

Analisa Perancangan Sistem SCADA Di Sistem Kelistrikan Minahasa

Leoborus N. Hurlatu , Lily S. Patras , Glanny M. Ch. Mangindaan
leo.novan@engineer.com

Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115, email: fatek02@unsrat.ac.id

Abstract-, In the distribution and operation of the power system one of the things that have an important role is then Supervisory Control & Data Acquisition (SCADA). SCADA is a system that control device remotely. In the SCADA application includes monitoring, control and data acquisition. With the development of automation technologies rapidly increasing, new techniques have sprung up to facilitate SCADA system.

In the distribution system there is main problem, how to solve the problems quickly because most interference in electric power systems occur in distribution system. The electrical system in minahasa also required a reliable system that can handle the interference and can be done precisely, that is using the system protection settings remotely capable of being operated at real time.

Based on the results of the simulation, using the SCADA program designed using Wonderware InTouch 11.0. Application of SCADA program on the electrical system minahasa. Reviewing the absence of SCADA system for the working of the system maintenance. So to reduce the accident rate and improve the quality of service to consumers.

Keywords: Electrical System, Maintenance, SCADA, Wonderware InTouch

Abstrak- Dalam sistem tenaga listrik distribusi dan operasi salah satu hal yang memiliki peran penting adalah sistem Supervisory Control & Data Acquisition (SCADA). SCADA merupakan sistem pengendalian perangkat secara jarak jauh. Dalam penerapannya, SCADA dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan akuisisi data. Dengan perkembangan teknologi otomasi yang semakin pesat, berbagai teknik baru bermunculan untuk mempermudah dalam menjalankan sistem SCADA.

Pada sistem distribusi terdapat masalah utama yaitu bagaimana mengatasi gangguan dengan cepat, karena gangguan dalam sistem tenaga listrik banyak terjadi dalam sistem distribusi. Pada sistem kelistrikan yang ada di minahasa diperlukan pula sistem yang handal agar penanganan gangguan dapat dilakukan secara tepat yaitu menggunakan sistem pengaturan proteksi jarak jauh yang mampu dioperasikan pada waktu yang nyata (*real time*).

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, menggunakan program SCADA yang dirancang menggunakan Wonderware InTouch 11.0. Penerapan program SCADA pada sistem kelistrikan minahasa dapat dilakukan. Meninjau belum adanya sistem SCADA untuk pengerjaan perawatan sistem. Sehingga dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja dan meningkatkan kualitas pelayanan terhadap konsumen.

Kata Kunci : Maintenance, SCADA, Sistem Kelistrikan, Wonderware InTouch.

I. PENDAHULUAN

Pada suatu sistem tenaga listrik dibutuhkan suatu sistem proteksi yang handal yang mampu mendeteksi gangguan dan kesalahan yang terjadi pada sistem tersebut. Hal tersebut diperlukan agar suplai energi listrik dapat dipertahankan dengan baik. Agar sistem proteksi yang dimiliki mampu menjaga pelayanan suplai tenaga dengan baik, maka sistem proteksi harus memenuhi syarat : (1) *reliable*, (2) *selective*, (3) *sensitive*, (4) memiliki waktu operasi yang cepat, (5) ekonomis dan sederhana.

Dalam penyaluran dan pengoperasian sistem tenaga listrik salah satu hal yang mempunyai peran penting adalah sistem SCADA (*Supervisory Control & Data Acquisition*). SCADA merupakan sistem pengendalian perangkat secara jarak jauh. Dalam penerapannya SCADA meliputi pengawasan, pengendalian dan akuisisi data.

Dengan perkembangan teknologi otomasi yang semakin pesat, berbagai teknik baru bermunculan untuk mempermudah dalam menjalankan sistem SCADA. Penggunaan suatu *plant* akan dapat dikontrol dan diawasi dengan lebih mudah oleh operator yang berada di tempat yang berbeda dengan *plant*.

