

VIRTUAL DISTRIBUTING STATION SEBAGAI SARANA MEDIA PEMROGRAMAN PLC

Rohjai Badarudin

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta

rohjai.badarudin@uny.ac.id*

*corresponding author

ABSTRACT

This study aims to develop learning media Virtual Distributing Station for PLC programming. The development model adopts the water-fall procedure from Presman. The waterfall procedure includes 1) communication, 2) planning, 3) modeling, 4) construction, and 5) system delivery. Product validation is carried out by material experts, media experts, and early adopters. The research instrument used a questionnaire with a 4-point Likert scale. The results showed that the performance of the virtual distributing station was included in the Very Eligible category, the feasibility of the virtual distributing station was included in the Very Appropriate category according to material experts, media experts, and early user responses. Thus, the virtual distributing station is very feasible to be used as a PLC programming medium because (1) it has met the eligibility test criteria, (2) it is flexible, it can be installed on a large number of computers, (3) it can be operated based on PLC programming, (4) more economical, limited to PLC programming to operate distributing station.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran Virtual Distributing Station untuk pemrograman PLC. Model pengembangan mengadopsi dari prosedur *water-fall* dari Presman. Prosedur *water-fall* meliputi 1) komunikasi, 2) perencanaan, 3) pemodelan, 4) konstruksi, dan 5) penyerahan sistem. Validasi produk dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna awal. Instrumen penelitian menggunakan angket dengan skala likert 4 poin. Hasil penelitian diketahui bahwa unjuk kerja virtual *distributing station* termasuk dalam kategori Sangat Layak, kelayakan virtual *distributing station* termasuk dalam kategori Sangat Layak menurut ahli materi, ahli media, dan respon pengguna awal. Dengan demikian virtual *distributing station* Sangat Layak untuk digunakan sebagai sarana media pemrograman PLC karena (1) telah memenuhi kriteria uji kelayakan, (2) fleksibel, bisa dipasang pada komputer dalam jumlah banyak, (3) dapat dioperasikan berbasis pemrograman PLC, (4) lebih ekonomis, sebatas pada pemrograman PLC untuk mengoperasikan *distributing station*.

Article Info

Article history

Received:
October 29th, 2022

Revised:
November 25th, 2022

Accepted:
November 30th, 2022

Keywords:

virtual,
distributing station,
plc,
media pembelajaran

PENDAHULUAN

Sistem kendali telah banyak diaplikasikan dalam berbagai segi kehidupan. Manusia dapat bertahan hidup juga menerapkan sistem kendali biologis berupa panca indera sebagai masukan, otak sebagai pusat pemrosesan, dan tingkah laku sebagai keluarannya. Sistem buatan manusia juga menerapkan sistem kendali agar sistem tersebut dalam kondisi terkendali. Misalnya, pengaturan kecepatan putar motor pencuci pada mesin cuci, sistem pengatur temperatur pada almari pendingin, sistem pengaturan tegangan pada variabel catu daya searah, pengatur lampu lalu lintas pada persimpangan jalan raya, sistem pengatur lift gedung bertingkat, dan lain sebagainya.

Ada dua macam bentuk sistem kendali, yaitu kendali analog dan kendali digital. Contoh sistem kendali analog yaitu PID (*proportional integral differential*) (Sahputro et al., 2017). Contoh sistem kendali digital yaitu kendali cerdas. Sistem kendali cerdas, sebagai unit pemrosesnya menerapkan sistem kecerdasan buatan dalam bentuk kendali digital. PLC (*programmable logic controller*) merupakan salah satu bentuk perangkat keras yang bisa diterapkan sistem kecerdasan buatan (Kocian et al., 2011).

Sistem kendali telah lama diaplikasikan di dunia industri. PLC merupakan piranti kendali yang memanfaatkan memori untuk menyimpan instruksi dan operasi logika untuk mengendalikan mesin produksi. Konstruksi PLC secara umum terdiri dari 3 bagian, yaitu masukan (input), unit pemrosesan utama (CPU), dan keluaran (output). Antarmuka masukan menghubungkan antara sensor sebagai pengindra dengan CPU, sedangkan antarmuka keluaran menghubungkan antara CPU dengan aktuator. CPU sebagai pusat kontrol akan mengeksekusi (*scan*) program yang telah dimasukkan ke dalam CPU melalui piranti pemrograman. Proses *scan* dilakukan dengan membaca input, kemudian memecahkan logika

pemrograman, dan memperbaharui output (Bolton, 2009).

Sistem otomasi industri menjadi bagian yang pokok di dunia industri supaya target produksi dapat tercapai. Misalnya, dalam suatu industri terdapat beberapa baris produksi (line), dalam satu line terdapat 20 mesin produksi, dalam satu mesin produksi menerapkan proses kontrol berbasis PLC, masing-masing mesin produksi saling interkoneksi satu sama lain sehingga menjadi satu kesatuan menjadi sistem otomasi industri (Hadi & Sallom, 2019).

