

Rancang Bangun Simulator Sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) Pada Gardu Induk Rawalo

Itmi Hidayat Kurniawan
Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto,
Purwokerto, Indonesia
itmi.hidayat.kurniawan@gmail.com

Rizki Fauzi Muliarto
Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto,
Purwokerto, Indonesia
rizkifauzimuliarto@gmail.com

Abstrak—Dengan perkembangan teknologi sekarang ini untuk mengontrol dan memonitoring peralatan-peralatan di gardu induk yang lokasinya berjauhan dapat dilakukan dalam satu tempat ruang kontrol dengan menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Penelitian berguna untuk proses pembelajaran serta simulator bagi mahasiswa dan tenaga kerja gardu induk baru yang ingin mempelajari sistem SCADA pada gardu induk. Tujuan penelitian ini untuk membuat sebuah sistem SCADA untuk mengontrol dan mengawasi simulator *plant* gardu induk, contoh sistem gardu induk yang dikontrol yaitu jalur *Transformer 1* dan jalur *Transformer 2* yang ada di gardu induk Rawalo. Pada penelitian ini menggunakan tiga PLC Twido untuk mengontrol simulator *plant* gardu induk, PLC pertama digunakan sebagai *master* dan dua PLC lainnya digunakan sebagai PLC *slave*. Pada *plant* terdapat dua Power Meter PM5350 digunakan untuk mengukur besaran listrik seperti arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi dan faktor daya pada jalur *Transformer 1* dan jalur *Transformer 2*. Dari hasil perancangan dan pengujian diperoleh bahwa PLC Twido dapat digunakan sebagai PLC *master* dan *slave*, penggunaan *software SCADA Wonderware InTouch* dapat memvisualisasikan *plant* yang dikontrol, menampilkan hasil pengukuran besaran listrik dan mencatat *alarm* ketika terjadi gangguan. Data hasil pengukuran besaran listrik simulator *plant* gardu induk disimpan di dalam *database Microsoft Access*.

Kata Kunci— SCADA, PLC, PM5350, Gardu Induk

I. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi sekarang ini untuk mengontrol dan memonitoring peralatan-peralatan di gardu induk yang lokasinya berjauhan dapat dilakukan dalam satu tempat ruang kontrol dengan menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Untuk mempelajari sistem SCADA gardu induk, dalam penelitian ini dijelaskan dan realisasi miniatur perancangan sistem SCADA untuk diterapkan di gardu induk. PLC (*Programmable Logic Controller*) disimulasikan untuk mengontrol DS (*Disconnecting Switch*) dan CB (*Circuit Breaker*) serta pembacaan energi listrik gardu induk dilakukan oleh Power Meter PM5350. Penelitian ini berguna untuk proses pembelajaran serta simulator bagi mahasiswa dan tenaga kerja gardu induk baru yang ingin mempelajari sistem SCADA pada gardu induk.

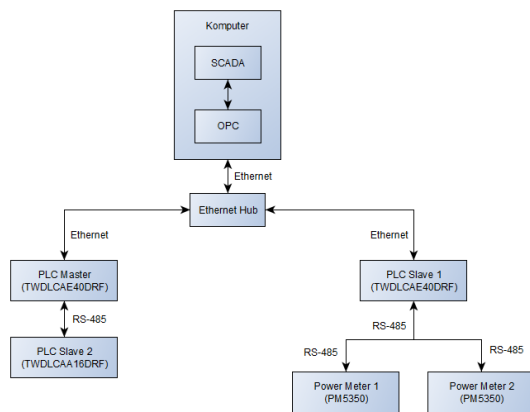
Masalah yang akan dijelaskan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara membuat simulator gardu induk berbasis SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dan menampilkan hasil pengukuran besaran energi listrik simulator gardu induk pada HMI (*Human Machine Interface*). Bagaimana cara membuat sistem PLC *master-slave* pada simulator gardu induk dengan menggunakan PLC Twido. Membuat *management alarm* dan *data logger* pada simulator gardu induk. Contoh sistem gardu induk yang dikontrol yaitu jalur *Transformer 1* dan jalur *Transformer 2* yang ada di gardu induk Rawalo.

