

RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM PENGEPAKAN PRODUK BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL*

D. L. Zariatina*, E. H. O. Tambunan, A. Suwandi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasila

*Email: dedeliazariatina@univpancasila.ac.id

ABSTRAK

Otomasi adalah teknologi yang terkait dengan aplikasi mesin, elektronik, sistem *control* dan komputer untuk dapat mengoperasikan dan mengendalikan proses produksi. Pada penerapannya, otomasi digunakan untuk mengurangi waktu proses manufaktur, kesalahan akibat operator dan penyimpanan. Salah satu bagian dari proses produksi adalah proses pengepakan yang merupakan rangkaian proses agar produk tersimpan dalam sebuah kemasan. Tulisan ini membahas rancang bangun simulator sistem pengepakan produk pada jalur produksi. Metode perancangan yang digunakan dalam rancang bangun ini adalah metode *French*. Perbandingan hasil waktu desain proses dan aktual proses, yaitu: 16,69 detik dan 18,01 detik. Terdapat perbedaan waktu sebesar 1,32 detik antara waktu desain proses dan waktu aktual proses. Perbedaan waktu tersebut dibandingkan terhadap *delay* yang ditetapkan pada program PLC, yaitu sebesar 1,5 detik. Tingkat keakuratan *delay* pada program sebesar 88% dan masih dalam kategori baik, sehingga bisa diaplikasikan pada simulator pengepakan ini.

Kata kunci : PLC, Pengepakan, Otomasi, Simulator

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu teknologi dan informasi yang semakin pesat pada saat ini menyebabkan beberapa industri menerapkan sistem otomasi. Salah satu aplikasi dari otomasi adalah otomasi pada proses produksi industri manufaktur. Ada beberapa alasan untuk penerapan otomasi, diantaranya adalah meningkatkan produktivitas, keamanan, serta kualitas produk [1].

Otomasi yang akan dibuat pada penelitian ini adalah rancang bangun simulator pengepakan dalam jalur produksi. Proses otomasi pengepakan seperti ini sudah banyak dibuat dan dirancang sebelumnya. Beberapa contoh dari sistem otomasi yang sudah dibuat antara lain simulasi pengelompokan barang berdasarkan tinggi produk yang berbeda-beda. Otomasi pada rancang bangun ini menggunakan sistem pneumatik sebagai

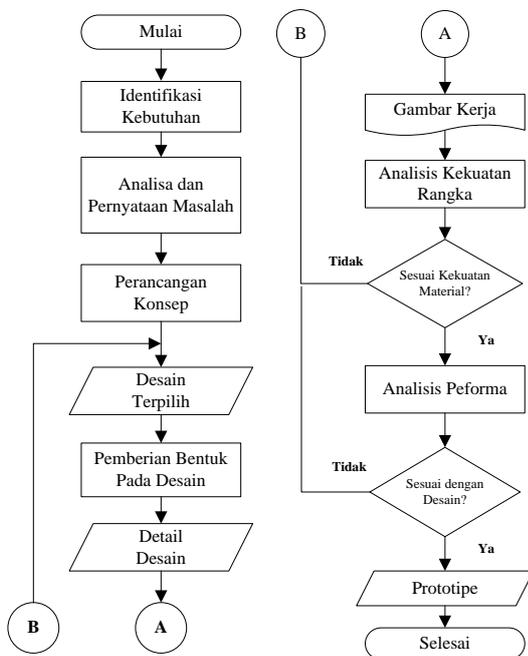
sumber angin, layar sentuh sebagai media *input* dan *Programmable Logic Control (PLC)* sebagai media proses kontrol [2]. Sistem otomasi lainnya, yaitu: rancang bangun sistem otomasi pengepakan pada jalur produksi yang dibuat menggunakan konveyor sebagai penghantar produk dari satu jalur ke jalur yang lain dan PLC sebagai media kontrol [1]. Dan sistem yang terakhir adalah otomasi pembuatan rancang bangun simulasi proses pengepakan botol secara otomatis dengan menggunakan kontrol elektro pneumatik dan PLC dengan bantuan solenoid sebagai aktuator dari proses pengepakan tersebut [3].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dalam rancangan otomasi pengepakan produk diklasifikasikan menurut ketinggian dan perhitungan jumlah produk. Proses kerjanya adalah produk akan dibagi menurut