PLC Siemens S7-300 merupakan jenis PLC Siemens dengan desain berbentuk modular, sehingga tersusun dari berbagai modul-modul dalam membangun sistem otomasi. Modul-modul tersebut diantaranya: (1) modul catu daya, (2) modul CPU, (3) modul input-output, (4) modul fungsi khusus, (5) modul komunikasi antar CPU. PLC Siemens S7-300 minimal tersusun dari modul CPU dan modul input-output dengan catu daya (+24V) dari luar. PLC Siemens dapat diprogram dengan lima bahasa pemrograman, yaitu: *statement list (STL)*, *ladder diagram (LAD)*, *function block diagram (FBD)*, *sequential function chart (SFC)*, dan *structured control language (SCL)*. *Ladder diagram* merupakan bahasa pemrograman PLC yang secara umum digunakan oleh sebagian besar jenis-jenis PLC. PLC jenis apapun dapat diprogram dengan menguasai satu jenis bahasa pemrograman yaitu *ladder diagram*. Perangkat lunak pemrograman PLC Siemens telah dilengkapi dengan modul simulator PLC (S7-PLCSim) dalam bentuk perangkat lunak, sehingga bisa dilakukan simulasi monitor program tanpa harus terhubung ke perangkat keras PLC Siemens. Prosedur simulasi pada modul simulator S7-PLCSim sama seperti proses transfer program pada perangkat keras PLC Siemens, meskipun sebuah simulasi pada perangkat lunak, tetapi sudah merepresentasikan proses yang sesungguhnya (Skýpala & Ružarovský, 2021)(Badarudin & Hariyanto, 2021).

Modular Production System (MPS) merupakan modul perangkat keras sistem

produksi yang menerapkan sistem otomasi industri (Patrik & Tomáš, 2019). MPS terdiri dari beberapa stasiun yang tergabung menjadi satu kesatuan membentuk suatu miniatur proses sistem otomasi industri. Stasiun MPS meliputi: (1) distribusi (*distributing station*), (2) stasiun pengujian (*testing station*), (3) stasiun pemindah (*handling station*), (4) stasiun pemroses (*processing station*), dan (5) stasiun pemilah (*sorting station*). Setiap stasiun dikendalikan oleh satu buah PLC, sehingga terdapat lima buah PLC pada MPS. Komunikasi antar stasiun menggunakan komunikasi digital melalui input-output masing-masing PLC sehingga menjadi satu kesatuan urutan proses kerja sistem otomasi industri.

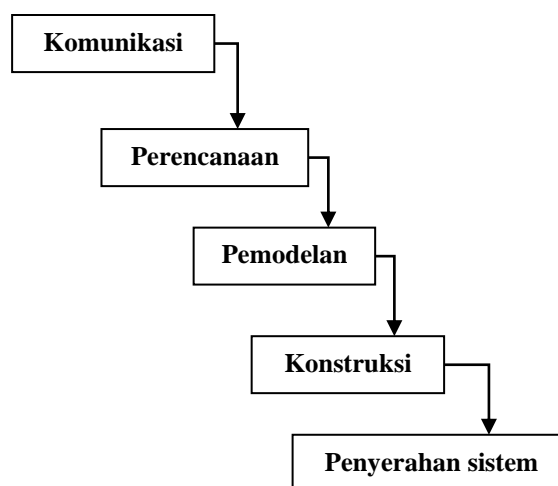
Distributing station merupakan stasiun pertama pada MPS. *Distributing station* memenuhi fungsi kerja pengisian, pemisahan, dan penyuplai barang. Proses kerja *distributing station* yaitu memisahkan tumpukan benda kerja dari sebuah tampungan (*stack magazine*), benda kerja dipindahkan satu persatu dengan cara di hisap (*vacum*) melalui ujung lengan silinder putar (*swivel arm*) menuju stasiun berikutnya. *Distributing station* tersusun dari beberapa modul elektropneumatik yang dirakit menjadi satu kesatuan dan saling berhubungan secara mekanis. Modul penyusun *distributing station* meliputi modul *stack magazine*, modul *swivel arm*, modul panel kontrol, dan PLC. Modul *stack magazine* berfungsi sebagai tempat tumpukan benda kerja yang akan diproses. Modul *swivel arm* berfungsi sebagai pemindah benda kerja dari titik transfer *stack magazine*, kemudian benda kerja dipindahkan dengan cara divakum kemudian lengan akan bergerak berputar ke stasiun berikutnya. Modul panel kontrol sebagai antarmuka operator dengan *distributing station*, berupa tombol dan lampu indikator. Modul PLC digunakan sebagai piranti kendali *distributing station*. Sensor pada aktuator dan tombol pada panel kontrol sebagai masukan ke PLC, sedangkan solenoid pada katup penggerak aktuator dan lampu indikator sebagai keluaran dari PLC. PLC diprogram menggunakan piranti pemrograman dengan

logika sekuensial sesuai prinsip kerja dari *distributing station*.

