

Sistem Penyortir Selang Infus Secara Otomatis Berdasarkan Standar Produk 20G dan 25G

Budi Sugandi^{1*}, Agus Indra Ansyah¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: budi_sugandi@polibatam.ac.id

Received on 23-04-2025 | Revised on 23-04-2025 | Accepted on 25-06-2025

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyortiran salah satu produk medis yaitu selang infus secara otomatis. Sistem yang dikembangkan menggunakan PLC, pneumatik dan Digital Flow Switch. Proses pengujian sistem menggunakan dua standar produk selang infus yaitu standar produk 20G dan 25G. Proses pendeteksian selang infus dikategorikan dalam dua kategori yaitu *reject* atau *accept* dengan cara mengamati nilai keluaran pada digital flow switch. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk dikategorikan sebagai produk *reject* apabila nilai keluaran pada standar produk 20G dan 25G adalah 0,00 L/min. Sementara produk dikategorikan sebagai produk *accept* apabila nilai keluaran pada standar produk 20G ada pada rentang 4,05 L/min sampai 4,40 L/min sedangkan pada standar produk 25G pada rentang 0,67 L/min sampai 0,92 L/min.

Kata kunci: Flow switch, Otomasi, Selang infus, Sorting objek

Abstract—This research aims to design and implement an automatic sorting system for infusion lines. The system is developed using PLC, pneumatic, and digital flow switches. The sorting process is implemented based on the standard product of infusion lines 20G and 25G. The sorting process of the infusion lines is categorized into two categories: reject or accept, with the measurement of the output of the digital flow switch. The experimental results showed that the infusion line product is categorized as reject when the output of the infusion line standard of 20G dan 25G product is 0,00 L/min. The infusion line product is categorized as accept product when output for product 20G standard in the range of 4,05 L/min to 4,40 L/min and for product 25G standard in the range of 0,67 L/min to 0,92 L/min.

Keywords: Automatization, Flow switch, Infusion line, Object sorting

I. PENDAHULUAN

SEIRING bertambahnya tahun, pengetahuan tentang teknologi berkembang dengan pesat. Jika perkembangan teknologi ini dapat digunakan dengan tepat terutama dalam dunia medis, maka akan dapat memberikan banyak manfaat kehidupan manusia yang lebih baik. Salah satu contoh dari perkembangan teknologi dalam dunia medis adalah dalam pendeteksian kelayakan alat medis yang diproduksi. Peralatan medis yang paling banyak digunakan di dalam dunia kedokteran dan keperawatan adalah infus. Hampir 90% pasien di rumah sakit ataupun fasilitas kesehatan lainnya menggunakan infus sebagai alat medis [1].

Beberapa studi terkait alat medis terutama infus telah banyak dilakukan. Sebagian besar studi yang dilakukan bertemakan monitoring cairan infus maupun deteksi kebocoran atau penyumbatan saluran infus. Sistem monitoring aliran cairan infus telah dikembangkan beberapa tahun ini [2]–[5]. Sistem dikembangkan untuk memonitor laju cairan sekaligus deteksi gangguan aliran infus [3]. Sementara [[2], [4]] melakukan monitoring melalui jaringan wi-fi dan web. Sebuah *prototype* sederhana pun telah dikembangkan untuk memonitor aliran infus[5]. Monitoring aliran cairan infus secara real time pun telah dilakukan melalui sistem *database*. Mereka menggunakan mikrokontroler ESP32 dan penyimpanan *database* di firebase [6]. Amanda dan Kiki telah mengembangkan alat pengatur aliran cairan infus. Mereka berhasil mengatur aliran infus 10 – 20 tetes per menit [7]. Pembuatan prototipe untuk pendeteksian naiknya darah telah diimplementasikan dan menghasilkan keberhasilan alat 95% [8]. Secara terpisah, Abdurahman dkk pun telah mengembangkan prototipe untuk pemantauan tetesan infus menggunakan ESP82 dan sensor photodioda [9] yang terhubung ke IoT. Dengan terhubung ke IoT, dapat memberikan informasi tambahan tentang kondisi lingkungan, seperti suhu tubuh, tekanan darah, kadar oksigen, denyut nadi, yang dapat mempengaruhi kesehatan pasien di ruangan tersebut. Integrasi. Sementara itu penggunaan infus *pump* untuk mengatur jumlah cairan ke sirkulasi darah telah diimplementasikan disertai dengan deteksi darah menggunakan infrared [10]. Studi ini menghasilkan akurasi rata-rata sekitar 96%. Juliati dkk, telah mengembangkan keran selang infus sebagai ganti infus *pump*. Keran infus ini dapat mengatur tetesan, takaran cairan yang mengalir dalam selang infus ke orang tersebut[11]. Untuk

