

## **Implementasi Digital Pressure Switch pada Proses Flame Treatment Sebagai Input Robot ABB**

### ***Implementation of Digital Pressure Switch in Flame Treatment Process as ABB Robot Input***

**Hadis Prayogi<sup>1</sup>, Ikhsan Kamil<sup>2</sup>, Murie Dwiyaniti<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Politeknik Negeri Jakarta  
Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425, Telp/Fax (021) 7270036

[hadis.prayogi.te19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:hadis.prayogi.te19@mhs.w.pnj.ac.id), [ikhsan.kamil@elektro.pnj.ac.id](mailto:ikhsan.kamil@elektro.pnj.ac.id), [murie.dwiyaniti@elektro.pnj.ac.id](mailto:murie.dwiyaniti@elektro.pnj.ac.id)

#### **ABSTRAK**

*Flame treatment* adalah proses yang memodifikasi permukaan benda dengan panas dari nyala api untuk meningkatkan daya rekat cat, laminasi, atau pelapisan pada bahan seperti plastik, karet, atau logam. Proses ini menggunakan robot lengan ABB dengan sistem pneumatik untuk memegang dan mengangkat botol plastik sebelum tahap pembakaran. Masalah utama dalam proses ini adalah fluktuasi tekanan udara, yang menyebabkan botol plastik terjatuh saat diambil oleh robot ABB, sehingga mengganggu kelancaran produksi. Solusi yang diusulkan pada penelitian ini adalah penggunaan *digital pressure switch*, perangkat elektronik yang mendeteksi tekanan udara dengan akurasi tinggi. *Digital pressure switch* memantau tekanan udara secara *real-time* dan menghentikan operasi jika tekanan tidak sesuai dengan rentang yang diinginkan. Ini menjaga stabilitas proses *flame treatment* dan memastikan botol dapat diambil dengan sempurna. Implementasi *digital pressure switch* meningkatkan efisiensi proses *flame treatment* sebesar 6 %, sehingga meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi.

**Kata kunci:** *digital pressure switch*, efisiensi, *flame treatment*, tekanan udara

#### **ABSTRACT**

*Flame treatment is a process that modifies the surface of an object using heat from a flame to improve the adhesion of paint, laminates, or coatings on materials such as plastic, rubber, or metal. This process uses an arm robot of ABB with a pneumatic system to hold and lift plastic bottles before the combustion stage. The main problem in this process is the fluctuation of air pressure, which causes the plastic bottles to fall when picked up by the ABB robot, disrupting the smooth flow of production. The proposed solution in this research is the use of a digital pressure switch, an electronic device that detects air pressure with high accuracy. The digital pressure switch monitors air pressure in real-time and stops operation if the pressure does not fall within the desired range. This maintains the stability of the flame treatment process and ensures that the bottles are picked up properly. The implementation of the digital pressure switch increases the efficiency of the flame treatment process by 6 %, thus improving the quality and efficiency of production.*

**Keywords:** *air pressure, digital pressure switch, efficiency, flame treatment*

## **1. PENDAHULUAN**

Sebagai perusahaan manufaktur botol minuman plastik, produk yang dihasilkan harus memiliki kualitas yang baik. Untuk mendapatkan produk yang berkualitas baik, tentu perusahaan harus mampu memastikan tingkat efektifitas dan efisiensi setiap mesin berjalan dengan baik.

Salah satu proses pengolahan botol plastik yang terdapat di PT. Philips Industries Batam adalah *Flame Treatment*. *Flame Treatment* (Perawatan nyala api) adalah proses perlakuan nyala gas ke permukaan substrat untuk mengubah tegangan permukaan. Beberapa contoh seperti kaca, plastik, dan polimer terdiri dari molekul non-polar yang panjang. *Flame Treatment* dengan cepat membawa nyala gas ke permukaan bahan-bahan ini dimana dapat memecah rantai molekul dan menambahkan gugus fungsi polar [1].

Botol plastik menjalani proses pengolahan yang melibatkan *flame treatment* yang terintegrasi dengan robot lengan ABB IRB1200 yang terhubung dengan sistem pneumatik. Tugas robot lengan tersebut adalah mengambil dan mengangkat botol dengan menggunakan vakum, kemudian membawanya untuk dilakukan proses pembakaran (*burning*). Proses *flame treatment* ini bertujuan untuk meningkatkan sifat tegangan permukaan botol plastik dan juga memodifikasinya secara kimiawi untuk adhesi yang lebih baik sebelum dilakukan proses *printing* [2]. Dengan demikian, proses ini memberikan persiapan yang optimal bagi botol plastik sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya dalam produksi.

