

# Desain dan Pengujian Pengaplikasian Omron CP1L sebagai Remote Emergency Shutdown pada Aset Cementing

Christian Siburian<sup>a\*</sup>, Novan Akhiriyanto<sup>a)</sup>, Valentino Ardianto<sup>a)</sup>

(Received 21 Agustus 2024 || Revised 22 September 2024 || Accepted 22 Oktober 2024)

**Abstract:** PT. X, an oil and gas service company in Indonesia, has a client facing safety risks at one of PT Y's cementing assets. The client requested the implementation of an emergency shutdown component to mitigate the risk of accidents at the site. The primary challenge was the potential operational safety failures during cementing operations, which could lead to serious incidents without additional safety measures. This study aims to design and implement an emergency shutdown system based on the Omron CP1L to enhance operational safety at the cementing asset. The RES system was developed through a process of requirement identification, design, integration, and testing, supported by relevant literature studies. The system's design includes the selection of appropriate hardware and software, as well as the development of logic to execute the shutdown when PT Y's crew presses the emergency push button. Testing results indicate that the RES functions with an average delay time ranging from 1.5 to 1.9 seconds. The conclusion from this study is that the RES system is effective in enhancing operational safety and minimizing risks at PT Y's cementing asset.

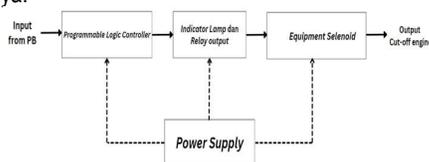
**Keywords:** Remote Emergency Shutdown, Oil and Gas Emergency Systems, Omron CP1L, Solenoid stop, Cementing.

## 1. Pendahuluan

Sistem *Emergency Shutdown* (ESD) adalah aspek krusial dalam menjaga keamanan operasi di lapangan, dirancang untuk kondisi berbahaya dan menghentikan operasi secara otomatis untuk mencegah kecelakaan [1]. ESD diperlukan dalam industri minyak dan gas untuk mencegah kegagalan (*fail*) seperti kejadian *blowout* di Teluk Meksiko pada tahun 2010. PT X menggunakan *Barge Cementing* CMT-4 yang menjadi fasilitas kunci dalam pengelolaan sektor hulu minyak dan gas, sehingga pengembangan dan implementasi RES (*remote emergency shutdown*) menjadi langkah penting untuk meningkatkan keamanan operasi. CMT-4 memiliki peralatan – peralatan yang mendukung *cementing job* di antaranya adalah: *generator set, batch mixer, compressor 390 dan compressor detroit*. Selama operasi *cementing*, terjadi tekanan tinggi di sumur minyak atau gas. Kegagalan dalam mengontrol tekanan atau peralatan yang tidak memadai dapat menyebabkan *blowout*, yang bisa berujung pada ledakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem RES berbasis PLC yang akan dioperasikan oleh crew PT Y dalam situasi darurat, sehingga memungkinkan respons cepat pada *Barge Cementing* CMT-4. Implementasi sistem ini di PT X diharapkan dapat mengurangi risiko insiden, melindungi peralatan *cementing*, dan meminimalkan dampak negatif pada lingkungan [2].

## 2. Metode

Proses pengeboran membutuhkan peralatan *cementing* yang canggih dan kompleks, untuk mendukung pekerjaan *cementing* seperti *batch mixer, genset, serta kompresor* [3]. Keandalan peralatan dan keselamatan operasi adalah dua faktor penting dalam memastikan operasi pengeboran yang efisien dan aman. Oleh karena itu, sistem pengamanan darurat (*Emergency Shutdown System* atau ESD) menjadi komponen yang penting untuk menangani situasi darurat seperti kebakaran, *blowout*, banjir, dan lainnya.

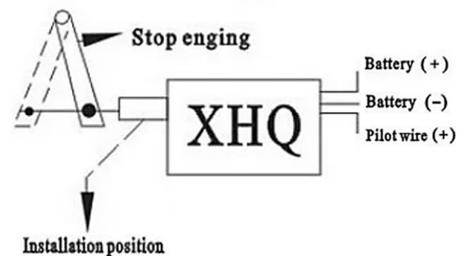


GAMBAR 2.1 BLOK DIAGRAM RES

Sistem RES dapat dilihat melalui blok diagram di Gambar 2.1 yang menunjukkan prinsip *remote*. Sinyal *input* dari *push button* yang ditekan oleh *crew* menuju *controller* yakni PLC. Sinyal ini mengindikasikan lampu posisi ON dan kondisi *switch-off* pada *relay*. Kemudian, *solenoid* akan berperan sebagai komponen aktuasi untuk bekerja *cut-off* pada *engine* [4].