Pada sistem distribusi terdapat masalah utama yaitu bagaimana mengatasi gangguan dengan cepat karena gangguan yang terbanyak dalam sistem tenaga listrik terdapat dalam sistem distribusi. Pada sistem kelistrikan yang ada di sistem minahasa diperlukan pula sistem kelistrikan yang handal agar penanganan gangguan dapat dilakukan secara tepat yaitu menggunakan sistem pengaturan proteksi jarak jauh yang mampu dioperasikan pada waktu yang cepat (*real time*).

Pembahasan mengenai SCADA masih sangat sedikit, dikarenakan penggunaan SCADA masih dalam lingkup perusahaan tertentu dan tidak terbuka secara umum. Oleh karena itu saya mengangkat judul tugas akhir ANALISA PERANCANGAN SISTEM SCADA di SISTEM KELISTRIKAN MINAHASA.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Kelistrikan Minahasa

Sistem Minahasa merupakan sistem tenaga listrik dengan daerah pelayanan yang meliputi kota Manado, kota Tomohon, Bitung, Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara, Minahasa Induk dan Kotamobagu dimana sistem terhubung secara interkoneksi.

B. Peralatan Proteksi

Sistem proteksi tenaga listrik pada umumnya terdiri dari beberapa komponen yang di rancang untuk mengidentifikasi kondisi sistem tenaga listrik dan bekerja berdasarkan informasi yang diperoleh dari sistem tersebut seperti arus, tegangan atau sudut fasa antara keduanya. Informasi yang diperoleh dari sistem tenaga listrik akan digunakan untuk membandingkan besarnya dengan besaran ambang-batas (*threshold setting*) pada peralatan proteksi. Apabila besaran yang diperoleh dari sistem melebihi setting ambang batas peralatan proteksi, maka sistem proteksi akan bekerja untuk mengamankan kondisi tersebut. Peralatan proteksi pada umumnya terdiri dari beberapa elemen yang dirancang untuk mengamati kondisi sistem dan melakukan suatu tindakan berdasarkan kondisi sistem

1) *Lightning Arrester*

Lightning Arrester merupakan alat yang melindungi Transformator dan alat listrik lainnya dari surja tegangan. Surja ini terjadi baik karena petir atau pergantian switch yang tidak sempurna pada sistem. *Lightning Arrester* menyediakan jalur agar surja dapat mengalir langsung ke tanah, sebelum surja memiliki peluang untuk merusak transformator atau peralatan lainnya.

2) *Line Switch*

Line switch merupakan peralatan yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus saluran pada *incoming trafo*. Saat pengoperasian normal, *line switch* dalam keadaan *close*, sedangkan saat akan dilakukan perbaikan maka *line switch* dibuka agar tidak ada lagi arus yang mengalir ke CB.

3) *Ground Switch*

Ground switch merupakan peralatan yang digunakan sebagai pengaman ketika dilakukan perbaikan pada peralatan yang ada di gardu induk. Saat pengoperasian normal, *ground switch* dalam keadaan terbuka, sedangkan saat akan dilakukan perbaikan, maka *ground switch* tertutup agar tidak ada arus sisa yang mengalir pada peralatan.

4) *Coupling Capacitor Potential Device*

CCPD (*Coupling Capacitor Potential Device*) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tegangan sistem yang tinggi, biasanya mempunyai rating 230kV/115V, 115kV/115V, 134kV/66.7V dan 66.7kV/66.7V . prinsip kerja dari *Coupling Capacitor Potential Device* adalah dengan membagi nilai tegangan kapasitor.

5) *Disconnecting Switch*

Disconnecting switch merupakan peralatan pada sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah yang dapat memutus dan menyambung rangkaian dengan arus yang rendah ($\pm 5A$), biasa dipakai ketika dilakukan perawatan atau perbaikan.

