

Analisa Sistem Keamanan Distribusi Daya *Signal Hut* Pada Lintas Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan

*Analysis of Security System Planning for Hut Signal Power Distribution Systems at
Angke Station and Kampung Bandan Station*

Rummi Sirait¹, Simson Piter Siadari²

^{1,2}Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN
Menara PLN, Jl. Lkr. Luar Barat, RT 1/RW 1, Duri Kosambi, Kecamatan Cengkareng, Kota
Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11750
e-mail: rummi@itpln.ac.id

Abstrak

Sistem Distribusi Daya *Signal Hut* (SDDSH) pada jalur KRL lintas Stasiun Duri menuju Stasiun Tangerang khususnya Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan menggunakan SDDSH tipe Jepang. Peralatan catu daya pada SDDSH tipe Jepang belum memiliki sistem keamanan atau proteksi yang baik, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu gardu traksi dapat membahayakan saat pemindahan suplai beban. Untuk itu diperlukan sistem keamanan yang mempermudah dalam memonitor aliran suplai daya pada peralatan catu daya agar peralatan persinyalan dapat bekerja dan sistem persinyalan kereta tidak terganggu. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deksriptif berupa hasil wawancara yang diterjemahkan kedalam bentuk simulasi pemrograman menggunakan aplikasi PLC. Penggunaan logika 1 sebagai masukan dengan logika 0 (nol) untuk keluarannya pada *ladder diagram* agar dapat mengunci aliran daya listrik yang disuplai ke peralatan catu daya khususnya LBS dan MCB. Hasil simulasi menghasilkan 4 cara untuk sistem penyuplaian daya yang lebih baik. Indikator simulasi ini bekerja ditunjukkan dengan perubahan warna lampu LED pada tampilan HMI. Lampu berwarna merah menunjukkan kondisi LBS terkunci atau tidak adanya daya listrik yang tersuplai. Lampu berwarna hijau menandakan adanya aliran daya listrik yang masuk mengalir ke dalam peralatan catu daya atau penyuplaian daya untuk sistem persinyalan di SDDSH kedua stasiun tidak terganggu.

Kata kunci: Sistem distribusi, sistem proteksi, PLC, *interlock*

Abstract

The signal Hut power distribution system on the KRL line at Angke Station and Kampung Bandan Station uses the Japanese type SDDSH. Where the power supply equipment on the current Japanese type SDDSH does not have a suitable security or protection system. Switching the load supply may be dangerous if a fault occurs at one of the traction substations; therefore, a security system is needed to facilitate monitoring of the flow of electricity to the power supply equipment. The results of the interviews used in this study were converted into programming simulations using the PLC application. In the ladder diagram, logic 1 is used as input and logic 0 as output to lock the flow of electric power to the power supply equipment, especially the LBS and MCB. The simulation indicator works by changing the color of the LED light on the HMI display. The red light will appear if there is no power supply or the LBS is locked. The green light indicates that there is no interruption to the flow of electric power or the power supply to the signaling system at the SDDSH of the two stations is uninterrupted.

Keywords: Distribution system, protection system, PLC, *interlock*

1. PENDAHULUAN

Kereta Rel Listrik atau disingkat dengan KRL merupakan salah satu sarana kereta api yang memiliki sistem penggerak sendiri menggunakan energi listrik dari saluran listrik aliran atas untuk mengangkut penumpang dalam jumlah besar [1, 2]. Hal ini membuat KRL menjadi salah satu sarana transportasi yang dipilih oleh masyarakat sehingga keberadaannya tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari khususnya di wilayah Jabodetabek. Peningkatan jumlah pengguna KRL menyebabkan lalu lintas kereta api semakin padat, maka diperlukan suplai listrik yang stabil, selain itu gangguan pun juga akan semakin tinggi terjadi. Jaringan katenari dapat mengalami gangguan baik disebabkan oleh alam ataupun penyebab lainnya. Upaya yang diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan energi listrik tidak hanya untuk memenuhi permintaan daya saja yang meningkat setiap tahun, tetapi juga memperbaiki mutu keandalan pelayanan. Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan dan yang paling banyak mengalami gangguan sehingga salah satu masalah utama dalam operasi sistem distribusi adalah mengatasi gangguan, sebab terjadinya banyak gangguan akan mempengaruhi indeks keandalan [3].

Metode yang digunakan untuk mengatasi gangguan sistem kelistrikan pada KRL telah dibahas di beberapa penelitian. Penulis pada [4] mengatasi gangguan sistem persinyalan di Stasiun Yogyakarta-Lempuyangan dengan menggunakan komponen bekas dari peralatan lain yang cocok dengan peralatan yang akan diganti. Hal tersebut dilakukan untuk mengatasi kekurangan suku cadang peralatan persinyalan MIS 801 dengan menggunakan sistem kanibalisme atau menggunakan komponen bekas dari peralatan lain. Hal ini tidak bisa dilakukan secara terus menerus karena peralatan bekas tersebut memiliki jangka waktu tertentu yang dapat menghambat perjalanan kereta api. Pada penelitian [5] gangguan hanya terjadi di satu gardu traksi dengan remote operasi sentral Manggarai sehingga jika terjadi gangguan pada dua gardu traksi atau lebih maka gangguan tidak dapat diatasi karena keterbatasan pemantauan jarak jauh dari simulasi yang telah dirancang.