Pada kenyataannya, di line produksi juga kerap kali ditemui masalah. Permasalahan yang sering terjadi yakni dalam proses pengambilan botol plastik oleh robot. Masalah utama yang ditemui adalah botol plastik sering terjatuh karena ketidakstabilan tekanan udara yang dipasok ke robot setiap waktu siklus pengambilan. Jumlah botol yang terjatuh tidak selalu sama, namun dalam setiap 50 kali waktu siklus pengambilan botol, rata-rata botol terjatuh dapat mencapai 2-3 kali. Hal ini tentu akan mengurangi efisiensi produksi. Untuk mengatasi hal ini, solusi yang tepat adalah pemasangan sensor *digital pressure switch*.

*Digital Pressure Switch* adalah sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mengetahui tekanan yang bekerja dalam suatu sistem pneumatik [3], [11]. *Digital Pressure Switch* berfungsi untuk mengatur tekanan secara otomatis dengan meminta peralatan menahan dan melepaskan benda kerja melalui adsorpsi vakum. Fungsi ini digunakan dalam aplikasi di mana adsorpsi vakum benda kerja dikonfirmasi oleh saklar tekanan. Selain itu, alat ini juga memiliki fungsi diagnostik mandiri dari sakelar tekanan, ini menunjukkan bahwa ada kesalahan yang dapat menyebabkan kegagalan sakelar [12]. Pemasangan *digital pressure switch* berfungsi untuk memonitor tekanan udara yang diberikan atau dipasok ke robot dan sebagai input sistem yang mampu memerintahkan kontroler. Sensor ini nantinya akan memberikan *feedback* berupa peringatan alarm pada antarmuka *joystick* atau *pendant* robot, sehingga operator akan segera mengetahui adanya kesalahan dalam sistem.

*Vacuum ejector* sendiri memiliki prinsip kerja yaitu suplai udara dapat dipertahankan selama kegagalan daya selama udara disuplai (20 ms atau lebih) dari katup pasokan dan memungkinkan katup pasokan untuk menahan. Energi terus menerus tidak diperlukan. Memberi energi pada katup pelepas untuk mematikan katup suplai. ini dapat mengurangi konsumsi daya [13]. Hal itu terjadi karena setiap perangkat kontrol tekanan dapat berfungsi secara independen [14]. *Vacuum ejector* sendiri terdiri dari unit katup vacuum, unit rakitan ejektor, dan unit saklar tekanan vacuum [15].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah botol plastik yang terjatuh selama proses pengambilan dan memastikan bahwa botol plastik dapat diambil dengan sempurna oleh robot. Dengan mengimplementasikan pemasangan *digital pressure switch*, diharapkan sistem pengambilan botol plastik dapat bekerja secara efektif dan efisien. Proses *flame treatment* pun diharapkan dapat berjalan dengan baik, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.

Dalam beberapa dekade terakhir, banyak teknologi telah dikembangkan secara ekstensif untuk memodifikasi sifat permukaan bahan polimer untuk menghasilkan produk jadi yang berharga. Contoh teknologi tersebut termasuk perawatan plasma, kimia, korona, api, dan implantasi ion. Teknik-teknik ini hanya mempengaruhi sifat kimia dan fisik dari lapisan permukaan terluar dengan kedalaman lapisan kulit yang efektif tergantung pada jenis perawatan dan kondisi perawatan, dan dengan demikian, mereka tidak mengubah sifat massal [4].

Pada antarmuka sulit dicapai disebabkan karena perbedaan kimiawi dari dua polimer yang berkontak, sebagai akibatnya, terbentuknya interaksi interatomik dan intermolekuler yang mengatur fenomena adhesi di antarmuka substrat/lapisan yang benar-benar frustrasi. Untuk membuat suatu permukaan rentan terhadap proses percetakan, telah dikembangkan sebuah strategi yang mempengaruhi fenomena adhesi, yaitu perawatan api (*Flame Treatment*) [5].