II. BAHAN DAN METODE

A. Gambaran Umum Sistem

Sistem yang akan dibangun merupakan sistem SCADA simulator gardu induk yang terdiri dari tiga PLC Twido, satu PLC digunakan sebagai *master* sedangkan dua PLC lainnya digunakan sebagai *slave*, kedua PLC *slave* tersebut digunakan untuk mengendalikan *plant* pada tempat yang berbeda. Pada *plant* terdapat dua Power Meter yang digunakan untuk membaca nilai pengukuran besaran listrik. Nilai hasil pembacaan Power Meter dibaca oleh PLC *slave*, yang selanjutnya PLC *master* membaca nilai tersebut dari PLC *slave* lalu ditampilkan pada HMI.

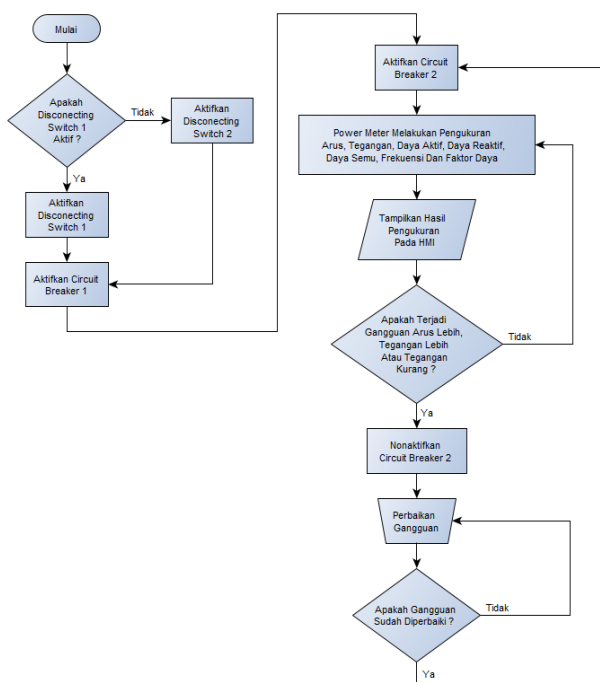
Komunikasi Power Meter 1 dan Power Meter 2 ke PLC *slave 1* menggunakan komunikasi RS-485, komunikasi PLC *slave 2* ke PLC *master* menggunakan komunikasi RS-485. Sedangkan komunikasi antara PLC *slave 1*, PLC *master* dan komputer menggunakan komunikasi *ethernet*. Dimana data beserta protokol akan dikirim melalui jaringan LAN. *Hub* pada sistem ini perlu digunakan untuk menyatukan beberapa jaringan *ethernet*. Gambaran umum perancangan sistem yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

B. Diagram Alir Sitem Kendali

Diagram alir (*Flowchart*) untuk pengendalian simulator *plant* gardu induk dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



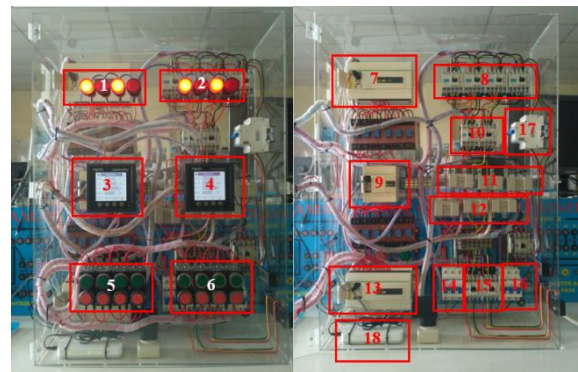
Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kendali

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bagian-bagian Simulator Plant Gardu Induk

Sistem dikatakan bekerja dengan baik apabila terjadi proses yang saling berkaitan antara bagian satu dengan lainnya. Setiap bagian memiliki fungsi masing-masing dan

disatukan menjadi suatu sistem. Gambar 3 merupakan bagian-bagian dari simulator *plant* gardu induk.