Sistem pengontrol fungsi gardu listrik untuk mengatasi gangguan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) telah dibahas pada [6-8]. Penulis pada [6] menganalisa sistem pengontrol fungsi gardu listrik menggunakan PLC dengan remote kontrol di Lenteng Agung. Simulasi sistem yang dilakukan hanya untuk satu gardu traksi saja, sehingga apabila terjadi gangguan di gardu traksi lain tidak dapat dipastikan cara untuk mengatasi gangguan tersebut. Pada [7] sistem persinyalan elektrik dibuat dengan menggunakan sensor photodiode sebagai indikator kondisi kereta telah melewati lampu sinyal sehingga membuat lampu sinyal kembali pada kondisi lampu merah menyala. Pada sistem digunakan 2 lokasi untuk menampilkan kondisi lampu sinyal, yaitu berada didekat jalur rel kereta dengan papan pengendali milik PPKA (Pengatur Perjalanan Kereta Api) stasiun terkait. Untuk mengatur keamanan kereta api pada saat kereta api berangkat dari stasiun atau tiba di stasiun pada [8] menggunakan sistem interlocking atau penguncilan. *Human Machine Interface* (HMI) yang ada pada sistem interlocking disebut *Local Control Panel* (LCP), dimana LCP yang dipakai pada sistem interlocking tidak memiliki sistem monitoring untuk proses keamanan atau failsafe sehingga saat trek sirkit mengalami kesalahan atau error tidak diketahui oleh operator. Metode yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan logic PLC. Hasil pengujian sistem yang telah dilakukan menunjukan bahwa LCP dapat memonitor pembentukan rute di lapangan.

Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan tidak memiliki gardu traksi sendiri atau tidak terhubung dengan gardu listrik PLN, sehingga suplai daya untuk SDDSH kedua stasiun berasal dari gardu traksi Stasiun Duri atau Stasiun Jakarta Kota. Sistem Distribusi Daya *Signal Hut* (SDDSH) merupakan bagian dari sistem distribusi tegangan 6 kVAC yang terdiri dari

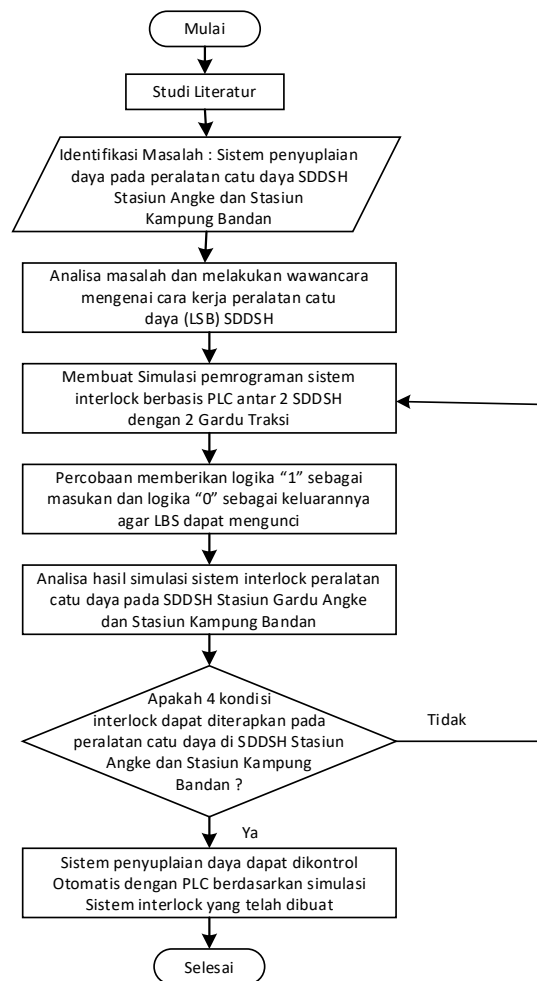
peralatan catu daya yang mengubah tegangan masukan 6 kVAC menjadi 380/220 VAC untuk menyuplai peralatan persinyalan dan telekomunikasi. SDDSH di Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan merupakan SDDSH tipe Jepang yang mengoperasikan LBS masih secara manual, sehingga pemindahan sumber tegangan kurang baik menyebabkan sistem persinyalan terganggu. Ketika terjadi gangguan pada salah satu gardu traksi akan menyebabkan penyuplaian daya untuk sistem persinyalan terhenti. Diperlukan interkoneksi yang baik antara gardu traksi yang mengalami gangguan dengan gardu traksi lain yang tidak mengalami gangguan [9-11] agar penyuplaian daya di SDDSH stasiun untuk sistem persinyalan tidak terhenti. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem interlock pada LBS SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan menggunakan aplikasi PLC Omron. Simulasi sistem interlock tersebut memanfaatkan logika 1 dan 0 (nol) sebagai masukan dan keluaran pada address dari ladder diagram. Hasil simulasi berupa 4 kondisi yang dapat terjadi agar penyuplaian daya untuk peralatan persinyalan pada SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan dapat tetap terjaga. Interkoneksi dalam penelitian ini disimulasikan dengan menerapkan sistem *interlock* pada LBS SDDSH kedua stasiun menggunakan aplikasi PLC Omron. Pemberian logika 1 dan 0 (nol) sebagai masukan dan keluaran pada *ladder diagram* menghasilkan 4 kondisi dalam bentuk HMI yang dapat dilakukan agar penyuplaian daya pada SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan dapat tetap terjaga. Penggunaan PLC pada penelitian ini dapat digunakan bukan hanya untuk mengontrol suatu sistem secara otomatis tapi juga dapat menghitung beban kapasitor dan mengukur suhu ruangan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Stasiun Angke yang beralamat di Jembatan Lima, Kecamatan Tambora, Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta dan Stasiun Kampung Bandan yang beralamat di Ancol, Kecamatan Pademangan, Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta.

