

**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* DAN *CONTROLLING* MENGGUNAKAN  
*SMARTPHONE* PADA STASIUN KERJA *DELAY* DAN *PICK AND PLACE*  
*SIMULATOR BOTTLING PLANT* DENGAN METODE *WATERFALL***

***DESIGN OF MONITORING AND CONTROLLING SYSTEM USING SMARTPHONE IN  
DELAY WORKSTATION AND PICK AND PLACE SIMULATOR BOTTLING PLANT  
WITH WATERFALLEM MONITORING AND CONTROLLING METHOD USING  
SMARTPHONE ON PICK AND PLACE SIMULATOR BOTTLING PLANT  
WORKSTATION WITH WATERFALL METHOD***

Mochammad Dimas Nauval<sup>1</sup>, Haris Rachmat<sup>2</sup>, Murman Dwi Prasetyo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>mdimasnauval@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>harisrachmat@telkomuniveristy.co.id,

<sup>3</sup>murmandwi@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**

Pandemi Covid-19 mengakibatkan pembatasan karyawan yang melakukan work from office pada perusahaan. Sebagian besar yang bekerja secara work from home adalah karyawan middle level hingga top management level yang bertindak sebagai pengambil keputusan. Sehingga diperlukan sistem untuk monitoring dan controlling jarak jauh sebagai dasar pengambil keputusan. Salah satu perusahaan yang terdampak adalah perusahaan minuman kemasan botol. Simulator bottling plant merupakan alat yang memperagakan proses pengisian botol hingga proses pengemasan dengan skala mikro dari proses produksi aslinya. Berdasarkan pernyataan sebelumnya maka dilakukan perancangan sistem monitoring dan controlling terhadap bottling plant secara real-time dan jarak jauh dengan *controller programmable logic controller* (PLC). Perancangan menggunakan metode waterfall karena kualitas sistem yang dihasilkan baik dengan pengembangan sistem yang terorganisir atau teratur. Selain itu Tahapan yang berurutan secara linear menyebabkan proses menjadi lebih mudah dipahami oleh seluruh tim yang terlibat. Hasil penelitian ini yaitu sistem yang dapat melakukan monitoring dan controlling terhadap simulator bottling plant menggunakan aplikasi pada smartphone secara real-time dengan *delay* 0.55 detik pada *delay station* dan 0.548 detik pada *pick and place station*.

**Kata kunci:** *Simulator Bottling Plant, PLC, Monitoring, Controlling, Aplikasi, Realtime*

**Abstract**

*The Covid-19 pandemic has resulted in employees working from the office at the company. Most of those who work from home are middle-level employees to top-level management who act as decision makers. So we need a system to monitor and control remotely as a basis for decision making. One of the companies that founded is a bottled beverage company. The bottling plant simulator is a tool that demonstrates the bottle filling process to the micro-scale packaging process from the death production process. Statement Based on the foregoing, a real-time and remote monitoring and control system for the bottling plant is designed with a programmable logic controller (PLC). The design uses the waterfall method with the resulting quality either with regular or regular system development. In addition, the stages that are sequentially linear make the process easier to reach by the entire team involved. The results of this study are a system that can monitor and control the bottling plant simulator using an application on a smartphone in real-time with a delay of 0.55 seconds at the delay station and 0.548 seconds at the pick and place station.*

**Keywords:** *Simulator Bottling Plant, PLC, Monitoring, Controlling, application, Realtime*

## 1. Pendahuluan

Sejak awal tahun 2020 terdapat pandemi Covid-19, pemerintah memerintahkan kepada seluruh pihak termasuk perusahaan untuk *working from home* (WFH) yang diatur pada surat edaran menteri komunikasi dan informatika republik indonesia nomor 4 tahun 2020. instruksi menteri dalam negeri nomor 15 tahun 2021, kegiatan pada sektor industri diberlakukan 50% (lima puluh persen) maksimal staf *work from office* (WFO). Perusahaan industri dan manufaktur tidak dapat memilih karyawan *lower level* (*operator*) untuk bekerja secara *work from home* karena berhubungan langsung dengan proses produksi. Oleh sebab itu, perusahaan memilih karyawan *middle level* seperti *supervisor* dan *manager* hingga *top level* untuk bekerja secara *work from home*. Dengan adanya kondisi tersebut, karyawan yang bekerja secara *work from home* tidak dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* secara *real-time*.

