

Sistem Pengontrol Fungsi Gardu Listrik Menggunakan PLC dengan Remote Control Di Lenteng Agung

Cecep Bunyamin¹ dan Nurwijayanti K. N.¹

ABSTRACT: *ABSTRACT: Safety of railway transportation is the needs of society and the task of the Government to improve facilities and infrastructure for the comfort and safety for users of transportation services special electric trains in Greater Jakarta. Government and public transport users an electric train must cooperate for the sake of safety and comfort in order to better railway transport. Convenience is often compromised due to lack of power supply for supplying electric power from the substation to the network, which drives an electric train operation, the day train service users about 1.3 million people per day in cross Bogor - Jakarta, then build procurement and installation of new electrical substations with Programmable control system using Logic Controller (PLC), so that a stable electrical power to operate electric trains. Power supply from PLN ie 20 KV into the transformer and panel 20 KV and forwarded to the panel Rectifier 1500 Vdc to generate electric current, and continued back to Disconnecting Switch directly to the network in order to drive the electric train operation. Results Testing Power Supply Controllers, when the main breaker DC traction remote from the central Operation Manggarai O will occur OFF and ON otherwise I would happen. And so is the local main DC breaker traction substations Lenteng of the Great O will occur OFF and vice versa also I will happen ON. From the results of the overall testing performed didtem can work well.*

KEYWORDS: Power supply, switching, PLC, SCADA, traction breaker

ABSTRAK: Keselamatan transportasi perkeretaapian adalah kebutuhan masyarakat dan tugas Pemerintah untuk membenahi sarana maupun prasarana untuk kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jasa angkutan kereta listrik khusus di wilayah Jabodetabek. Pemerintah dan masyarakat pengguna angkutan kereta api listrik harus menjalin kerja sama demi keamanan dan kenyamanan agar transportasi perkeretaapian lebih baik. Kenyamanan sering terganggu karena kurangnya catudaya untuk menyuplai power dari gardu listrik ke jaringan, yang menggerakkan operasi kereta listrik, semakin hari pengguna jasa kereta api sekitar 1,3 juta orang per hari di lintas Bogor – Jakarta, maka membangun pengadaan dan pemasangan gardu listrik baru dengan system pengontrolan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC), agar power listrik stabil dalam mengoperasikan kereta listrik. Catudaya dari PLN yaitu 20 KV masuk ke trafo dan panel 20 KV serta diteruskan ke panel Rectifier menghasilkan arus listrik 1500 Vdc, dan dilanjut kembali ke Disconnecting Switch langsung ke jaringan guna untuk menggerakkan operasi kereta listrik. Hasil Pengujian Pengendali Catudaya, bila pemutus traksi DC utama remote dari Operasi sentral Manggarai O akan terjadi OFF dan sebaliknya I akan terjadi ON. Dan begitu juga pemutus traksi DC utama lokal dari gardu Lenteng Agung O akan terjadi OFF dan sebaliknya juga I akan terjadi ON. Dari hasil pengujian keseluruhan yang dilakukan didtem dapat Bekerja dengan baik.

KATA KUNCI: Catu daya, switching, PLC, SCADA, pemutus traksi

PENDAHULUAN

Jalan kereta api listrik dibangun di Jabodetabek kurang lebih sekitar tahun 1920-an pada jaman Belanda, dan disempurnakan kembali pada tahun 1982, yaitu dengan bantuan dari Jerman dan Jepang. Sampai saat ini membangun jalan Kereta Api mengacu ke Standar Jepang.

Keselamatan transportasi perkeretaapian adalah kebutuhan masyarakat dan tugas Pemerintah untuk membenahi sarana maupun prasarana untuk kenyamanan dan keamanan, bagi pengguna jasa angkutan kereta api listrik khusus di wilayah Jabodetabek. Pemerintah dan masyarakat pengguna angkutan kereta api listrik harus menjalin kerja sama demi keamanan dan kenyamanan agar transportasi perkeretaapian lebih baik.