Dalam menjalankan fungsinya, *flame treatment*, dikendalikan oleh sebuah kontroler yang terkoneksi langsung dengan Robot ABB dengan pemrograman bahasa program tingkat tinggi ABB dan peralatan lain sehingga proses dapat berjalan dengan baik dan terkendali [6].

Untuk sistem pembakar api, *flame treatment* menggunakan jenis *smooth flame burner* yang memiliki pola nyala api yang konsisten dan stabil dengan rasio *turn down* yang fleksibel, panjang nyala api yang dapat disesuaikan, dan dapat digunakan dengan semua gas [7].

IRB 1200 adalah salah satu robot industri 6-sumbu ABB, dengan beberapa varian yang dirancang untuk bekerja di berbagai lingkungan. Varian IRB 1200 yang berbeda mendukung untuk digunakan pengontrol IRC5/IRC5C atau pengontrol OmniCore, atau keduanya [8].

IRB 1200 disesuaikan untuk lingkungan industri normal. Tergantung varian robot, end effector akhir dengan berat maksimal 5 atau 7 kg, termasuk muatan, dapat dipasang pada flensa pemasangan robot (axis 6). Peralatan lainnya, dengan berat maksimum 0,3 kg, dapat dipasang di lengan atas [9].

## Implementasi Digital Pressure Switch pada Proses...

*Programming* robot dilakukan menggunakan *software* RobotStudio. RobotStudio adalah perangkat lunak resmi ABB yang memanfaatkan sifat tablet yang akrab dan mudah digunakan, aplikasi ini memudahkan untuk melakukan operasi seperti kalibrasi, program pengeditan, atau *jogging*. Dikombinasikan dengan ABB *Safety* tiga posisi yang memungkinkan keamanan perangkat tidak terganggu [10].

Melalui integrasi robot lengan ABB IRB1200 yang terhubung dengan *flame treatment* sistem pneumatik, dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses industri yang menggunakan pengambilan botol plastik dengan bantuan robot.

## 2. METODE PENELITIAN

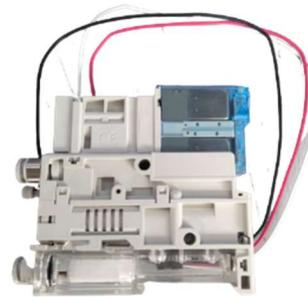
Metode penelitian yang digunakan untuk mengkaji implementasi *digital pressure switch* pada proses *flame treatment* botol plastik adalah metode penelitian eksperimental dan pengamatan. Metode ini cocok digunakan karena mengkaji implementasi teknologi baru yang digunakan dalam proses produksi botol plastik dan pemrograman robot ABB. Dalam metode ini, peneliti akan melakukan percobaan dengan menggunakan *digital pressure switch* yang terhubung dengan *vacuum ejector* pada proses *flame treatment* botol plastik dan pemrograman robot ABB menggunakan *software* RobotStudio. Kemudian, hasil percobaan akan dianalisis untuk mengetahui efektivitas dan kehandalan dari implementasi teknologi tersebut dalam proses produksi.

Secara umum implementasi sensor *digital pressure switch* pada proses *flame treatment* tidaklah rumit, yakni penambahan sensor sebagai komponen utama improvisasi sistem, lalu sensor terhubung pada *vacuum ejector* yang berfungsi sebagai katup suplai udara. Kemudian, kontroler sebagai pengendali utama sistem yang berperan penting dalam pergerakan robot yang nantinya akan bertindak sebagai subjek dalam pemrosesan aktivitas pembakaran pada *flame treatment*.

Percobaan dilakukan secara dua tahap yang masing-masing diambil data sebanyak 50 kali. Tahap pertama yaitu sebelum dilakukan instalasi atau pemasangan *digital pressure switch* dan *vacuum ejector* pada sistem *flame treatment*. Tahap kedua dilakukan setelah dilakukan instalasi atau pemasangan *digital pressure switch* (Gambar 1) dan *vacuum ejector* (Gambar 2) pada sistem *flame treatment*.



Gambar 1. *Digital pressure switch*



Gambar 2. *Vacuum ejector*

Penelitian ini dilakukan di PT. Philips Industries Batam Departemen Mother and Child Care yang beralamat di Panbil Industrial Estate, Factory B1 Lot 1-6, B2A, Jl. Ahmad Yani No. Lot 12 - 17, Muka Kuning, Nongsa, Batam City, Riau Islands 29433, pada area proses *flame treatment* (Gambar 3).



