
Prototipe Robot *Assembly Body* Mobil Berbasis PLC Outseal Dan Haiwell SCADA

Yahya Harishta Ghani*¹, Tugino², Suyanta³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Perencanaan ITNY, Yogyakarta
e-mail: *yahya.harishta354@gmail.com, tugino@gmail.com, suyanta@itny.ac.id

Abstrak

Seiring perkembangan teknologi serta tuntutan bagi suatu sistem menjadi lebih efektif dan efisien pada industri yang memiliki cakupan luas, muncul penerapan sistem otomatisasi berbasis Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). SCADA cocok diimplementasikan pada area luas dan memiliki potensi bahaya tinggi, salah satunya pada Proses *Assembly Body* Mobil. Penelitian ini membangun prototipe perakitan bodi mobil menggunakan PLC Outseal dan Robot Dobot yang terintegrasi dengan SCADA yaitu Haiwell SCADA. Hasil penelitian yaitu program PLC Outseal dan Robot Dobot yang dibuat mampu menjalankan tugas pada sistem secara otomatis. Sistem SCADA yang dibuat menggunakan Haiwell SCADA dibangun dengan memasukkan bit biner dan bit relay pada program PLC serta mendeklarasikan dan memanggil variabel fungsi input dan output pada sistem SCADA. Integrasi dan komunikasi Robot dengan PLC dilakukan dengan menyambung kedua I/O sedangkan PLC dengan SCADA dengan mengatur port komunikasi yang sama. Kinerja sistem prototipe memberikan hasil yang sesuai, akan tetapi respon konveyor masih belum konsisten terhadap sistem.

Kata kunci - *Assembly Body* Mobil, Robot Dobot, PLC Outseal, Haiwell SCADA

Abstract

Along with the development of technology and the demand for a system to be more effective and efficient in industries that have a wide scope, the application of Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) based automation systems has emerged. SCADA is suitable for implementation in large areas and has high potential hazards, one of which is the Car Body Assembly Process. This research builds a car body assembly prototype using Outseal PLC and Dobot Robot integrated with SCADA, namely Haiwell SCADA. The results of the research are the Outseal PLC program and the Robot Dobot made are able to carry out tasks on the system automatically. The SCADA system created using Haiwell SCADA is built by entering binary bits and relay bits in the PLC program and declaring and calling input and output function variables in the SCADA system. Robot integration and communication with PLC is done by connecting the two I/O while PLC with SCADA by setting the same communication port. The performance of the prototype system provides appropriate results, but the conveyor response is still not consistent with the system.

Keywords: Car Body Assembly, Dobot Robot, Outseal PLC, Haiwell SCADA

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur di bidang otomotif memiliki berbagai tahapan proses produksi, salah satunya adalah Tahap *Assembly Body* Mobil. Tahap ini merupakan bagian dari proses produksi pada *Welding Line* untuk merakit kerangka bodi mobil menjadi satu bagian dengan teknik pengelasan (Dwi Estanto and Naubnome 2023). Tahap *Assembly Body* Mobil menjadi salah satu tahap yang sangat penting karena termasuk proses awal dalam pembuatan kendaraan mobil sehingga hasil keluaran produksi mempengaruhi proses produksi pada tahap selanjutnya (Parhusip Yohana and

Arvianto Ary 2024). Tahap *Assembly Body* Mobil menerapkan teknologi otomatisasi dan robot untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan kuantitas produksi unit mobil serta keamanan pada manusia (Vera Maria, Sherla Dara Rizky, and Aisar Muhammad Akram 2024). Pemanfaatan teknologi otomatisasi dan robot memberikan hasil keluaran dari Tahap *Assembly Body* Mobil sesuai dengan standar dan target produksi yang ditetapkan.

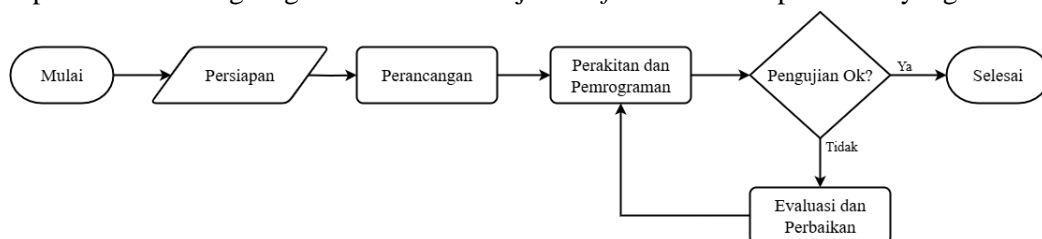
Seiring perkembangan teknologi serta tuntutan bagi suatu sistem menjadi lebih efektif dan efisien pada proses produksi di industri yang memiliki cakupan luas, muncul penerapan sistem otomatisasi berbasis *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Teknologi SCADA muncul seiring dengan perkembangan sistem komputer dan telekomunikasi (Pujotomo Isworo 2016). SCADA memungkinkan untuk melakukan fungsi pengawasan, pengendalian, dan pengumpulan data secara *real time* dari jarak jauh (Fauzan Akbar et al. 2023). Sistem SCADA meningkatkan efisiensi proses produksi di industri dan meminimalisir bahaya serta kesalahan manusia (Fauzan Akbar et al. 2023). Dengan melihat kemajuan teknologi dan kebutuhan peningkatan sistem pada industri yang memiliki cakupan luas, teknologi SCADA dapat membantu dalam pemantauan, pengontrolan, dan akuisisi data operasional sistem produksi serta mengetahui kegagalan dan kesalahan secara *real time* dan jarak jauh.