Kenyamanan sering terganggu karena kurangnya catu daya untuk menyuplai power dari gardu listrik ke jaringan, yang menggerakkan operasi kereta listrik. Semakin hari pengguna jasa kereta api semakin bertambah, dan saat ini berjumlah sekitar 1,3 juta orang per hari di lintas Bogor – Jakarta. Sehingga kita ingin membangun pengadaan dan pemasangan gardu listrik baru dengan sistem pengontrolan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC), agar power listrik stabil dalam mengoperasikan kereta api.

LANDASAN TEORI

Programmable Logic Controller (PLC)

PLC diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Modicon (sekarang bagian dari Gould Electronics) for General Motors Hydramatic Division. Kemudian beberapa perusahaan seperti Allan Bready, General Electric, GEC, Siemens dan Westinghouse memproduksi dengan harga standar dan kemampuan kerja tinggi. Pemasaran PLC dengan harga rendah didominasi oleh perusahaan Jepang seperti Mitsubishi, Omron, dan Toshiba. Definisi yang tepat untuk PLC adalah suatu peralatan elektronika digital yang dapat dilakukan pemrograman untuk menyimpan instruksi-instruksi dan melaksanakan fungsi khusus seperti logika, sekuensial, timer, counter dan aritmatika untuk kontrol mesin dan proses. Sebelum PLC telah banyak peralatan kontrol sekuensial, semacam Cam Shaft dan Drum. Ketika relay muncul, panel kontrol dengan relay menjadi kontrol sekuensial utama. Ketika transistor muncul, solid staterelay diterapkan pada bidang yang relay elektromagnetik tidak cocok diterapkan, seperti kontrol dengan kecepatan tinggi. Sekarang sistem kontrol sudah meluas sampai keseluruh pabrik dan sistem kontrol total dikombinasikan dengan kontrol feedback, pemrosesan data dan sistem monitor terpusat. Sistem kontrol logika konvensional tidak dapat melakukan beberapa kasus digital, dan

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Suryadarma Jakarta

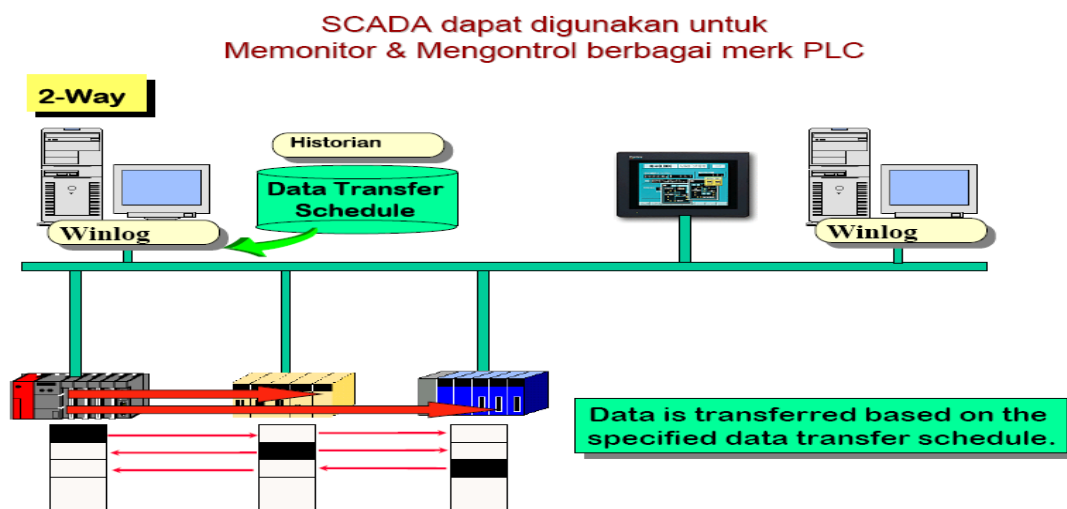
Programmable Logic Controller diperlukan untuk itu. Sedangkan kini persaingan industri makin meningkat, efisiensi produksi secara umum dianggap sebagai kunci sukses. Efisiensi produksi meliputi area yang luas seperti :

1. Kecepatan peralatan produksi dan line produksi dapat diset untuk membuat suatu produk.
2. Menurunkan biaya material dan upah kerja dari suatu produk.
3. Meningkatkan kualitas dan menurunkan reject.
4. Meminimalkan *downtime* dan biaya peralatan lebih murah.