ketinggian dimensinya. Selanjutnya produk akan dimasukkan secara manual dan akan dibawa oleh konveyor dari satu jalur ke jalur berikutnya. Produk dengan ketinggian diatas 18,3 mm akan ditolak oleh *solenoid* atau dengan kata lain akan dianggap sebagai barang *reject*, sedangkan produk dengan ketinggian yang sudah disesuaikan dengan desain, yaitu: antara 13 mm – 18,3 mm akan terus dibawa oleh konveyor. Produk yang dibawa oleh konveyor tersebut akan dihitung oleh *counter* sesuai dengan jumlah produk yang telah didesain untuk dimasukkan dalam kotak kemasan. Selanjutnya setelah jumlah produk sudah dihitung sesuai dengan desain yang telah ditentukan dan berada di dalam kotak kemasan, maka konveyor pada jalur lainnya akan membawa produk ke tujuan akhir dari proses pengepakan ini.

2. METODE PERANCANGAN

Metode perancangan pada penelitian ini seperti dapat dilihat pada Gambar 1 yaitu menggunakan metode perancangan *French*. Pemilihan metode *French* dikarenakan metode ini dinilai mampu mengakomodir kebutuhan data secara lebih mudah.



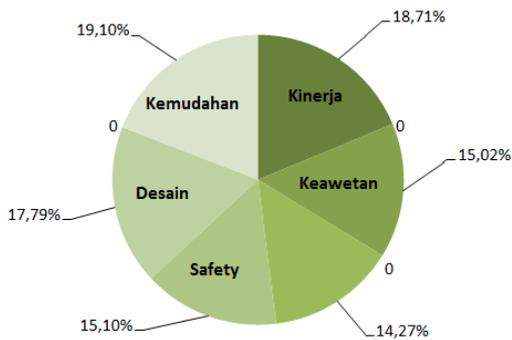
Gambar 1. Metode Perancangan French [4]

Dari hasil kuisisioner yang telah ditanyakan kepada 30 responden, maka data hasil kuisisioner tersebut akan dianalisa seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Data tabel yang akan dibuat akan dihitung sehingga mendapatkan hasil yang paling besar diantara setiap kategori dan sub kategori.

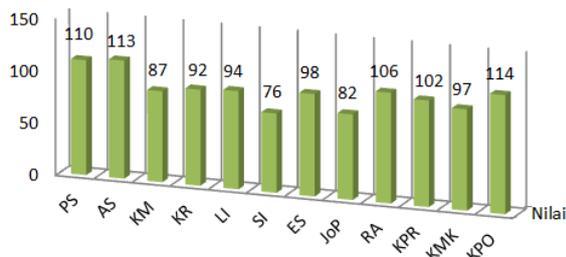
Hasil data menunjukkan bahwa konsumen menginginkan simulator pengepakan dengan kinerja, desain, dan kemudahan yang baik. Kategori kinerja memiliki nilai 18,71%, desain memiliki nilai 17,79%, dan kemudahan memiliki nilai 19,10% seperti dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Analisis Hasil Kuisisioner