Gambar 3. Area proses *flame treatment*

## Implementasi Digital Pressure Switch pada Proses...

*Flame Treatment* bekerja secara berulang (*looping*) dalam beberapa tahapan. Gambar 4 merupakan diagram blok cara kerja dari sistem dan tahapan pengerjaan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Diagram blok cara kerja sistem



Gambar 5. Flowchart tahapan pengerjaan

Tahapan awal dalam sebelum pengujian tentunya melakukan instalasi dan *adjustment Digital Pressure Switch*. *Digital pressure switch* dipasang sebanyak dua buah lalu terminalnya dihubungkan pada suplai daya 12 Volt dan outputnya sebagai input untuk kontroler.

Langkah selanjutnya setelah dilakukan instalasi adalah melakukan pemrograman pada *software*

## Implementasi Digital Pressure Switch pada Proses...

RobotStudio. Pemrograman bertujuan untuk memastikan sensor tersebut mampu diaplikasikan pada sistem *flame treatment* dengan memberikan sinyal agar robot dapat melakukan aktifitas tertentu. Pada sistem ini, peneliti ingin membuat proses robot menjadi berhenti sesaat ketika tekanan udara yang dipasok ke robot tidak sesuai dengan rentang nilai tekanan yang diatur dan sensor membaca nilai lalu memberikan alarm berupa tulisan yang muncul pada tampilan pendant (Gambar 7).

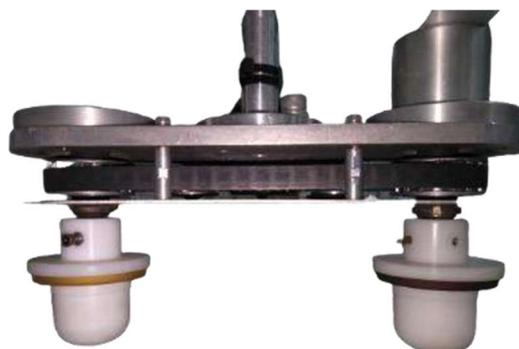
```
125 PROC r_process()
126 WHILE di_Auto = 1 and DI7_BurnerOn_Signl = 1 DO
127   Waituntil b_PushDone = TRUE;
128   Waituntil b_PickReady = TRUE;
129   MoveJ p_Pick1, v_Production, z10, tool0;
130   Set do_Vacc1;
131   MoveJ RelTool(p_Pick1,0,0,150-n_BottleHeight-n_PickOffset), v200, z0, tool0;
132   Vacc1Tool;
133   Vacc2Tool;
134   Set do_MotorON;
135   WaitDI DI8_Motortracing, 0;
136   WaitDI DI8_Motortracing, 1;
137   MoveJ RelTool(p_BfrFlame, n_FlameHeight, -10,0), v_Production, z20, tool0;
138   IF DI7_BurnerOn_Signl = 0 THEN
139     WaitDI DI7_BurnerOn_Signl, 1;
140   ENDIF
141   MoveJ RelTool(p_AftFlame, n_FlameHeight, -10,0), v_Flame, z0, tool0;
142   Reset do_MotorON;
143   Reset do_FlameHi;
144   WaitDI DI8_Motortracing, 0;
145   WaitDI DI8_Motortracing, 1;
146   WHILE di_Placesensor = 0 DO
147     MoveJ RelTool(PlaceBf, n_FlameHeight, -10,0), v80, z0, tool0;
148     Reset do_FlameHi;
149     WaitDI di_Placesensor, 1;
150   ENDWHILE
151   MoveJ p_Place, v_Production, fine, tool0;
152   MoveJ RelTool(p_Place,0,0,n_PlaceOffset-n_BottleHeight), v_Production, fine, tool0;
153   Reset do_Vacc1;
154   Reset do_Vacc2;
155   PulseDO VLength:1.0, do_Blow;
156   WaitTime 0.5;
157   MoveJ p_Standby, v_Production, z50, tool0;
158 ENDWHILE
159 ENDPROC

161 PROC Vacc1Tool()
162 VAR bool btimeout;
163 VAR num ntimeout;
164
165 RecheckOpen1:
166 Set do_Vacc1;
167 ntimeout=-1.5;
168 Waituntil di_PressSM_Vacc1-1VaxTime:ntimeout/TimeFlag: btimeout;
169 IF btimeout THEN
170   TPWrite "Vacc1 Failed, Please Check Air Pressure";
171   btimeout:= FALSE;
172   Goto AfterVacc1;
173 ENDIF
174
175 AfterVacc1:
176 WaitTime ;
177 MoveJ p_Pick1, v_Production, z10, tool0;
178 MoveJ p_Pick2, v_Production, z10, tool0;
179 Set do_Vacc2;
180 MoveJ RelTool(p_Pick2,0,0,150 - n_BottleHeight - n_PickOffset), v200, z0, tool0;
181 ENDPROC
182
183 PROC Vacc2Tool()
184 VAR bool btimeout;
185 VAR num ntimeout;
186
187 RecheckOpen2:
188 Set do_Vacc2;
189 ntimeout=-1.5;
190 Waituntil di_PressSM_Vacc2-1VaxTime:ntimeout/TimeFlag: btimeout;
191 IF btimeout THEN
192   TPWrite "Vacc2 Failed, Please Check Air Pressure";
193   btimeout:= FALSE;
194   GOTO AfterVacc2;
195 ENDIF
196
197 AfterVacc2:
198 WaitTime ;
199 MoveJ p_Pick2, v_Production, z20, tool0;
200 Set do_FlameHi;
201 b_PickReady := FALSE;
202 ENDPROC
```