### 2.1 Solenoid Stop XHQ-PTG24V

Equipment di aset cementing menggunakan solenoid stop proses cut-off. *Solenoid stop* merupakan solenoid yang berprinsip mengubah energi listrik menjadi energi magnetik untuk menghentikan *engine* dengan menggerakkan komponen mekanis yang mengontrol aliran bahan bakar atau udara [5].



GAMBAR 2.2 XHQ-PTG24V

Terdapat beberapa jenis atau variasi untuk *solenoid stop* ini. *Solenoid* yang digunakan untuk *remote emergency shutdown* menggunakan varian dengan tegangan 24 volt [5]. Spesifikasi dari solenoid ditampilkan pada Tabel 2.1

TABEL 2.1 SPESIFIKASI SOLENOID STOP

Spesification	Value
Working Voltage	18 – 30 VDC
Working Current of the control line	< 15 mA
Weight	0.4 kg
Dimension	200 * 100 * 60 mm
Operating stroke	45 ± 1 mm
Maximum Tension	100 N
Environment Temperature	-30 / 60 °C
Actuation Time	≤ 2 s

\*Korespondensi: ctiansiburian@gmail.com

a) Prodi Teknik Instrumentasi Kilang, Jurusan Instrumentasi dan Elektronika, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu, Indonesia

## 2.2 Omron CP1L

Omron CP1L merupakan salah satu jenis PLC yang diproduksi oleh Omron dengan fleksibilitas yang tinggi. Jenis *controller* ini dikenal karena ukurannya yang *compact* dengan pemrosesan yang kuat. CP1L mendukung berbagai fungsi *switch* dan kontrol [6].



GAMBAR 2.3 OMRON CP1L

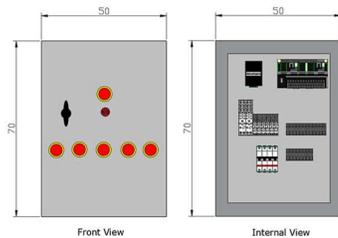
Dilengkapi dengan berbagai modul I/O dan kemampuan komunikasi melalui protokol seperti *Ethernet*, RS232C, dan RS485, PLC ini memungkinkan konektivitas yang luas dan integrasi sistem yang mudah [6]. Spesifikasi dari jenis PLC ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini

TABEL 2.2 SPESIFIKASI CP1L

Spesification	Value
Power Supply	24 VDC
Inrush Current	30 A max
Power Holding time	10 ms min.
Ambient Humidity	10 / 90 % (no condensation)
Operating Temperature	0 / 55 °C
Ambient Storage Temp.	-20 / 75 °C

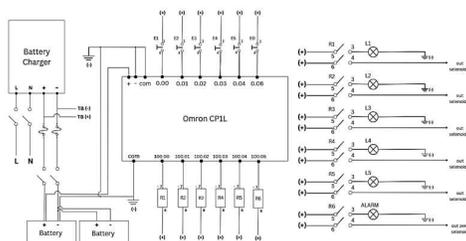
## 2.3 Rancangan Alat

Rancangan *hardware* secara keseluruhan menunjukkan integrasi dari berbagai komponen untuk mencapai tujuan *switch control* yang efisien dan aman.



GAMBAR 2.4 RANCANGAN HARDWARE RES

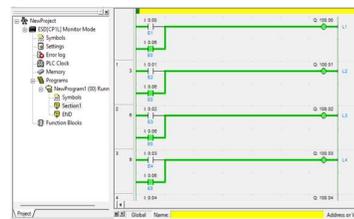
Pada tampilan depan terdapat 6 *stop button*, yakni 4 untuk tiap *cementing equipment*, 1 untuk *spare*, dan 1 untuk *zero button*. *Zero button* adalah istilah untuk tombol dengan fungsi semua *equipment* yang terintegrasi, didukung dengan *alarm indicator* sebagai indikasi apabila *zero button* ditekan [7].