mencegah keterlambatan penggantian cairan infus, Kusumastuti telah mengembangkan suatu sistem kontrol yang dapat memberikan notifikasi kepada perawat jika cairan infus akan habis. Alat mampu melakukan pemantauan keberadaan cairan infus dan sebagai peringatan jika infus membutuhkan pergantian [12]. Pemantauan cairan infus dapat dilakukan dengan mengetahui masa cairan infus seperti yang telah dikembangkan oleh Listeanto dkk [13]. Mereka mengembangkan sistem masa infus berbasis IoT menggunakan sensor *load cell*.

Dari penelitian terkait, masih belum terlihat studi yang melakukan pendeteksian selang infus berdasarkan standar produk industri dalam hal ini standar produk 20G dan 25G. Untuk menjawab tantangan tersebut, dalam penelitian ini, akan dibuat suatu mesin yang dapat mendeteksi penyumbatan pada selang infus. Sistem diimplementasikan dalam sebuah mesin yang menggabungkan sistem pneumatik, PLC, dan digital *flow switch*. *Flow switch* sudah banyak digunakan terutama dalam pengaturan aliran suatu cairan [14], [15].

Hal yang paling mendasari untuk membuat mesin ini adalah karena untuk memperbaiki mesin manual yang sudah ada di Industri. Mesin manual yang sudah ada di industri hanya dapat mendeteksi dua selang infus secara bersamaan dan harus menggunakan bantuan air steril yang akan dimasukkan ke dalam buret. Hasil akhir pada produk yang dideteksi adalah *reject* dan *accept*. Produk dikategorikan *reject* apabila muncul gelembung dalam buret secara terus menerus. Dan produk dikategorikan *accept* apabila tidak terdapat gelembung pada buret. Hal yang menyebabkan sering terjadinya kendala pada mesin manual adalah harus mengganti air steril pada buret secara berkala dan harus melakukan inspeksi visual 100%.

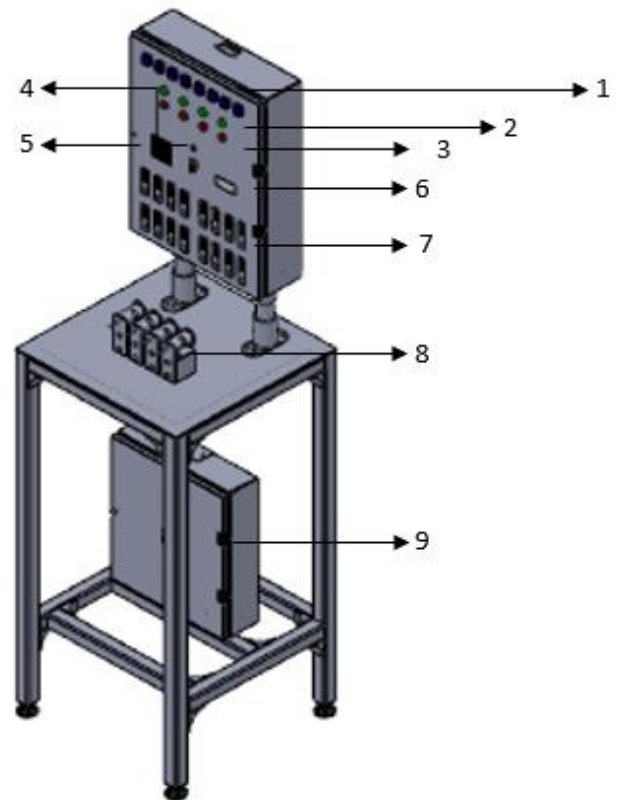
Dalam pembuatan mesin digital, sudah tidak digunakan air steril pada buret dan diganti menggunakan udara dengan sistem pneumatik. Sehingga, akan lebih mempermudah proses pendeteksian selang infus. Dan juga, proses pendeteksian akan lebih cepat dilakukan, karena digunakan empat *nozzle* yang akan mengecek empat selang infus secara bersamaan.