METODE

Metode pengembangan untuk menghasilkan suatu produk perangkat lunak mengadaptasi dari prosedur pengembangan yang dikemukakan oleh Roger S Presman, yaitu model air terjun (*water-fall*) (Pressman, 2012). Produk yang akan dikembangkan berupa perangkat lunak media pembelajaran *Virtual Distributing Station* yang setara dengan perangkat keras *distributing station* pada kompetensi pemrograman PLC.

Metode pengembangan dengan model *waterfall* merupakan model pengembangan dengan pendekatan yang sistematis dan berurutan untuk mengembangkan produk perangkat lunak. Tahapan pengembangan meliputi (1) komunikasi, (2) perencanaan, (3) pemodelan, (4) konstruksi, (5) penyerahan sistem. Tahapan model pengembangan *waterfall* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Model *Water-fall*

Proses komunikasi dilakukan dengan pengamatan terhadap proses pemrograman PLC untuk menjalankan *distributing station* di ruang kelas. Hasil komunikasi dilanjutkan proses perencanaan, meliputi kompetensi yang ditekankan pada mata kuliah Praktik PLC.

Pemodelan produk yang akan dihasilkan dilakukan dengan menganalisis hasil perencanaan. Materi yang terkandung dalam produk harus dianalisis terlebih dahulu, sehingga pengguna menjadi tertarik untuk menggunakan dan mempelajari produk yang dikembangkan. Perancangan produk memuat tiga ranah prinsip pemodelan, meliputi ranah informasi, ranah fungsional, dan ranah perilaku.

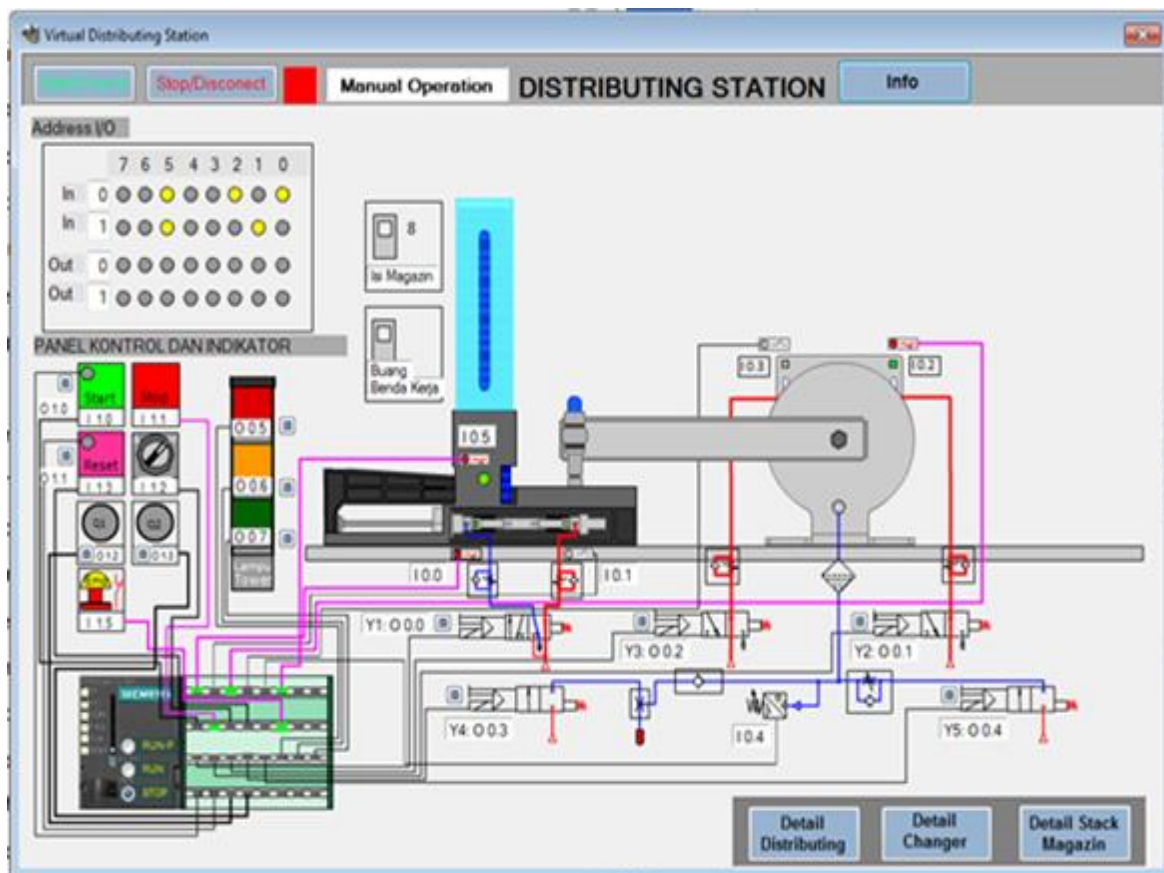
Proses konstruksi merupakan tahapan penulisan kode program dan pengujian sampai perangkat lunak yang dihasilkan siap dipergunakan. Proses pengujian meliputi uji unjuk kerja, uji validasi, dan uji pengguna. Uji unjuk kerja dilakukan ketika proses pengembangan perangkat lunak, meliputi koneksi masukan dan keluaran PLC, gerakan animasi proses kerja, dan audio ketika animasi sedang bergerak. Uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah spesifikasi kebutuhan dari