Berdasarkan permasalahan saat pandemi yang menyebabkan beberapa karyawan harus *work from home*, maka dibutuhkan pembaharuan sistem pada sektor industri. Menurut [1],kata otomasi pada sektor industri menjadi sangat umum setelah adanya covid-19 dikarenakan pembatasan karyawan yang bekerja *work from office*. Otomasi menjadi solusi untuk saat ini pada sektro manufaktur untuk tetap melakukan kegiatan produksi di perusahaan.

Salah satu jenis perusahaan yang terdampak pembatasan karyawan adalah perusahaan yang memproduksi minuman kemasan. Akibat pandemi covid-19, penggunaan otomasi yang efisien membutuhkan transformasi proses, mengubah yang biasa dilakukan, bahkan yang tidak berkaitan dengan otomasi [2]. Dengan pendekatan proses produksi minuman kemasan botol, penelitian ini direpresentasikan dengan *simulator bottling plant*. *Simulator bottling plant* merupakan alat yang memperagakan proses pengisian botol hingga proses pengemasan dengan skala mikro dari proses produksi aslinya.

Pada penelitian ini, *simulator bottling plant* yang dijadikan sebagai objek penelitian melakukan simulasi proses produksi bagian *filling* hingga *pick and place* dari perusahaan minuman kemasan botol. Terdapat 5 stasiun kerja pada *simulator bottling plant* yaitu *filling station*, *separating station*, *processing station*, *delay station*, dan *pick and place station*. Pada *filling station* dilakukan proses pengisian air pada botol, *separating station* dilakukan pemisahan botol untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya, *processing station* dilakukan proses pemberian tutup botol, *delay* dilakukan proses persiapan *packaging box* sebagai tempat botol, *pick and place station* melakukan proses pemilihan 2 botol untuk lalu di simpan pada *box*.

Pada *simulator bottling plant*, *user* melakukan kegiatan *monitoring* dan *controlling* untuk mengetahui proses apa saja yang sedang berjalan dan alat apa saja yang sedang beroperasi serta jumlah produk yang telah dihasilkan. Kegiatan *monitoring*, *user* melakukan pengawasan terhadap proses *simulator* yang sedang berjalan dengan memperhatikan *sensor* dan aktuator (*solenoid*, *motor*, *konveyor*) apakah berjalan sesuai dengan fungsinya atau tidak serta mengetahui jumlah produk yang telah dihasilkan. Kegiatan *controlling*, *user* dapat mengendalikan *simulator* dari proses awal hingga proses akhir dengan difasilitasi fitur-fitur yang terdapat pada *simulator* tersebut.

*Human Machine Interface* (HMI) sebagai alat untuk melakukan *monitoring* dan *controlling* telah dihubungkan dengan *simulator bottling plant*. Namun dengan menggunakan HMI terdapat kendala berupa terbatasnya penggunaan secara fleksibel yaitu tidak dapat dilakukan *monitoring* dan *controlling* secara jarak jauh. Dengan memperhatikan kemudahan dan efisiensi waktu, maka perlu dirancang suatu sistem *monitoring* dan *controlling* pada *simulator bottling plant* yang dapat diakses secara *realtime* dan secara jarak jauh.