Kolaborasi teknologi antara perangkat SCADA dengan perangkat PLC dan robot pada industri otomotif merupakan suatu inovasi yang dapat diimplementasikan. Salah satu perangkat lunak SCADA yang berkembang saat ini adalah Haiwell SCADA (Tambunan, Widjajanto, and Setiana 2024). Haiwell SCADA memungkinkan pemantauan, pengendalian, dan desain SCADA yang terintegrasi dengan perangkat keras seperti *Programmable Logic Controller* (PLC) (Tambunan, Widjajanto, and Setiana 2024). PLC memiliki berbagai tipe merek yang dapat dimanfaatkan pada kebutuhan otomatisasi, salah satunya adalah PLC Outseal. PLC Outseal merupakan teknologi kontrol buatan Indonesia yang dapat digunakan dan dipelajari dengan bebas serta memiliki harga yang terjangkau akan tetapi tetap andal seperti PLC pada umumnya (Saputri et al. 2022). Pada Tahap *Assembly Body* Mobil umumnya PLC diintegrasikan dengan robot untuk melakukan proses penggabungan kerangka bodi mobil. Robot digunakan sebagai pengganti manusia dalam pengerjaan *handling, welding, dan sealing* pada kerangka bodi mobil. Robot lengan yang dapat digunakan sebagai praktik atau pembelajaran adalah Robot Dobot Magician (Feri, Hadisantoso, and Indriyani 2021). Robot Dobot Magician merupakan robot lengan berukuran kecil dan sederhana yang memiliki kemampuan seperti robot industri pada umumnya, seperti *pick and place* dan laser (*Laser Engraving*) dengan pergerakan yang terprogram (Feri, Hadisantoso, and Indriyani 2021).

Berdasarkan permasalahan di atas dibangun Prototipe Robot *Assembly Body* Mobil Berbasis PLC Outseal Dan Haiwell SCADA. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem produksi mobil berbasis SCADA di industri otomotif terutama pada Tahap *Assembly Body* Mobil di *Welding Line* yang dapat dipantau dan dikontrol secara jarak jauh serta data sistem produksi dapat disimpan dan dianalisa secara mendalam. Penelitian ini membantu teknisi dan operator di industri otomotif untuk memantau dan mengontrol keseluruhan sistem produksi unit mobil serta mengetahui kesalahan dan kegagalan sistem dengan cepat.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini dijelaskan tahapan penelitian atau siklus kegiatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Gambar 1 menunjukkan *flowchart* alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Alur penelitian

2.1 Persiapan

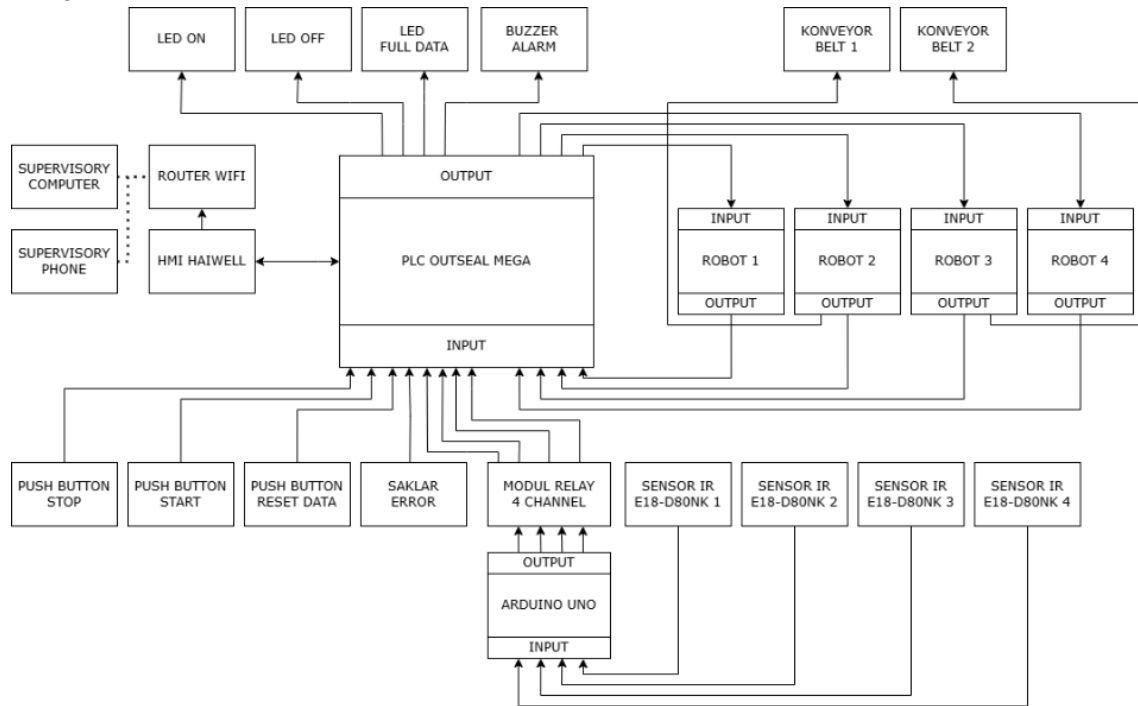
Persiapan ini meliputi pengumpulan informasi terkait kebutuhan sistem, tujuan penelitian, metodologi penelitian, serta pemahaman terhadap teori-teori yang relevan terhadap penelitian. Selain itu juga pada tahap ini ditentukan masalah yang diselesaikan dan ruang lingkup penelitian yang dilakukan. Beberapa sumber daya yang dibutuhkan seperti referensi, literatur, dan perangkat pendukung sistem diidentifikasi dan dikumpulkan dengan metode studi dokumen sehingga peneliti dapat mengerti dan memahami dengan baik pada penelitian yang dilakukan.

2.2 Perancangan

Prototipe yang dibuat dirancang dan didesain berdasarkan informasi dan kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya, meliputi rancangan skema sistem, tata letak sistem, desain keseluruhan komponen, serta alur kerja sistem.