II. METODOLOGI

A. Perancangan Mekanikal

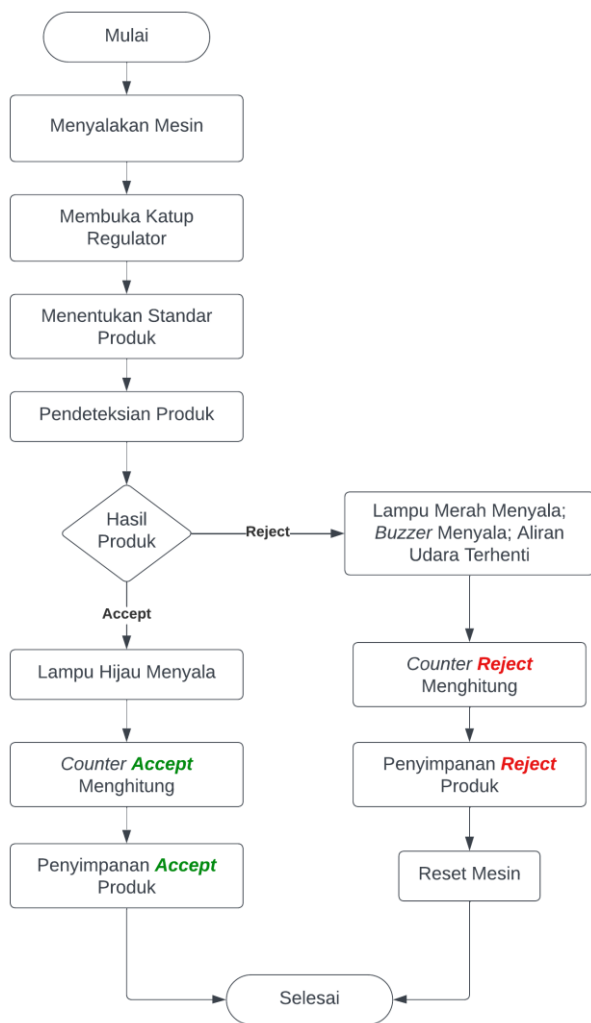
Pada perancangan mekanikal akan dibuat sebuah mesin digital yang memiliki spesifikasi sebagai berikut, panjang 500 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1016 mm. Dimensi tersebut adalah dimensi yang diukur dari base material mesin yang digunakan. Dan total tinggi dari keseluruhan mesin yang mencakup *panel box* adalah 1771 mm seperti Gambar 1.

Pada pembuatan mesin ini, digunakan tiga metode yaitu, sistem pneumatik sebagai pengantar aliran udara pada mesin, kemudian penggunaan PLC untuk mengontrol sistem pada mesin, dan penggunaan digital *flow switch* sebagai indikator keluaran pada mesin.