Gambar 7. Program pada Software RobotStudio

Program pada Gambar 7 menjelaskan adanya penambahan *sequence* pada *main program* yakni pada bagian kotak berwarna merah. Program tersebut merupakan proses kerja dari *digital pressure switch* saat sistem sedang berjalan. Pada baris 168 hingga seterusnya menjelaskan bagaimana sensor 1 dan 2 sedang membaca apakah tekanan udara yang dipasok sesuai dengan rentang nilai yang diatur atau tidak, jika sensor 1 mendeteksi tekanan udara tidak sesuai rentang nilai maka sistem akan memberikan peringatan berupa kalimat “*Vacc1 Failed, Please Check Air Pressure*” pada tampilan *interface (joystick)* lalu sistem akan berhenti. Begitu pula jika sensor 2 mendeteksi tekanan udara tidak sesuai rentang nilai maka sistem akan memberikan peringatan berupa kalimat “*Vacc2 Failed, Please Check Air Pressure*” lalu sistem akan berhenti. Namun, apabila sensor *digital pressure switch* membaca tekanan udara sesuai dengan rentang nilai yang diatur maka sistem akan melanjutkan tugasnya.

Kemudian peneliti mencoba mengaplikasikan sensor pada sistem *flame treatment* (Gambar 8) dan melihat apakah tekanan udara pada sistem sesuai dengan *range* tekanan udara yang sudah diatur sebelumnya pada *digital pressure switch* (10-15 kPa untuk vacuum 1 dan 70-80 kPa untuk vacuum 2).



Gambar .8 Aplikasi End Effector Vacuum pada Ujung Lengan Robot

Terakhir, setelah dilakukan pemrograman selanjutnya adalah pengujian/pengambilan data. Pengujian ini bertujuan mengetahui berapa waktu siklus setiap proses *looping* dan mengetahui tekanan udara yang terpasok ke robot di setiap waktu siklus sekaligus mengamati kinerja sensor jika didapatkan tekanan udara tidak stabil. Alat yang digunakan untuk pengujian atau pengambilan data antara lain:

- a. Digital Pressure Switch (sudah terpasang)
- b. Timer
- c. Kamera (*smartphone*)
- d. Alat Tulis
- e. Botol Plastik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sensor di-*install* dan dipastikan bekerja dengan baik serta pemrograman juga telah dilakukan, saatnya melakukan pengujian/*running test*. Disini peneliti mengambil 50 kali waktu siklus robot mengambil botol. Peneliti mencatat tekanan udara yang dipasok ke vacuum 1 dan vacuum 2 melalui tampilan *display* sensor *digital pressure switch*. Data percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil percobaan pengukuran tekanan udara

