

KONTROL INDUSTRIAL MECHATRONIC SYSTEM (IMS) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Lewi¹⁾, Remigius Tandioğa²⁾, Mukhtar³⁾, Ferawati⁴⁾ dan Popy Oktaviani⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, 90245
E-mail: lewi@poliupg.ac.id

Abstract

The rapid development of science and technology has had a big impact on human life to study and develop it. One of them is in the development of mechatronics products, which is a scientific discipline that combines or synergizes mechanical engineering, electronics, information engineering and regulatory engineering (control engineering) to design, manufacture and produce products that want to be operated in line with current developments based on the Internet of Things (IoT). . Outseal PLC is the latest innovation using Arduino as a CPU and was developed by adding input, output, ADC input pins and various other functions that can be used as intended. The Outseal PLC is controlled by a program through Outseal Studio which is in the form of a ladder diagram with various functions in it. IMS control development using Outseal PLC with the use of ESP32 as master and Outseal PLC as slave in Modbus communication. IoT-based IMS control has been successfully carried out at the motor controller station to start a system work, and can be controlled remotely via the website. Travel distance does not limit users from controlling the motorbike at the IMS station as long as there is a WiFi network.

Keywords: *Mechatronic, Outseal PLC, Internet of Things*

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sedemikian pesat telah membawa dampak yang cukup besar terhadap kehidupan manusia untuk mempelajari dan mengembangkannya. Salah satunya dalam pengembangan produk mekatronika yang merupakan suatu disiplin ilmu yang menggabungkan atau mensinergikan dari teknik mesin, elektronika, teknik informatika dan teknik pengaturan (teknik kontrol) untuk merancang, membuat, memproduksi yang ingin dioperasikan mengikuti perkembangan zaman dengan berbasis *Internet of Things* (IoT). PLC Outseal merupakan inovasi terbaru dengan memanfaatkan Arduino sebagai CPU dan dikembangkan dengan menambahkan pin input, output, input ADC dan berbagai fungsi lainnya yang dapat digunakan sebagaimana mestinya. PLC Outseal dikendalikan dengan program melalui Outseal Studio yang berupa ladder diagram dengan berbagai fungsi di dalamnya. Pengembangan kontrol IMS menggunakan PLC Outseal dengan penggunaan ESP32 sebagai master dan PLC Outseal sebagai slave dalam komunikasi Modbus. Pengontrolan IMS berbasis IoT telah berhasil dilakukan pada stasiun pengontrol motor untuk memulai suatu kerja sistem, dan dapat dikontrol secara jarak jauh melalui *website*. Jarak tempuh tidak membatasi pengguna untuk mengontrol motor pada stasiun IMS selama ada jaringan WiFi.

Kata Kunci: *Mekatronika, PLC Outseal, Internet of Things*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sedemikian pesat telah membawa dampak yang cukup besar terhadap kehidupan manusia untuk mempelajari dan mengembangkannya. Penggunaan teknologi digital mampu disesuaikan dengan

kebutuhan manusia dan membuat hal-hal yang dilakukan secara manual berubah menjadi praktis dan lebih modern, sehingga zaman yang serba digital (*Digital Technology*) saat ini mendatangkan sebuah kehidupan yang serba cepat dan informasi tersebar dalam hitungan detik. Hal tersebut telah mencerminkan bahwa dunia telah memasuki Revolusi Industri 4.0 yang merupakan adanya perubahan bagi setiap manusia dalam segala bidang (Putrawangsa, 2018). Salah satunya dalam pengembangan produk mekatronika yang merupakan suatu disiplin ilmu yang menggabungkan atau menyinergikan dari teknik mesin, elektronika, teknik informatika dan teknik pengaturan (teknik kontrol) untuk merancang, membuat, memproduksi yang ingin dioperasikan mengikuti perkembangan zaman dengan berbasis *Internet of Things* (IoT).