RESPONDEN	KINERJA		KEAWETAN		FITUR		SAFETY		DESAIN		KEMUDAHAN	
	PS	AS	KM	KR	LI	SI	ES	JoP	RA	KPR	KMK	KPO
1	4	4	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4
2	4	4	3	3	3	4	3	2	4	3	3	4
3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4
4	4	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3
5	3	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3	4
6	4	4	3	4	4	3	2	3	4	3	4	3
7	3	4	3	2	3	1	3	1	4	3	4	4
8	4	3	2	2	3	2	4	4	3	3	3	4
9	4	4	3	3	4	2	3	3	4	4	3	4
10	4	4	2	3	3	2	4	2	3	4	3	4
11	3	4	3	3	4	2	4	2	3	4	3	4
12	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3
13	4	4	3	3	4	2	3	2	3	4	3	4
14	4	4	3	4	3	4	3	2	4	3	3	4
15	4	4	2	3	4	2	3	4	4	3	3	4
16	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4
17	4	3	2	3	3	2	2	3	4	3	3	4
18	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4
19	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4
20	3	4	2	3	4	2	4	2	4	4	3	4
21	4	4	3	4	4	1	3	3	3	3	3	4
22	3	4	3	3	2	2	3	3	4	4	4	4
23	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4
24	4	3	3	3	3	3	4	2	3	4	3	4
25	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3
26	4	3	4	2	2	3	3	2	4	3	3	4
27	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3
28	4	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	4
29	3	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
30	4	3	2	3	3	3	4	3	4	3	3	4
Total	110	113	87	92	94	76	98	82	106	102	97	114
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	24
DG	3,67	3,77	2,90	3,07	3,13	2,53	3,27	2,73	3,53	3,40	3,23	4,75
IDG	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98	39,98
%TKGD	9,17	9,42	7,25	7,67	7,84	6,34	8,17	6,84	8,84	8,50	8,09	11,88
	18,59		14,92		14,17		15,01		8,84		28,47	
	49,33	50,67	48,60	51,40	55,29	44,71	54,44	45,56	100,00	29,87	28,40	41,73
	7,43		5,97		5,67		6,00		3,53		11,38	
Rata(DG)	3,72		2,98		2,83		3,00		3,53		3,79	
ΣTOT	19,86		19,86		19,86		19,86		19,86		19,86	
%	18,71		15,02		14,27		15,10		17,79		19,10	



Gambar 2. Grafik Data Kuisioner Berdasarkan Kategori



Gambar 3. Grafik Data Kuisioner Berdasarkan Sub Kategori

Analisis yang dilakukan berdasarkan data kuisioner menunjukkan bahwa konsumen menginginkan simulator pengepakan dengan kinerja yang baik, desain yang kuat, dan juga kemudahan dalam pengoperasian dan perawatan simulator pengepakan.

Berdasarkan hasil tersebut, maka perancangan akan difokuskan pada tiga hal tersebut, yaitu:

- Kinerja meliputi produk yang dikemas sesuai dengan kriteria (PS) yang diinginkan dan juga akurasi waktu pengepakan sesuai (AS).
- Desain yang akan dibuat dengan menggunakan rangka yang kuat dan tahan terhadap lingkungan (RA).
- Kemudahan meliputi kemudahan dalam perawatan simulator (KPR), kemudahan dalam pengontrolan sistem simulator (KPO) sehingga dapat digunakan oleh banyak orang dan juga kemudahan untuk mendapatkan komponen untuk pembuatan simulator pengepakan (KMK).

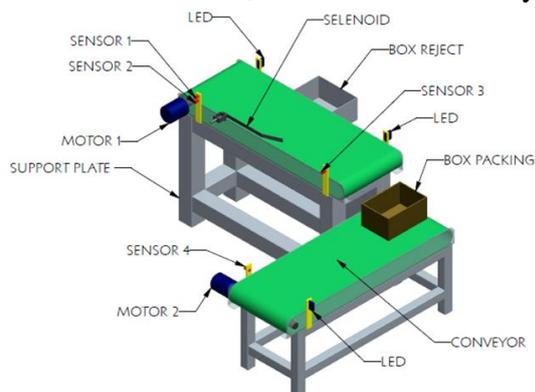
Pada industri pengepakan banyak macam konstruksi yang bisa dipilih dan dirancang agar bisa berfungsi sesuai dengan kebutuhan produksi. Dengan banyaknya jenis dari media transfer itu dapat dipilih konstruksi yang paling mudah dan paling efisien secara biaya maupun waktu pengerjaannya. Untuk media kontrol dapat menggunakan *PLC* sebagai kontroler yang mudah digunakan. Namun memiliki kelemahan dari sisi biaya atau harga yang mahal. Pilihan lain yaitu dengan menggunakan *microcontroller* yang sulit dalam pengontrolan dan operator harus mempunyai kemampuan khusus dalam pengontrolannya. Pada tabel 2 akan ditampilkan beberapa macam pilihan solusi yang bisa digunakan untuk simulator pengepakan ini.