GAMBAR 2.5 WIRING DIAGRAM RES

Pada wiring diagram di Gambar 2.3, terdapat power supply yang berfungsi sebagai *battery charger* untuk mengisi tegangan baterai 24 V. Baterai ini berfungsi untuk mensuplai daya untuk rangkaian RES. Komponen utama yang terdapat pada rangkaian yaitu PLC, untuk memberikan fungsi logic dan aksi [8]. Push button sebagai input terdapat di bagian input PLC, sedangkan output PLC untuk ke relay. Relay berfungsi untuk merubah fungsi masukan dan keluaran. Untuk output dari relay menuju ke engine stop solenoid masing-masing equipment.

Perancangan *software* dibuat menggunakan *CX-Programmer* karena PLC yang digunakan bermanufactur Omron [9]. Logika program PLC bekerja dengan menerima inputan dari *push button*. Inputan pertama; ketika salah satu *push button* ditekan (ex: *compressor engine*), maka PLC akan mengirim sinyal *shutdown* ke *relay* yang mengakibatkan *cut-off engine*. Inputan kedua; saat *zero push button* ditekan, maka PLC mengirim sinyal *shutdown* ke *relay* dengan output seluruh *equipment shutdown* [2].



GAMBAR 2.6 LADDER DIAGRAM

Program *ladder* untuk RES ditunjukkan pada Gambar 2.4 dengan prinsip yang sederhana. Untuk kontak yang digunakan berupa *normally open contact*, hal ini dikarenakan *solenoid stop* pada setiap *equipment* memerlukan *power* untuk aktif (*energize to on*) [5]. Kemudian, *coil* digunakan untuk *output indicator* di lampu maupun alarm.

## 2.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan perancangan RES ini ditampilkan pada Tabel 2.3 berikut.

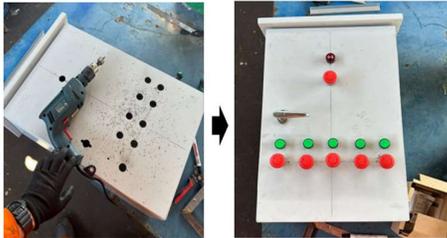
TABEL 2.3 ALAT DAN BAHAN

No	Nama	Gambar
1	Battery Charger Smartgen 24 V	
2	PLC Omron CP1L	
3	Fuse Fort 2A	
4	Relay LY2N 24VDC	
5	Circuit Breaker 25A	
6	Emergency Button + NO switch 24 V	
7	Alarm Buzzer	

8	Battery 24V	
9	Pilot Lamp 24V	

## 2.5 Proses Pembuatan Alat RES

Tahapan pertama adalah perancangan panel. Panel untuk sistem RES ini berukuran 40 x 60 cm. Pekerjaan pertama yang dilakukan berupa membuat *hole* untuk *buzzer*, *emergency stop button*, dan *lampu indicator*. Pembuatan menggunakan *hole saw* berukuran 22 mm untuk tiap lubangnya. Pemasangan gagang panel juga dilakukan agar panel ESD dapat dikunci, sehingga panel hanya dapat dioperasikan oleh pihak yang berwenang.



GAMBAR 2.7 PROSES PERTAMA

Setelah semua lubang dibuat, tahapan selanjutnya beralih pada *inner plate* atau plat bagian dalam panel. Pekerjaan yang dilakukan yaitu pemasangan *battery charger*, unit PLC, *relay*, MCB, *fuse*, dan *terminal* menggunakan *rail*. Penggunaan *rail* ini memastikan semua komponen terpasang dengan kokoh dan tahan lama, menghindari kerusakan akibat getaran maupun guncangan. Selain itu, pada *inner plate* juga dipasang *cable duct*. Fungsi utama dari *cable duct* adalah mengorganisir kabel-kabel tersebut agar terlihat rapi dan mudah untuk diakses.



GAMBAR 2.8 PROSES KEDUA

Setelah semua komponen pada *inner plate* terpasang, tahapan selanjutnya yaitu *wiring cable* tiap komponen. Kabel yang digunakan berukuran 1.5 mm dengan kemampuan hantar arus hingga 17 A. Untuk kabel dari *fuse* yang terhubung dengan aki, menggunakan ukuran 4 mm dengan kemampuan arus sebesar hingga 30 A. Kemudian, tiap kabel dilengkapi dengan skun Y dan *ferrules* agar kabel terpasang kuat dan tidak mudah terlepas antara komponen. Dikarenakan kabel yang terpasang cukup banyak, tiap kabel dibuat penanda atau *mark*. Penandaan kabel atau *marking* dilakukan menggunakan *tube marker* dan *printer marker*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pekerjaan, seperti arah kabel dari satu komponen ke komponen lainnya.