2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Dimulai dengan melakukan studi literatur yang berkaitan dengan topik penelitian yakni sistem kelistrikan KRL, khususnya sistem penyuplaian daya untuk peralatan persinyalan dan telekomunikasi KRL. Kemudian mengidentifikasi masalah yang berkaitan dengan sistem penyuplaian daya pada peralatan catu daya di SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan. Setelah mengidentifikasi masalah dilanjutkan analisis masalah dengan melakukan wawancara dengan staff LAA workshop Manggarai mengenai solusi atas masalah yang ditemukan. Pemecahan masalah dilakukan dengan merancang simulasi pemrograman berbasis PLC antar dua SDDSH dengan dua gardu traksi yang saling terhubung dengan menerapkan sistem interlock. Simulasi tersebut diharapkan dapat membantu peralatan catu daya khususnya LBS dapat mengunci aliran arus/tegangan yang akan disuplai untuk sistem persinyalan. Hasil simulasi dianalisis meliputi pemberian logika 1 sebagai masukan dengan logika 0 (nol) untuk keluarannya pada tiap ladder diagram. Untuk mempermudah analisis penulis menampilkan simulasi tersebut secara HMI (*Human Machine Interface*). Simulasi berjalan dengan baik apabila terdapat 4 kondisi interlock yang diterapkan pada simulasi pemrograman sistem penyuplaian daya untuk SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan dapat berjalan (perubahan warna lampu). Apabila tidak terjadi perubahan dilakukan kembali pemrograman dengan menyesuaikan kondisi peralatan catu daya di SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data-data penelitian didapatkan dengan melakukan pengamatan di SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan antara lain: 1. Metode Observasi atau pengamatan, observasi atau pengamatan adalah metode pengumpulan data dimana penelitian atau kolaboratornya mencatat informasi sebagaimana yang mereka saksikan selama penelitian. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap objek penelitian yang diteliti yaitu LBS SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan. Pengamatan dilakukan pada saat melakukan pemeliharaan maupun perawatan peralatan SDDSH dan pengecekan program pada PLC. 2. Metode Studi Pustaka, studi pustaka dilakukan dengan mencari referensi yang berasal dari jurnal-jurnal penelitian maupun buku-buku yang berkaitan dengan topik penelitian. 3. Metode Diskusi/Wawancara, diskusi dilakukan dengan mengajukan pertanyaan seputar topik penelitian kepada pihak terkait sebagai contoh menanyakan tentang sistem SDDSH dan interkoneksi gardu traksi dengan SDDSH kepada kaur preventif Duri dan staf workshop LAA Manggarai.

2.3 Metode Perancangan Simulasi

PLC merupakan perangkat lunak elektronik yang telah dirancang sedemikian rupa untuk membantu pekerjaan manusia dalam mengontrol suatu sistem dengan memberikan instruksi kerja

didalam perangkat lunak tersebut [12]. Perancangan simulasi dilakukan menggunakan software PLC CX program 9.1 (PLC OMRON). Simulasi tersebut merupakan sistem penyuplaian daya untuk sistem persinyalan KRL. PLC yang digunakan akan memproses logika 1 dan 0 (nol) sebagai masukan dan keluaran pada peralatan catu daya khususnya LBS dan MCB. Proses dari logika 1 dan 0 (nol) menunjukkan interkoneski antara 2 gardu traksi Stasiun Duri dan Stasiun Jakarta Kota dengan 2 SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan. Interkoneksi tersebut menggambarkan 4 kondisi yakni saat kedua traksi dalam keadaan baik, salah satu gardu traksi mengalami gangguan dan sebaliknya serta saat kedua gardu traksi secara bersamaan mengalami gangguan. Kedua proses ini nantinya akan menghasilkan scada dari simulasi pemrograman yakni sistem interlock yang diterapkan pada simulasi. Untuk mengetahui sistem interlock tersebut bekerja dapat dilihat pada tampilan LED lampu untuk mengetahui aliran arus/tegangan pada interkoneksi dalam simulasi.