6) *Circuit Breaker*

Circuit breaker adalah peralatan sistem tenaga yang berfungsi untuk memutuskan hubungan antara sisi sumber tenaga listrik dan sisi beban yang dapat bekerja secara otomatis ketika terjadi gangguan atau secara manual ketika dilakukan perawatan atau perbaikan. Ketika kontak dipisahkan, beda potensial di antara kontak tersebut menimbulkan medan elektrik di antara kontak tersebut. Medan elektrik ini akan menimbulkan ionisasi yang mengakibatkan terjadinya perpindahan elektron bebas ke sisi beban sehingga muatan akan terus berpindah ke sisi beban dan arus tetap mengalir. Karena hal ini menimbulkan emisi termis yang cukup besar, maka timbul busur api (*arc*) di antara kontak PMT tersebut. Agar tidak mengganggu kestabilan sistem, maka *arc* tersebut harus segera dipadamkan. Berdasarkan metode dalam pemadaman *arc* tersebut, PMT dibagi menjadi beberapa jenis yaitu : *ACB (Air Circuit Breaker)*, *OCB (Oil Circuit Breaker)*, *VCB (Vacuum Circuit Breaker)* dan *SF6 Circuit Breaker*.

7) *Circuit Switcher*

Merupakan jenis breaker yang hanya mempunyai kemampuan untuk memutuskan arus, baik dalam kondisi gangguan ataupun dalam kondisi normal, tapi tidak mempunyai kemampuan untuk menutup rangkaian listrik secara otomatis (*reclosing*). Sehingga *circuit switcher* hanya dipakai untuk proteksi peralatan yang tidak mengizinkan untuk *reclose* jika ada gangguan, misalnya untuk proteksi trafo daya.

8) *Current Transformer*

Current transformer (CT) atau trafo arus adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berupa trafo yang digunakan untuk pengukuran arus yang besarnya ratusan hingga ribuan ampere dan arus yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. CT digunakan untuk menurunkan arus berdasarkan rasio tertentu yang dimiliki trafo arus menurut spesifikasinya yang digunakan untuk pengukuran arus.

9) *Potential Transformer*

Trafo tegangan disebut juga potensial transformator adalah trafo yang berfungsi menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah dan tegangan rendah, untuk sumber tegangan alat-alat ukur dan alat-alat proteksi. PT digunakan untuk mengukur tegangan sistem yang levelnya di bawah CCPD yang mempunyai rating 48kV/120V, 14.4kV/120V dan 13,8kV/120V.

10) *Relay Proteksi*

Relay proteksi merupakan peralatan yang bekerja secara otomatis untuk mengamankan suatu peralatan listrik saat terjadi gangguan, menghindari atau mengurangi terjadinya kerusakan peralatan akibat gangguan dan membatasi daerah yang terganggu sekecil mungkin. Kesemua manfaat tersebut akan memberikan pelayanan penyaluran tenaga listrik dengan mutu dan keandalan yang tinggi.

C. Sistem SCADA

SCADA adalah singkatan dari *Supervisory Control dan Data Acquisition*. Sistem SCADA digunakan untuk memantau dan mengendalikan peralatan dalam industri seperti telekomunikasi, air dan pengendalian limbah, energi, penyulingan minyak dan gas dan transportasi. Sistem ini mencakup transfer data antara SCADA komputer pusat dan sejumlah *Remote Terminal Unit* (RTU) dan / atau *Programmable Logic Controller* (PLC), pusat dan terminal operator. Sebuah sistem SCADA mengumpulkan informasi (seperti di mana kebocoran pada pipa telah terjadi), transfer informasi kembali ke pusat, kemudian memberitahu stasiun rumah telah terjadi kebocoran, melakukan analisa dan kontrol yang diperlukan, seperti menentukan apakah kebocoran sangat penting, dan menampilkan informasi secara logis dan terorganisir.