2.2.1 Skema Sistem

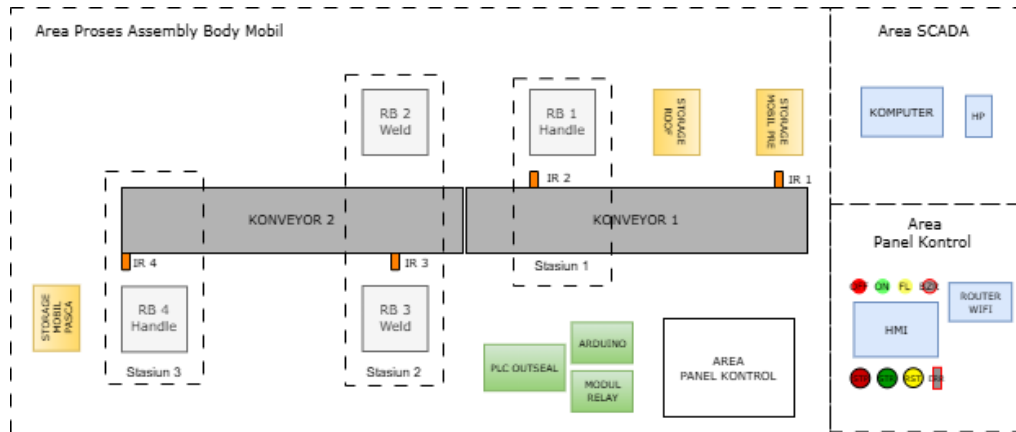
Sistem prototipe terdiri dari beberapa komponen yang saling terintegrasi dan berkomunikasi dalam melakukan proses perakitan bodi mobil. PLC Outseal bertugas sebagai perangkat master yang mengontrol LED, Buzzer, Robot Dobot, dan Konveyor Belt berdasarkan informasi yang diberikan dari Push Button, saklar, dan Sensor Infrared. Gambar 2 menunjukkan skema sistem prototipe yang dibangun.



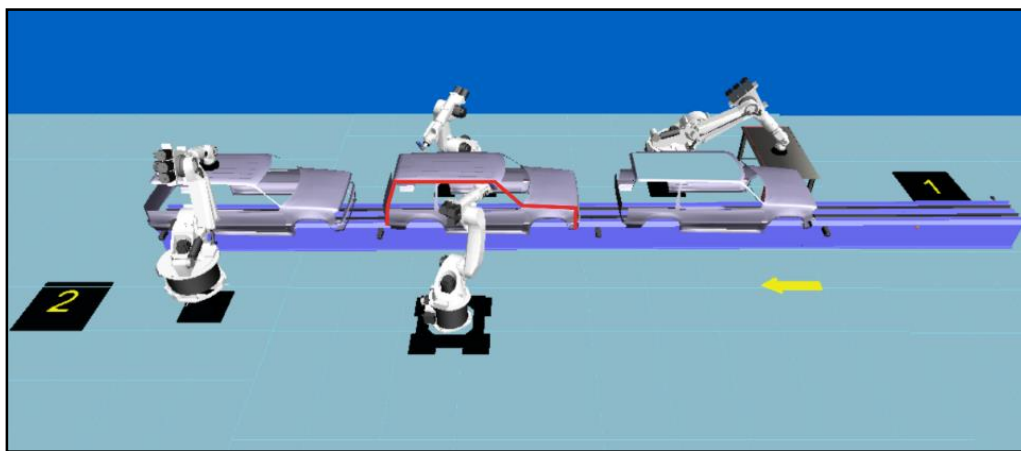
Gambar 2. Skema sistem prototipe

2.2.2 Tata Letak Sistem

Tata letak sistem menunjukkan penempatan fisik dari semua komponen sistem yang digunakan dalam membangun prototipe. Area sistem terbagi menjadi 3 bagian yaitu Area Proses *Assembly Body* Mobil, panel kontrol, dan SCADA. Sedangkan kerja Robot Dobot terbagi menjadi 3 stasiun yaitu Robot 1 (*Handling*) yang melakukan proses pengambilan dan penempatan *roof* ke atas miniatur bodi mobil di Stasiun 1, Robot 2 dan 3 (*Welding*) yang melakukan proses pengelasan *roof* dengan miniatur bodi mobil di Stasiun 2, dan Robot 4 (*Handling*) yang melakukan proses pengangkatan miniatur bodi mobil hasil produksi ke penyimpanan mobil di Stasiun 3. Gambar 3 dan 4 menunjukkan tata letak sistem prototipe yang digunakan.