PLC merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi, dan atau memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat, dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral. PLC menerima masukan dan menghasilkan keluaran sinyal-sinyal listrik untuk mengendalikan suatu sistem. Dengan demikian besaran-besaran fisika dan kimia yang dikendalikan, sebelum diolah oleh PLC, akan diubah menjadi sinyal listrik baik analog maupun digital, yang merupakan data dasarnya. Karakter proses yang dikendalikan oleh PLC sendiri merupakan proses yang sifatnya bertahap, yakni proses itu berjalan urut untuk mencapai kondisi akhir yang diharapkan. Dengan kata lain proses itu terdiri beberapa subproses, dimana subproses tertentu akan berjalan sesudah subproses sebelumnya terjadi. Istilah umum yang digunakan untuk proses yang berwatak demikian ialah proses sekuensial (*sequential process*). Sistem kontrol yang populer selain PLC, misalnya *Distributed Control System* (DCS), mampu menangani proses-proses yang bersifat sekuensial dan juga kontinyu (*continuous process*) serta mencakup loop kendali yang relatif banyak.

Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) memungkinkan status mesin/peralatan dapat dijalankan dengan komputer. Sistem SCADA sangat dibutuhkan terutama sebagai pengontrol suatu sistem yang membutuhkan kecermatan dalam mengatasi suatu kondisi yang dapat terjadi sewaktu-waktu dan sulit ditangani oleh manusia. Sistem pengontrolan menggunakan SCADA berbasis PLC masih kurang dikenal oleh masyarakat khususnya mahasiswa di Indonesia, sehingga pengembangan masih melibatkan pihak asing dengan implementasi sistem terbatas pada perusahaan-perusahaan besar karena mahalnya biaya investasi untuk sistem tersebut..



■ **Gambar 1.** SCADA Monitoring and Controller

a. TCP/IP

TCP/IP merupakan protokol jaringan komputer terbuka dan bisa terhubung dengan berbagai jenis perangkat keras dan lunak. TCP terdiri beberapa layer atau lapisan yang memiliki fungsi tertentu dalam komunikasi data. Setiap fungsi dari layer selain dapat bekerjasama dengan layer pada tingkat lebih rendah atau lebih tinggi, juga bisa berkomunikasi dengan layer sejenis pada remote host (peering). IP adalah jantung TCP/IP memiliki peran sebagai pembawa data yang independen. IP dibagi atas kelas network A, B, dan C. Sedangkan kelas D untuk keperluan reverse IP yang boleh diabaikan. IP ditulis dalam bilangan desimal dari 0 sampai 255. Data yang mengalir antar layer atau antar host dienkapsulasi dan diberi header agar tiap layer bisa memprosesnya. Sebuah host tidak tahu alamat IP *gateway* di network lain, tetapi data mengalir ke host tujuan di network lain melalui *gateway networknya* setelah diberi penentuan ruting alamat IP. TCP/IP adalah salah satu perangkat lunak jaringan komputer (*networking software*) yang terdapat dalam sistem UNIX, dan dipergunakan dalam banyak komunikasi data UNIX dalam local area network (LAN) maupun Internet. Layanan dalam TCP/IP yang berbeda dikelompokkan menurut fungsi-fungsinya. Protokol-protokol *transpor* mengendalikan pergerakan data antara dua mesin, dan mencakup :

1. TCP (*Transmission Control Protocol*)

Protokol ini bersifat *connection-based*, artinya kedua mesin pengirim dan penerima tersambung dan berkomunikasi satu sama lain sepanjang waktu.

2. UDP (*User Datagram Protokol*)

Protokol ini bersifat *connectionless* (tanpa koneksi), artinya dikirim tanpa kedua mesin penerima dan pengirim saling berhubungan. Ini seperti mengirim surat lewat kantor pos, surat dikirim oleh pengirim namun ia tidak pernah bisa tahu apakah surat tersebut sampai di tujuan atau tidak.