Saat ini telah banyak perguruan tinggi yang membuka Program Studi Teknik Mekatronika, contohnya Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP). Berhubung sistem mekatronika ini telah banyak digunakan dalam dunia industri, maka di bangku kuliah perlu diajarkan sebelum terjun ke dunia kerja, salah satunya peralatan yang disebut *Industrial Mechatronics System* (IMS). Gambar 1 memperlihatkan peralatan IMS yang ada di Laboratorium Mekatronika dan Sistem Otomasi Jurusan Teknik Mesin PNUP.



Gambar 1. *Industrial Mechatronics System* (IMS)
(Sumber: Lucas Nuelle, 2014)

IMS ini terdiri dari beberapa stasiun, menyediakan jalur produksi otomatis industri yang dapat disimulasikan dalam beberapa bentuk bervariasi. Dengan desain modularnya, IMS merupakan sistem yang sangat cocok untuk melakukan pengamatan terkait koneksi cerdas dengan sistem kontrol. Koneksi langsung antara sistem kontrol dan sabuk konveyor memungkinkan sistem beroperasi dengan cepat dan mudah. (Lucas Nuelle, 2014). IMS ini menggunakan kontroler PLC Siemens S7-300 dan untuk mengembangkannya menjadi sistem industri 4.0 membutuhkan biaya yang cukup besar.

Saat ini peralatan tersebut tidak dapat digunakan secara keseluruhan, dikarenakan terdapat beberapa komponen yang rusak dan bermasalah di bagian konfigurasinya, beberapa stasiun yang tidak dapat dioperasikan sebagaimana mestinya dan alat ini tidak dapat digerakkan per-stasiun karena menggunakan program bawaan pabrik.

PLC Outseal merupakan inovasi terbaru dengan memanfaatkan Arduino sebagai CPU dan dikembangkan dengan menambahkan pin input, output, input ADC dan berbagai fungsi lainnya yang dapat digunakan sebagaimana mestinya PLC itu berfungsi. PLC Outseal akan dikendalikan dengan program melalui Outseal Studio yang berupa ladder diagram dengan berbagai fungsi di dalamnya seperti fungsi pembangkit Pulse Width Modulation (PWM), fungsi logika, fungsi pengatur waktu dan masih banyak lagi. Menurut Risfendra (2020), ada beberapa keuntungan menggunakan *outseal* PLC antara lain: (a). Sudah layak digunakan untuk industri karena beberapa alasan diantaranya adalah: mampu bekerja pada tegangan listrik 24V (standard industri), tahan terhadap ESD (*Electro Static Discharger*) yakni pelepasan arus listrik static dari suatu benda ke benda, *isolated Input* dan analog input bisa membaca arus listrik 0-20 mA dan terdapat resettable fuse, (b). Skema elektronik terbuka untuk umum sehingga siapapun dapat melihat, mempelajari, membuat sendiri hingga mengembangkannya, (c). Perangkat lunak untuk pemrograman diagram tangga diberikan secara gratis, memakai bahasa Indonesia sebagai bahasa utama dan mudah dioperasikan.