1) Fungsi Utama SCADA

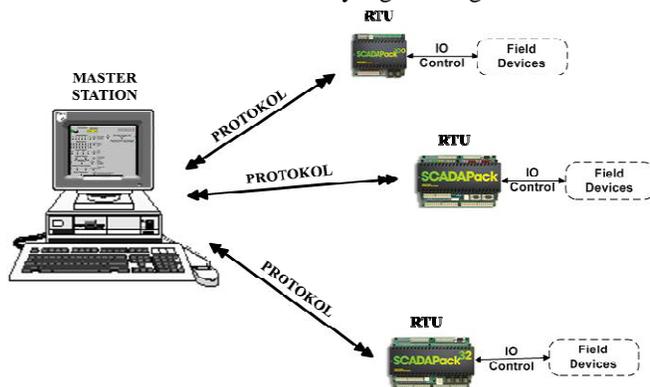
SCADA memiliki tiga fungsi utama yaitu, *Telesignaling* (Pengiriman sinyal berupa status atau indikasi), *Telecontrol* (Pengendalian jarak jauh yang dilakukan pusat pengatur kepada peralatan di dalam sistem) dan *Telemetry* (Pengiriman hasil pengukuran besaran tenaga listrik).

2) Komponen Utama SCADA

SCADA memiliki empat komponen utama (gambar1) yaitu :

Telekomunikasi

Media komunikasi merupakan media yang menghubungkan antar peralatan untuk melakukan pertukaran informasi. Kebanyakan sensor dan relai kontrol hanyalah peralatan listrik yang sederhana, alat- alat tersebut tidak bisa menghasilkan atau menerjemahkan protokol komunikasi. Dengan demikian dibutuhkan RTU yang menjembatani antara sensor dan jaringan SCADA. RTU mengubah masukan-masukan sensor ke format protokol yang bersangkutan dan mengirimkan ke master SCADA, selain itu RTU juga menerima perintah dalam format protokol dan memberikan sinyal listrik yang sesuai ke relai kontrol yang bersangkutan.



Gambar 1. Infrastruktur SCADA

Master Station

Dalam pengoperasian tenaga listrik, seorang *Dispatcher* membutuhkan alat bantu untuk mempermudah pengaturan tenaga listrik. Untuk kepentingan dimaksud di atas, *Dispatcher* akan dibantu dengan sistem SCADA yang berada di *Control Center*.

RTU (Remote Terminal Unit)

RTU adalah suatu peralatan yang terpasang pada gardu yang mana didalamnya terdapat prosesor yang berfungsi sebagai mengambil data baik status maupun data pengukuran secara *scanning/polling*, serta fungsi lainnya adalah melaksanakan perintah-perintah dari HMI.

Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi adalah kumpulan aturan atau prosedur yang mengendalikan pengoperasian unit- unit fungsional untuk melakukan hubungan komunikasi.

III. ANALISA PERANCANGAN SISTEM SCADA DI SISTEM KELISTRIKAN MINAHASA

A. Umum

Sistem SCADA merupakan fasilitas pendukung yang memudahkan proses pengendalian dan monitoring baik oleh *dispatcher* maupun oleh pihak – pihak diluar SCADA seperti pihak operasi, penyaluran, SDM, dll. Sistem SCADA yang baik dan handal merupakan suatu kesatuan, dari master station, link komunikasi hingga ke *Remote Terminal Unit* (RTU) dan harus pula didukung oleh handalnya peralatan di lapangan.

B. Data

Data yang digunakan untuk penyusunan tugas akhir ini merupakan data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) AP2B Tomohon berdasarkan Diagram segaris Line 1 dan 2 dari Lahendong ke GI. Tomohon.

C. Gambaran Sistem

Dalam Pembuatan program, langkah awal yang dilakukan yaitu perancangan sistem. Perancangan sistem terdiri dari perancangan program. Untuk perancangan sistem, data yang diperoleh dari AP2B menjadi acuan untuk merancang sistem kelistrikan yang terpasang. Kemudian perancangan SCADA menggunakan program *Wonderware Intouch 11.0*

1) Perancangan Sistem

Perancangan Sistem dilakukan dengan mengikuti sistem yang telah diterapkan dalam sistem kelistrikan SULUTTENGGGO dan kemudian mendesain ulang menggunakan program *Wonderware InTouch 11.0*.