Gambar 3. Bagian-bagian Simulator *Plant* Gardu Induk

Keterangan:

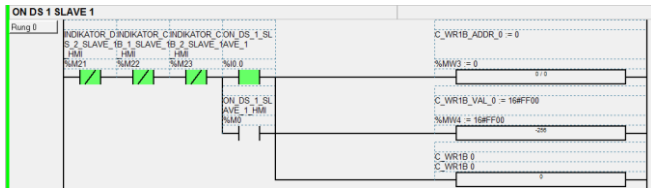
1. Lampu Indikator *Disconnecting Switch* dan *Circuit Breaker*
2. Lampu Indikator *Disconnecting Switch* dan *Circuit Breaker*
3. Power Meter PM5350
4. Power Meter PM5350
5. Tombol ON-OFF *Disconnecting Switch* dan *Circuit Breaker*
6. Tombol ON-OFF *Disconnecting Switch* dan *Circuit Breaker*
7. PLC Twido TWDLCAE40DRF (*PLC slave 1*)
8. *Disconnecting Switch*
9. PLC Twido TWDLCAA16DRF (*PLC slave 2*)
10. *Circuit Breaker*
11. *Current Transformer 1*
12. *Current Transformer 2*
13. PLC Twido TWDLCAE40DRF (*PLC master*)
14. MCB 3 Fasa
15. *Circuit Breaker*
16. MCB 3 Fasa
17. MCB 3 Fasa
18. *Ethernet Hub*

B. Pengujian Komunikasi PLC Master-Slave

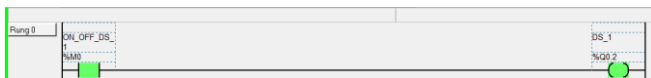
1. PLC Master Ke PLC Slave 1

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui komunikasi pada PLC *master* ke PLC *slave 1* dengan menggunakan *software Twido Suite*, komunikasi antara PLC *master* ke PLC *slave 1* menggunakan *modbus ethernet*. Pada *ladder diagram* PLC *master* menggunakan fungsi *macros comm* yaitu *C_WR1B*, fungsi ini bertugas untuk menulis 1 bit pada jaringan *modbus* yang dikirim ke alamat PLC *slave 1*.

Pada saat %I0.0 atau %M0 pada *ladder diagram* PLC *master* berubah keadaan dari NO ke NC (posisi aktif) fungsi C_WRIB langsung menulis 1 bit bernilai 1 (ON) pada jaringan *modbus* dan dikirim ke alamat %M0 pada PLC *slave* 1, setelah data 1 bit yang bernilai 1 diterima oleh PLC *slave* 1 maka alamat %M0 pada PLC *slave* 1 berubah keadaan dari NO ke NC (posisi aktif). Gambar 4 merupakan keadaan *ladder diagram* pada PLC *master* saat menulis 1 bit pada jaringan *modbus* dengan alamat pengiriman PLC *slave* 1, sedangkan Gambar 5 merupakan keadaan *ladder diagram* pada PLC *slave* 1 saat menerima data 1 bit dari PLC *master*.