No.	Before Programming		After Programming	
	Vacuum 1 Air Pressure (kPa)	Vacuum 2 Air Pressure (kPa)	Vacuum 1 Air Pressure (kPa)	Vacuum 2 Air Pressure (kPa)
1	13	76.8	13.7	78.8
2	12.9	76.7	13.7	80
3	13	76.9	13.8	79.9
4	13.1	76.9	13.7	79.9
5	13.2	76.8	13.7	79.9
6	13.2	76.9	13.9	79.8
7	12.9	76.9	13.8	79.9
8	13	76.9	13.7	79.9
9	12.9	76.9	13.9	79.9
10	13	76.9	13.7	79.9
11	12.9	76.2	13.9	79.8
12	13.1	77.2	13.5	79.9
13	13.1	76.4	13.7	79.8
14	12.9	76.3	13.6	79.9
15	13.1	76.4	13.7	79.8
16	13.3	76.3	13.7	79.9
17	13.3	76.4	13.7	79.8
18	13	76.4	13.6	79.9
19	13	76.3	13.6	79.9
20	13	76.5	13.8	79.9
21	13	76.4	13.6	79.9
22	13.2	76.5	13.6	79.9
23	13.1	76.6	13.5	79.9
24	13.2	76.6	13.6	79.9
25	13.1	76.5	13.7	79.9
26	13.1	76.6	13.6	79.9
27	13	76.8	13.5	79.9
28	13	76.9	13.6	79.9
29	12.9	76.9	13.6	79.9
30	13	77	13.6	80
31	12.9	77.1	13.5	79.9
32	12.9	77.1	13.5	80
33	12.9	77.2	13.5	79.9
34	13	77.2	13.5	79.9
35	12.9	77.2	13.6	79.9
36	13	77.3	13.5	79.9
37	12.9	77.4	13.6	79.9
38	12.9	77.3	13.7	79.9

## Implementasi Digital Pressure Switch pada Proses...

No.	Before Programming		After Programming	
	Vacuum 1 Air Pressure (kPa)	Vacuum 2 Air Pressure (kPa)	Vacuum 1 Air Pressure (kPa)	Vacuum 2 Air Pressure (kPa)
39	12.8	77.1	13.7	79.9
40	12.9	77.1	13.7	79.9
41	12.8	77.5	13.7	79.9
42	12.8	77.4	13.6	79.9
43	12.9	77.2	13.7	<b>80.5</b>
44	12.8	77.5	13.5	79.9
45	12.9	77.4	13.5	79.9
46	12.9	77.4	13.5	79.9
47	13.1	77.4	13.5	79.9
48	13	77.2	13.7	79.9
49	13	77.3	13.7	79.9
50	12.9	77.2	13.5	79.9

<p>Keterangan: Robot akan terus beroperasi meskipun alat ukur membaca tekanan udara kurang atau lebih dari <i>range</i> yang diatur.</p>	<p>Keterangan: Robot akan diam pada step ke-43 dikarenakan melebihi <i>range</i> nilai yang diatur pada <i>digital pressure switch</i>.</p>
--	---

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada percobaan atau waktu siklus (*cycle time*) ke 43 setelah melakukan implementasi dan pemrograman, tekanan udara yang dipasok ke *vacuum 2* melebihi rentang nilai kestabilan yang diatur (70-80 kPa) yakni 80.5 kPa (percobaan ke-43 *vacuum 2*), maka sensor memberi sinyal untuk sistem tidak melanjutkan tugasnya dengan kata lain sistem berhenti.



Gambar 9. Grafik data hasil percobaan

Grafik 9 merupakan bentuk visual dari Tabel 1 yang memperlihatkan bagaimana tingkat stabilitas tekanan udara yang dipasok ke sistem setiap waktu siklus (*cycle time*) sebelum dan setelah mengimplementasikan sensor *digital pressure switch*. Pada grafik terlihat garis yang sedikit bergelombang menandakan adanya perubahan nilai tekanan udara yang dipasok ke sistem (berlebih atau berkurang), yaitu pada percobaan ke-43. Pada kondisi tersebut perubahan nilai tekanan udara diluar dari rentang nilai yang diatur (didalam kotak merah) maka robot akan diam dan tidak melanjutkan prosesnya dikarenakan sensor memberi sinyal perubahan tekanan udara yang signifikan. Posisi saat robot mengambil botol terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Posisi Robot saat Mengambil Botol

Perhitungan persentase peningkatan produksi:

$$\text{Peningkatan Produksi} = 100\% \times (\text{produksi setelah implementasi} - \text{produksi sebelum implementasi}) / 50$$

Dalam kasus ini, produksi yang diukur adalah jumlah botol plastik yang berhasil diambil oleh robot sebelum dan setelah implementasi digital pressure switch dengan asumsi jumlah botol terjatuh dan tidak terambil sempurna oleh robot dalam dalam 50 kali waktu siklus pengambilan sebelum implementasi adalah sebanyak 3 botol.