Tabel 2. Kombinasi Solusi Perancangan Otomasi Simulator Pengepakan

No.	Sub Fungsi	Solusi		
		Solusi 1	Solusi 2	Solusi 2
1	Sumber Energi	 Energi Listrik	 Motor Diesel	
2	Penyala	 Push Button	 Saklar	
3	Penggerak	 Motor DC	 Motor Stepper	
4	Pemindah Daya	 Belt Konveyor	 Rantai	
5	Pereduksi Putaran	 Gear Box		
6	Kontrol	 PLC	 Microcontroller	 Relay
7	Pemilih	 Sensor	 Limit Switch	
8	Penolak	 Pneumatic	 Solenoid	
9	Indikator	 Buzzer	 Lampu	
10	Rangka	 Aluminium	 Kayu	

Dengan adanya kombinasi prinsip solusi perancangan otomasi simulator pengepakan pada Tabel 2 di atas, maka selanjutnya akan dipilih kombinasi yang terbaik untuk didesain dan dibuat menjadi simulator pengepakan.

Dapat dilihat dalam Gambar 4, terdapat dua buah motor, empat buah sensor, dua buah lampu, satu buah solenoid, satu buah *rejector* plat, satu buah kotak *rejector*, satu buah kotak kemasan, dan dua buah konveyor.



Gambar 4. Desain Terpilih dari Konstruksi otomasi simulator pengepakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi Konveyor

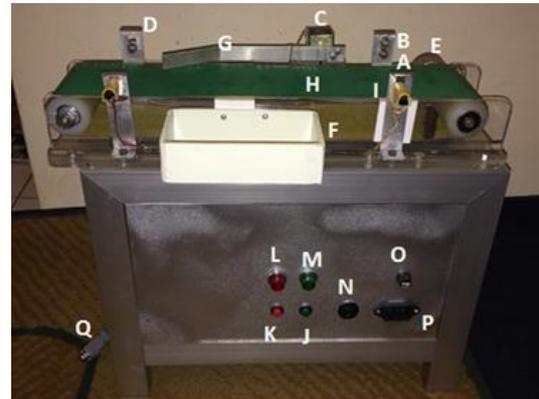
Berikut akan ditampilkan gambar dan juga penjelasan mengenai fungsinya dari setiap komponen penyusun yang ada dalam konveyor *input* dan konveyor pengepakan:

a. Konveyor *Input*

Dapat dilihat dari Gambar 5 dan 6, bahwa konveyor *input* terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- 1) Sensor pertama → Berfungsi sebagai pendeteksi produk yang sesuai dengan spesifikasi desain, apabila tidak ada produk yang terdeteksi oleh sensor ini selama 20 detik, maka sistem akan mati dengan otomatis.
- 2) Sensor kedua → Berfungsi sebagai pendeteksi produk yang tidak sesuai dengan desain. Apabila sensor ini aktif, maka sensor ini akan memerintahkan *solenoid* untuk

menolak produk tersebut untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak *rejector*.