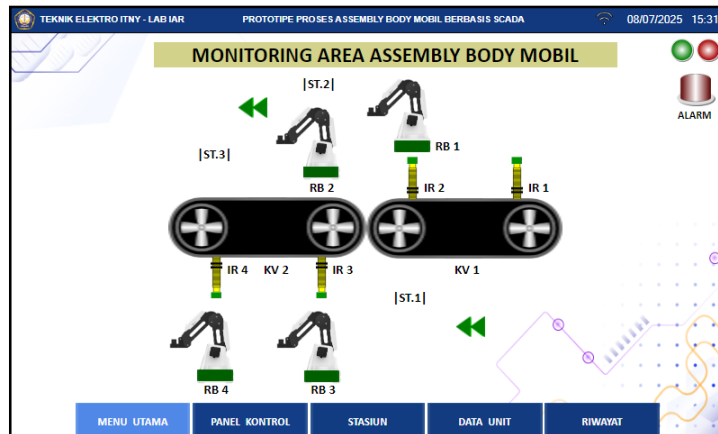
Gambar 3. Tata letak sistem prototipe



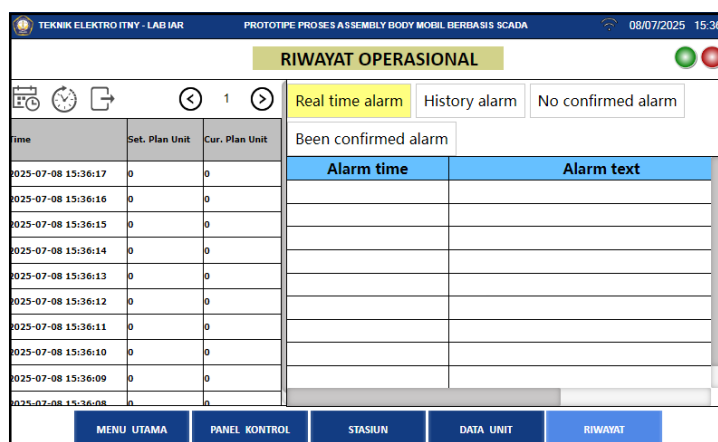
Gambar 4. Desain 3D area proses *assembly body* mobil (tampak depan)

2.2.3 Tampilan HMI dan SCADA

Tampilan HMI dan SCADA didesain menggunakan perangkat lunak Haiwell Cloud SCADA Develop dengan tata letak dan visualisasi yang mudah dipahami dan mewakili keseluruhan operasional sistem. Terdapat beberapa menu tampilan yang dapat dipilih dan digunakan yaitu Menu Profil, Utama, Panel Kontrol, Stasiun (Stasiun 1, 2, Dan 3), Data Unit, dan Riwayat, serta *Emergency*. Menu Utama menampilkan visualisasi kerja sistem pada Area Proses *Assembly Body* Mobil dari awal hingga akhir produksi, meliputi visualisasi kerja Robot Dobot, Konveyor Belt, dan Sensor *Infrared*. Menu Panel Kontrol menampilkan visualisasi *push button* untuk mengubah kondisi sistem menjadi *on* atau *off* dan status sistem ditampilkan melalui indikator *Pilot Lamp* yang berubah warna sesuai kondisi sistem yang terjadi serta terdapatnya indikator alarm apabila terjadi kegagalan dan kesalahan pada sistem produksi. Menu Stasiun menampilkan visualisasi dan informasi yang lebih terfokus pada operasi kerja sistem di Stasiun 1, 2, dan 3 meliputi status robot, sensor, dan konveyor serta fungsi robot. Menu Data Unit digunakan sebagai penyetelan produksi unit mobil dan menampilkan informasi data unit secara *real time* yang kemudian dapat di reset kembali menjadi 0 unit oleh tombol reset ketika unit mobil terpenuhi. Terakhir yaitu Menu Riwayat atau log operasional sistem yang menampilkan catatan aktivitas operasional sistem produksi secara *real time* serta menampilkan data unit mobil beserta informasi yang lengkap seperti tanggal dan waktu unit mobil yang terproduksi. Data operasional sistem dan unit mobil yang terekam pada Menu Riwayat dapat di *export* ke penyimpanan Perangkat SCADA ataupun *UDisk* atau *FlashDisk* melalui HMI. Gambar 5 dan 6 menunjukkan tampilan HMI dan SCADA yang digunakan pada prototipe.



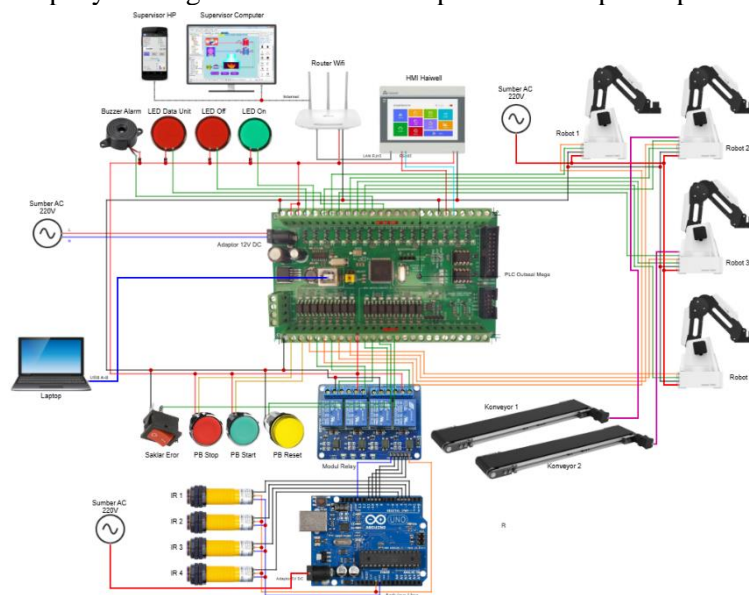
Gambar 5. Desain tampilan menu utama HMI dan SCADA