Dengan berkembangnya teknologi informasi, *monitoring* dan *controlling* dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Internet of Things*. *Internet of Thing* (IOT) adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data dari sumber ke tujuan atau manusia ke computer [3]. Aktivitas dapat dilakukan secara praktis, oleh karena itu sistem *monitoring* dan *controlling* yang akan dirancang mampu menjadi inovasi baru untuk pemecahan masalah pada *simulator bottling plant*. Sistem aplikasi pada android dapat menjadi solusi untuk melakukan *monitoring* dan *controlling*. Penerapan sistem tersebut akan memudahkan operator dalam menjalankan *simulator* dan mengetahui proses apa saja yang sedang berjalan. Sistem tersebut diimplementasikan pada *simulator bottling plant* pada stasiun kerja *delay* dan *pick and place*.

Untuk dapat merancang sistem *monitoring* dan *controlling* pada *simulator bottling plant* dengan stasiun kerja *delay* dan *pick and place* pada penelitian ini menggunakan metode *waterfall*. Pendekatan pengembangan perangkat lunak “*Waterfall*” tradisional adalah model tahap yang mengalir ke bawah untuk mengembangkan perangkat lunak yang membutuhkan desain awal yang substansial [4]. Dalam pengembangan sistem, metode *waterfall* melakukan

perancangan dengan terorganisir dan teratur, karena setiap fase harus terselesaikan dengan lengkap sebelum melangkah ke fase berikutnya [5]. Langkah-langkah yang diterapkan pada konsep metode *waterfall* terdiri dari *Requirement, Design, Implementation and unit testing, Integration and System Testing, and Maintenance* [6]. *Requirement* dilakukan untuk mengetahui atau mengidentifikasi kebutuhan untuk merancang sistem seperti kebutuhan sistem *hardware* dan perancangan program. Setelah dilakukan identifikasi kebutuhan pada sistem, dilakukan *Design* atau perancangan pada sistem *hardware* dan program PLC (*Programmable Logic Controller*) serta program pada aplikasi. Lalu langkah selanjutnya yaitu implementasi dan pengetesan pada setiap unit seperti tes pada sistem *hardware* apakah PLC sudah terkoneksi dengan WIFI atau tidak dan program yang sudah dirancang apakah sudah sesuai yang diinginkan atau tidak. Setelah *unit testing* dilakukan, maka selanjutnya *Integration* agar Aplikasi dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* pada *simulator* dengan bantuan *controller* PLC yang telah terhubung dengan internet melalui kabel LAN pada WIFI. Setelah berhasil diintegrasikan, maka dilakukan *maintenance* jika ada pembaharuan dan perbaikan pada sistem yang telah dirancang.

Pada sistem *monitoring* dan *controlling* yang akan dirancang dengan didukung metode *waterfall* tersebut, sistem dibuat agar memudahkan *user* dalam melakukan *monitoring* dan *controlling* secara *realtime* dan *online*. Dengan aplikasi yang akan dirancang tersebut, dapat menjalankan dan memberhentikan *simulator bottling plant* serta melakukan *emergency stop*. Hal tersebut berfokus pada sistem *controlling*, sedangkan untuk sistem *monitoring*, aplikasi dapat memunculkan indikator aktif/nonaktif *sensor (input)* dan proses yang sedang berjalan dengan menampilkan indikator lampu. Aplikasi tersebut terkoneksi dengan PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai *controller* pada *simulator bottling plant*.

