A. Pada proses ini memiliki beban berupa *valve* dan kumpulan *coil* pada *solenoid valve* untuk proses menekan tutup botol.

3.2.7. Pengujian Pompa Air

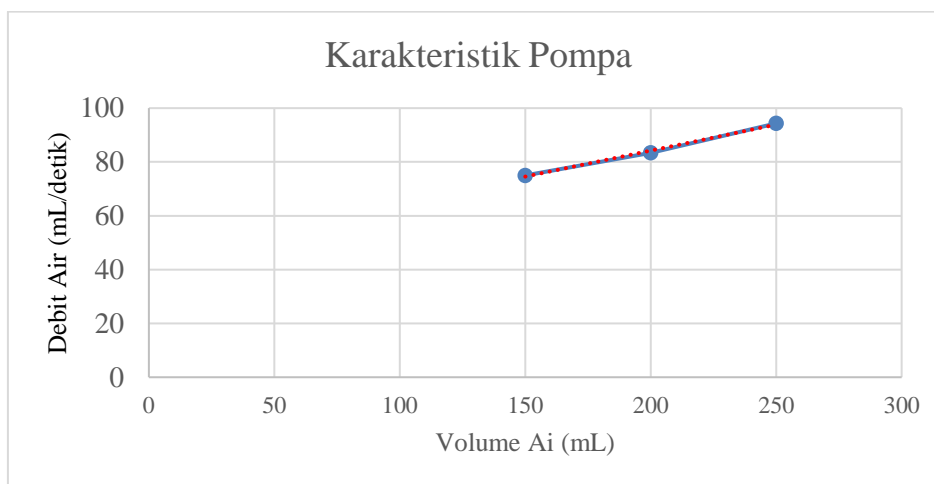
Pompa air ini digunakan untuk memindahkan cairan minuman dari tangki penampung minuman ke dalam botol minuman secara otomatis. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja pompa air dalam memindahkan cairan minuman ke dalam botol, selain itu pengujian ini dilakukan untuk mengukur jumlah perpindahan air serta besaran daya listrik yang dibutuhkan selama satuan detik. Data hasil pengujian pompa air dimuat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian pompa air.

	Tegangan (V)	Arus (A)	Volume Air (mL)	Waktu (Detik)	Debit (mL/detik)
Percobaan 1	14,29	1,69	150 mL	2	75 mL/detik
Percobaan 3	14,29	1,69	200 mL	2,40	83,33 mL/detik
Percobaan 3	14,29	1,69	250 mL	2,65	94,33 mL/detik

Hasil dari pengujian pompa air DC 12 Volt yang disuplai oleh *power supply* yang di-*setting* sebesar 14 Volt. Hasil yang didapat menunjukkan kemampuan pompa air ketika mengisi botol 100 ml menghasilkan nilai debit air sebesar 50 ml/ detik begitupun nilai-nilai selanjutnya yang didapat ditunjukkan pada Tabel 8.

Jumlah volume botol sangat mempengaruhi debit air. Semakin besar nilai volume botol maka nilai debit semakin besar dengan *trendline* linier. Karakteristik debit air terhadap volume botol disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik karakteristik debit air terhadap volume botol.

Untuk mengetahui nilai *error* pada kinerja pompa maka dilakukan perbandingan hasil pengukuran dengan nilai yang diharapkan sesuai datasheet. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil perbandingan tegangan yang diharapkan dan tegangan terukur.

Perangkat	Tegangan	Tegangan	<i>Error</i> (%)
	Diharapkan (V)	Pengukuran (V)	
	A	B	$\frac{ a - b }{a} \times 100\%$
Pompa Hidup	12	14,29	0.19%
Pompa Mati	0	0	0%

Setelah melakukan pengujian terhadap nilai perbandingan tegangan yang diharapkan dengan tegangan hasil pengukuran, maka dapat ditentukan persentase kesalahan. Nilai tegangan yang diharapkan sebesar 12 V sesuai *datasheet*, namun dihasilkan nilai tegangan lebih dari 12 V. Hal ini di karenakan pompa mendapatkan inputan tegangan dari *power supply* yang diatur sebesar 14 V. Dihasilkan nilai *error* sebesar 0,19% pada saat pompa dihidupkan. Nilai *error* yang tertera masih dalam rentang yang wajar dan pompa masih berfungsi dengan baik.

4. Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa untuk merancang sebuah sistem instrumentasi pada *automatic filling machine* dibutuhkan beberapa sensor yaitu sensor IR FC-51 yang berfungsi untuk mendeteksi botol dengan nilai *error* sebesar 0,6%, sensor ultrasonik US-016 yang berfungsi sebagai monitoring ketinggian volume minuman dalam tangka yang memiliki nilai sensitivitas sebesar 4,1939 *centimeter* dengan nilai *error* sebesar 0,91%, *limit switch* yang berfungsi sebagai

detektor botol yang memiliki status *normally close* ketika mendapat sentuhan tekanan dengan tegangan output sebesar 4,94 Volt. Selain sensor juga dibutuhkan aktuator berupa pompa air yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari tangki penampung ke dalam botol dengan nilai keakurasian sebesar 99,84%, motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan konveyor dan *magazine* masing- masing memiliki torsi sebesar 6,49 kgcm dan 6,68 kgcm pada saat mendapatkan beban, serta pneumatic yang berfungsi sebagai *capping* tutup botol yang bergerak naik-turun dengan tekanan angin yang dianggap ideal sebesar 1 kgf/cm². Untuk masing-masing sensor dan aktuator memiliki karakteristik yang berbeda- beda.

Referensi

- [1] A. P. Surakusumah, "Rancang Bangun Pengisi Botol Otomatis," Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- [2] G. Wardhana and A. Widodo, "Aplikasi Mesin Pengisi dan Penutup Botol Otomatis," Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2010.
- [3] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors*, California: Thermoson Inc, 1996.
- [4] J. Dhiman and E. D. Kumar, "Hybrid Method For Automatically Filling Of The Chemical Liquid Into Bottles Using PLC & SCADA," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 2, no. 6, pp. 1000-1007, 2014.
- [5] B. Mashilkar, P. Khaire and G. Dalvi, "Automated Bottle Filling System," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 02, no. 07, pp. 771-776, 2015.
- [6] A. A. Mar, H. M. Oo and K. K. Hlaing, "Liquid Level and Photoelectric Sensors Based Automatic Liquid Mixing and Filling Machine System Using PLC," *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, vol. 3, no. 5, pp. 1950-1954, 2019.
- [7] S. P. Soogoor, S. Turaka and T. Prasad, "Design and Fabrication Of Semisolid Filling Machine," *Global Journal of Engineering Science And Researches*, vol. 5, no. 5, pp. 86-93, 2018.
- [8] H. N. N. Roy, A. Sharma and A. Singhal, "Bottle Filling Plant Automation System Using Conveyor Belt," *International Journal of Engineering & Science Research*, vol. 8, no. 3, pp. 33-37, 2018.
- [9] N. R. Deshmukh , P. K. Patil, A. G. Shelar, S. P. Jadhav and P. S. Gangurde, "Design and manufacturing of Shape Pouch Filling Machine," *International Journal for Scientific Research & Development*, vol. 5, no. 1, pp. 1569-1571, 2017.
- [10] K. Sambhaji K., R. Babar, M. Wadwan, A. Pawar, S. Vaidya and M. Algude , "Bottle Indexing and Filling Mechanism," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 3, no. 6, pp. 307-316, 2014.