Sementara itu ada pula protokol – protokol *routing* untuk menangani pengalaman (*addressing*) data dan menentukan jalur terbaik untuk mencapai tujuan. Protokol – protokol tersebut juga bertanggung jawab memecah informasi ukuran besar dan menyusunnya kembali pada tujuan, protokol –protokol tersebut antara lain :

1. *IP* (*Internet Protocol*) menangani transmisi data yang sebenarnya.
2. *ICMP* (*Internet Control Message Protocol*) menangani informasi status untuk *IP*, seperti error (kesalahan) dan perubahan – perubahan dalam perangkat keras jaringan yang mempengaruhi *routing* (penentuan jalur).
3. *RIP* (*Routing Information Protocol*) dan *OSPF* (*Open Shortest-Path First*) , yaitu satu dari berbagai protokol yang mempengaruhi metode *routing* terbaik untuk menyampaikan data.

TCP singkatan dari *Transfer Control Protocol* dan *IP* singkatan dari *Internet Protocol*. *TCP/IP* menjadi satu nama karena fungsinya selalu bergandengan satu sama lain dalam komunikasi data. *TCP/IP* saat ini dipergunakan dalam banyak jaringan komputer lokal (LAN) yang terhubung ke Internet, karena memiliki sifat:

1. Merupakan protokol standar yang terbuka, gratis dan dikembangkan terpisah dari perangkat keras komputer tertentu. Karena itu protokol ini banyak didukung oleh vendor perangkat keras, sehingga *TCP/IP* merupakan pemersatu perangkat keras komputer yang beragam merk begitu juga sebagai pemersatu berbagai perangkat lunak yang beragam merk sehingga walau anda memakai perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berlainan dengan teman anda pada jaringan komputer berbeda, anda dan teman anda dapat berkomunikasi data melalui Internet.
2. Berdiri sendiri dari perangkat keras jaringan apapun. Sifat ini memungkinkan *TCP/IP* bergabung dengan banyak jaringan komputer. *TCP/IP* bisa beroperasi melalui sebuah Ethernet, sebuah token ring, sebuah saluran dial-up, sebuah X-25 dan secara virtual melalui berbagai media fisik transmisi data.
3. Bisa dijadikan alamat umum sehingga tiap perangkat yang memakai *TCP/IP* akan memiliki sebuah alamat unik dalam sebuah jaringan komputer lokal, atau dalam jaringan komputer global seperti Internet.
4. Protokol ini distandarisasi dengan skala tinggi secara konsisten, dan bisa memberikan servis kepada user-user di dunia.