segi materi dan media telah terpenuhi. Uji pengguna dilakukan untuk mengetahui bahwa semua fungsi dan fitur telah tersedia dan sesuai yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan berupa *virtual distributing station* yang telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi media, materi, dan penggunaan. *Virtual distributing station* berupa perangkat lunak yang digunakan sebagai simulator dari perangkat keras *distributing station* yang dikembangkan sedemikian rupa sehingga menyerupai kondisi yang sesungguhnya. Penyesuaian yang dilakukan meliputi prinsip kerja, kegunaan, pengoperasian, serta desain asli dari perangkat keras *distributing station* itu sendiri.

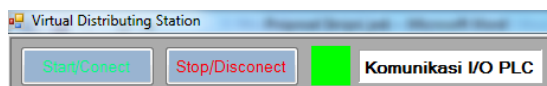
Komunikasi antarmuka antara *virtual distributing station* dengan piranti



Gambar 2. Tampilan *Virtual Distributing Station*

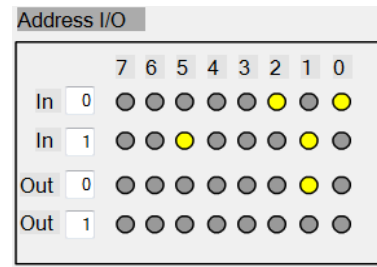
pemrograman PLC menggunakan *virtual com S7ProSim* yang terdapat pada file program modul simulator *S7-PLCSim*. *S7ProSim* merupakan jalur yang menyediakan akses program untuk antarmuka modul PLC dari *S7-PLCSim* dengan aplikasi pemrograman visual. Perintah eksekusi berbagai instruksi program bisa dilakukan seperti merubah posisi titik masukan, membaca titik keluaran PLC, merubah mode sistem operasi PLC, dan lain sebagainya. *S7ProSim* memberikan akses luas pada pengembangan perangkat lunak dengan pemrograman *visual*.

Bagian-bagian tampilan *virtual distributing station* meliputi panel navigasi, alamat *input-output*, modul *stack magazine*, modul *swivel arm*, panel kontrol, dan *PLC Siemens*. Panel navigasi digunakan untuk mode pengoperasian *virtual distributing station*, yaitu pengoperasian secara luring atau daring dengan perangkat pemrograman PLC. Pada panel navigasi terdapat (1) tombol [*connect*], (2) tombol [*disconnect*], (3) indikator status koneksi, dan (4) keterangan status pengoperasian *virtual distributing station*. Tombol “*connect*” digunakan untuk menghubungkan *virtual distributing station* dengan modul simulator *S7-PLCSim*. Tombol “*disconnect*” digunakan untuk memutus hubungan koneksi antara *virtual distributing station* dengan modul simulator *S7-PLCSim*. Gambar 3 menunjukkan menu tombol navigasi pada *virtual distributing station*.



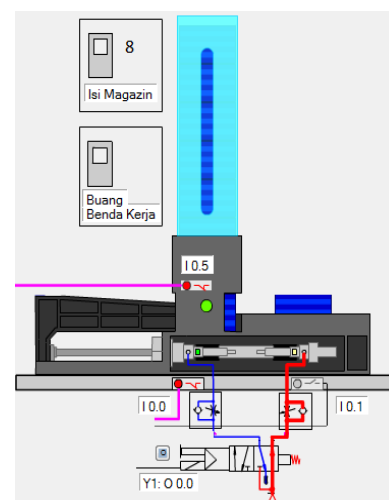
Gambar 3. Panel Mode Pengoperasian

Indikator alamat *input-output* disajikan dalam satu panel yang terdiri dari 16 *input* dan 16 *output*. Masukan dan keluaran dengan *byte 0* terhubung dengan sensor dan solenoid pada stasiun distribusi, sedangkan masukan dan keluaran dengan *byte 1* terhubung dengan tombol dan lampu pada panel kontrol.