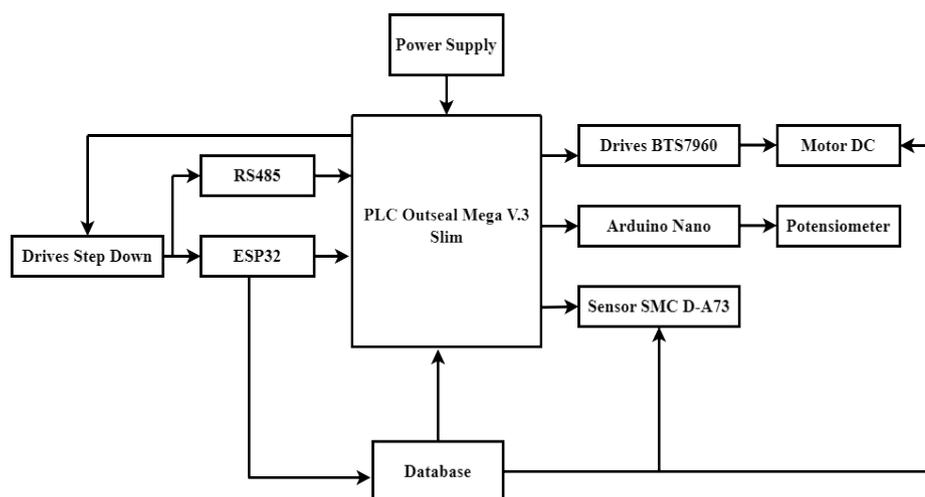
Beberapa penelitian terkait IMS dan PLC Outseal telah dilakukan. Ulandari (2019) telah melakukan perawatan, perbaikan dan pengembangan pemrograman pada IMS sehingga memudahkan proses pengendalian. Pada penelitian tersebut IMS hanya dapat dimonitor secara langsung dan belum dapat dikontrol secara jarak jauh menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) berbasis *website*. Penelitian Violinda (2022) dengan judul Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan PLC Outseal Berbasis *Internet of Things* (IoT), dapat memberikan informasi ketersediaan lahar parkir. Penelitian Supriyono (2021) dengan judul Penerapan PLC Outseal pada Pengisian Botol Otomatis Berbasis Android, dapat mengontrol pengisian botol secara otomatis menggunakan PLC Outseal dan dapat dioperasikan dari aplikasi HMI Modbus pada smartphone pada jarak 1 – 5 meter. Penelitian Saputra (2022), dengan judul Komunikasi Outseal PLC Dengan Smartphone, diperoleh hasil bahwa PLC Outseal dapat berkomunikasi dengan smartphone menggunakan aplikasi HMI Modbus. Penelitian Yanto (2022) telah

membuat sistem Smart Lab menggunakan Outseal PLC dan HMI dengan media komunikasi modbus.

Berdasarkan latar belakang di atas dengan memperhatikan keuntungan PLC Outseal serta melihat hasil penelitian yang terkait IMS dan PLC Outseal, maka pada penelitian ini dilakukan suatu inovasi dengan menggunakan kontroler PLC Outseal dengan *Internet of Things* (IoT). Penelitian difokuskan pada kontrol motor penggerak. Hasil penelitian ini diharapkan untuk memperoleh sistem kontrol IMS yang fleksibel yang memudahkan pembelajaran sistem mekatronika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama tujuh bulan, mulai bulan April sampai Oktober 2023 di Laboratorium Mekatronika dan Sistem Otomasi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penelitian meliputi perancangan dan pembuatan sistem mekanik, elektronik dan kontrol. Dalam tahap pengembangan ini, dilakukan pada stasiun pengontrol motor yang berfungsi untuk memulai kerja sistem. Pada stasiun ini dilakukan uji coba untuk mengecek komponen yang digunakan. Diagram kotak perancangan sistem seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram kotak perancangan sistem

Sebagai kontroler utama digunakan PLC Outseal Mega V.3 Slim, dimana input dari sistem ini berasal dari beberapa komponen pendukung IoT seperti RS485 *module converter*, ESP32. Untuk penggunaan komponen tersebut dibutuhkan *drives step down* yang berfungsi sebagai penurun tegangan dari sumber daya utama yang berasal dari

power supply 24 volt 10 Ampere yang terhubung ke RS485 dan ESP32. ESP32 akan melakukan komunikasi via Modbus terhadap PLC Outseal Mega V.3 Slim. Data yang berada di mikrokontroller ESP32 akan disimpan di database. ESP32 sebagai *master* (mengirim) akan mengirimkan sinyal perintah menuju PLC Outseal Mega V.3 Slim sebagai *slave* (penerima). Output *Relay* yang terdapat pada PLC akan aktif setelah menerima sinyal perintah yang berasal ESP32. *Relay* inilah yang akan mengaktifkan motor dc. Output data yang dihasilkan akan menggerakkan sistem konveyor pada stasiun yang dikembangkan.