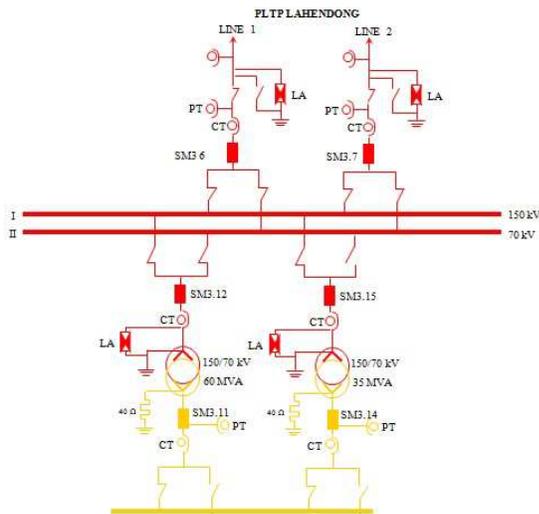
2) *Wonderware InTouch 11.0*

Perancangan sistem SCADA dibuat dalam bentuk program melalui perangkat lunak (*software*) *Wonderware InTouch 11.0*. *InTouch 11.0* merupakan salah satu produk yang mengkhususkan untuk membuat aplikasi HMI (*Human Machine Interface*) untuk pengontrolan SCADA dalam bidang industri maupun kelistrikan.

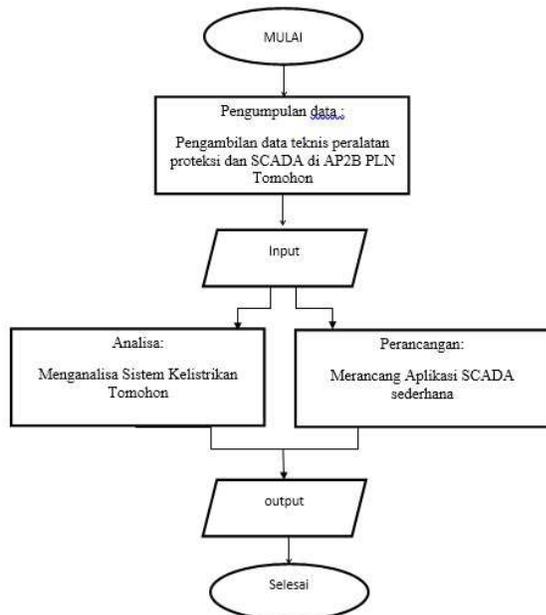
IV. PERANCANGAN

A. *Perancangan Sistem*

Dalam bab ini akan dibahas secara keseluruhan tentang perancangan sistem SCADA pada sistem kelistrikan Minahasa menggunakan aplikasi *Wonderware InTouch 11.0* berdasarkan sistem eksisting di sistem Minahasa (gambar 2).



Gambar 2. Single Line Diagram Line 1&2 PLTP Lahendong ke GI Tomohon



Gambar 3. Flowchart

Setelah mengambil data dari AP2B tomohon, maka dilakukan perancangan sistem SCADA berdasarkan diagram alir (gambar 3) dan menggunakan program *Wonderware InTouch*. Perancangan dilakukan dengan cara :

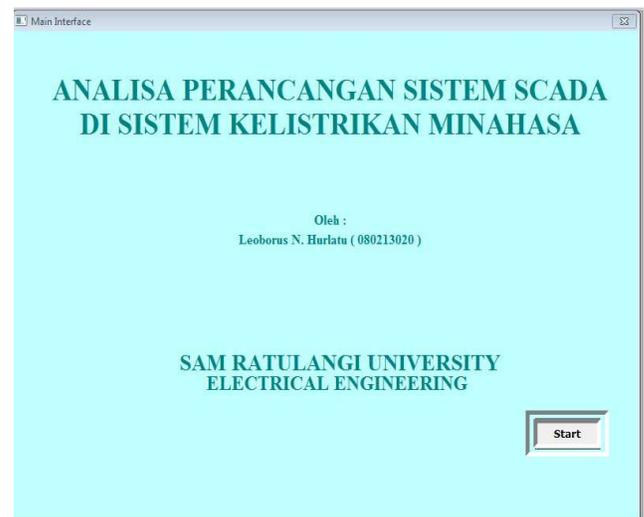
1) *Perancangan Tampilan Utama*

Tampilan utama merupakan tampilan pembuka pada program yang dirancang. Ketika menjalankan program, beberapa saat kemudian akan muncul tampilan Utama (gambar 4).