Gambar 4. Indikator Alamat *Input Output*

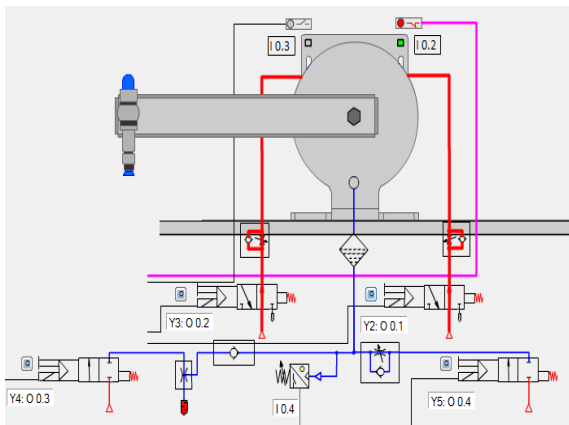
Modul *stack magazine* berfungsi untuk menampung benda kerja yang akan di transfer ke stasiun berikutnya. Modul *stack magazine* mampu menampung maksimal delapan buah benda kerja. Pada modul *stack magazine* terdapat tiga buah *input* meliputi 1) sensor minimum pendorong, 2) sensor maksimum pendorong, dan 3) sensor benda kerja kosong pada *magazine* dan satu buah *output* berupa solenoid untuk menggerakkan silinder maju. Pada modul *stack magazine* dilengkapi dengan tombol khusus untuk mengisi dan mengosongkan benda kerja di dalam *magazine*, serta tombol operasi manual solenoid untuk menggerakkan silinder pendorong maju menggunakan *mouse* atau *cursor*. Gambar 5 menunjukkan modul *stack magazine* pada *virtual distributing station*.



Gambar 5. Tampilan Modul *Stack Magazine*

Modul *swivel arm* berupa lengan dengan silinder putar yang digerakkan dengan sistem elektropneumatik dilengkapi dengan cangkir hisap pada ujung lengan. Rentang putaran

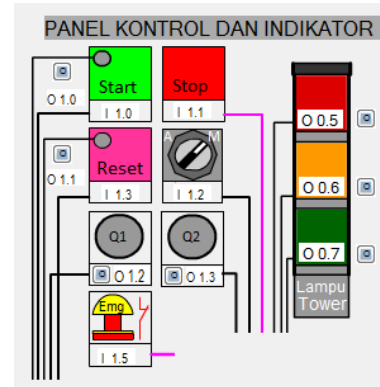
lengan antara $0^\circ - 180^\circ$ yang dibatasi oleh sensor pembatas pada posisi 0° dan 180° atau posisi minimum dan maksimum putaran lengan. Gerakan lengan putar kanan maupun kiri digerakkan menggunakan katup elektropneumatik, kemudian untuk cangkir hisap menggunakan katup pembangkit vakum yang dilengkapi dengan sensor tekanan sebagai pendeteksi benda kerja telah dicengkeram dengan cara divakum. Pada modul *swivel arm* juga dilengkapi dengan tombol operasi manual solenoid untuk menggerakkan silinder putar maksimum atau minimum maupun vakum saat aktif atau off (ejection). Gambar 6 menunjukkan modul *swivel arm* pada virtual distributing station.



Gambar 6. Tampilan Modul *Swivel Arm*

Antar muka dengan pengguna ketika pengoperasian menggunakan panel kontrol. Pada panel kontrol terdapat tombol-tombol untuk berbagai program pengoperasian *virtual distributing station*. Tombol-tombol pada panel kontrol meliputi tombol START, tombol STOP, saklar Auto/Manual, dan tombol RESET. Modul panel kontrol juga dilengkapi dengan output berupa lampu indikator, meliputi Lampu START, Lampu RESET, Lampu Q1, Lampu Q2, Lampu Sinyal Tower Merah, Lampu Sinyal Tower Kuning, dan Lampu Sinyal Tower Hijau. Tombol dan lampu pada panel kontrol berupa *input* dan *output* yang sudah terintegrasi pada suatu alamat *input-output* dengan *byte 1* sehingga bisa langsung bisa dipergunakan untuk pemrograman. Alamat input dan output