2.4 Metode Analisis Data

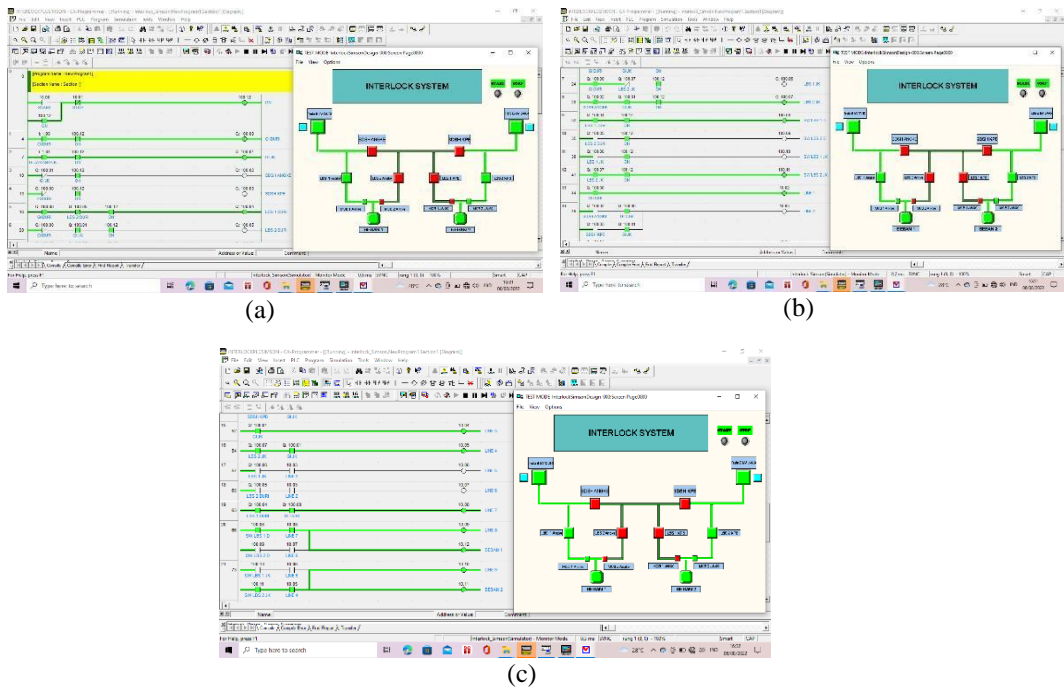
Metode analisis data penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif, yakni informasi yang didapatkan penulis berasal dari wawancara dengan staff LAA Workshop Manggarai. Hasil wawancara tersebut diterjemahkan dalam bentuk simulasi pemrograman berbasis PLC dengan menerapkan sistem interlock. Simulasi menggunakan logika 1 untuk masukan dan logika 0 (nol) sebagai keluarannya dalam 4 kondisi. Data yang digunakan berkaitan dengan peta jalur listrik aliran atas Daop 1 Jakarta, single line diagram SLD SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem interlock yang disimulasikan pada perangkat lunak atau software PLC adalah dengan menerapkannya pada LBS. LBS merupakan sakelar yang berfungsi untuk meneruskan arus yang mengalir melalui penghantar agar peralatan persinyalan dapat aktif bekerja. Pemrograman menggunakan PLC dipilih karena lebih mudah untuk pengoperasian. Pemrograman dibuat berdasarkan sistem interkoneksi gardu traksi Stasiun Duri dan Stasiun Jakarta Kota dengan SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan.

3.1 Saat Gardu Traksi (GT) Stasiun Duri dan Gardu Traksi (GT) Stasiun Jakarta Kota (JAKK) dalam kondisi baik (tidak mengalami gangguan).

Pada saat GT Stasiun Duri dan GT Stasiun Jakarta Kota (JAKK) dalam kondisi baik ditunjukkan pada gambar 2 (a), (b), dan (c). Sistem dalam kondisi baik jika tidak terjadi pertemuan arus AC dari sumber yang berbeda karena diterapkan pengunci atau *intelocking* pada masing-masing LBS. Dengan memberikan masukan pada *address* pada tabel 1, yakni 100.02 LBS SDDSH Angke dan *address* 100.03 diberikan logika 0 (nol) sehingga output yang terbaca pada *address* 100.12 adalah kondisi OFF dan alamat 100.01 dan 100.00 secara bersama menjadi *normally open*. Kondisi ini dapat dilihat pada *rung* 3 dan 4. Kondisi tersebut menyebabkan kondisi OFF pada LBS 2 Angke dan LBS 1 Kampung Bandan dengan inputan yang diberikan 0 (nol) di alamat 100.05 dan 100.06 pada *rung* 6 dan 7.