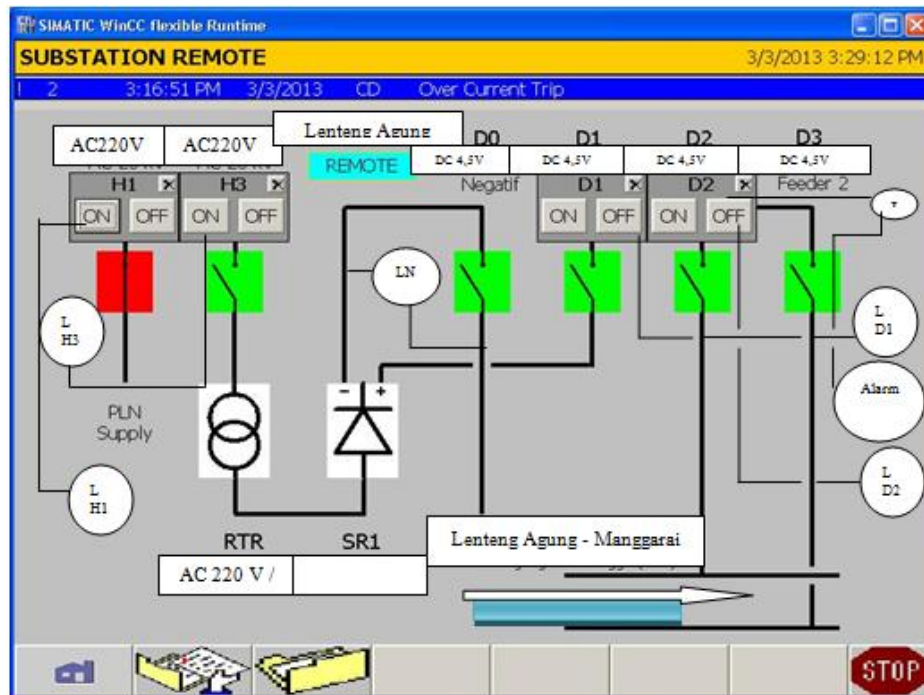
b. Standar Protokol

Protokol merupakan karakter hukum formal. Dalam hubungan internasional, protokol mengurangi masalah yang disebabkan oleh adanya perbedaan kultur pada saat berbagai bangsa bekerja sama. Pada saat dilakukan persetujuan atas hukum hukum ini, semua pihak mengetahui dan hukum itu dibuat tidak atas dasar kepentingan sebuah bangsa saja. Protokol diplomatik mengurangi terjadinya kasus kesalahpahaman, setiap orang mengetahui bagaimana melakukannya dan bagaimana menterjemahkan protokol itu untuk berinteraksi dengan bangsa lain. Keadaan seperti ini diterapkan dalam komunikasi data jaringan komputer juga sehingga pada prakteknya diperlukan hukum komunikasi data yang dapat diterima oleh berbagai jenis komputer yang mempergunakan beragam sistem operasi maupun aplikasinya.

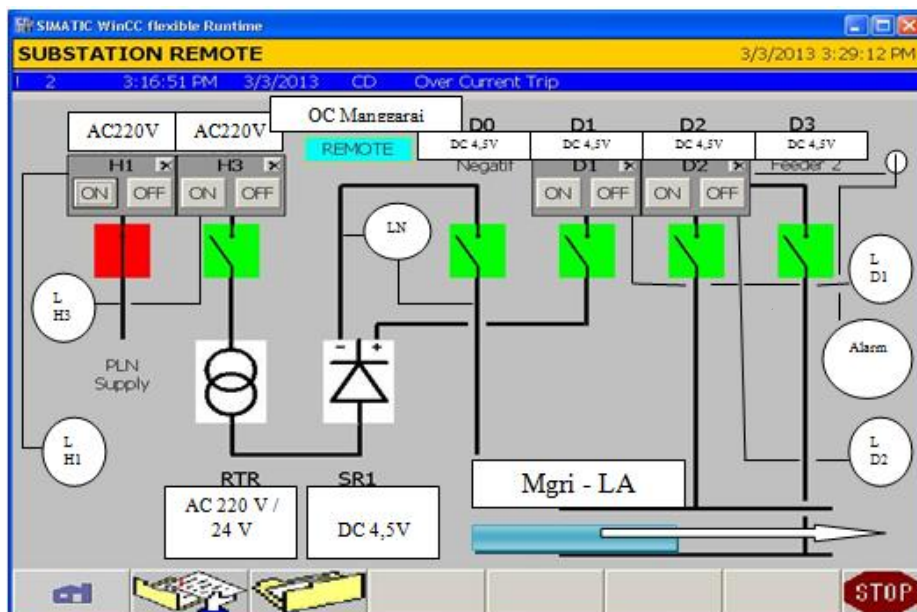
Dalam komunikasi data hukum untuk penyelenggaraan komunikasi data yang telah ditentukan disebut protokol. Dalam sebuah jaringan komputer yang homogen, biasanya pihak penjual (vendor) komputer akan menentukan satu jenis sistem operasinya dan satu jenis komputernya agar jaringan komputer itu bisa bekerja optimal. Tetapi pada jaringan komputer homogen ini sama halnya dengan sebuah bangsa yang hanya dihuni oleh bangsa itu sendiri didalamnya. *TCP/IP* sebagai sebuah protokol independen dan umum memungkinkan adanya komunikasi data antar jaringan komputer yang heterogen yang memakai beragam komputer dg arsitektur berbeda berikut sistem operasinya yang berbeda.