Gambar 6. Desain tampilan menu riwayat HMI dan SCADA

2.2.4 Keseluruhan Komponen

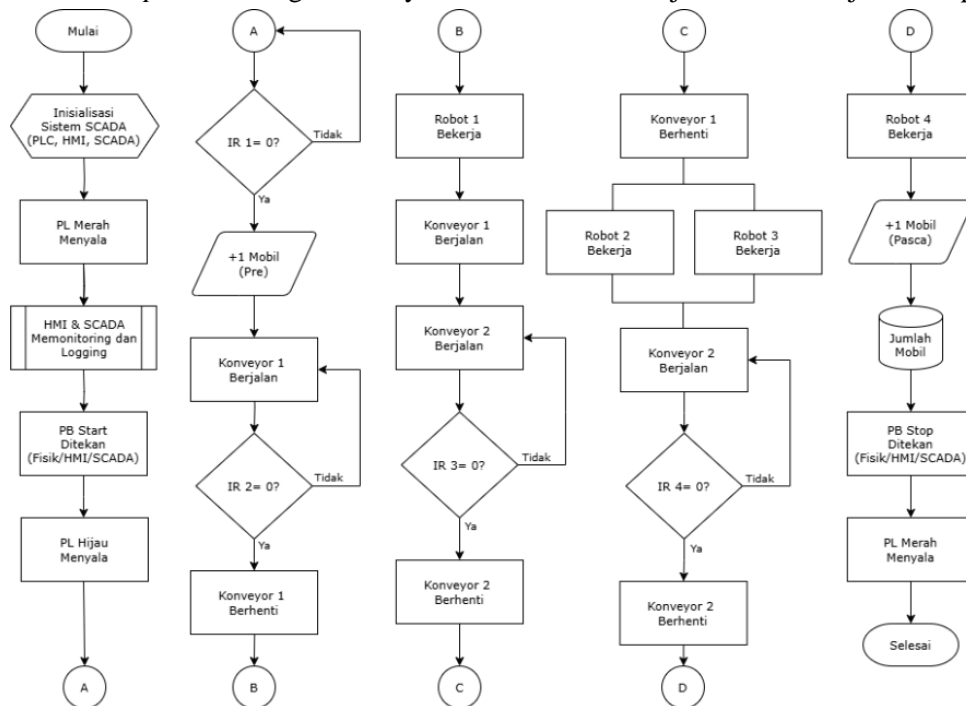
Prototipe dirancang dan dibangun dengan menyambungkan sistem kelistrikan dan kontrol serta komunikasi dari keseluruhan komponen, mulai dari PLC Outseal, Robot Dobot, perangkat masukan, perangkat keluaran, dan Perangkat SCADA dengan benar dan terstruktur. Gambar 7 menunjukkan desain penyambungan keseluruhan komponen sistem prototipe.



Gambar 7. Desain penyambungan keseluruhan komponen sistem

2.2.5 Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem dimulai dengan menginisialisasi Sistem SCADA sehingga fungsi Sistem SCADA mulai bekerja untuk melakukan pemantauan dan pengumpulan data operasional sistem ditandai dengan indikator Pilot Lamp Merah yang menyala. Untuk memulai produksi sistem dinyalakan melalui penekanan pada *Push Button Start* baik dari fisik, HMI, ataupun SCADA ditandai dengan Pilot Lamp Hijau yang berganti menyala. Ketika Sensor *Infrared* 1 mendeteksi adanya miniatur mobil (*pre*) yang masuk pada area produksi maka Konveyor 1 bergerak. Ketika Sensor *Infrared* 2 mendeteksi kedatangan miniatur mobil maka Konveyor 1 berhenti dan Robot 1 bergerak melaksanakan tugas pengambilan dan penempatan *roof* di atas miniatur mobil. Setelah selesai, Konveyor 1 dan 2 bergerak. Ketika Sensor *Infrared* 3 mendeteksi maka Konveyor 1 dan 2 berhenti dan Robot 2 dan 3 bekerja melaksanakan proses pengelasan. Setelah selesai, Konveyor 2 bergerak kembali. Ketika Sensor *Infrared* 4 mendeteksi maka Konveyor 2 berhenti dan Robot 4 melakukan pengangkatan miniatur mobil (*pasca*) ke penyimpanan. Setelah selesai, data unit mobil pada sistem bertambah 1. Proses satu siklus produksi selesai, sistem terus berulang hingga unit mobil terpenuhi. Sistem Proses *Assembly Body* Mobil berhenti ketika unit mobil terpenuhi, muncul kegagalan sistem, dan diberhentikan melalui penekanan pada *Push Button Stop* baik fisik, HMI, ataupun SCADA yang kemudian Pilot Lamp Merah berganti menyala. Gambar 8 menunjukkan alur kerja sistem prototipe.



Gambar 8. Alur kerja sistem prototipe

2.3 Perakitan dan Pemrograman

Komponen-komponen perangkat keras dirakit menjadi sistem prototipe berdasarkan desain yang dibuat sebelumnya. Pemrograman dilakukan setelah keseluruhan komponen tersambung menjadi satu bagian. Program Robot Dobot dibuat dengan perangkat lunak Dobot Studio, PLC Outseal dengan Outseal Studio, Arduino Uno dengan Arduino IDE, dan Haiwell SCADA dengan Haiwell Cloud SCADA Develop.

2.4 Pengujian

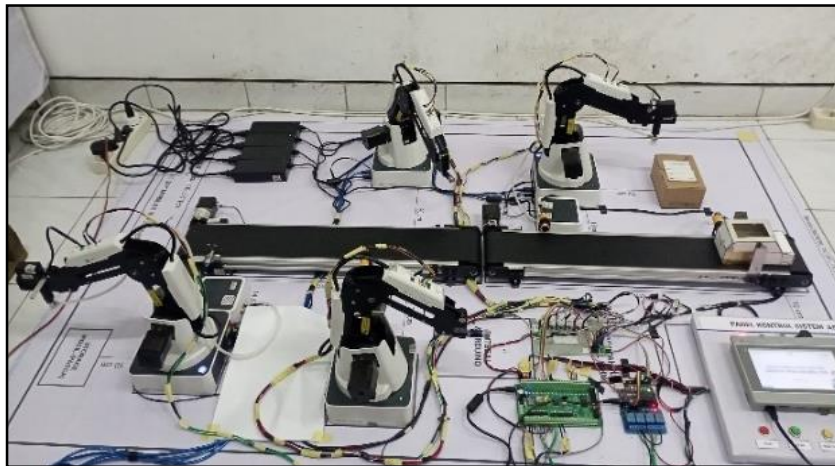
Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja bagian dan keseluruhan sistem sesuai dengan fungsi dan tujuan yang ditetapkan. Berbagai skenario pengujian diterapkan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi yang berbeda. Parameter keberhasilan sistem dinilai dari kesesuaian fungsi komponen dan variabel dalam menjalankan tugas berdasarkan program dan penyetelan yang diberikan. Data hasil dari pengujian dimasukkan ke dalam tabel data pengujian untuk dilakukan analisa terkait hasil prototipe.