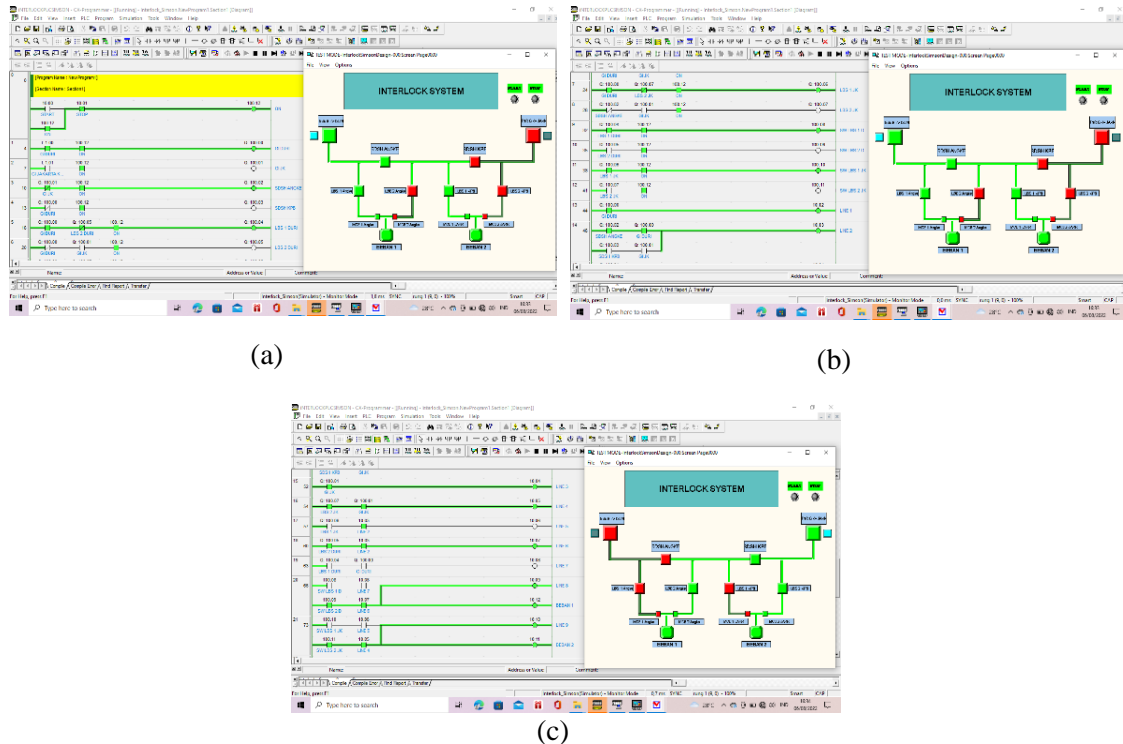
Gambar 2. Simulasi untuk kondisi kedua gardu traksi tidak mengalami gangguan, a) Rung 1-6, b) Rung 7-14, c) Rung 15-21

Tabel 1. Nilai Logika Untuk Kondisi A

Tipe	Adress	Nilai	LED Lampu
BOOLEAN	00001.00	1	HIJAU
BOOLEAN	00001.01	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.00	0	MERAH
BOOLEAN	00010.01	0	MERAH
BOOLEAN	00010.02	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.03	0	MERAH
BOOLEAN	00010.04	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.05	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.06	0	MERAH
BOOLEAN	00010.07	0	MERAH
BOOLEAN	00010.08	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.09	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.10	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.11	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.12	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.00	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.01	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.02	0	MERAH
BOOLEAN	00100.03	0	MERAH
BOOLEAN	00100.04	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.05	0	MERAH
BOOLEAN	00100.06	0	MERAH
BOOLEAN	00100.07	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.08	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.09	0	MERAH
BOOLEAN	00100.10	0	MERAH

3.2 Saat Gardu Traksi (GT) Stasiun Jakarta Kota (JAKK) mengalami gangguan

Pada saat GT Stasiun Jakarta Kota (JAKK) mengalami gangguan ditunjukkan pada gambar 3 (a), (b) dan (c).



Gambar 3. Simulasi untuk kondisi GT Stasiun JAKK OFF, a) Rung 1-6, b) Rung 7-14, dan c) Rung 15-21

Pada saat gardu traksi Stasiun Jakarta Kota tidak dapat menyuplai tegangan untuk keperluan peralatan persinyalan pada SDDSH stasiun Kampung Bandan dan stasiun yang berada didekatnya, penyuplaian tegangan di stasiun tersebut akan dialihkan ke suplai tegangan dari gardu traksi Stasiun Duri. Agar tidak dapat mengalirkan daya secara bersamaan maka pada *rung 7* diberikan masukan 1 di alamat 100.06, sehingga mengunci LBS 2 JAKK (*normally open*) dan arus mengalir dari GI Duri. Pada kondisi ini hanya LBS 1 SDDSH Angke yang dapat mengalirkan suplai daya jika terjadinya gangguan pada trafo 6 kVAC di Stasiun Jakarta Kota, SDDSH Stasiun Kampung Bandan tetap dapat menerima suplai daya dari LBS 1 SDDSH Stasiun Kampung Bandan dengan LBS 2-nya telah dikunci. Sehingga tidak ada suplai daya yang mengalir ke beban atau peralatan melainkan suplai daya masuk hanya melalui LBS 1 Jakarta Kota.

Akibatnya LBS 1 Jakarta Kota aktif, maka tombol ON telah terhubung dan SDDSH Stasiun Kampung Bandan tetap mendapatkan suplai daya walaupun Gardu Traksi Stasiun Jakarta Kota tidak dapat memberikan suplai daya ke stasiun tersebut.