TCP/IP sebagai protokol terbuka (umum) memerlukan dokumen standar yang bisa dibaca oleh siapa saja. Semua protokol *TCP/IP* memiliki dokumen yang dibuat dalam tiga macam publikasi Standar Internet. Salah satunya diadopsi sebagai *Military Standard (MIL.STD)*. Lainnya dipublikasikan dalam *Interne Engineering Notes (IEN)*, saat ini publikasi dari *IEN* begitu banyak. Namun kebanyakan informasi protokol *TCP/IP* dipublikasikan dalam *Request for Comments (RFC)*. *RFC* berisi versi terbaru dari semua spesifikasi standar protokol *TCP/IP*. *RFC* amat berguna bagi seorang administrator jaringan komputer dan berisi banyak panduan yang berguna. Isi lain *RFC* berupa informasi terminologi komunikasi data.

PCB, jarak *track* ke *track* atau jarak krl ke krl, ukuran disesuaikan dan *power plane* untuk grounding, kemudian dilanjutkan dengan menyusun tata letak komponen secara optimal, diperlihatkan *screen shoot / off* perancangan *layout* PCB. Perancangan *layout* PCB dalam penelitian ini dibagi dalam dua cetakan yaitu cetakan PCB untuk *slave* dan cetakan PCB untuk *master* elektronik.



■ Gambar 4. Sematic PCB di Gardu Lenteng Agung.

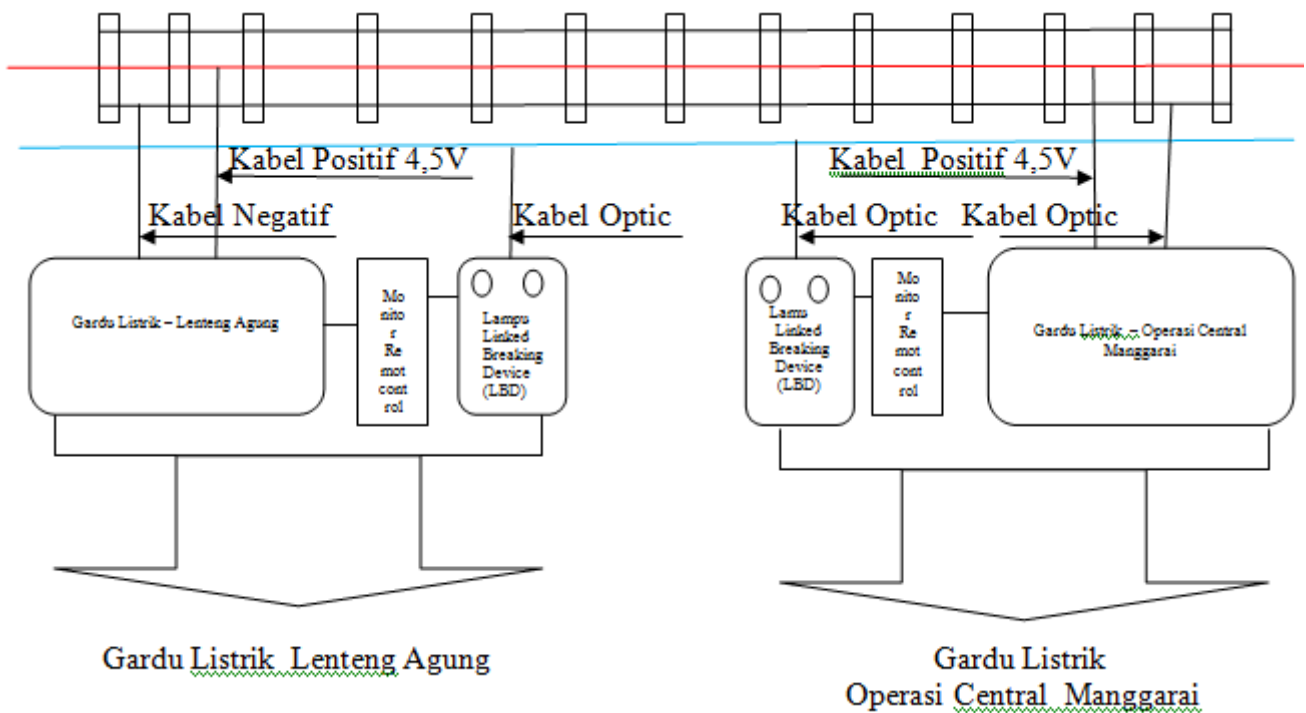


■ Gambar 5. Simatic PCB di Operasi Center Manggarai

Perancangan rangkaian Pemodelan Modul Gardu Listrik Lenteng Agung dan Operasi Central Manggarai.