Teknik pengumpulan data meliputi data sistem mekanik, elektronik dan kontrol. Data data ini kemudian diolah hingga menyesuaikan dengan desain mekanik, elektronik dan kendali hingga mendapatkan sistem mekatronika yang diharapkan. Pada pengembangan IMS ini data yang diperoleh berupa pengaruh jaringan WiFi terhadap respon sistem kerja IMS dan pengaruh jarak terhadap konektivitas pada sistem kerja IMS.

Analisis data pada pengaruh jaringan WiFi terhadap respon sistem kerja IMS dilakukan uji coba *access time* terhadap beberapa jenis jaringan WiFi yang sering di PNUP. Analisis data pada pengaruh jarak terhadap konektivitas pada sistem kerja IMS dilakukan uji coba dengan beberapa titik lokasi posisi akses website IMS. Lokasi yang diambil dengan jarak dekat (area dalam kampus PNUP), luar kota, antar provinsi dan negara. Data yang diperoleh berupa *access time* dari beberapa titik lokasi akses yang ditentukan. Dari data yang dikumpul akan diketahui bagaimana sistem IMS ini akan bekerja atau tidak pada kondisi dengan jarak yang berbeda-beda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan penelitian yang berupa sistem mekanik, elektronik dan kontrol. Hasil rancangan sistem mekanik seperti pada Gambar 3.



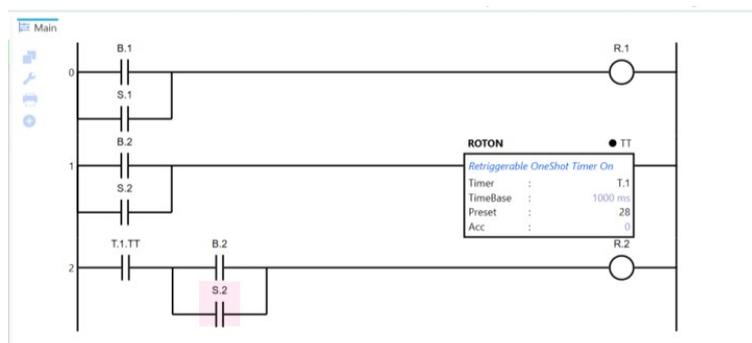
Gambar 3. Sistem mekanik IMS

Pada sistem elektronik ada beberapa komponen elektronik yang digunakan, seperti pada blok diagram Gambar 2. Gambar 4 menunjukkan rangkaian elektronik sistem IMS.



Gambar 4. Rangkaian elektronik IMS

Visual Studio Code merupakan *software* utama dalam pembuatan program untuk website. Bahasa yang digunakan pada program IoT ini adalah PHP (*Hypertext Preprocessor*), CSS (*Cascading Style Sheet*) dan Javascript. Terdapat 9 bagian program untuk menjalankan websitenya baik untuk tampilan dan perintah databasenya. Bagian tersebut adalah : *login*, *add_count*, *aksi*, *aktifasi*, *connection*, *control*, *index*, *timer* dan *logout*. Outseal studio merupakan program aplikasi outseal PLC yang menggunakan ladder diagram. Program ini berfungsi untuk mengaktifkan *relay* yang terdapat pada outseal Mega V.3 Slim yang akan mengaktifkan aktuator motor yang terdapat pada output *relay 1* dan *relay 2*. Gambar 5 menampilkan program PLC Outseal untuk kontrol stasiun IMS.