2.5 Evaluasi dan Perbaikan

Setiap hasil pengujian yang dilakukan dievaluasi untuk menilai apakah sistem telah memenuhi tujuan dan fungsi yang ditentukan ataukah belum. Setiap masalah atau kekurangan yang ditemukan pada sistem selama pengujian di analisa lebih mendalam. Komponen dan fungsi sistem yang tidak berjalan dengan sesuai dan baik dilakukan perbaikan sesuai dengan hasil analisa dan evaluasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, ditunjukkan hasil penelitian dari keseluruhan pengujian sistem, yang kemudian dibahas serta di analisa secara mendalam. Gambar 9. menunjukkan hasil implementasi Prototipe Robot *Assembly Body* Mobil Berbasis PLC Outseal Dan Haiwell SCADA.



Gambar 9. Hasil implementasi prototipe sistem

3.1 Hasil Uji Sensor *Proximity Infrared*

Hasil pengujian fungsi Sensor *Proximity Infrared* dalam mendeteksi keberadaan miniatur bodi mobil ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Sensor *Proximity Infrared*

Percobaan (Cycle)	Sensor IR (1)	Sensor IR (2)	Sensor IR (3)	Sensor IR (4)
1	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi
2	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi
3	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi
4	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi
5	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi

Selama lima siklus percobaan produksi unit mobil menunjukkan bahwa ke empat Sensor *Proximity Infrared* mampu mendeteksi miniatur bodi mobil dengan berbahan kertas secara konsisten tanpa adanya kegagalan dan kesalahan. Hal ini menandakan bahwa Sensor *Proximity Infrared* berfungsi dengan baik dan memiliki tingkat keandalan yang tinggi untuk mendukung sistem deteksi otomatis selama proses produksi unit miniatur bodi mobil berlangsung.

3.2 Hasil Uji *Push Button* dan Saklar

Hasil pengujian dari kinerja *Push Button* dan Saklar ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji *Push Button* dan Saklar

Percobaan (Cycle)	Komponen	Keadaan	Hasil	Kesimpulan	
				Sesuai	Tidak
5 Cycle	<i>Push Button</i>	Ditekan	Semua sistem berhenti dan tidak dapat berfungsi	✓	

(<i>Stop</i>) <i>Push</i> <i>Button</i>	Ditekan	Semua sistem dapat berfungsi	V
(<i>Start</i>) <i>Push</i> <i>Button</i>	Ditekan	Data unit mobil menjadi 0 dan semua sistem dapat berfungsi kembali	V
(<i>Reset</i> <i>Data</i>) <i>Saklar</i> (<i>Error</i>)	Ditekan	Sensor <i>Infrared</i> 4 tidak berfungsi dan semua sistem berhenti dan tidak berfungsi	V

Dalam lima siklus percobaan, PB Stop berhasil menghentikan semua fungsi sistem, sedangkan PB Start berhasil menyalakan semua fungsi sistem yang diperlukan pada proses produksi. PB Riset Data berhasil mengatur ulang data jumlah produksi ke angka nol dan mengembalikan sistem ke kondisi siap digunakan untuk produksi. Sementara itu, Saklar *Error* berhasil menonaktifkan fungsi Sensor IR 4 yang secara otomatis menghentikan keseluruhan fungsi sistem produksi sebagai bentuk respon terhadap kegagalan deteksi sensor. Fungsi-fungsi *Push Button* dan Saklar menunjukkan bahwa integrasi antara kontrol manual, perangkat keras, dan logika pemrograman pada PLC berjalan secara sinkron.

3.3 Hasil Uji Program Robot Dobot

Terdapat empat Robot Dobot yang bekerja pada sistem prototipe. Program Robot 1 dan 4 sebagai robot *handling* memiliki kemiripan program yang sama sedangkan Program Robot 2 dan 3 sebagai robot *welding* sekaligus penggerak konveyor juga memiliki kemiripan program yang sama. Hasil pengujian program Robot Dobot 1 dan 2 ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Program Robot Dobot 1

Percobaan (<i>Cycle</i>)	Hasil Pengujian		
	<i>Input</i> EIO05	Robot 1	Sinyal <i>Output</i>
1	0	Bergerak	Terkirim
2	0	Bergerak	Terkirim
3	0	Bergerak	Terkirim
4	0	Bergerak	Terkirim
5	0	Bergerak	Terkirim

Tabel 4. Hasil Uji Program Robot Dobot 2

Percobaan (<i>Cycle</i>)	Hasil Pengujian						
	<i>Input</i> EIO07	Konveyor 1	<i>Input</i> EIO07	Konveyor 1	<i>Input</i> EIO05	Robot 2	Sinyal <i>Output</i>
1	0	Jalan	1	Berhenti	0	Bergerak	Terkirim
2	0	Jalan	1	Berhenti	0	Bergerak	Terkirim
3	0	Jalan	1	Berhenti	0	Bergerak	Terkirim
4	0	Jalan	1	Berhenti	0	Bergerak	Terkirim
5	0	Jalan	1	Berhenti	0	Bergerak	Terkirim

Keterangan:

0: tidak ada sinyal, 1: ada sinyal

Pada pengujian Robot Dobot 1, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa robot selalu bergerak pada setiap siklus ketika tidak menerima sinyal (logika 0), dan sinyal *output* selalu berhasil terkirim setelah robot selesai bekerja. Pada pengujian Robot Dobot 2 di setiap siklus produksi, ketika *input* EIO07 berada dalam kondisi logika 0 maka konveyor 1 berjalan, kemudian ketika berubah menjadi logika 1 maka konveyor 1 berhenti. Kemudian, sama dengan Robot Dobot 1 ketika *input* EIO05 berlogika 0 maka Robot Dobot 2 bergerak dan setelah selesai sinyal *output* dari robot berhasil

dikirim ke Sistem PLC. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa Robot Dobot 1 dan 2 mampu bekerja secara terkoordinasi dengan Sistem PLC sesuai dengan sinyal perintah dan program yang diberikan.