Gambar 1. Rancangan Mekanikal

Spesifikasi sistem yang rancang seperti ditunjukkan pada gambar 1 adalah sebagai berikut : pada mesin tersebut terdapat 8 buah *push button* yang berfungsi untuk memilih standar produk yang akan digunakan (no. 1), 4 buah lampu berwarna hijau (no. 2) sebagai indikator *accept* produk, 4 buah lampu merah (no. 3) sebagai indikator *reject* produk, 1 buah *buzzer* (no. 4) yang berfungsi sebagai penanda adanya *reject* produk, 1 buah *counter* yang berfungsi untuk menghitung *accept* produk, (no. 5) 1 buah *counter* yang berfungsi untuk menghitung *reject* produk (no. 6), 16 buah digital *flow switch* (no. 7) yang berfungsi menampilkan hasil dari produk yang dideteksi, 4 buah *nozzel* (no. 8) yang berfungsi sebagai tempat untuk mendeteksi produk, *panel box* (no. 9) tempat PLC dan *power switch* untuk menghidupkan dan mematikan mesin.



Gambar 2. Diagram alir proses sortir

B. Diagram alir proses sortir

Diagram alir proses sortir selang infus dapat dilihat pada gambar 2. Setelah menghidupkan *power switch* dan membuka katup regulator, aliran udara akan mengalir ke *nozzle* pada masing – masing *cavity*. Pada kondisi awal pada saat mesin dihidupkan, beberapa lampu indikator akan menyala dan aliran udara tidak mengalir ke masing – masing *cavity*. Untuk mendapatkan hasil produk yang masuk ke dalam kriteria *Accept*, dibutuhkan empat indikator seperti lampu indikator berwarna hijau menyala, *buzzer* tidak menyala, produk lepas dari *nozzle* pada masing – masing *cavity*, serta *digital flow meter* membaca angka yang termasuk ke dalam jangkauan batasan bawah dan batasan atas. Akan tetapi jika lampu indikator berwarna merah menyala, *buzzer* menyala, produk tidak lepas dari *nozzle* pada masing – masing *cavity*, pembacaan *digital flow meter* menunjukkan angka nol dan aliran udara pada *nozzle* berhenti, maka produk tersebut masuk ke dalam kriteria *Reject*. Setiap produk yang sudah dilakukan pengecekan baik itu *Accept* ataupun *Reject* akan dihitung melalui masing – masing *counter* yang sudah tersedia.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini, akan digunakan lima variabel pengaturan *air regulator* terhadap 120 buah sampel *accept* produk. Tujuannya adalah untuk mengetahui batasan atas dan batas bawah dari suatu standar produk pada selang infus. Dan juga, untuk menentukan parameter yang sesuai dengan mesin tersebut. Dengan melakukan pengujian terhadap lima variabel, diharapkan akan menghasilkan tiga pengaturan parameter, yaitu *window setting (max and min)*, *optimum setting*, dan *safety zone setting (max and min)*.

A. Pengujian pada Standar Produk 20G

Tabel 1 merupakan hasil pengujian pada standar produk 20G, dan terdapat peningkatan hasil ketika pengaturan *air regulator* ditingkatkan. Pengujian pada kelima jenis pengaturan *air regulator* menunjukkan hasil yang didominasi oleh 4,16 L/min secara keseluruhan. Jika diperdalam maka hasil menunjukkan 4,10 L/min pada *air regulator* 0,100 Mpa; 4,14 L/min pada *air regulator* 0,101 Mpa; 4,16 L/min dan 4,21 L/min pada *air regulator* 0,102 Mpa; 4,23 L/min pada *air regulator* 0,103 Mpa; dan 4,25 L/min pada *air regulator* 0,104 Mpa.

TABLE I
HASIL PENGUJIAN PADA STANDAR PRODUK 20G

Hasil (L/min)	Pengaturan <i>Air regulator</i> (Mpa)				
	0,100	0,101	0,102	0,103	0,104
<i>Min</i>	4,053	4,094	4,111	4,141	4,161
<i>Max</i>	4,263	4,302	4,332	4,370	4,404
<i>Median</i>	4,162	4,181	4,214	4,234	4,252
<i>Modus</i>	4,101	4,143	4,211	4,232	4,251
<i>Modus (All)</i>	4,16				
<i>Ave</i>	4,161	4,192	4,210	4,231	4,252
<i>Range</i>	0,213	0,212	0,223	0,232	0,243
<i>StDev</i>	0,048	0,048	0,051	0,050	0,054