Perancangan pembuatan Gardu listrik Lenteng Agung dan Operasi Central Manggarai untuk pengoperasian Kereta Listrik di perlihatkan pada Gambar 6 .

Prinsip kerja dari perancangan pembuatan ini adalah memberikan peringatan atau tanda *alarm* kepada gardu listrik Lenteng Agung, jika kondisi tidak aman / ada gangguan di gardu tersebut maka tombol alarm dengan menggunakan remote di Operasi sentral Manggarai di *off* kan maka gardu listrik Lenteng Agung daya listrik yang mengalir ke jaringan akan *off*, serta di monitor *remote control* di Operasi sentral Manggarai dan Lenteng Agung permasalahan akan terbaca, sehingga petugas gardu listrik mudah melacaknya dan akan cepat menindak lanjuti atau memperbaikinya.



■ **Gambar 6.** Perancangan pemodelan Gardu Listrik Lenteng Agung dan Manggarai



■ **Gambar 7.** Hasil perancangan dan penambahan catudaya gardu listrik miniature Lenteng Agung

Berkat dibangunnya catudaya di gardu listrik Lenteng Agung perjalanan KRL menjadi stabil, sehingga operasi Kereta Listrik tidak ada gangguan dilintas Manggarai – Bogor.

Hasil Pengujian dan pengukuran alat Gardu Listrik Lenteng Agung

Sedangkan hasil pengujian dan pengukuran alat gardu listrik Lenteng Agung dapat di *On* kan atau di *Off* kan, dan hasilnya dilihat di tabel–tabel sebagai berikut.

■ **Tabel 1.** Hasil Pengujian *Linking Breaking Device (LBD)*

HSCB	Lenteng Agung O/Low	Manggarai I/High
Lenteng Agung – Operasi sentral Manggarai	OFF	ON
Operasi Central Manggarai – Lenteng Agung	OFF	ON

■ **Tabel 2.** Hasil Pengujian Pengendalian Catudaya

Pemutus Cepat DC Keluar (Outgoing Unit)	Remot dari Operasi Center Manggarai		Lokal dari Gardu Listrik Lenteng Agung	
	O (Low)	I (High)	O (Low)	I (High)
Lenteng Agung – Operasi sentral Manggarai.	OFF	ON	OFF	ON
Operasi sentral Manggarai – Lenteng Agung.	OFF	ON	OFF	ON

■ **Tabel 3.** Hasil pengujian Pengendalian Catudaya

No	Pemutus Tegangan Utama	O	I
1.	Pemutus traksi DC utama remote dari Operasi Central Manggarai	OFF	ON
2.	Pemutus traksi DC utama lokal dari gardu Lenteng Agung	OFF	ON

Hasil Pengujian Pengendali Catudaya tersebut, bila pemutus traksi DC utama remote dari Operasi sentral Manggarai **O** akan terjadi **OFF** dan sebaliknya **I** akan terjadi **ON**. Dan begitu juga pemutus traksi DC utama lokal dari gardu Lenteng Agung **O** akan terjadi **OFF** dan sebaliknya juga **I** akan terjadi **ON**.