GAMBAR 2.9 PROSES KETIGA

Pada tahap akhir, dilakukan pengecekan ulang pada setiap kabel yang terhubung. Pengecekan yang dilakukan berupa *continuity test*, yakni pengetesan terhubung atau tidaknya tiap terminal komponen menggunakan *multimeter*. Prinsipnya, *multimeter* akan berbunyi apabila kedua ujung kabel terhubung.



GAMBAR 2.10 PROSES KEEMPAT

## 2.6 Prosedur Ladder Diagram pada RES

SOP atau *standar operating procedure* pada ladder diagram ini terdapat 4 bagian, dimulai dari pembuatan program baru hingga mengunduh program dari unit CP1L. Berikut adalah penjelasannya:

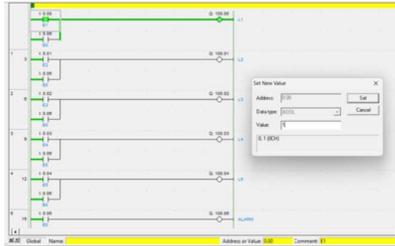
### A. Membuat Program Baru

- Buka software "CX-Programmer"
- Ctrl + N untuk membuat *page* baru
- Pada "Change PLC", isi *Device Name* sesuai keinginan. Pilih CP1L pada *Device Type*, dan pilih USB pada *Network Type*
- Klik "C" untuk membuat NO *Contact*. Kemudian isi *address* "0.00" dan *comment* "E1"
- Ctrl + Right untuk membuat garis *horizontal*. Kemudian klik "O" untuk membuat *Coil*. Isi *address* "100.00" dan *comment* "L1"
- Letakkan *cursor* di bawah "E1". Kemudian buat NO kembali dengan *address* "0.06" dan *comment* "E0". Lalu, Ctrl + Up untuk membuat garis *vertikal*
- Pindahkan *cursor* ke baris yang baru. Lakukan kembali tahapan sebelumnya untuk membuat NO *contact* yang lainnya (0.01 = E2 ; 0.02 = E3 ; 0.03 = E4 ; 0.04 = E5)
- Lakukan hal yang sama pada *Coil* (100.01 = L2 ; 100.02 = L3 ; 100.03 = L4 ; 100.04 = L5)
- Pindahkan *cursor* ke baris yang baru. Buat NO *contact* dengan *address* "0.06" maka otomatis akan menjadi E0. Ctrl + Right untuk membuat garis *horizontal*. Buat *coil* baru dengan *address* "100.06" dan *comment* "ALARM"
- Ctrl + S untuk menyimpan *program* yang telah dibuat dan beri nama.
- Pilih *Program* > *Compile* atau Ctrl + F7 untuk mengecek ada tidaknya *error* dalam *program*.

### B. Melakukan Simulasi dengan Work Online Simulator

- Buka file *program* yang telah dibuat.

- Klik **Ctrl + Shift + W** (*Work Online Simulator*) untuk melakukan simulasi koneksi PLC.
- *Double Click* pada salah satu *contact*, kemudian klik “1” untuk memberi nilai ON. *Double Click* kembali pada *contact*, lalu klik “0” untuk memberi nilai OFF
- Lakukan simulasi pada tiap *contact* dan lihat reaksi *coil* sesuai dengan *logic* yang diharapkan.



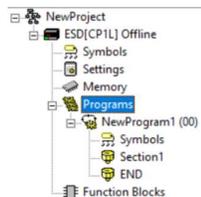
GAMBAR 2.11 WORK ONLINE SIMULATOR

### C. Mengupload Program ke PLC

- Buka *file program* yang telah dibuat.
- Hubungkan PLC dengan salah satu *port* USB di komputer
- Pilih **PLC > Work Online** atau **Ctrl + W** untuk mengaktifkan fitur “*Work Online*” untuk menghubungkan PLC dengan komputer. Lalu pilih Yes
- Pilih **PLC > Transfer > To PLC** atau **Ctrl + T** untuk mengupload *program* yang sudah dibuat ke *unit* PLC
- Jika sudah, lakukan uji coba dengan menekan semua *emergency push button*.