Setelah dilakukan studi literatur terhadap tugas akhir sebelumnya dan permasalahan yang dihadapi pada kondisi pandemi serta didukung teknologi yang berkembang dan mengacu terhadap permasalahan pada sistem, dapat diketahui bahwa *user* tidak bisa melakukan pengendalian dan pengawasan secara fleksibel dan tidak dapat melakukan keputusan secara cepat. Oleh karena itu, untuk mengembangkan sistem secara berkelanjutan perlu dibuat aplikasi yang terhubung secara *online* terhadap *simulator bottling plant* pada *delay* dan *pick and place station* menggunakan *smartphone*. Hal tersebut dapat menjadikan pembaharuan pada *simulator bottling plant* dan akan membantu *user* dalam mengontrol dan *monitoring* baik secara *online* dan *real-time* serta sangat memungkinkan adanya akses jarak jauh dengan menggunakan koneksi internet.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* (IoT) telah memberikan peluang yang menjanjikan untuk membangun sistem dan aplikasi industri yang kuat dengan memanfaatkan identifikasi frekuensi radio (RFID) di mana-mana, dan perangkat nirkabel, seluler, dan *sensor*. Berbagai aplikasi industri IoT telah dikembangkan dan digunakan dalam beberapa tahun terakhir [7]. Tujuan sistem menentukan dan mendefinisikan fungsi dan desain dari sistem tersebut, mulai dari apa yang diukur dan dikontrol, tipe dan volume data yang dikumpulkan, di mana dan bagaimana mengumpulkannya, dan jenis layanan yang diperlukan untuk memproses data dalam rangka menghasilkan proyeksi dari hasil (*outcomes*).

Setelah menentukan tujuan dari sistem yaitu perancangan konseptual dan sistem arsitektur. Pada perancangan sistem IoT dapat dipengaruhi oleh karakteristik dan topologi lingkungan yang akan di monitor dan dikendalikan. Tahapan ini akan ditentukan beberapa hal yaitu sebagai berikut.

1. Pengumpulan data dan penempatan sensor  
Sifat dan variasi data yang akan dikumpulkan menentukan jenis dan penempatan sensor yang perlu dipasang.
2. Konektivitas  
Penempatan sensor sangat ditentukan oleh lokasi fenomena fisik yang akan diamati. Misalnya, sensor yang tersebar secara fisik dalam penggunaan pertanian atau tambang terbuka biasanya memerlukan beberapa bentuk jaringan nirkabel. Kurangnya daya listrik pada titik penginderaan mengamanatkan penggunaan baterai.
3. Alur data dan kontrol  
Aspek penting dari desain konseptual sistem IoT adalah definisi fungsi pemrosesan data yang perlu dilakukan untuk memenuhi tujuannya. Itu perlu memperoleh pengukuran dunia fisik dan mengubahnya menjadi wawasan dan akhirnya tindakan.

4. Format data (Penamaan)

Bagian yang sangat penting dari proses desain adalah memilih format data dan metadata untuk transportasi dan penyimpanan.

5. Keamanan

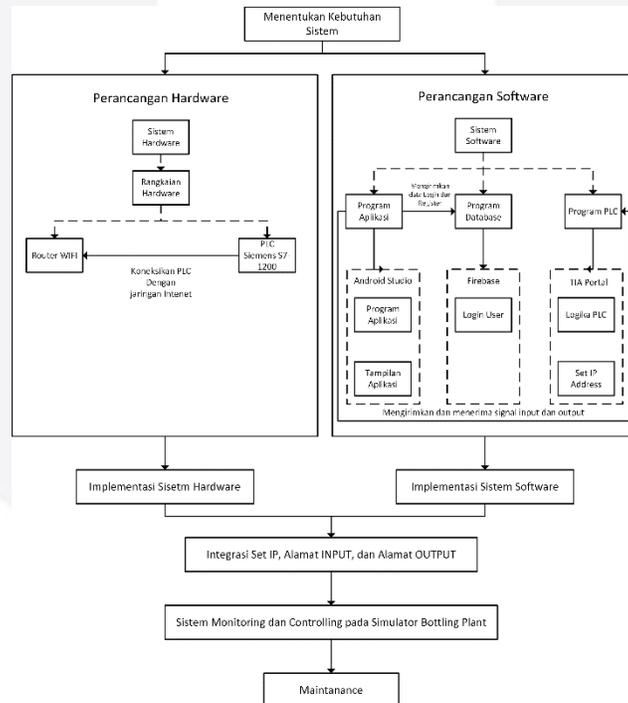
Desain keamanan sistem dimulai dengan analisis ancaman dan penilaian risiko yang memengaruhi persyaratan desain dan menginformasikan keputusan implementasi.