■ **Tabel 4.** Hasil Pengujian Counter Tiap-tiap HSCB / Kubikel

Pemutus Cepat DC Keluar (Kubikel)	Counter Trip dapat dilihat melalui <i>software</i>		Keterangan
	<i>Trip</i>	<i>Counter</i>	<i>Trip & Counter</i>
Pemutus Traksi DC Utama	D1	03	D1 = 03
Lenteng Agung – Operasi Central Manggarai	D2	04	D2 = 04

Hasil Pengujian *Counter* tiap-tiap HSCB / Kubikel pemutus traksi DC utama terjadi *trip* yang ditandai DI dan terlihat di *Counter* 03 sehingga lampu akan *OFF*. Dan pemutus traksi DC Utama Lenteng Agung – Operasi *Central* Manggarai terjadi *trip* yang ditandai D2 dan terlihat di *Counter* 04 lampu akan *OFF* juga, dan sebaliknya bila di *ON* kan kembali lampu akan nyala.

■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian *System Ground*

<i>Ground</i>	Hasil Pengukuran			Rata-rata
	Uji-1	Uji-2	Uji-3	
Kabel <i>Ground</i>	0,32	0,33	0,34	0,33 Ω
Kabel Kontrol <i>LBD</i> dan <i>RSCE</i>	0,07	0,09	0,08	0,08 Ω
Kabel Netral Trafo	0,01	0,02	0,00	0,01 Ω
Kabel Negatif <i>Rectifire</i>	0,35	0,30	0,40	0,35 Ω
Kabel <i>DS</i> Gardu Lenteng Agung – Manggarai	0,40	0,45	0,45	0,43 Ω

Hasil pengujian dan pengukuran *system ground* dengan menggunakan *Digital Carth Tester Model 4105A*.

■ Tabel 6. Hasil pengujian dan ukuran stabilitas tegangan

No.	PENGUKURAN PADA	HASIL (Vdc)				Rata-rata
		STANDARD	PENGUKURAN			
			Uji-1	Uji-2	Uji-3	
1.	Kubikel Panel <i>Main HSCB</i>	4 – 4,5	4,4	4,6	4,5	4,5 V
2.	Kubikel Panel Lenteng Agung – Operasi Central Manggarai	4 – 4,5	4,3	4,6	4,6	4,5 V
3.	Kubikel Panel <i>DS</i>	4 – 4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 V

KESIMPULAN

Catudaya dari PLN yaitu 220V dirubah menjadi 24V karena proses *power suplay*, dan diteruskan ke panel *Rectifier* menghasilkan arus listrik 4,5Vdc serta dilanjut ke *Disconnecting Switch* langsung ke jaringan guna untuk menggerakkan operasi kereta listrik. Pembuatan gardu listrik tersebut dengan menggunakan *Programmeble Logic Controller (PLC)* bisa meng” ON “kan atau meng” OFF” kan pada jarak jauh, untuk memudahkan petugas. Hasil pengujian pemutus traksi DC utama Lenteng Agung – Operasi Central (OC) Manggarai terjadi *trip* yang ditandai D2 dan terlihat di *counter* 02 lampu akan “OFF” juga, dan sebaliknya bila di “ ON “ kan kembali lampu akan nyala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto, W. Firmansyah, S. Elektronika Digital dan Mikroprosessor, Yogyakarta, 2005;
- [2] F. Suryatmo, Teknik Listrik Arus Searah, Bina Aksara, Jakarta, 1986;
- [3] Le Bodic, Gwenaël, Mobile Mes-saging, SMS, EMS and MMS, IEEE Vehicular
- [4] M. Budiyan, A Wijaya Pengenalan Dasar – dasar PLC (*Programmable Logic Controller*), Gava Media Yogyakarta, 2003;
- [5] Setiawan, I. *Programmable Logic Controller (PLC)* dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Yogyakarta 2006;
- [6] Siemens AG, 2001, AT Command Set for Siemens Mobile Phones and modems, Munich, www.siemens.com;
- [7] Sularso, Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Pradnya Paramita, Jakarta 1994;
- [8] Siemens, Gas Turbine Design Manual Part 1.1.0, Siemens AG Power Generator Group, 1990;
- [9] Technology Soci Ety News, www.wiley.com November 2002;
- [10] Prihatno, Dasar – dasar Mesin Listrik AC / DC, P & K, Jakarta, 1998;
- [11] Prasetia, Retna dan Catur Edi Widodo. Interfacing port paralel dan port serial computer dengan visual basic 6.0, Yogyakarta penerbit andi 2004;