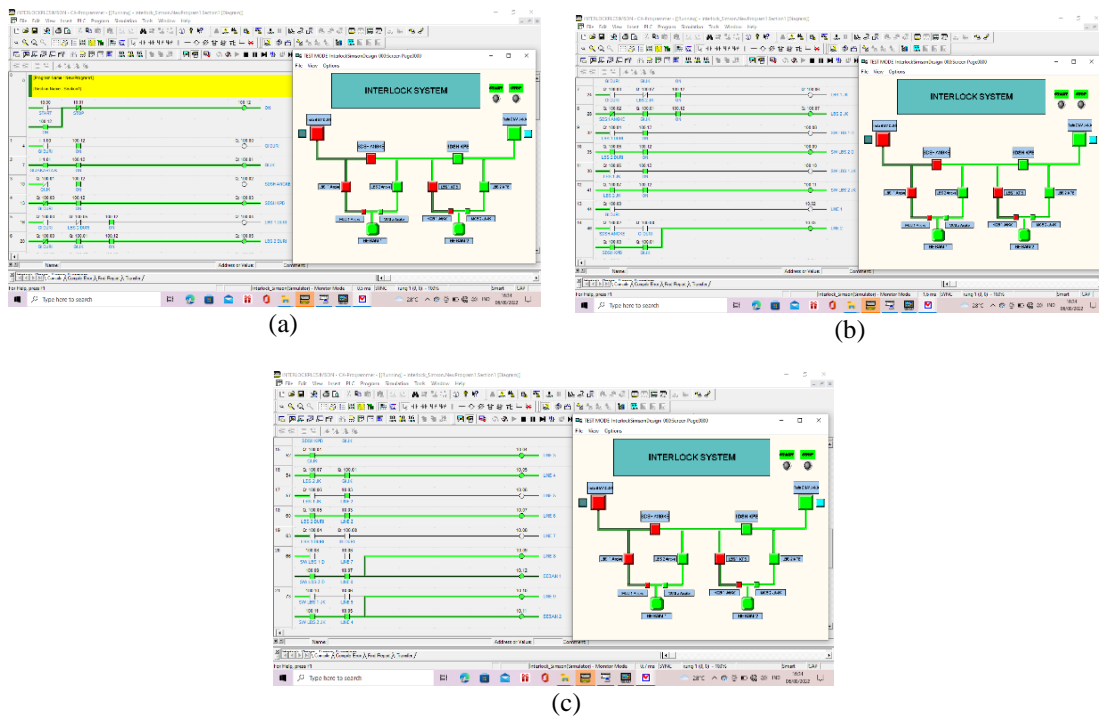
Tabel 2 Nilai Logika Untuk Kondisi B

Type	Adress	Value	LED Lampu
BOOLEAN	00001.00	1	HIJAU
BOOLEAN	00001.01	0	MERAH
BOOLEAN	00010.00	0	MERAH
BOOLEAN	00010.01	0	MERAH
BOOLEAN	00010.02	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.03	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.04	0	MERAH

BOOLEAN	00010.05	0	MERAH
BOOLEAN	00010.06	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.07	0	MERAH
BOOLEAN	00010.08	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.09	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.10	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.11	1	HIJAU
BOOLEAN	00010.12	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.00	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.01	0	MERAH
BOOLEAN	00100.02	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.03	0	MERAH
BOOLEAN	00100.04	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.05	0	MERAH
BOOLEAN	00100.06	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.07	0	MERAH
BOOLEAN	00100.08	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.09	0	MERAH
BOOLEAN	00100.10	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.11	0	MERAH

3.3 Saat Gardu Traksi (GT) Stasiun Duri mengalami gangguan

Pada saat GT Stasiun Duri mengalami gangguan ditunjukkan pada gambar 4 (a), (b) dan (c).



Gambar 4. Simulasi untuk kondisi GT Stasiun Duri OFF, a) Rung 1-6, b) Rung 7-15, dan c) Rung 16-21

Saat gardu traksi Stasiun Duri tidak dapat menyuplai tegangan untuk keperluan peralatan pensinyalan pada SDDSH stasiun didekatnya, maka penyuplaian tegangan dialihkan ke gardu traksi terdekat dari SDDSH Stasiun Angke yakni gardu traksi Stasiun Jakarta Kota. Karena gardu traksi Stasiun Duri mengalami gangguan maka LBS SDDSH Stasiun Angke tidak aktif atau *open* karena tidak ada sumber tegangan yang disuplai dari sisi Stasiun Duri. LBS 1