Produksi sebelum implementasi = 47 botol

Produksi setelah implementasi = 50 botol

Dengan menggunakan rumus: Peningkatan Produksi =  $100\% \times (50-47) / 50 = 6\%$

Jadi, persentase peningkatan produksi dari implementasi digital pressure switch pada proses flame treatment botol telah meningkat sebesar 6%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisa pengujian mengenai implementasi *digital pressure switch* pada proses *flame treatment* botol plastik dan pemrograman robot abb menggunakan *software* Robottudio, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor *digital pressure switch* mampu bekerja sebagai monitor stabilitas tekanan udara dan juga sebagai sensor tekanan udara yang mampu memerintahkan kontroler untuk melanjutkan atau memberhentikan sistem. Kemudian, dengan adanya implementasi *digital pressure switch* mampu mengurangi jumlah botol plastik yang terjatuh selama proses pengambilan dan memastikan bahwa botol plastik dapat diambil dengan sempurna oleh robot sehingga persentase peningkatan produksi dari implementasi digital pressure switch pada proses flame treatment botol telah meningkat sebesar 6%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] "THE INS & OUTS OF FLAME TREATMENT FOR ADHESION," 3 May 2022. [Online]. Available: <https://www.inkcups.com/blog/the-ins-outs-of-flame-treatment-for-adhesion/#:~:text=First%20off%2C%20flame%20treatment%20is%20necessary>.
- [2] Brighton Science, "Surface Treatment Processes: Flame Treatment," February 2017. [Online].
- [3] L. K. Munandar, "Mengenal Jenis – Jenis Sensor Dan Pemanfaatannya Di Dunia Industri," 2021.
- [4] J. Song, U. Gunst, H. F. Arlinghaus and G. J. Vancso, "Flame treatment of low-density polyethylene: Surface chemistry across the length scales," *ELSEVIER*, 2007.
- [5] S. Farris, S. Pozzoli, P. Biagioni, L. Duó, S. Mancinelli and L. Piergiovanni, "The fundamentals of flame treatment for the surface activation of polyolefin polymers - A review," *ELSEVIER*, p. 1, 2010.
- [6] ABB, "IRC5 - Industrial Robot Controller," 2023. [Online].
- [7] I. Maulana and I. Akbar, "Kaji Eksperimen Pengaruh Rasio Panjang Pipa Udara - bahan bakar terhadap karakteristik api pada inverse diffusion flame berbahan bakar LPG.," *SEMANTIC SCHOLAR*, 2020.

- [8] R. Hamid, "Rancang Bangun Robot Pengangkat Box Berbasis Mikrokontroler ATmega16," SEMANTIC SCHOLAR, 2017.
- [9] H. S. Maha, Y. D. Thantowi and C. A. Saputra Tamba, "Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Dengan Sensor Ping Hc-Sr04 Dan Sensor Inframerah," SEMANTIC SCHOLAR, 2021.
- [10] ABB, "IRC5 Industrial Robot Controller," in *RobotStudio Online*, 2019.
- [11] A. Setiawan, Sumardi and I. Setiawan, "Perancangan Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat Menggunakan Programmable Logic Controller," 2011.
- [12] SMC Corporation, "Digital Pressure Switch," in *Definition and terminology*, 2022, p. 13.
- [13] D. Sugati, D. I. Indarto and M. I. Sutrisno, "Studi Eksperimental Mengenai Liquid-Gas Ejector Sebagai Vacuum Pump Menggunakan Swirl Generator," SEMANTIC SCHOLAR, 2015.
- [14] E. Chalmers, E. Lou, D. Hill, V. H. Zhao and M. -S. Wong, "Development of a Pressure Control System for Brace Treatment of Scoliosis," in *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 20, no. 4, pp. 557-563, July 2012, doi: 10.1109/TNSRE.2012.2192483.
- [15] K. You, T. F. Burks and J. K. Schueller, "Development of an adaptable vacuum based orange picking end effector," *AgricEngInt*, p. 58, 2019.