Hasil pada setiap pengaturan *air regulator* dapat dijelaskan sebagai berikut : pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,100 MPa menunjukkan hasil 4,10 L/min (11 sampel), 4,13 L/min (10 sampel), dan 4,15 L/min (10 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,101 Mpa kebanyakan menunjukkan hasil 4,14 L/min (12 sampel), 4,16 L/min (11 sampel), 4,17 L/min (10 sampel), 4,19 L/min (10 sampel), dan 4,20 L/min (10 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,102 Mpa menunjukkan hasil 4,16 L/min dan 4,21 L/min (11 sampel), 4,15 L/min (10 sampel), 4,20 L/min (10 sampel), dan 4,23 L/min (10 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,103 Mpa menunjukkan hasil 4,23 L/min (14 sampel), dan 4,25 L/min (11 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,104 Mpa menunjukkan hasil 4,25 L/min (12 sampel), dan 4,26 L/min (11 sampel).

Tabel 2 merupakan hasil parameter pada pengaturan *air regulator* dengan menyesuaikan ketentuan dari industri yang memerlukan *window setting (minimum dan maximum)*, *optimum setting* dan *safety zone setting (minimum dan maximum)*. Keadaan parameter disesuaikan dengan hasil penyebaran data yang telah dilakukan, dan untuk mendapatkan

nilai *optimum setting* yang memiliki *window setting* (*minimum* dan *maximum*) dan *safety zone setting* (*minimum* dan *maximum*) maka digunakan variabel pengaturan 0,102 Mpa sebagai nilai optimal. Hal ini dikarenakan jika menggunakan variabel pengaturan 0,102 Mpa sebagai parameter nilai optimal, maka akan didapatkan parameter pengaturan minimum dengan variabel pengaturan 0,101 Mpa; parameter zona aman minimum dengan variabel 0,100 Mpa; parameter pengaturan maksimal dengan variabel pengaturan 0,103 Mpa; dan parameter zona aman maksimal dengan variabel pengaturan 0,104 Mpa.

TABLE II
PARAMETER PENGATURAN *AIR REGULATOR* PADA STANDAR PRODUK 20G

Zona Aman Minimum (Mpa)	Pengaturan Minimum (Mpa)	Nilai Optimal (Mpa)	Pengaturan Maksimal (Mpa)	Zona Aman Maksimal (Mpa)
0,100	0,101	0,102	0,103	0,104

Pada Tabel 3, diketahui nilai batasan atas dan nilai batasan bawah untuk masing – masing variabel yang telah diuji. Dan dari hasil tersebut didapatkan nilai yang akan digunakan sebagai nilai batasan bawah adalah 4,05 L/min dan untuk nilai batasan atas yang akan digunakan adalah 4,40 L/min.

TABLE III
NILAI BATASAN PADA STANDAR PRODUK 20G

Batasan	Pembacaan <i>Air regulator</i> (Mpa)				
	0,100	0,101	0,102	0,103	0,104
Batas Atas (L/min)	4,051	4,093	4,113	4,142	4,163
Batas Bawah (L/min)	4,304	4,304	4,332	4,373	4,402

Dari nilai batas atas dan batas bawah yang sudah didapatkan, maka kondisi produk yang akan digunakan pada standar produk 20G adalah seperti Tabel 4. Pada kondisi produk *Full Clog* kriteria penilaian produk adalah *reject*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* adalah $x = 0.00$ L/min. Pada kondisi produk *Partial Clog* kriteria penilaian produk adalah *reject*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* produk adalah kurang dari nilai batasan bawah. Pada kondisi produk Normal, kriteria penilaian produk adalah *accept*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* yang dilakukan masuk ke dalam nilai batasan pada standar produk 20G. Pada kondisi produk *Out of Spec*, kriteria penilaian produk adalah *reject*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* kurang dari nilai batasan bawah atau nilai pembacaan digital *flow switch* melebihi nilai batasan atas yang ada. Hal ini dapat terjadi, karena tercampurnya produk yang telah dibuat.