Gambar 5. Konveyor *input* tampak depan



Gambar 6. Konveyor *input* tampak belakang

- 3) Solenoid → Berfungsi sebagai penolak produk yang tidak diinginkan, solenoid berfungsi apabila ada produk yang terdeteksi oleh sensor dua.
- 4) Sensor ketiga → Berfungsi sebagai penghitung produk yang sudah masuk ke dalam konveyor pengepakan. Apabila produk sudah dihitung sebanyak lima kali maka konveyor *input* akan mati dalam waktu 1,5 detik dan selanjutnya konveyor pengepakan akan hidup.
- 5) Motor *DC* → Berfungsi sebagai penggerak dari konveyor *Input*.
- 6) Kotak *reject* → Berfungsi sebagai penampung produk-produk yang ditolak oleh sistem.

- 7) *Rejector* → Berfungsi sebagai aktuator dari solenoid untuk menolak produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi desain.
 - 8) Konveyor → Berfungsi sebagai media perpindahan produk yang digerakkan oleh motor DC.
 - 9) Lampu → Berfungsi sebagai sumber cahaya yang akan digunakan oleh sensor sebagai media pendeteksi produk.
 - 10) Tombol *start* → Berfungsi sebagai tombol untuk menjalankan konveyor dan memulai simulasi.
 - 11) Tombol *stop* → Berfungsi sebagai tombol untuk mematikan sistem dan mengakhiri simulasi. Tombol ini bisa juga digunakan dalam keadaan darurat. Caranya adalah apabila listrik mati sementara, maka tekan tombol *stop* selama 3 detik. Maka produk dalam kotak kemasan akan dipindahkan sampai ke tujuan akhir.
 - 12) Lampu sistem *ready* → Berfungsi sebagai tanda kalo sumber listrik sudah masuk didalam sistem dengan ditekannya saklar ke posisi hidup.
 - 13) Lampu simulator *on* → Berfungsi apabila tombol *start* ditekan dan konveyor *input* mulai berjalan.
 - 14) Saklar → Berfungsi untuk menyatakan bahwa sumber listrik sudah hidup atau mati.
 - 15) Sekering → Berfungsi sebagai pengaman sistem apabila terjadi lonjakan arus yang berlebihan.
 - 16) *Power Supply Input* → Berfungsi sebagai tempat konektor antara *power supply* adapter dengan sistem.
 - 17) Kabel serial konveyor *input* → Berfungsi sebagai konektor antara konveyor *input* dan konveyor pengepakan yang terdapat pada konveyor *input*.
 - 18) *PLC* → Berfungsi sebagai media kontrol yang akan digunakan untuk mengontrol semua kerja sistem dari simulator pengepakan ini. *PLC* yang digunakan adalah *PLC* OMRON CPM1A dengan IO 20. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada bagian lampiran.
 - 19) *Buzzer* → Berfungsi sebagai media suara untuk memberi tahu sistem bahwa produk sudah cukup untuk dikemas atau juga untuk memberi tahu bahwa proses sudah selesai.
 - 20) *Peripheral* → Berfungsi sebagai media penghubung antara *PLC* dan juga *Personal Computer (PC)* / Laptop. Untuk lebih jelasnya akan dilampirkan pada lampiran.
 - 21) Rangkaian *supply* dan Sensor → Berfungsi sebagai sumber supply untuk *PLC* dan sensor.
- b. Konveyor Pengepakan
- Dapat dilihat dari Gambar 7, bahwa konveyor pengepakan terdiri dari beberapa komponen, yaitu:
- 1) Motor *DC* → Berfungsi sebagai penggerak dari konveyor *input*.
 - 2) Konveyor → Berfungsi sebagai media perpindahan produk yang digerakkan oleh motor *DC*.
 - 3) Sensor 4 → Berfungsi sebagai pendeteksi produk yang telah sampai pada proses akhir simulasi.
 - 4) Lampu → Berfungsi sebagai sumber cahaya yang akan digunakan oleh sensor sebagai media pendeteksi produk.
 - 5) Kabel serial → Berfungsi sebagai konektor antara konveyor *input* dan konveyor pengepakan yang terdapat pada konveyor pengepakan