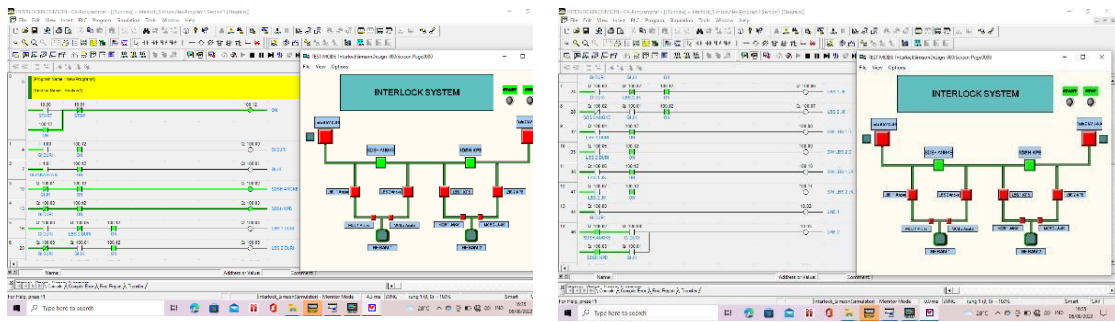
SDDSH Stasiun Angke juga tidak aktif karena gardu traksi menjadi *normally open* dan LBS 2 SDDSH Stasiun Angke menjadi *normally close*. LBS 1 pada SDDSH Stasiun Angke ini yang mengalami *interlocking* dengan memberikan masukan logika 1 pada alamat 100.05 (LBS 2 Angke), sehingga LBS 2 SDDSH Stasiun Angke dapat menerima suplai daya LBS SDDSH Stasiun Kampung Bandan dengan nilai masukan yang sama (pada alamat 1.01 atau GT JAKK) dan persinyalan kereta pada Stasiun Angke dapat beroperasi dengan baik.

Tabel 3. Tabel Nilai Logika Untuk Kondisi C

Tipe	Adress	Nilai	LED Lampu
BOOLEAN	00001.00	0	MERAH
BOOLEAN	00001.01	1	HIAU
BOOLEAN	00010.00	0	MERAH
BOOLEAN	00010.01	0	MERAH
BOOLEAN	00010.02	0	MERAH
BOOLEAN	00010.03	1	HIAU
BOOLEAN	00010.04	1	HIAU
BOOLEAN	00010.05	1	HIAU
BOOLEAN	00010.06	0	MERAH
BOOLEAN	00010.07	1	HIAU
BOOLEAN	00010.08	0	HIAU
BOOLEAN	00010.09	1	HIAU
BOOLEAN	00010.10	1	HIAU
BOOLEAN	00010.11	1	HIAU
BOOLEAN	00010.12	1	HIAU
BOOLEAN	00100.00	0	MERAH
BOOLEAN	00100.01	1	HIAU
BOOLEAN	00100.02	0	MERAH
BOOLEAN	00100.03	1	HIAU
BOOLEAN	00100.04	0	MERAH
BOOLEAN	00100.05	1	HIAU
BOOLEAN	00100.06	0	MERAH
BOOLEAN	00100.07	1	HIAU
BOOLEAN	00100.08	0	MERAH
BOOLEAN	00100.09	1	HIAU
BOOLEAN	00100.10	0	MERAH
BOOLEAN	00100.11	1	HIAU

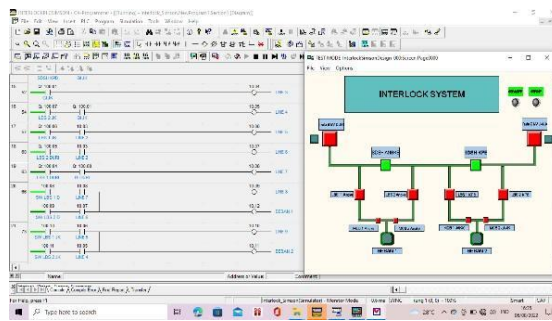
3.4 Saat kedua gardu traksi (Stasiun Duri dan Stasiun Jakarta Kota) mengalami gangguan

Pada saat kedua gardu traksi (Stasiun Duri dan Stasiun Jakarta Kota) mengalami gangguan ditunjukkan pada gambar 5 (a), (b) dan (c). Apabila gardu traksi pada stasiun Duri mengalami gangguan maka persinyalan kereta akan mendapatkan suplai dari gardu traksi terdekat yang mempunyai sistem distribusi daya 6 kVAC. Stasiun terdekat yang memiliki gardu traksi 20 kVAC dan 6 kVAC antara lain Stasiun Tanah Abang dan Stasiun Pesing. Sedangkan pada stasiun Jakarta Kota akan mendapatkan suplai untuk peralatan persinyalan dari Stasiun Sawah Besar. Saat gangguan terjadi, segera dilakukan monitoring pada persinyalan dan telekomunikasi kereta pada stasiun tersebut. Stasiun yang mengalami gangguan akan segera diarahkan untuk mendapat suplai dari stasiun terdekat dari stasiun tersebut. Pendistribusian suplai tersebut dapat dilakukan dengan bantuan LBS pada masing-masing SDDSH stasiun yang menjadi saklar. Hal ini berarti bahwa LBS tersebut masih dapat berfungsi karena gangguan yang terjadi tidak berada di unit peralatan catu daya SDDSH. Meskipun ada baterai yang dapat digunakan sebagai cadangan suplai daya tapi hanya untuk waktu tertentu biasanya 3-5 jam sehingga harus ada alternatif lain.