**2.2 Programmable Logic Controller (PLC)**

Pada dunia industri saat ini, dengan berkembangnya teknologi yang semakin canggih akan semakin dibutuhkan sistem otomatisasi, hal itu dilakukan seiring munculnya teknologi PLC (*Programmable Logic Controller*). PLC secara global dikenal sebagai “*work house*” otomasi industri. Penemuannya digunakan untuk menggantikan relai yang berukuran besar untuk mengendalikan mesin [8]. PLC tersebut merupakan *device* untuk mengamati masukan atau *input* seperti halnya *sensor*, kemudian di proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya atau *output* seperti lampu, motor, dll dengan *logic* 0 atau 1 (Program hidup atau mati). Pengguna PLC (*Programmable Logic Controller*) membuat program dengan menggunakan Bahasa *Ladder Diagram* atau diagram tangga yang kemudian dijalankan oleh PLC yang bersangkutan.

Komunikasi data mengacu pada cara yang berbeda bahwa sistem berbasis mikroprosesor PLC berkomunikasi satu sama lain dan ke perangkat lainnya. Terdapat protokol komunikasi pada PLC yaitu modbus. Modbus adalah protokol komunikasi serial yang awalnya dikembangkan oleh Modicon untuk digunakan pada PLC. Hal ini telah menjadi protokol komunikasi standar dalam industri dan merupakan salah satu sarana yang paling umum tersedia untuk menghubungkan perangkat elektronik industri. Pada penelitian ini, modbus yang digunakan adalah type TCP/IP (Ethernet/IP) yang merupakan protokol komunikasi terbuka berdasarkan CIP (Common Industrial Protocol) yang digunakan di DeviceNet dan ControlNet. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menghubungkan informasi dengan baik antara perangkat yang menjalankan protokol EtherNet/IP tanpa perangkat keras khusus [9].

**3. Model Konseptual**



Gambar 1 Model Konseptual

Tahap pertama yang dilakukan yaitu perancangan sistem pada *hardware*. Dalam melakukan perancangan sistem pada *hardware* tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu identifikasi kebutuhan *hardware* dan rangkaian *hardware*. Penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan *controller* PLC (*Programmable Logic Controller*) yang digunakan untuk melakukan proses logika yang akan di program yang menghasilkan output.

Tahap kedua yang dilakukan yaitu melakukan penghubungan PLC (*Programmable Logic Controller*) dengan jaringan internet. Pada penelitian, PLC dalam mendapatkan jaringan internet dilakukan dengan menghubungkan PLC dengan router WIFI menggunakan kabel LAN. Pengkoneksian PLC tersebut dilakukan agar dapat terhubung dengan aplikasi.

Tahap ketiga yang dilakukan yaitu melakukan perancangan *software*. Perancangan *software* dibagi menjadi tiga bagian yaitu perancangan program aplikasi, perancangan program database, dan perancangan program PLC.

1. Perancangan program aplikasi

Program aplikasi dibuat menggunakan *software* android studio. Dalam melakukan pemrograman aplikasi dibutuhkan *mock up* aplikasi atau tampilan untuk memudahkan pembuatan program pada android studio. Halaman yang dibuat pada aplikasi tersebut terdiri dari register, login, Set IP Address, filling station, separating station, processing station, delay station, and pick and place station.

2. Perancangan database

Pada perancangan database dilakukan dengan platform firebase. Dalam melakukan perancangan tersebut, penelitian ini menggunakan Login User untuk meningkatkan keamanan dalam menggunakan aplikasi. login user tersebut membutuhkan email dan password. Ketika pengguna tidak mempunyai akun untuk mengakses aplikasi maka dilakukan registrasi dengan mengisi Nama, Email, dan Password.