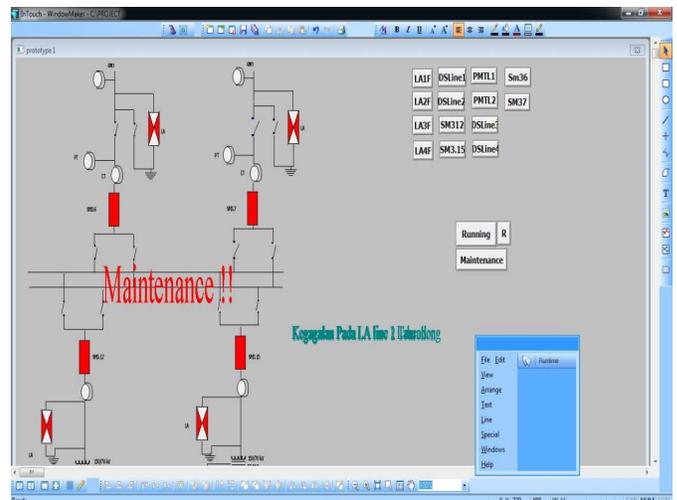
2) *Perancangan Tampilan Utama SCADA*

Tampilan SCADA merupakan tampilan utama sistem kelistrikan minahasa yang telah dirancang menggunakan *Wonderware InTouch*. Sehingga semua sistem yang terpasang dan bekerja bisa diawasi oleh operator *dispatcher*. Desain tampilan utama ini menggunakan berbagai *tools* dan juga bahasa pemrograman pada umumnya.

Berikut merupakan hasil tampilan utama sistem yang akan ditampilkan jika program berjalan (gambar 5)



Gambar 4. Tampilan Awal Program



Gambar 5. Tampilan utama Program

Setelah desain tampilan utama selesai selanjutnya menandai setiap peralatan yang terpasang di lapangan dengan kode tertentu sehingga nantinya tidak akan bingung saat memasukan listing program.

3) Listing Program

Setelah membuat tampilan model program, bagian yang terpenting adalah pembuatan *listing program*. Pada *listing program*, *input* dan proses perhitungan dibuat dalam bahasa program yang dimengerti oleh perangkat lunak yang digunakan sehingga menghasilkan *output* yang sesuai dengan yang diinginkan. *Listing program* untuk setiap RTU berbeda – beda sesuai dengan data spesifikasi peralatan proteksi di sistem. Sebagai contoh *listing program* untuk pemeliharaan sistem di GI Tomohon seperti berikut ini

Program ini memiliki tiga bagian *script*, yaitu *On Show*, *While Showing* dan *On Hide*. Dimana ketiga bagian tersebut memiliki fungsi tersendiri, *On Show* (gambar 6) akan menunjukkan objek – objek mana saja yang akan terlihat pada tampilan awal saat program belum berjalan, sedangkan bagian *While Showing* (gambar 7) akan menunjukkan objek yang bekerja pada saat program berjalan. Dan *On Hide* (gambar 8) menunjukkan *script* yang akan bekerja saat kondisi tertentu terpenuhi.

```

PMTLine2 = 0;
BreakerFailLine1 = 0;
SM36BFL1 = 0;
PMTLF1 = 0;
DSLFI1 = 0;
DSLLine20ff = 0;
PMTLine2 = 0;
PMTLine20ff = 0;
SM37Line2 = 0;
SM37OFF = 0;
DSLLine2 = 0;
DSLLine21 = 0;
DSLLine22 = 0;
DSLLine31 = 0;
DSLLine31off = 0;
DSLLine320ff = 0;
DSLLine410ff = 0;
DSLLine420ff = 0;
DSLLine32 = 0;
DSLLine41 = 0;
DSLLine42 = 0;
DSLLine410ff = 0;
DSLLine320ff = 0;
DSLLine310ff = 0;
DSLLine420ff = 0;
SM312Line1 = 0;
SM315Line2 = 0;
PTL1 = 0;
PTL1b = 0;
PTL2 = 0;
PTL2b = 0;
CTL1 = 0;
CTL1b = 0;
CTL2 = 0;
CTL2b = 0;

LA1Running = 0;
LA2Running = 0;
LA3Running = 0;
LA4Running = 0;
Maintenancebutton = 0;
lampumaintenance1 = 0;
lampumaintenance2 = 0;
lampumaintenance3 = 0;
lampumaintenance4 = 0;
Running = 0;
LA1Fail = 0;
LA2fail = 0;
LA3fail = 0;
LA4fail = 0;
Reset = 0;
failline1 = 0;
failline11 = 0;
DSLLine1 = 0;
DSLLine11 = 0;
DSLLine12 = 0;
SM3 = 0;
SM312Line1 = 0;
SM315Line2 = 0;
SM36 = 0;
SM36line1 = 0;
SM37Line2 = 0;
PMTLine1 = 0;
PMTLine2 = 0;
BreakerFailLine1 = 0;
SM36BFL1 = 0;
PMTLF1 = 0;
DSLFI1 = 0;
DSLFI11 = 0;
DSLLine20ff = 0;
PMTLine2 = 0;