Gambar 4. *Ladder diagram* pada PLC *master* saat menulis 1 bit pada jaringan *modbus* dengan alamat



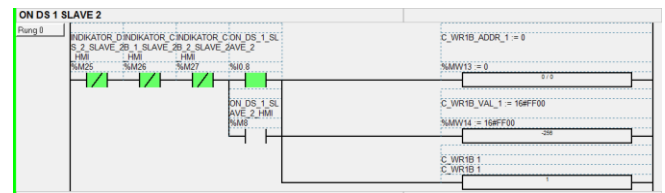
Gambar 5. *Ladder diagram* pada PLC *slave* 1 saat menerima data 1 bit dari PLC *master*

2. PLC Master Ke PLC Slave 2

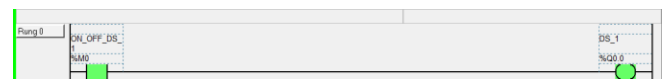
Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui komunikasi pada PLC *master* ke PLC *slave* 2 dengan menggunakan *software Twido Suite*, komunikasi antara PLC *master* ke PLC *slave* 2 menggunakan *modbus serial RS-485*. Pada *ladder diagram* PLC *master* menggunakan fungsi *macros comm* yaitu C_WRIB, fungsi ini bertugas untuk menulis 1 bit pada jaringan *modbus* yang dikirim ke alamat PLC *slave* 1.

Pada saat %I0.8 atau %M8 pada *ladder diagram* PLC *master* berubah keadaan dari NO ke NC (posisi aktif) fungsi C_WRIB langsung menulis 1 bit bernilai 1 (ON) pada jaringan *modbus* dan dikirim ke alamat %M0 pada PLC *slave* 2, setelah data 1 bit yang bernilai 1 diterima oleh PLC *slave* 2 maka alamat %M0 pada PLC *slave* 2 berubah keadaan dari NO ke NC (posisi aktif). Gambar 6 merupakan keadaan *ladder diagram* pada PLC *master* saat menulis 1 bit pada jaringan *modbus* dengan alamat pengiriman PLC *slave* 2, sedangkan Gambar 7 merupakan keadaan *ladder diagram*

pada PLC *slave* 2 saat saat menerima data 1 bit dari PLC *master*.



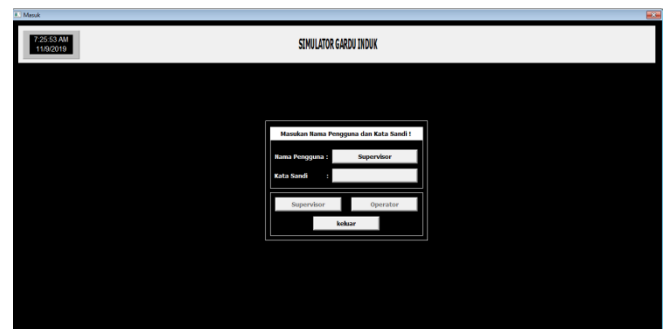
Gambar 6. *Ladder diagram* pada PLC *master* saat menulis 1 bit pada jaringan *modbus* dengan alamat pengiriman PLC *slave* 2



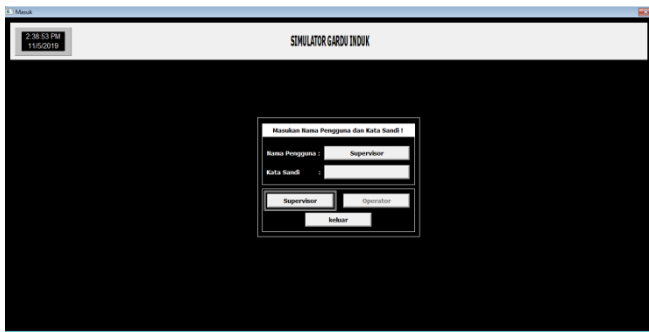
Gambar 7. *Ladder diagram* pada PLC *slave* 2 saat menerima data 1 bit dari PLC *master*