Gambar 5. Contoh tampilan Program PLC Outseal untuk kontrol IMS

Software Arduino IDE untuk membuat program komunikasi antara ESP 32 dan PLC Outseal Mega V.3 Slim. ESP 32 berperan sebagai master yang mengirim perintah menuju PLC Outseal Mega V.3 Slim yang berperan sebagai *slave* dengan

bantuan module converter RS485.

```

#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>
#include <ESP32Ping.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <ModbusMaster.h>
#define MAX485_DE 4

int hitung;
String hitung1;
void postHttp1();

ModbusMaster node;
//Deklarasi Variabel dan Konstanta

const char* WiFISSID = "Pooo";
const char* WiFIPassword = "12345678";
//const char* googlDotcom = "google.com";
const IPAddress router(192, 168, 29, 200);
//String googlDotCom = "www.google.com";

```

Gambar 6. Program Komunikasi antara ESP32 dan PLC Outseal Mega V.3 Slim

Hasil uji coba waktu respon rata-rata (jumlah pengujian sebanyak 10 kali) dengan menggunakan beberapa jaringan WiFi yang biasa digunakan di PNUP diperoleh: IM3 1,273 detik, XL 1,147 detik, Telkomsel 1,026 detik dan PNUP Hostpot 2,084 detik. Hal ini menunjukkan jaringan WIFI berpengaruh terhadap waktu respon sistem kontrol IMS. Pengujian pengaruh jarak terhadap konektivitas pada sistem kerja IMS diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.
Pengaruh Jarak terhadap Konektivitas pada Sistem Kerja IMS.

No	Jarak	Terkoneksi	Access Time (s)
1	0.015 km	✓	0,56
2	0.1 km	✓	0,79
3	0.2 km	✓	0,81
4	0.5 km	✓	1,1
5	0.7 km	✓	1,3
6	1 km	✓	1,5
7	Kab. Maros, 15 km	✓	1,59
8	Kab. Wajo, 128 km	✓	1,61
9	Probolinggo, 930 km	✓	1,61
10	Jepang, Tokyo, 4997 km	✓	1,65

Berdasarkan data hasil uji coba pengaruh jarak terhadap konektivitas pada sistem kerja IMS berbasis IoT yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa alat IMS masih dapat berfungsi dengan baik saat dioperasikan dengan jarak dekat maupun jauh, makin jauh waktu akses makin lama tetapi tidak terlalu signifikan perbedaannya.

SIMPULAN

Pengembangan kontrol IMS menggunakan PLC Outseal dengan penggunaan ESP32 sebagai master dan PLC Outseal sebagai slave dalam komunikasi Modbus. Pengontrolan IMS berbasis IoT telah berhasil dilakukan pada stasiun pengontrol motor untuk memulai suatu kerja sistem, dan dapat dikontrol secara jarak jauh melalui *website*. Jarak tempuh tidak membatasi pengguna untuk mengontrol motor pada stasiun IMS selama ada jaringan WiFi.

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk pengontrolan yang terintegrasi pada semua stasiun pada IMS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mendanai kegiatan Penelitian Terapan Rekayasa melalui Dana BLU Politeknik Negeri Ujung Pandang TA 2023, Ketua dan staf P3M PNUP yang mengkoordinir kegiatan penelitian ini, dan Ketua Jurusan Teknik Mesin PNUP yang mengizinkan penggunaan laboratorium demi kelancaran kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Lucas Nuelle, 2014. IMS Industrial Mechatronics System, (Online), (<https://www.lucas-nuelle.com>).
- Putrawangsa dan Hasanah. (2018). Integritas Teknologi Digital dalam Pembelajaran di Era Industri 4.0, (Online), (<https://www.researchgate.net>).
- Risfendra dan HerlinSetyawan. (2020). Otomasi Industri dengan Arduino Outseal PLC. Padang: UNP Press
- Supriyono, Agus. (2021). Penerapan PLC Outseal pada Pengisian Botol Otomatis Berbasis Android. Skripsi. Semarang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Semarang.
- Ulandari, Sri Hasnawati, Irdyah Inayah, Zulfhis Shara Firstiawaty, Lewi, Simon Ka'ka, Rafiuddin Syam. (2019). Codes Development of Industrial Mechatronic System. IOP Publishing, Vol. 619.
- Violinda, Riski Sahira dan Putra Jaya. 2022. "Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan PLC Outseal Berbasis Internet of Things (IoT)". Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika, Vol. 10 No.3, Sept. 2022.