3. Perancangan Program PLC

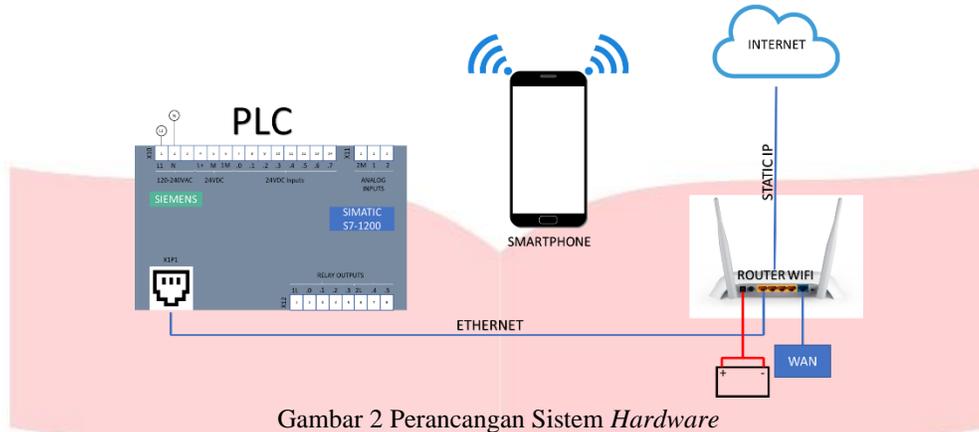
Perancangan program PLC (*Programmable Logic Controller*) menggunakan *software* TIA Portal. Perancangan program menggunakan bahasa ladder. Program yang dibuat sesuai dengan skenario proses yang sudah diamati dalam video alur *simulator bottling plant*. Dalam pemrograman PLC ditentukan alamat input dan output untuk memudahkan dalam pembuatannya. Setelah menentukan alamat input dan output dapat langsung membuat logika program pada PLC. Dalam melakukan sinkronisasi pada aplikasi dan PLC harus dilakukan konfigurasi IP address yang sama. Pada *software* PLC Siemens (TIA Portal) terdapat Configure IP Address yang diisi sesuai dengan IP Address pada LAN yang terhubung dengan *hardware* PLC.

Tahap terakhir dalam perancangan sistem tersebut yaitu mengintegrasikan PLC dengan smartphone. Pengintegrasian sistem dilakukan setelah perancangan aplikasi android selesai. Setelah melakukan perancangan program PLC dan perancangan aplikasi dilakukan sinkronisasi yang terdiri dari IP Address dan alamat PLC. Hal tersebut dilakukan agar output yang dihasilkan sesuai dengan yang diperintahkan oleh user. Pengintegrasian tersebut merupakan langkah terakhir untuk menghasilkan sistem yang dapat melakukan monitoring dan controlling pada stasiun kerja *delay* dan *pick and place simulator bottling plant* secara online melalui device smartphone.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Perancangan Sistem *Hardware*

Pada Gambar menunjukkan rangkaian sistem *hardware*. Rangkaian tersebut menjelaskan mengenai wiring antara *hardware* satu dengan yang lainnya. PLC (*programmable logic controller*) yang berfungsi sebagai *controller* pada sistem tersebut disambungkan dengan router WIFI menggunakan kabel ethernet. Dengan menyambungkan PLC pada router WIFI, maka PLC akan mendapatkan koneksi internet. Setelah itu smartphone dengan menyambungkan pada wifi yang sama dengan PLC akan dapat melakukan monitoring dan controlling dengan mengatur IP Address yang sama dengan PLC. Pada gambar 2 menunjukkan hubungan antara *hardware*.



Gambar 2 Perancangan Sistem Hardware

### 4.2 Perancangan Program PLC

PLC berfungsi untuk penyimpanan memori yang dapat memproses *input* menjadi *output* sesuai program yang dibuat. *Software* yang digunakan untuk pembuatan program PLC yaitu TIA Portal V15.1. Tahapan dari perancangan program PLC yaitu sebagai berikut:

1. Konfigurasi tipe PLC

Konfigurasi tipe PLC berfungsi agar program yang dibuat dapat disimpan pada *hardware* PLC yang sesuai dengan tipe. Tipe PLC yang digunakan yaitu SIMATIC 1200 CPU 1212C Ac/Dc/Rly 6ES7 212-1BE40-0XB0.