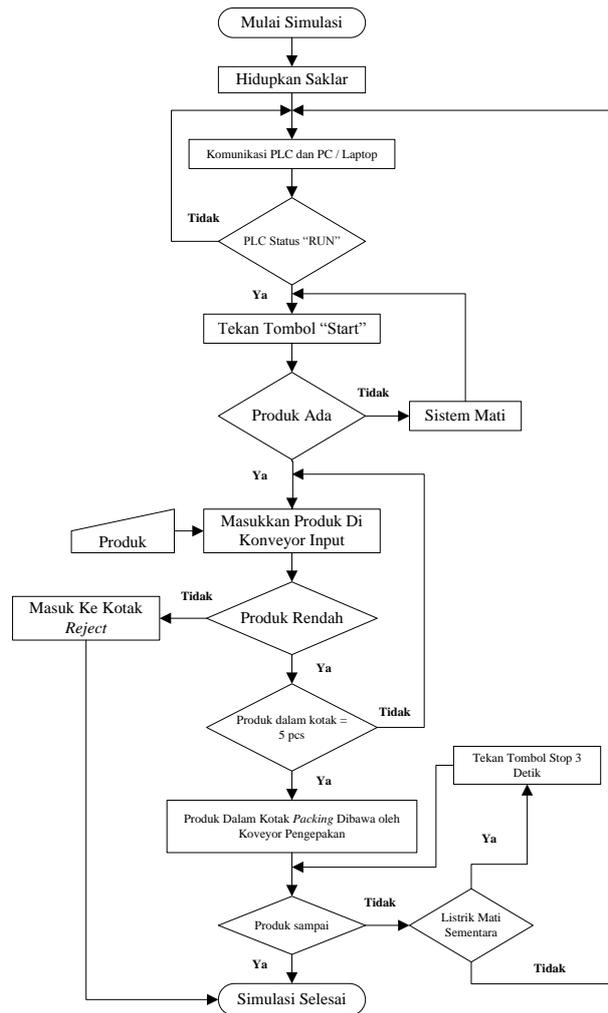


Gambar 7. Konveyor pengepakan

Diagram Alir Proses Kerja Simulator

Proses kerja simulator ini secara umum dimulai pada saat tombol *start* dimulai dan menghidupkan konveyor *input*. Produk akan masuk hingga *counter* menghitung jumlah yang sesuai. Selanjutnya produk akan dibawa oleh konveyor pengepakan ke tujuan akhir dari simulator pengepakan ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

Dari diagram alir pada Gambar 8 dapat dilihat juga bahwa terdapat dua *Case of Emergency (CoE)*, yaitu: apabila terdapat gangguan pada sistem. *CoE* digunakan untuk pencegahan mengenai hal-hal khusus yang mungkin akan menjadi penghambat atau merusak sistem yang sudah dibuat didalam sistem simulator pengepakan ini.



Gambar 8. Diagram alir simulator

Dari hasil pengujian performa di atas, yaitu pengujian kecepatan konveyor dan juga waktu proses simulator pengepakan, maka hasil yang telah dihitung dan diukur ditampilkan pada Tabel 3. Dapat dilihat pada Tabel 3, bahwa dengan adanya produk yang ditolak oleh sistem dikarenakan tidak sesuai dengan spesifikasi maka waktu proses simulasi akan semakin lama. Hal itu disebabkan karena terjadinya proses penurunan kecepatan konveyor, dimana kecepatan konveyor *input* berkurang yang awalnya 9.0 rpm menjadi 4,9 rpm seperti yang bias dilihat pada pembahasan kecepatan konveyor. Hal ini mengakibatkan proses perpindahan produk dari awal hingga ke kotak kemasan bertambah lama. Dan juga dikarenakan *rejector* terlebih dahulu akan memasukkan produk tidak sesuai dengan

spesifikasi desain ke kotak *rejector* terlebih dahulu sebelum produk yang lainnya bisa dibawa dan dimasukkan kedalam kotak kemasan.