### D. Mengunduh Program dari PLC

- Buka *file program* yang telah dibuat.
- Hubungkan PLC dengan salah satu *port* USB di komputer
- Pilih **PLC > Work Online** atau **Ctrl + W** untuk mengaktifkan fitur “*Work Online*” untuk menghubungkan PLC dengan komputer. Lalu pilih Yes
- Pilih **PLC > Transfer > From PLC** atau **Ctrl + Shift + T** untuk mengunduh *backup program* dari *unit* PLC.
- *Checklist* pada bagian “**Program(s)**”, “**Symbols**”, dan “**Comments**”. Kemudian klik OK.
- Pilih **OK** kembali untuk mengunduh *program* dari PLC *backup*
- *Expand* “**Programs**” untuk menampilkan *program ladder* yang sudah diunduh



GAMBAR 2.12 “PROGRAMS”

## 2.7 Pengujian Alat RES

Sebelum diaplikasikan di lapangan, RES dilakukan pengujian awal. Pengujian tersebut adalah *I/O test*. Pengetesan I/O yang dilakukan mencoba tes pada *input* dan *output*. Dengan menggunakan *avometer* agar dapat memastikan ada tegangan output pada terminal output. Selain tegangan output, dilakukan juga tes pada *lampu* tiap *push button* dan *buzzer alarm* [10]. Hasilnya, seluruh komponen berfungsi dengan baik dan tidak ada

error.



GAMBAR 2.13 I/O TEST

Setelah dilakukan *I/O test* beserta komisioning, RES dipasang di *cementing asset* milik PT Y. RES dipasang pada ruangan yang memiliki jarak antar tiap *cementing equipment* [11].



GAMBAR 2.14 FINAL LOOK RES

*Emergency simulation* adalah simulasi dimana keadaan bahaya terjadi dan *crew cementing* melakukan evakuasi dari *barge* [1]. Simulasi ini diadakan saat melakukan *Local test* dan *Zero test* pada RES. *Local test* adalah pengetesan tombol RES untuk masing – masing *equipment*, sedangkan *Zero test* adalah pengetesan 1 tombol yang akan mematikan semua *equipment* [12]. Karena *interface* dari PLC ke tiap *equipment* menggunakan *solenoid stop* XHQ-PTG, terdapat *delay time* saat tombol RES ditekan.



GAMBAR 2.15 SOLENOID PADA COMPRESSOR DETROIT

## 3. Hasil Pengujian

Setelah pengujian alat RES selesai, hasil dari pengujian dicatat dan dibuat laporan oleh PT X untuk PT Y sebagai *recorded document* [13]. Metode yang digunakan untuk mencatat hasil ini dengan metode manual yaitu menggunakan *stopwatch*.



GAMBAR 3.1 RES ZERO TEST

*Local test* adalah pengujian pada masing – masing alat equipment secara terpisah. Sedangkan *zero test* adalah pengujian keseluruhan equipment secara bersamaan [14].

**TABEL 3.1 HASIL TES RES**

Equipments	Test	
	Local	Zero
<i>Genset</i>	1.6 s	2.2 s
<i>Compressor 390</i>	1.7 s	2.2 s
<i>Compressor Detroit</i>	1.7 s	2.2 s
<i>Batch Mixer</i>	1.5 s	2.2 s

Semua *equipment* yang terhubung dengan RES menggunakan *stop engine* solenoid XHQ-PTG 24V untuk menginisiasi *cut-off engine* [5]. Berdasarkan Tabel 3.1, *delay time* yang terjadi pada masing-masing alat memiliki rata – rata di 1.625 detik. Sedangkan untuk *zero test* sebesar 2.2 detik.