3.4 Hasil Uji Program Programmable Logic Controller (PLC)

Hasil pengujian program *Programmable Logic Controller* (PLC) ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Program *Programmable Logic Controller* (PLC)

No	Switch	Bit Relay									
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
1	S1	V	X	X	X	X	X	X	X		
2	S2	X	V								
3	S3										V
4	S4				V						
5	S5								V		
6	S6						V	V			
7	S7					V					
8	S8					V					
9	S9			V		V					
10	S10			V							
11	S11										
12	S12	V	X	X	X	X	X	X	X	V	

Keterangan:

X: Tidak Berfungsi, V: Berfungsi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap *switch* mampu mengaktifkan bit *relay* yang sesuai dengan logika pemrograman yang dibuat. Aktivasi yang sesuai antara bit *relay* dan *input switch* mengindikasikan bahwa *ladder* diagram yang dibuat untuk PLC Outseal berfungsi secara akurat. Hal ini menandakan bahwa pemrograman kontrol logika yang digunakan dalam sistem ini telah dirancang dan dibuat dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan Proses *Assembly Body* Mobil.

3.5 Hasil Uji HMI dan SCADA

Hasil pengujian untuk HMI dan SCADA ditunjukkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Sistem HMI dan SCADA

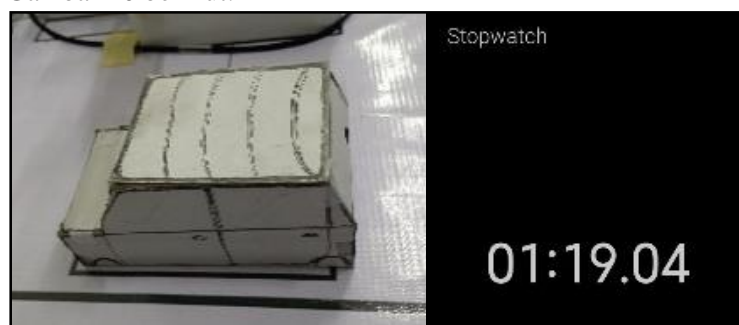
Percobaan (Cycle)	Keadaan	Hasil	Keterangan	
			Sesuai	Tidak
5 Cycle	Push Button (Stop) Ditekan	Semua sistem berhenti dan tidak dapat berfungsi	V	
	Push Button (Start) Ditekan	Semua sistem dapat berfungsi	V	
	Push Button (Reset Data) Ditekan	Data unit mobil menjadi 0 dan semua sistem dapat digunakan kembali	V	
	Saklar Roof DN Ditekan	Switch 5 PLC menyala serta Konveyor 1 dan Konveyor 2 jalan	V	
	Saklar Pick DN Ditekan	Switch 10 PLC menyala dan data unit mobil bertambah 1	V	
	Tombol Menu Ditekan	Tampilan pindah ke <i>display</i> yang ditekan (dituju)	V	
	Tombol Export Ditekan	Muncul tampilan untuk menyimpan <i>file</i> histori	V	

Plan Data Unit Diisi	Tampil jumlah unit mobil yang akan diproduksi dan produksi unit mobil dibatasi sesuai plan unit	V
User Protection Password Diisi dengan benar	Tampilan dan Fungsi Panel Kontrol dapat diakses	V
Sistem On Menyala	Indikator Sistem On Menyala	V
Sistem Off Menyala	Indikator Sistem Off Menyala	V
Sensor Infrared Mendeteksi	Indikator Sensor Infrared Menyala	V
Robot 1,2,3, dan 4 Bergerak	Visual Robot 1,2,3, dan 4 Bergerak	V
Konveyor 1 dan 2 Berjalan	Visual Konveyor 1 dan 2 Berjalan	V
Data Unit Terpenuhi	Indikator Data Unit Terpenuhi Menyala, Tampil <i>Popup</i> Notifikasi, Terekam di Histori	V
Alarm Berbunyi	Indikator Alarm Menyala dan Berbunyi, Tampil <i>Popup</i> Notifikasi, Terekam di Histori	V
Unit Mobil Diproduksi	Data Unit Mobil Terekam di Histori secara <i>realtime</i>	V
Variabel Sistem Alarm Bekerja	Variabel Sistem Alarm Terekam di Histori secara <i>realtime</i> serta Terkirim pesan pada Haiwell Cloud dan Email Terdaftar	V

Dari hasil pengujian pada Sistem HMI dan SCADA selama lima siklus produksi, fungsi dan tampilan sistem berjalan dengan baik dan sesuai, seperti perintah *start*, *stop*, *reset data*, pengaturan plan produksi, *user password*, hingga perpindahan tampilan menu. Visualisasi status sistem ditampilkan secara akurat dan *real time*, baik untuk indikator sistem menyala, gerakan robot dan konveyor, data unit yang terpenuhi, alarm yang berbunyi, hingga histori produksi yang tercatat secara otomatis. Variabel sistem seperti alarm berhasil dikirimkan ke layanan Haiwell Cloud dan email yang terdaftar. Hal ini menunjukkan keberhasilan integrasi sistem Proses *Assembly Body* Mobil berbasis SCADA dalam pengawasan, pengontrolan, dan akuisisi data pada sistem produksi unit mobil.