Apabila dibandingkan perhitungan antara waktu konveyor dari awal produk masuk hingga sampai ke tujuan akhir terhadap waktu aktual, diketahui terjadi perbedaan sebesar 1,32 detik. Waktu yang ditetapkan pada desain proses adalah 16,69 detik, sedangkan waktu aktual yang terjadi adalah 18,01 detik. Hal ini disebabkan karena adanya *delay* waktu sebesar 1,5 detik yang dibuat pada program PLC. *Delay* ini aktif pada saat produk sudah dihitung sebanyak lima kali oleh sensor ketiga. *Delay* ini berfungsi agar apabila saat sensor sudah menghitung produk sebanyak lima kali, konveyor pengepakan tidak langsung hidup dan membawa empat buah produk yang sudah ada pada kotak kemasan. Melainkan akan menunggu selama 1,5 detik, agar produk yang masih berjalan pada konveyor *input* bisa masuk kedalam kotak kemasan dan selanjutnya semua produk bisa sama-sama dibawa ke tujuan akhir dari proses simulator pengepakan ini.

Delay yang terdapat pada PLC adalah 1,5 detik sedangkan perbedaan waktu antara total simulasi dan perhitungan manual konveyor adalah 1,32 detik. Nilai tersebut sangat berdekatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa *delay* yang dibuat pada simulator pengepakan berfungsi dengan baik.

Tabel 3. Performa Simulator Pengepakan

No	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Performa Pengujian
1	Kec. Konveyor <i>input</i> tanpa beban solenoid	rpm	9.0
2	Kec. Konveyor <i>input</i> dengan beban solenoid	rpm	4.9
3	Kec. Konveyor pengepakan	rpm	8.7
4	Waktu percobaan konveyor <i>input</i>	detik	2.6
5	Waktu percobaan konveyor pengepakan	detik	1.69
6	Waktu percobaan <i>rejector</i> solenoid	detik	3.63
7	Waktu total proses tanpa barang <i>reject</i>	detik	18.01
8	Waktu total proses dengan 1 barang <i>reject</i>	detik	21.64
9	Waktu total proses dengan 2 barang <i>reject</i>	detik	25.27
10	Waktu total proses dengan 3 barang <i>reject</i>	detik	28.9
11	Waktu total proses dengan 4 barang <i>reject</i>	detik	32.53
12	Waktu total proses dengan 5 barang <i>reject</i>	detik	36.16

4. KESIMPULAN

Perbandingan hasil waktu desain proses dan aktual proses memiliki keakuratan yang tinggi. Waktu pada desain proses adalah 16,69 detik dan waktu pada aktual proses 18,01 detik. Terdapat perbedaan waktu sebesar 1,32 detik antara waktu desain proses dan waktu aktual proses. Perbedaan waktu tersebut didapat dari *delay* yang dibuat pada program PLC sebesar 1,5 detik. Perhitungan *delay* memiliki tingkat keakuratan yang besar yaitu 88%. Sehingga bisa disimpulkan program PLC dan *delay* yang dibuat berhasil untuk diaplikasikan pada simulator pengepakan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Caniago, E. R., 2010, Sistem Pengontrolan Mesin *Case Packer* (Mesin Pengisi Krat) Dengan Menggunakan PLC Tipe Siemens S7 – 200. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18448/7/Cover.pdf>.

- [2]. Paulus, Jimmy., 2011, Rancang Bangun Sistem Otomasi Produksi Lini *Counter* Dan *Packaging* Berbasis *PLC* (*Programable Logic Controller*). Universitas Diponegoro, Semarang, <http://eprints.undip.ac.id/33214/>
- [3]. Prabowo, Teddy., 2012, Simulasi Pengepakan Botol Secara Otomatis dengan Kendali Elektro Pneumatik dan PLC. Universitas Diponegoro. Semarang, <https://core.ac.uk/download/pdf/11737038.pdf>.
- [4]. French, Michael J. 1999, *Conceptual Design for Engineer*. Springer. London.