2. Pembuatan *script* program PLC

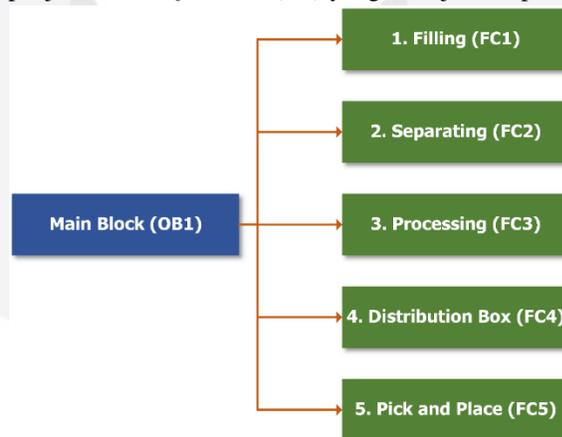
Bahasa pemrograman yang digunakan pada PLC adalah *ladder diagram*. Terdiri dari 3 bagian yaitu *main block*, *function* (FC), dan *Data Block* (DB).

a. *Main Block*

Pada perancangan program PLC terdapat *main block* yang digunakan sebagai inti dari program yang akan dijalankan pertama kali. Logika pada PLC disimpan pada *Main Block*. Program dirancang sesuai skenario proses yang telah dibuat. Pada pembuatan skenario proses *simulator bottling plant*, terdapat 5 buah *Function* (FC) yang nantinya digunakan pada bagian *Main Block*.

b. *Function* (FC)

Perancangan program di *Function*, menjabarkan secara rinci dari proses setiap stasiun kerja. Berikut merupakan penjabaran *function* (FC) yang digunakan pada pembuatan program untuk *simulator bottling plant*. Berikut merupakan penjabaran dari *function* (FC) yang ditunjukkan pada gambar 3



Gambar 3 Function

c. *Data Block* (DB)

*Data block* merupakan struktur data yang diuraikan secara langsung dan dapat dipanggil fungsi ke dalam



#### 4.4 Analisis

Tabel 1 Rata-rata *delay delay station*

<b>Delay Station</b>			
No	Nama	Alamat	Rata-rata Delay (s)
1	Start_4	%DB5.DBX0.7	0,61
2	Stop_4	%DB5.DBX1.0	0,66
3	Sensor 8	%M1.4	0,48
4	sensor 9	%M1.5	0,55
5	Pusher Fw	%M110.6	0,63
6	Pusher Rv	%M110.7	0,46
7	Limit Switch	%M4.0	0,46
Rata-Rata Delay Keseluruhan			0,55

Tabel 2 Rata-rata *delay pick and place station*

<b>Pick and place Station</b>			
No	Nama	Alamat	Rata-rata Delay (s)
1	Start_5	%DB5.DBX1.1	0,70
2	Stop_5	%DB5.DBX1.2	0,73
3	Sensor 10	%M1.6	0,52
4	Sensor 11	%M1.7	0,53
5	Sensor 12	%M2.0	0,52
6	Sensor 13	%M2.1	0,49
7	Sensor 14	%M2.2	0,57
8	Sensor 15	%M4.1	0,55

Tabel 3 Rata-rata *delay pick and place station*

<b>Pick and place Station</b>			
No	Nama	Alamat	Rata-rata Delay (s)
9	Sensor 16	%M4.2	0,52
10	Sensor 17	%M4.3	0,55
11	Motor 3	%M100.2	0,52
12	Motor 4	%M100.4	0,55
13	Solenoid 1	%M102.0	0,53
14	Solenoid Capit	%M120.2	0,50
15	Gripper Fw	%M120.0	0,53
16	Silinder 3	%M111.0	0,52
17	Gripper Rv	%M120.1	0,57
18	Vakum 1	%M111.1	0,50
19	Vakum 2	%M111.2	0,52