TABLE IV
KONDISI PRODUK PADA STANDAR PRODUK 20G

Kondisi Produk	Hasil Pengecekan	Kriteria Penilaian
<i>Full Clog</i>	$x = 0.00$ L/min	<i>Reject Product</i>
<i>Partial Clog</i>	$x < 4,05$ L/min	<i>Reject Product</i>
Normal	$4,05 \text{ L/Min} \leq x \leq 4,40 \text{ L/min}$	<i>Accept Product</i>
<i>Out of Spec</i>	$x < 4,05 \text{ L/min}$ atau $x > 4,40 \text{ L/min}$	<i>Reject Product</i>

B. Pengujian pada Standar Produk 25G

Tabel 5 merupakan hasil pengujian pada standar produk 25G, dan terdapat peningkatan hasil ketika pengaturan *air regulator* ditingkatkan baik dari segi nilai minimum, maksimal, maupun *range*. Meskipun demikian, hasil pengujian 120 sampel tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pengujian pada kelima jenis pengaturan *air regulator* menunjukkan hasil yang didominasi oleh 0,72 L/min yang mana 0,71 L/min pada *air regulator* 0,100 Mpa; 0,72 L/min pada *air regulator* 0,101 Mpa; 0,72 L/min pada *air regulator* 0,102 Mpa; 0,73 L/min pada *air regulator* 0,103 Mpa; dan 0,74 L/min pada *air regulator* 0,104 Mpa.

Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,100 Mpa menunjukkan hasil 0,71 L/min (15 sampel), 0,72 L/min (12 sampel), 0,84 L/min (10 sampel), dan 0,85 L/min (10 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,101 Mpa menunjukkan hasil 0,72 L/min (15 sampel), 0,86 L/min (12 sampel), dan 0,84 L/min (11 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,102 Mpa menunjukkan hasil 0,72 L/min (18 sampel), 0,74 L/min (9 sampel), dan 0,89 L/min (9 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,103 Mpa menunjukkan hasil 0,73 L/min (14 sampel), dan 0,72 L/min (11 sampel). Pengujian sampel pada pengaturan *air regulator* 0,104 Mpa kebanyakan hasil 0,73 L/min (15 sampel), dan 0,74 L/min (14 sampel).

TABLE V
HASIL PENGUJIAN PADA STANDAR PRODUK 25G

Hasil (L/min)	Pengaturan <i>Air regulator</i> (Mpa)				
	0,100	0,101	0,102	0,103	0,104
<i>Min</i>	0,672	0,681	0,681	0,694	0,690
<i>Max</i>	0,893	0,902	0,912	0,922	0,923
<i>Median</i>	0,712	0,723	0,723	0,733	0,732
<i>Modus</i>	0,761	0,772	0,783	0,790	0,802
<i>Modus (All)</i>	0,724				
<i>Ave</i>	0,781	0,794	0,790	0,802	0,814
<i>Range</i>	0,223	0,223	0,233	0,231	0,233
<i>StDev</i>	0,066	0,065	0,065	0,067	0,065

Penentuan parameter yang akan digunakan sama dengan ketentuan yang dilakukan pada standar produk 20G, yaitu menggunakan lima parameter *window setting* (*minimum* dan *maximum*), *optimum setting* dan *safety zone setting* (*minimum* dan *maximum*) yang disesuaikan dengan ketentuan dari industri. Sehingga, keputusan pengambilan penentuan parameter pengaturan *air regulator* yang akan digunakan pada standar produk 25G adalah mengikuti Tabel 6.

TABLE VI
PARAMETER PENGATURAN *AIR REGULATOR* PADA STANDAR PRODUK 25G

Zona Aman Minimum (Mpa)	Pengaturan Minimum (Mpa)	Nilai Optimal (Mpa)	Pengaturan Maksimal (Mpa)	Zona Aman Maksimal (Mpa)
0,100	0,101	0,102	0,103	0,104

Tabel 7 merupakan nilai batasan bawah dan nilai batasan atas yang didapatkan dari hasil pengujian standar produk 25G. Batasan bawah dari standar produk 25G adalah 0,67 L/min dan batasan atas dari standar produk 25G adalah 0,92 L/min.