3. Pengujian Sistem Keamanan SCADA

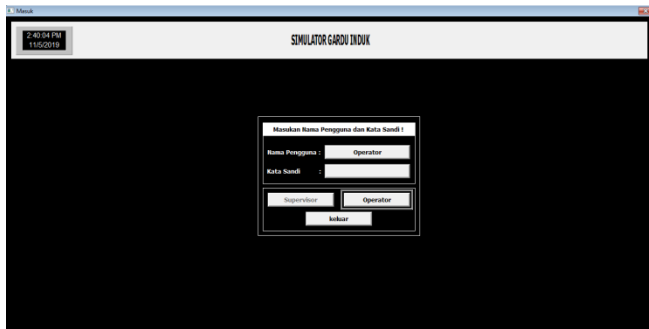
Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sistem keamanan pada SCADA, pada sistem keamanan ini pengguna diharuskan memasukkan nama pengguna dan kata sandi sebelum *login/masuk* ke sistem SCADA. Nama pengguna sistem sendiri dibagi menjadi dua yaitu *supervisor* dengan kata sandi “11111” dan *operator* dengan kata sandi “22222”. Saat nama pengguna dan kata sandi yang dimasukan tidak sesuai maka tombol *supervisor* atau *operator* untuk *login/masuk* akan tetap di *hidden*, apabila nama pengguna dan kata sandi yang dimasukan sesuai maka tombol *supervisor* atau *operator* untuk *login/masuk* akan di *unhidden*. Gambar 8 merupakan tampilan saat memasukan nama pengguna dan kata sandi yang tidak sesuai, Gambar 9 merupakan tampilan saat memasukan nama pengguna *supervisor* dan kata sandi yang sesuai dan Gambar 10 merupakan tampilan saat memasukan nama pengguna *operator* dan kata sandi yang sesuai.



Gambar 8. Tampilan saat nama pengguna dan kata sandi tidak sesuai



Gambar 9. Tampilan saat nama pengguna supervisor dan kata sandi sesuai



Gambar 10. Tampilan saat nama pengguna operator dan kata sandi sesuai

4. Pengujian Menampilkan Hasil Pengukuran Pada HMI

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja HMI sebagai media penampil hasil pengukuran besaran listrik pada simulator *plant* gardu induk. Pengujian dilakukan dengan memberi beban pada simulator *plant* gardu induk, lalu alat ukur Power Meter melakukan pengukuran arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi dan faktor daya. Hasil pengukuran Power Meter dibaca oleh PLC *master*. Gambar 11 merupakan hasil pembacaan nilai pengukuran Power Meter di PLC *master*.

Us	Address	Symbol	Current
1	%MF26	NILAI_ARUS_R_S	0.9257815
2	%MF36	NILAI_ARUS_S_S	1.039063
3	%MF46	NILAI_ARUS_T_S	0.9843752
4	%MF56	NILAI_TEGANGA	219.0001
5	%MF66	NILAI_TEGANGA	221.0001
6	%MF76	NILAI_TEGANGA	217.0001
7	%MF86	NILAI_TEGANGA	378.0001
8	%MF96	NILAI_TEGANGA	382.0001
9	%MF106	NILAI_TEGANGA	376.0001
10	%MF116	NILAI_DAYA_AKT	-0.1904297
11	%MF126	NILAI_DAYA_REA	-0.6171877
12	%MF136	NILAI_DAYA_SE	0.6484377
13	%MF146	NILAI_FREKUEN	49.75002
14	%MF156	NILAI_FAKTOR_D	-0.2929689
15	%MF166	NILAI_ARUS_R_S	0.730469
16	%MF176	NILAI_ARUS_S_S	1.015625
17	%MF186	NILAI_ARUS_T_S	1.007813
18	%MF196	NILAI_TEGANGA	218.0001
19	%MF206	NILAI_TEGANGA	221.0001
20	%MF216	NILAI_TEGANGAN	217.0001
21	%MF226	NILAI_TEGANGA	380.0001
22	%MF236	NILAI_TEGANGA	382.0001
23	%MF246	NILAI_TEGANGA	376.0001
24	%MF256	NILAI_DAYA_AKT	-0.2236329
25	%MF266	NILAI_DAYA_REA	-0.558594
26	%MF276	NILAI_DAYA_SE	0.6015627
27	%MF286	NILAI_FREKUEN	50.00002
28	%MF296	NILAI_FAKTOR_D	-0.3710939