Berdasarkan tabel 1, tabel 2, dan tabel 3, perhitungan *delay* yaitu menghitung waktu dari penekanan *button start* pada aplikasi hingga indikator alamat %DB5.DBX0.7 pada PLC menyala. Contoh lainnya dalam perhitungan *delay* yaitu menghitung waktu dari mengaktifkan *sensor 10* pada PLC dengan alamat %M1.6 hingga indikator *sensor 10* pada aplikasi berubah warna. Dengan data tersebut, dapat dihitung rata-rata *delay* dari setiap *input* atau *output*. Seperti yang

ditunjukkan pada tabel V.16 dan tabel V.17 didapatkan kesimpulan bahwa rata-rata *delay* dari keseluruhan *input* atau *output* yaitu kurang dari 1 detik.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. *Simulator Bottling Plant* pada stasiun kerja *delay* dan *pick and place* dapat dilakukan *monitoring* dan *controlling* menggunakan aplikasi.
2. Komunikasi aplikasi dengan PLC menggunakan protokol TCP/IP pada PLC dan library Moka7 pada aplikasi.
3. *Monitoring* pada *simulator bottling plant* dapat dilakukan dengan melihat indikator *on* (hijau) dan *off* (merah) pada aplikasi dengan bantuan gambar stasiun kerja.
4. *Controlling* pada *simulator bottling plant* dapat melakukan perintah *start*, *stop*, dan *emergency stop* pada setiap stasiun kerja.
5. Dalam meningkatkan *security* pada sistem, penelitian ini menggunakan fitur *login* yang sudah terautentifikasi dengan *firebase* secara *realtime*.
6. Dikarenakan penelitian ini menggunakan jaringan lokal, maka *delay* dapat dipengaruhi oleh koneksi internet. Rata-rata *delay* yang pada saat mengirim data hingga menerima data yaitu 0.55 detik pada stasiun kerja *delay* dan 0.548 pada stasiun kerja *pick and place*.

**Referensi.**

- [1] R. Kumar, K. Singh V, and B. RK, "Importance Of Intelligent Automation In Post Covid Era: A Study," in *International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM)*, 2021, pp. 3–8.
- [2] N. Isac, C. Dobrin, and W. Badshah, "The Impact of Sustainable Transition of Automation on Employees in the Automotive Sector and the Influence of Corona Pandemic," *Rev. Int. Comp. Manag.*, vol. 21, no. 4, pp. 429–436, 2020, doi: 10.24818/RMCI.2020.4.429.
- [3] A. W. Burange and H. D. Misalkar, "Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy," *Conf. Proceeding - 2015 Int. Conf. Adv. Comput. Eng. Appl. ICACEA 2015*, pp. 189–195, 2015.
- [4] L. Mahadevan, W. J. Ketinger, and T. O. Meservy, "Running on hybrid: Control changes when introducing an agile methodology in a traditional 'waterfall' system development environment," *Commun. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 36, pp. 77–103, 2015.
- [5] M. Sameen Mirza and S. Datta, "Strengths and Weakness of Traditional and Agile Processes - A Systematic Review," *J. Softw.*, vol. 14, no. 5, pp. 209–219, 2019.
- [6] A. Singh, "a Simulation Model for Incremental Software Development Life Cycle Model," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci.*, vol. 8, no. 7, pp. 126–132, 2017.
- [7] L. Da Xu, W. He, and S. Li, "Internet of things in industries: A survey," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, 2014.
- [8] M. G. Hudedmani, R. M. Umayal, S. K. Kabberalli, and R. Hittalamani, "Programmable Logic Controller (PLC) in Automation," *Adv. J. Grad. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–45, 2017.
- [9] F. D. Petruzella, *Programmable Logic Controller*, Fifth Edit. New York: McGraw-Hill Inc., 2016.