3.6 Hasil Uji Produksi Unit Mobil

Hasil produksi unit mobil pada sistem Proses *Assembly Body* Mobil berbasis SCADA ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Hasil produksi unit mobil dengan waktu satu siklus

Secara keseluruhan, sistem Prototipe Robot *Assembly Body* Mobil berbasis PLC Outseal dan Haiwell SCADA mampu bekerja secara konsisten dan sesuai dengan menunjukkan hasil produksi unit miniatur mobil yang baik dan tepat dengan waktu satu siklus yang relatif stabil sebesar 1 menit 19 detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan pada penelitian “Prototipe Robot *Assembly Body* Mobil berbasis PLC Outseal dan Haiwell SCADA”, dapat disimpulkan bahwa PLC Outseal yang diprogram menggunakan *Software* Outseal Studio dan Robot Dobot yang diprogram menggunakan *Software* Dobot Studio dapat menjalankan tugas-tugas pada sistem secara otomatis berdasarkan alur kerja sistem yang ditentukan. Selanjutnya dengan menggunakan instruksi bit biner untuk *input* dan bit *relay* untuk *output* pada program PLC Outseal serta mendeklarasikan dan memanggil variabel eksternal pada Haiwell SCADA maka Sistem SCADA yang diterapkan pada Robot *Assembly Body* Mobil dapat melaksanakan fungsi pengawasan, pengontrolan, dan akuisisi data secara *real time* dan jarak jauh. Untuk mengintegrasikan dan mengkomunikasikan Robot Dobot dengan PLC Outseal dilakukan dengan menyambungkan *Extended Input* Robot ke *Output* PLC dan *Extended Output* Robot ke *Input* PLC serta memanggilnya pada program di kedua perangkat, sedangkan PLC Outseal dengan Haiwell SCADA dilakukan dengan menyambungkan *Port* Komunikasi RS-485 A-S PLC ke A HMI dan B-S PLC ke B HMI serta melakukan penyetelan *Port* Komunikasi dengan *Com* 1/2/3, Protokol Modbus Alamat *Slave* 1, dan *baud rate* 9600 pada kedua perangkat. Dan terakhir yaitu kinerja sistem prototipe memberikan hasil yang baik dan sesuai, dengan waktu produksi satu siklus unit paling cepat sebesar 1 menit 19 detik.

5. SARAN

Penelitian ini masih bisa dikembangkan lebih lanjut untuk menambah dan menyempurnakan kinerja dan fungsi dari sistem yang dibangun. Konveyor *Belt* dapat disambungkan secara langsung melalui *Output* PLC Outseal sehingga pengontrolan lebih leluasa dan tidak terikat dengan program Robot Dobot. Tampilan visualisasi pada HMI dan SCADA dapat dibuat lebih menarik berdasarkan bentuk dan gerak nyata dari perangkat dan objek. Pengembangan program PLC Outseal untuk memainkan peran dan fungsi data integer terhadap operasional sistem produksi. Dan yang terakhir Pemberian *feedback* terhadap *input* sistem ketika proses sistem tidak bekerja dengan fungsi dan program yang telah diatur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penelitian ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari semua pihak yang telah membantu. Untuk itu peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat dan pertolongan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini dengan baik.
 2. Kedua orang tua yang telah memberikan doa restu, dukungan, dan bimbingan untuk meraih cita-cita penulis untuk sukses dunia dan akhirat.
 3. Ketua Program Studi dan Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
 4. Bapak Ir. Tugino, S.T., M.T., IPM., Asean.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Suyanta, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II pelaksanaan skripsi.
 5. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta Angkatan 21 dan Teman-teman D3 Elektronika Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
-

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Estanto, Bagas, and Viktor Naubnome. 2023. "Proses Perakitan Bodi Mobil pada bagian Assembly di PT. XYZ Plant Cikarang." *Jurnal Serambi Engineering* VIII(4): 7457–63.
- Fauzan Akbar, David, Gresia Febriana Tambunan, Stefanus Ivan, Bohal Siringoringo, Refaldi Nazhr Warnata, Anta Irawan, Rama Wijaya, et al. 2023. "IMPLEMENTASI DAN PERKEMBANGAN SISTEM SCADA DI INDUSTRI: TINJAUAN DARI SUDUT PANDANG PAKAR." *Jurnal Pengabdian Masyarakat* 3: 122–28. <https://doi.org/>.
- Feri, Siswoyo, Safitri Hadisantoso, and Janizal Indriyani. 2021. "Oktober 2021, hal. 17-24 Kinematics Analysis Pick And Place Materials By Color With Blockly Program, Feri Siswoyo Hadisantoso." *Jurnal RAMATEKNO* 1(2): 17–24.
- Parhusip Yohana, and Arvianto Ary. 2024. "ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN PORTABLE SPOT WELDING (PSW) DENGANPENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) DAN PENDEKATANOVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA PRODUKSI UNIT TD(Studi Kasus : PT. Krama Yudha Ratu Motor)." *Industrial Engineering Online Journal* 13.4. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/47261/32092> (March 2, 2025).
- Pujotomo Isworo. 2016. "Implementasi Sistem SCADA Untuk Pengendalian Jaringan Distribusi 20 KV." *Jurnal Kajian Teknik Elektro* 1.
- Saputri, Wisna, Alfira Ws, Kazman Riyadi, Jurusan Teknik, Elektro Politeknik Negeri, and Ujung Pandang. 2022. "KELAYAKAN PLC OUTSEAL PADA PENGONTROLAN MOTOR INDUKSI 3 FASA." *INTEK: Jurnal Penelitian* 7. <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/download/3866/3275> (March 7, 2025).
- Tambunan, Chrisman, Danang Widjajanto, and Hatib Setiana. 2024. 10 Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro *Implementasi Haiwell Cloud Scada Pada Sistem Monitoring Sorting by Weight*.
- Vera Maria, Sherla Dara Rizky, and Aisar Muhammad Akram. 2024. "Mengamati Perkembangan Teknologi Dan Bisnis Digital Dalam Transisi Menuju Era Industri 5.0." *Wawasan : Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi dan Kewirausahaan* 2(3): 175–87. doi:10.58192/wawasan.v2i3.2239.
-