(a)

(b)



(c)

Gambar 5. Simulasi untuk kedua gardu traksi mengalami gangguan, a) Rung 1-6, b) Rung 7-15, dan c) Rung 16-21

Tabel 4 Tabel Nilai Logika Untuk Kondisi D

Type	Adress	Value	LED Lampu
BOOLEAN	00001.00	0	MERAH
BOOLEAN	00001.01	0	MERAH
BOOLEAN	00010.00	0	MERAH
BOOLEAN	00010.01	0	MERAH
BOOLEAN	00010.02	0	MERAH
BOOLEAN	00010.03	0	MERAH
BOOLEAN	00010.04	0	MERAH
BOOLEAN	00010.05	0	MERAH
BOOLEAN	00010.06	0	MERAH
BOOLEAN	00010.07	0	MERAH
BOOLEAN	00010.08	0	MERAH
BOOLEAN	00010.09	0	MERAH
BOOLEAN	00010.10	0	MERAH
BOOLEAN	00010.11	0	MERAH
BOOLEAN	00010.12	0	MERAH
BOOLEAN	00100.00	0	MERAH
BOOLEAN	00100.01	0	MERAH
BOOLEAN	00100.02	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.03	1	HIJAU
BOOLEAN	00100.04	0	MERAH

BOOLEN	00100.05	0	MERAH
BOOLEN	00100.06	0	MERAH
BOOLEN	00100.07	0	MERAH
BOOLEN	00100.08	0	MERAH
BOOLEN	00100.09	0	MERAH
BOOLEN	00100.10	0	MERAH
BOOLEN	00100.11	0	MERAH

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi telah menggambarkan sistem penyuplaian daya untuk Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan. Terdapat 4 kondisi yang disimulasikan yakni pemisahan sumber arus atau tegangan di kedua stasiun saat kedua gardu traksi terdekat dari stasiun dalam kondisi baik, saat salah satu gardu traksi mengalami gangguan atau sebaliknya, dan saat kedua gardu traksi terdekat dari stasiun tersebut mengalami gangguan. Sistem interkoneksi antara SDDSH Stasiun Angke dengan SDDSH Stasiun Kampung Bandan adalah dengan mendapatkan suplai daya dari dua gardu traksi yang saling terhubung dengan SDDSH kedua stasiun yakni gardu traksi Stasiun Duri dan Stasiun Jakarta Kota. Untuk mempertahankan kontinuitas penyuplaian daya pada SDDSH Stasiun Angke dan Stasiun Kampung Bandan agar sistem persinyalan kereta tidak terganggu, dengan menjaga interkoneksi antar dua SDDSH stasiun terkait dengan dua gardu traksi yang saling terhubung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Eri and A. Hario Utama, "Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan KRL Jalur Pasar Minggu-Lenteng Agung," *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik*, vol. 9, no. 1, pp. 44-50, 2019.
- [2] D. Samodrawati and S. A. Rahman, "Analysis of Maximum Capacity Calculation of Kota Station Traction Substations to Maximize MRT Jakarta Phase 2 Train Operations," *Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, Vol 6 Number 2, DEC 2021, vol. 6, no. 2, 2022.
- [3] N. Nurdiana, "Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Gardu Induk Talang Ratu Palembang," *Jurnal Ampere*, vol. 2, no. 1, pp. 23-30, 2017.
- [4] M. R. M. Muhammad Rokhiqil Mahtum, "Peningkatan Sistem Persinyalan di Stasiun Yogyakarta-Lempuyangan untuk Mendukung Pengoperasian KRL Yogyakarta -Solo," Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, 2021.
- [5] A. Wijanarko, "Aanalisis Sistem Distribusi Tegangan 20 KV untuk Suplai Kereta Rel Listrik di Resor LAA 1.3 Stasiun Serpong PT Kereta Api Indonesia," Institut Teknologi Indonesia, 2021.
- [6] C. Bunyamin and K. Nurwijayanti, "Sistem Pengontrol Fungsi Gardu Listrik Menggunakan PLC dengan Remote Control Di Lenteng Agung," *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 133-140, 2017.
- [7] E. Sayuri, "Perancangan Sistem Persinyalan Elektrik Di Stasiun Berbasis PLC Omron CP1E-E30SDR-A," Universitas Muhammadiyah Jember, 2017.
- [8] P. Septyan, P. Handayani, and E. Rakhman, "Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis PLC dengan Metode HSB (hot standby) Local Control Panel (LCP)," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2017, vol. 8, pp. 606-611.

- [9] A. Saputra, "Studi evaluasi analisa perhitungan kapasitas daya gardu traksi terhadap kebutuhan krl jalur depok-manggarai," *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, vol. 2, no. 2, pp. 131-138, 2019.
- [10] D. Gonzalez and F. Manzanedo, "Optimal design of a DC railway power supply system," in *2008 IEEE Canada Electric Power Conference*, 2008: IEEE, pp. 1-6.
- [11] C. Wicaksono and A. Putri, "Analisa daya dukung gardu traksi kranji pada pengoperasian kereta bandara soekarno–hatta," *J. Perkeretaapi. Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 76-82, 2018.
- [12] F. B. Faisal, E. Rakhman, and P. Handayani, "Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis PLC Dengan Metode HSB (Hot Standby) Vital Safety Critical System," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2017, vol. 8, pp. 612-616.