TABLE VII
NILAI BATASAN PADA STANDAR PRODUK 25G

Batasan	Pembacaan <i>Air regulator</i> (Mpa)				
	0,100	0,101	0,102	0,103	0,104
Batas Atas (L/min)	0,670	0,680	0,680	0,694	0,694
Batas Bawah (L/min)	0,893	0,902	0,913	0,923	0,923

Dari nilai batasan atas dan batas bawah yang sudah didapatkan, maka kondisi produk yang akan digunakan pada standar produk 25G adalah seperti Tabel 8. Pada kondisi produk *Full Clog*, kriteria penilaian produk adalah *reject*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* adalah $x = 0.00$ L/min. Pada kondisi produk *Partial Clog*, kriteria penilaian produk adalah *reject*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* produk adalah kurang dari nilai batasan bawah. Pada kondisi produk Normal, kriteria penilaian produk adalah *accept*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* yang dilakukan masuk ke dalam nilai batasan pada standar produk 25G. Pada kondisi produk *Out of Spec*, kriteria penilaian produk adalah *reject*. Karena nilai pembacaan digital *flow switch* kurang dari nilai batasan bawah atau nilai pembacaan digital *flow switch* melebihi nilai batasan atas yang ada. Hal ini dapat terjadi, karena tercampurnya produk yang telah dibuat.

TABLE VIII
KONDISI PRODUK PADA STANDAR PRODUK 20G

Kondisi Produk	Hasil Pengecekan	Kriteria Penilaian
<i>Full Clog</i>	$x = 0,00$ L/min	<i>Reject Product</i>
<i>Partial Clog</i>	$x < 0,67$ L/min	<i>Reject Product</i>
Normal	$0,67 \text{ L/Min} \leq x \leq 0,92 \text{ L/min}$	<i>Accept Product</i>
<i>Out of Spec</i>	$x < 0,67 \text{ L/min}$ atau $x > 0,92 \text{ L/min}$	<i>Reject Product</i>

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian telah dirancang dan diimplementasikan sistem penyortiran selang infus secara otomatis berdasarkan standar industri 20G dan 25G. Sistem telah diimplementasikan menggunakan menggunakan PLC sebagai prosesor inti, pneumatik dan digital *flow switch*. Pada pengujian standar produk 20G digunakan parameter pengaturan minimum dengan variabel 0,101 MPa dan pada standar produk 25G digunakan parameter pengaturan maksimal dengan variabel 0,103 Mpa. Nilai untuk pengaturan *air regulator* didapatkan dari standar pengaturan minimum pada 20G dan maksimum pada 25 adalah 0,102 Mpa \pm 0,001 Mpa. Dari hasil pengujian standar 20G dan 25G diperoleh kriteria *accept* dan *reject* bagi masing-masing

standar. Produk infus dikategorikan sebagai produk *reject* apabila nilai keluaran pada standar produk 20G dan 25G adalah 0,00 L/min. Sementara produk dikategorikan sebagai produk *accept* apabila nilai keluaran pada standar produk 20G ada pada rentang 4,05 L/min sampai 4,40 L/min sedangkan pada standar produk 25G pada rentang 0,67 L/min sampai 0,92 L/min.

Pengujian selang infus masih terbatas pada standar 20G dan 25G yang merupakan selang infus untuk standar umum. Sehingga belum mencakup standar infus yang lain. Penelitian untuk standar selang infus lainnya menjadi pekerjaan selanjutnya yang akan dilakukan selain memstabilkan mekanik dan kontroler mesinnya.