Hal ini mempengaruhi *delay time* pada tiap *equipment* adalah spesifikasi yang dimiliki oleh *stop engine solenoid* XHQ-PTG 24V dimana pada spesifikasi menunjukkan *actuation time* < 2 detik. Dengan demikian, penambahan RES pada *cementing barge* dapat meningkatkan aspek keamanan dengan mengurangi waktu *abandon* [15].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan dan analisis topik di atas, dapat disimpulkan bahwa:

- Pertama, RES (*remote emergency shutdown*) dapat mengurangi waktu *crew cementing* untuk keadaan *abandon* karena semua *equipment* terintegrasi dan *delay time* yang minim.
- Kedua, XHQ-PTG24V yang bekerja sebagai *interface controller* dengan *equipment* memiliki prinsip mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menghentikan *engine*.
- Ketiga, *contact* untuk *push button* yang dipakai berupa *normally open*. Hal ini dikarenakan sifat dari *solenoid stop* berupa *energize to on*.

Penulis menyarankan penelitian RES (*remote emergency shutdown*) dapat dikembangkan dengan menambahkan *sensing element* pada masing – masing *equipment* sebagai inputan ke PLC apabila ingin diimplementasikan di *project* PT. "X" lainnya

Refinery Unit V (RU V) Balikpapan", Skripsi, Universitas Pertamina, 2019.

- [5] H. Tian and Y. Zhao, "Coil Inductance Model Based Solenoid On–Off Valve Spool Displacement Sensing Via Laser Calibration," *Sensors.*, 2018.
- [6] M. Yusuf and A. Rohman, "Implementation of communication system between Siemens PLC S7-1200 with Omron PLC CP1L-EL20DT1-D for induction motor speed controller," *Proceedings*, 2020.
- [7] J. Panuturan, "Emergency Shutdown System (ESD) Pada Heater 140 H-1 A/B Delayed Coking Unit (DCU) Menggunakan PLC Triconex", Skripsi, Universitas Pertamina, 2019.
- [8] D. A. Setioko, and M. A. Murti, "Perancangan Sistem Andon Nirkabel Berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan PLC dan Raspberry Pi," *Teknologi Komputer*, 2019.
- [9] A. D. Maestrodjar and I. M. Rameli, "Desain Diagram Ladder Dengan Metode Grafcet Untuk Logic Sequence Sistem Lubrikasi Dan Sealing Pada PLTU." ,Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [10] A. P. Pratyaksa, "Analisis Safety Integrity Level (SIL) Dengan Metode Layer Of Protection Analysis (LOPA) Pada Unit Boiler (B-6203) Di Pabrik III PT. Petrokimia Gresik.", Skripsi, 2017.
- [11] M. M. Limbong and A. P. Utama, "Implementation of Comprehensive Solution to Minimize The Transportation Discrepancy in East Java Gas Pipeline," *Journal IATMI*, 2018.
- [12] Y. Ohira, A. Indarto, and C. Hudaya, "Analysis Of Solar Power As an Alternative Electrical Supply for The Oil and Gas Field Development", 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering, ICITEE 2018, 2018.
- [13] A. Bunyamin, D. D. Yusuf, I. Handoyo, and Y. Kumazaki, "Development of PAG and TSB Offshore Gas Fields–The Importance of HSE along the Project Life-", *Journal of the Japanese Association for Petroleum Technology*, 2015.
- [14] M. F. Amir, T. W. Poerwanto, R. Pribadi, and A.i Aswandi "National Maintenance Management of Indonesian Upstream Oil and Gas Production Facilities," Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, 2017.
- [15] M. Mardin, N. Setiawan, A. Feliska, and A. Hermawan, "Integrated Control and Safety System to Facilitate Faster Recovery Post Blackout Shutdown for Aging Facilities in the Handil Field", *Proceedings Indonesia Petroleum Association*, 2019.

#### Referensi

- [1] R. Batubara, "Sistem Emergency Shutdown (ESD) Pada Unit Boiler 940-B1 Menggunakan PLC Triconex Di PT. Pertamina RU II Dumai", Skripsi, Universitas Pertamina, 2019.
- [2] A. Leonardo, and E. Joelianto, "Perancangan Safety Shutdown System pada Kepala Sumur Minyak dengan Menggunakan Analisis Pemodelan Petrinet," *Jurnal Otomasi, Kontrol & .....*, 2015.
- [3] R. Murthy, F. Mohammad, and M. Chavali, "Development of Innovative Lightweight Slurry in Oil Well-cementing Operations," *Upstream Oil Gas*, 2021.
- [4] A. S. Ramadhani, "Sistem Emergency Shut Down (ESD) pada Hydrocracking Unit A (HCU-A) di PT. Pertamina (Persero)