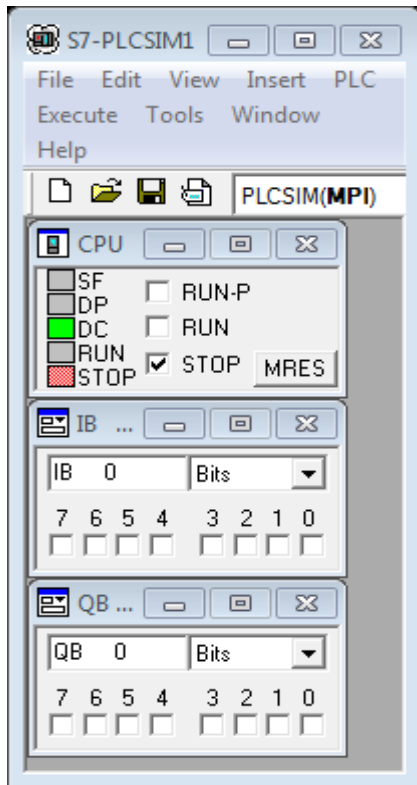
pada panel kontrol setara dengan alamat input dan output pada panel kontrol pada perangkat keras *distributing station*. Gambar 7 menunjukkan modul panel kontrol pada virtual distributing station.



Gambar 7. Tampilan Panel Kontrol

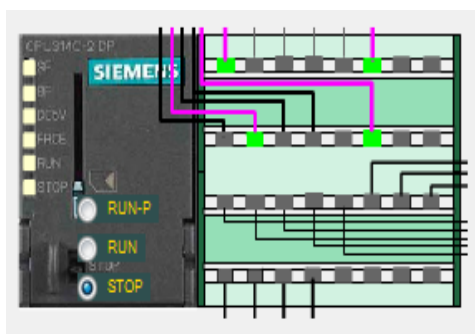
PLC yang kompatibel dengan perangkat lunak *virtual distributing station* yaitu PLC Siemens, sehingga perangkat lunak pemrograman PLC menggunakan *Simatic Manager*. *Simatic manager* merupakan perangkat lunak untuk membuat, mengompilasi, dan mentransfer program PLC jenis Siemens S7-300 yang telah dilengkapi dengan modul simulator PLC (*S7-PLCSim*). *S7-PLCSim* inilah yang kompatibel bisa berkomunikasi data input dan output dengan perangkat *virtual distributing station*. Gambar 8 menunjukkan modul *S7-PLCSim* yang digunakan sebagai virtual PLC pada pemrograman PLC.

Modul PLC pada perangkat lunak *virtual distributing station* digunakan untuk memonitor modul simulator PLC *S7-PLCSim* dengan melakukan aksi berupa pengaturan mode operasi selayaknya PLC sungguhan, yaitu mode *STOP*, mode *RUN*, dan mode *RUN-P*. Modul PLC pada perangkat *virtual distributing station* juga telah dilengkapi dengan lampu indikator status PLC yang termonitor juga melalui modul simulator *S7-PLCSim*, seperti indikator catu daya 24v searah, indikator *SF* (*software failure*), dan indikator *BF* (*battery failure*). Gambar 9 menunjukkan modul PLC pada perangkat *virtual distributing station*.



Gambar 8. S7-PLCSim Simatic Manager

Modul PLC pada perangkat lunak *virtual distributing station* digunakan untuk memonitor modul simulator PLC S7-PLCSim dengan melakukan aksi berupa pengaturan mode operasi selayaknya PLC sungguhan, yaitu mode *STOP*, mode *RUN*, dan mode *RUN-P*. Modul PLC pada perangkat *virtual distributing station* juga telah dilengkapi dengan lampu indikator status PLC yang termonitor juga melalui modul simulator S7-PLCSim, seperti indikator catu daya 24v searah, indikator *SF* (*software failure*), dan indikator *BF* (*battery failure*). Gambar 9 menunjukkan modul PLC pada perangkat *virtual distributing station*.

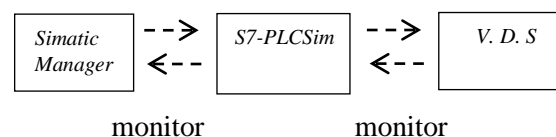


Gambar 9. Tampilan Modul PLC

Penggunaan *virtual distributing station* terbatas pada aplikasi perangkat lunak dan tidak terhubung pada perangkat keras apapun di luar komputer, seperti PLC, catu daya, sensor, solenoid, kompresor, kabel data, dll. *Virtual distributing station* hanya dipergunakan di dalam program aplikasi komputer yang dihubungkan dengan modul simulator S7-PLCSim serta perangkat lunak pemrograman *simatic manager* sebagai piranti untuk membuat, mengompilasi, dan mentransfer program PLC.