```

Gambar 6. Listing Program pada tampilan awal

4. Hasil Simulasi Perancangan Sistem SCADA

Berdasarkan hasil simulasi program, dapat kita lihat bahwa pengontrolan peralatan kelistrikan dilapangan dapat dilakukan dari jarak jauh, sehingga dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja dan meningkatkan kualitas pelayanan kepada konsumen.

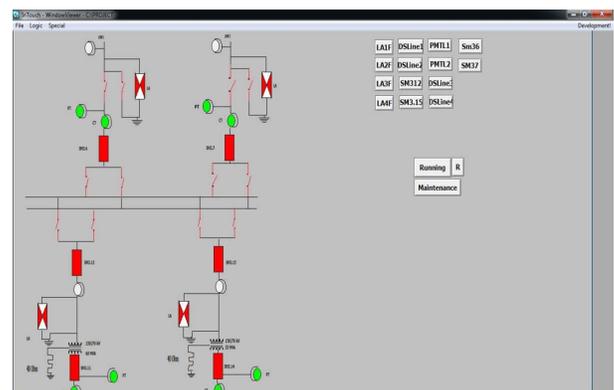
Hasil simulasi yang menunjukkan kerja program yang dibuat, saat sistem sedang online tanpa ada gangguan atau perawatan.

```

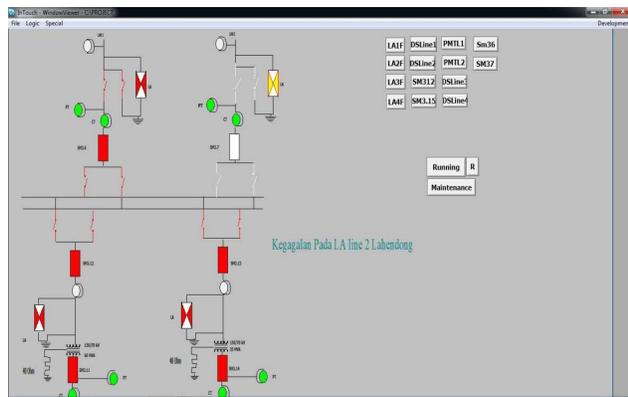
IF Running == 1
THEN
    LA1Running = 1;
    LA2Running = 1;
    LA3Running = 1;
    LA4Running = 1;
    DSLLine1 = 1;
    DSLFI1 = 0;
    PMTLine1 = 1;
    SM36line1 = 1;
    DSLLine11 = 1;
    DSLLine12 = 1;
    DSLLine2 = 1;
    DSLLine20ff = 0;
    PMTLine2 = 1;
    SM37Line2 = 1;
    DSLLine21 = 1;
    DSLLine22 = 1;
    DSLLine31 = 1;
    DSLLine32 = 1;
    DSLLine41 = 1;
    DSLLine42 = 1;
    SM312Line1 = 1;
    SM315Line2 = 1;
    SM311Line1 = 1;
    SM314Line2 = 1;
    lampumaintenance1 = 0;
    lampumaintenance2 = 0;
    lampumaintenance3 = 0;
    lampumaintenance4 = 0;
    failline1 = 0;
    failline11 = 0;
    failline2 = 0;
    failline22 = 0;
    failline3 = 0;
    failline33 = 0;
    failline4 = 0;
    failline44 = 0;
    PTL1 = 1;
    PTL1b = 1;
    PTL2 = 1;
    PTL2b = 1;
    CTL1 = 1;
    CTL1b = 1;
    CTL2 = 1;
    CTL2b = 1;
    notifffailLAline1 = 0;
    notifffailLAline2 = 0;
    notifffailLAline1Tomohon = 0;
    notifffailLAline2Tomohon = 0;
    Maintenancewarning = 0;
    maintenancewarning2 = 0;
ENDIF;