REFERENSI

- [1] K. Batubara, H. K. Siregar, E. Sinaga, and R. Pangaribuan, "Pengaruh Perawatan Daerah Pemasangan Infus Terhadap Kejadian Phlebitis Di Rs Kota Kisaran," *J. Ilmu Keperawatan Med. Bedah*, vol. 4, no. 2, pp. 58–66, 2021, doi: 10.32584/jikmb.v4i2.1124.
- [2] Ruslan Agussalim, "Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi," *J. Ilm. Ilk.*, vol. 8, no. Desember, pp. 145–152, 2016.
- [3] A. Zainuri, D. Santoso, and M. Muslim, "Monitoring Dan Identifikasi Gangguan Infus Menggunakan Mikrokontroler AVR," *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 49–54, 2012.
- [4] E. Ihsanto and I. Buchori, "Disain Dan Implementasi Sistem Monitoring Pengisian Cairan Melalui Wifi Dan Web," *Sinergi*, vol. 21, no. 1, p. 65, 2017, doi: 10.22441/sinergi.2017.1.010.
- [5] H. Ulfa, S. Purwanto, and Hikayati, "Prototype Sederhana Alat Monitoring Aliran Darah Naik Ke Selang Infus a Simple Prototype Blood Flow Monitoring Toolgoes Up Tothe Infusion Hose," *J. Keperawatan Sriwij.*, vol. 6, no. 1, pp. 27–34, 2019.
- [6] D. M. Faiz and R. Khana, "Rancangan Bangun Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Cairan Infus Melalui Display Control Dengan Penyimpanan Firebase Realtime Database," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 29–35, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i1.5733.
- [7] A. Amelia and K. Prawiroredjo, "Rangkaian Pengatur Aliran Cairan Infus Berbasis Atmega 8535," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, pp. 29–40, 2017, doi: 10.25105/jetri.v14i2.816.
- [8] M. F. Syauqi, . J., M. Zaini, and . N., "Implementasi Microcontroller Arduino Dalam Rancang Bangun Pendeteksi Naiknya Darah Pada Selang Infus," *Technol. J. Ilm.*, vol. 13, no. 1, p. 72, 2022, doi: 10.31602/tji.v13i1.5891.
- [9] T. Abdurrachman, H. Andrianto, and N. Khoirunnisa, "Prototipe Pemantauan Tetasan Infus Berbasis Komputer Menggunakan Esp8266," *Innov. J. Soc. Sci. Res. Vol.*, vol. 4, no. 1, pp. 11609–11622, 2024.
- [10] P. Asli, N. Lasiyah, R. Syahputra, and F. Ramadhan, "Rancang Bangun Infus Pump Dan Pendeteksi Darah," vol. 8, pp. 58–67, 2025.
- [11] et all. Kornelia Agnes, "Perancangan Keran Selang Infus Digital," pp. 1–6, 2018.
- [12] S. Pengajar, T. Elektro, P. Negeri, S. R. Zelio, and S. Relay, "Blok diagram Kontrol Infus Pasien Pengendali alat Kontrol Infus Pasien menggunakan penjepit selang infus dan pemancar bell wireless untuk mengaktifkan bell sebagai sistem akan bekerja . Ketika sensor akan motor untuk mengaktifkan penjepit selang infus," vol. 16, no. 3, pp. 177–181, 2020.
- [13] J. D. Liestanto, I. G. P. W. W. Wirawan, and A. H. Jatmika, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Massa Infus Berbasis Iot Menggunakan Sensor Load Cell Dan Vibration Motor Untuk Notifikasi," *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTika)*, vol. 5, no. 1, pp. 42–52, 2023, doi: 10.29303/jtika.v5i1.240.
- [14] P. T. Elektro *et al.*, "Penerapan Flow Switch Sebagai Kontrol Aliran Air Pada Mesin Pompa 3 Fasa Gedung Smf Rsud Ulin," pp. 3–4.
- [15] Z. Indra, "Aplikasi Flow Switch Pada Rancang Bangun Sirkulasi Air Rumah Tinggal Abstrak Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 4 Tahun 2019," vol. 4, pp. 2–6, 2019.