Pengoperasian secara manual perlu dilakukan dengan maksud untuk identifikasi input dan output yang terhubung ke sensor, tombol, solenoid, dan lampu. Identifikasi menggunakan *mouse* atau *cursor* untuk melakukan gerakan manual sehingga sensor akan aktif ketika aktuator bergerak mencapai minimum maupun maksimumnya. Indikator alamat masukan dan keluaran sensor, tombol, lampu, dan solenoid ditampilkan pada panel indikator, sehingga pengguna langsung bisa mengetahui alamat masukan maupun keluaran dengan melihat lampu indikator yang aktif.

Pengoperasian ketika komunikasi I/O dilakukan untuk menjalankan *virtual distributing station* menggunakan program PLC. Program untuk menjalankan *virtual distributing station* dibuat dan dikompilasi pada perangkat lunak *simatic manager*, kemudian program ditransfer ke S7-PLCSim. *Virtual distributing station* dihubungkan atau komunikasi I/O dengan modul simulator PLC S7-PLCSim. Gambar 10. merupakan diagram alir komunikasi data antara simatic manager,



Gambar 10. Diagram Blok Monitor Program

Uji kelayakan media *virtual distributing station* ditinjau dari 4 aspek, meliputi uji unjuk kerja, uji ahli materi, uji ahli media, dan uji

pengguna awal. Uji unjuk kerja terdiri dari dua dimensi, yaitu dimensi fungsional dan dimensi performa. Hasil uji unjuk kerja ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, unjuk kerja perangkat virtual distributing station dari dimensi fungsi dan performa mendapatkan persentase sebesar 100%. Dengan demikian, unjuk kerja perangkat virtual distributing station masuk dalam kategori sangat baik.

Uji kelayakan media berdasarkan ahli materi dilakukan oleh dua orang dosen ahli materi bidang pemrograman PLC. Hasil uji kelayakan ahli materi ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, hasil penilaian oleh ahli materi, dimensi isi materi memperoleh persentase kelayakan sebesar 90% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Dimensi pembelajaran memperoleh persentase kelayakan sebesar 100% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Dimensi efficiency memperoleh persentase kelayakan sebesar 100% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi, secara keseluruhan perangkat virtual distributing station dinyatakan telah memuat materi pemrograman PLC dengan bahasa pemrograman ladder diagram. Dengan demikian, perangkat virtual distributing station sangat layak ditinjau dari aspek materi pemrograman PLC.

Uji kelayakan media berdasarkan ahli media dilakukan oleh dua orang dosen ahli media berbasis komputer. Hasil uji kelayakan ahli media ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, hasil penilaian ahli media, dimensi visual memperoleh persentase kelayakan sebesar 90,6% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". dimensi perangkat lunak memperoleh persentase kelayakan sebesar 87,5% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". dimensi usability memperoleh persentase kelayakan sebesar 92,86% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". dimensi portability memperoleh persentase kelayakan sebesar 87,5% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Berdasarkan hasil validasi

oleh ahli media, secara keseluruhan perangkat virtual distributing station dinyatakan telah memenuhi kriteria multimedia berbasis komputer untuk pembelajaran pemrograman PLC dengan bahasa ladder diagram. Dengan demikian perangkat virtual distributing station sangat layak ditinjau dari aspek media berbasis komputer.

Uji respon pengguna awal dilakukan oleh 13 orang mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah pemrograman PLC. Hasil uji kelayakan pengguna awal ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, hasil penilaian pengguna awal, dimensi pembelajaran memperoleh persentase kelayakan sebesar 94,71% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Dimensi visual memperoleh persentase kelayakan sebesar 86,86% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Dimensi perangkat lunak memperoleh persentase kelayakan sebesar 91,67% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Dimensi usability memperoleh persentase kelayakan sebesar 90,66% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Dimensi portability memperoleh persentase kelayakan sebesar 88,94% dengan kategori kelayakan "Sangat Layak". Berdasarkan hasil penilaian oleh pengguna awal, secara keseluruhan program aplikasi dinyatakan telah diterima oleh pengguna dengan baik sebagai media pembelajaran pemrograman PLC dengan bahasa ladder diagram. Dengan demikian perangkat virtual distributing station sangat diterima oleh pengguna berdasarkan pengguna awal.

Tabel 1. Hasil Uji Unjuk Kerja

Responden	Aspek			
	Fungsi		Performa	
	(%)	Kategori	(%)	Kategori
1	100	Sangat Baik	100	Sangat Baik
2	100	Sangat Baik	100	Sangat Baik
3	100	Sangat Baik	100	Sangat Baik
4	100	Sangat Baik	100	Sangat Baik
Rerata	100	Sangat Baik	100	Sangat Baik

Tabel 2. Hasil Uji Ahli Materi

Resp.	Aspek					
	Isi Materi		Pembelajaran		Efisiensi	
	(%)	Kategori	(%)	Kategori	(%)	Kategori
1	91,67	Sangat Layak	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak
2	88,33	Sangat Layak	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak
Rerata	90	Sangat Layak	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak

Tabel 3. Hasil Uji Ahli Media

Resp.	Aspek							
	Visual		Perangkat Lunak		Usability		Portability	
	(%)	Kategori	(%)	Kategori	(%)	Kategori	(%)	Kategori
1	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak
2	81,3	Sangat Layak	75	Sangat Layak	85,5	Sangat Layak	75	Sangat Layak
Rerata	90,6	Sangat Layak	87,5	Sangat Layak	92,9	Sangat Layak	87,5	Sangat Layak

Tabel 4. Hasil Uji Responden

Resp.	Aspek									
	Pembelajaran		Visual		Perangkat Lunak		Usability		Portability	
	(%)	Kat.	(%)	Kat.	(%)	Kat.	(%)	Kat.	(%)	Kat.
1	100	SL	100	SL	83,33	SL	82,14	SL	87,5	SL
2	100	SL	97,92	SL	91,67	SL	96,43	SL	100	SL
3	75	SL	87,5	SL	70,83	SL	82,14	SL	75	SL
4	100	SL	85,42	SL	95,83	SL	92,86	SL	87,5	SL
5	87,5	SL	79,17	SL	87,5	SL	78,57	SL	81,25	SL
6	100	SL	79,17	SL	87,5	SL	89,29	SL	93,75	SL
7	93,75	SL	75	SL	100	SL	89,29	SL	100	SL
8	100	SL	83,33	SL	87,5	SL	92,86	SL	87,5	SL
9	100	SL	85,42	SL	100	SL	96,43	SL	93,75	SL
10	81,25	SL	83,33	SL	91,67	SL	92,86	SL	75	SL
11	100	SL	100	SL	100	SL	100	SL	100	SL
12	100	SL	83,33	SL	95,83	SL	89,29	SL	75	SL
13	93,75	SL	89,58	SL	100	SL	96,43	SL	100	SL
Rerata	94,71	SL	86,86	SL	91,67	SL	90,66	SL	88,94	SL

SL: Sangat Layak

Media pembelajaran pemrograman menggunakan perangkat lunak *virtual distributing station* memiliki kelebihan, diantaranya: (1) telah memenuhi kriteria kelayakan media pembelajaran, (2) fleksibel, bisa dipasang pada komputer dalam jumlah banyak, (3) dapat diprogram selayaknya pemrograman perangkat keras *distributing station*, (4) lebih ekonomis, sebatas pada pemrograman PLC.

Media pembelajaran *virtual distributing station* memiliki keterbatasan, diantaranya: (1) perangkat pemrograman PLC hanya menggunakan *simatic manager*, yaitu untuk pemrograman PLC Siemens, (2) berupa tampilan dua dimensi, tidak bisa di bongkar pasang selayaknya perangkat keras *distributing station*.

SIMPULAN

Perangkat virtual distributing station telah berhasil dikembangkan dengan prosedur pengembangan *water-fall*. Perangkat *virtual distributing station* dapat digunakan sebagai sarana media pemrograman PLC untuk melatih kompetensi pemrograman *distributing station* berbasis PLC menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram. Perangkat *virtual distributing station* Sangat Layak untuk digunakan sebagai sarana media pemrograman PLC karena (1) telah memenuhi kriteria uji kelayakan, (2) fleksibel, bisa dipasang pada komputer dalam jumlah banyak, (3) dapat dioperasikan berbasis pemrograman PLC, (4) lebih ekonomis, sebatas pada pemrograman PLC untuk mengoperasikan *distributing station*.

DAFTAR RUJUKAN

- Badarudin, R., & Hariyanto, D. (2021). Visual validation of PLC program using virtual simulator. *Journal of Physics: Conference Series*, 1833(1), 012063.
- Bolton, W. (2009). *Programmable Logic Controllers (Fifth)*. Newnes.
- Hadi, H. H., & Sallom, M. Y. (2019). pneumatic control system of automatic production line using SCADA implement PLC. *2019 4th Scientific International Conference Najaf (SICN)*, 37–42.
- Kocian, J., Koziorek, J., & Pokorný, M. (2011). Implementation of fuzzy logic control based on plc. *ETFA2011*, 1–8.
- Patrik, Š., & Tomáš, Z. (2019). Modernization of the transport system control of the production system. *Технічні Науки Та Технології*, 4 (18), 141–147.
- Pressman, R. S. (2012). *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi Edisi 7*. Andi.
- Sahputro, S. D., Fadilah, F., Wicaksono, N. A., & Yusivar, F. (2017). Design and implementation of adaptive PID controller for speed control of DC motor. *2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, 179–183.
- Skýpala, R., & Ružarovský, R. (2021). Virtual commissioning of automated manufacturing systems—Quality-handling station case study. *MATEC Web of Conferences*, 343.