```

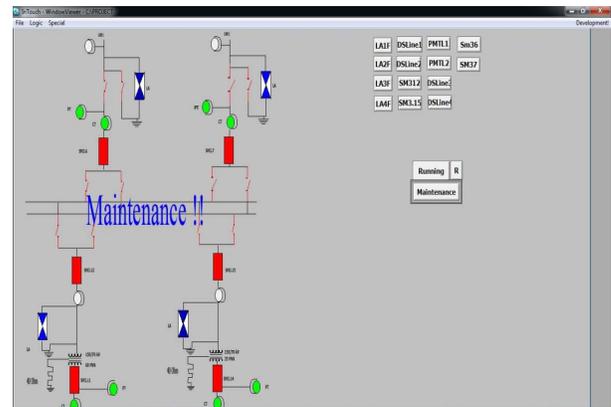
Gambar 7. Listing program saat program berjalan



Gambar 8. Sistem dalam keadaan online



Gambar 9. Simulasi gangguan pada sistem sehingga LA trip



Gambar 10. Simulasi program saat diadakan perawatan jaringan

Hasil simulasi program saat sedang ada gangguan pada sistem sehingga *Lightning Arrester* trip (gambar 9) dimana saat terjadi gangguan program akan secara langsung menjalankan protocol kerja untuk menghindari kerusakan pada peralatan di sistem dan juga menghindari kecelakaan kerja.

Program ini bisa juga disimulasikan untuk perawatan jaringan (gambar 10) sistem agar lebih terkontrol dan mengurangi resiko kecelakaan kerja.

Berdasarkan hasil simulasi diatas dapat kita lihat bahwa SCADA merupakan bagian penting dari suatu jaringan listrik, karena SCADA memudahkan kita untuk memantau dan mengeksekusi perintah dari jarak jauh. Karena dengan SCADA sistem kelistrikan jadi memiliki waktu operasi yang cepat, *reliable*, selektif, sensitif dan ekonomis.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan hasil penelitian, SCADA merupakan bagian vital dalam suatu sistem tenaga listrikan
2. Menggunakan SCADA keselamatan pekerja meningkat.

Saran

Peningkatan jaringan sistem SCADA agar sistem kelistrikan minahasa terhubung menjadi satu (interkoneksi).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Maulana, "Fungsi SCADA", Edisi 1 Rev.2, Agustus 2005.
- [2] D. Marsudi, "Operasi Sistem Tenaga Listrik", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.
- [3] P. M. Anderson , "*Power System Protection*", John Wileys & Sons, Inc., Canada, 1998
- [4] PT. PLN (Persero), SPLN 109 1-6 : 1996 Pola SCADA.
- [5] PT. PLN (Persero), SPLN S.6001: 2008 Mengenai Perancangan dan Pembangunan Sisem SCADA.
- [6] PT. PLN (Persero), SPLN S.3-001: 2008 Peralatan SCADA Sistem Tenaga Listrik.
- [7] W. N. Sarimun, Ir., MT., "Buku Saku Pelayanan Teknik", Edisi 2, Garamond, Depok 2011.