Gambar 11. Hasil pembacaan nilai pengukuran Power Meter di PLC *master*

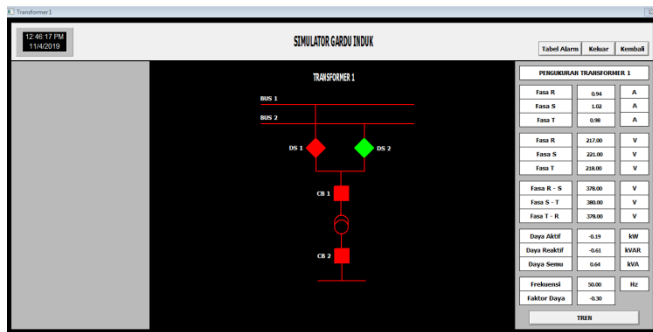
Setelah data pengukuran besaran listrik pada simulator *plant* gardu induk terbaca oleh PLC *master*, data pengukuran tersebut dibaca oleh *KEPServerEX* melalui *tag-tag*. Nilai hasil pengukuran yang dibaca oleh *KEPServerEX* dapat dilihat pada Gambar 12 berikut.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
PLC.MASTER.A_F_R_PM_3	Float	0.914063	12:43:54:286	Good	6
PLC.MASTER.A_F_R_PM_4	Float	0.726563	12:43:50:821	Good	2
PLC.MASTER.A_F_S_PM_3	Float	1.03906	12:43:56:577	Good	4
PLC.MASTER.A_F_S_PM_4	Float	1.01563	12:43:50:821	Good	2
PLC.MASTER.A_F_T_PM_3	Float	0.984375	12:43:55:017	Good	8
PLC.MASTER.A_F_T_PM_4	Float	1.01563	12:43:56:671	Good	5
PLC.MASTER.D_A_PM_3	Float	-0.191406	12:43:56:593	Good	6
PLC.MASTER.D_A_PM_4	Float	-0.224609	12:43:54:924	Good	3
PLC.MASTER.D_R_PM_3	Float	-0.617188	12:43:50:837	Good	5
PLC.MASTER.D_R_PM_4	Float	-0.558594	12:43:50:634	Good	2
PLC.MASTER.D_S_PM_3	Float	0.644331	12:43:50:868	Good	4
PLC.MASTER.D_S_PM_4	Float	0.601563	12:43:50:634	Good	2
PLC.MASTER.F_D_PM_3	Float	-0.296875	12:43:50:868	Good	5
PLC.MASTER.F_D_PM_4	Float	-0.371094	12:43:51:975	Good	3
PLC.MASTER.F_PM_3	Float	50	12:41:46:036	Good	1
PLC.MASTER.F_PM_4	Float	50	12:41:46:021	Good	1
PLC.MASTER.T_F_R_PM_3	Float	218	12:43:55:017	Good	5
PLC.MASTER.T_F_R_PM_4	Float	218	12:43:49:901	Good	5
PLC.MASTER.T_F_RS_PM_3	Float	378	12:43:54:425	Good	6
PLC.MASTER.T_F_RS_PM_4	Float	378	12:43:47:919	Good	4
PLC.MASTER.T_F_S_PM_3	Float	221	12:44:03:941	Good	17
PLC.MASTER.T_F_S_PM_4	Float	221	12:44:03:145	Good	7
PLC.MASTER.T_F_ST_PM_3	Float	382	12:44:28:854	Good	7
PLC.MASTER.T_F_ST_PM_4	Float	382	12:44:29:369	Good	7
PLC.MASTER.T_FT_PM_3	Float	218	12:44:35:484	Good	9
PLC.MASTER.T_FT_PM_4	Float	218	12:44:34:704	Good	19
PLC.MASTER.T_FR_PM_3	Float	376	12:44:45:530	Good	16
PLC.MASTER.T_FR_PM_4	Float	376	12:44:45:717	Good	14

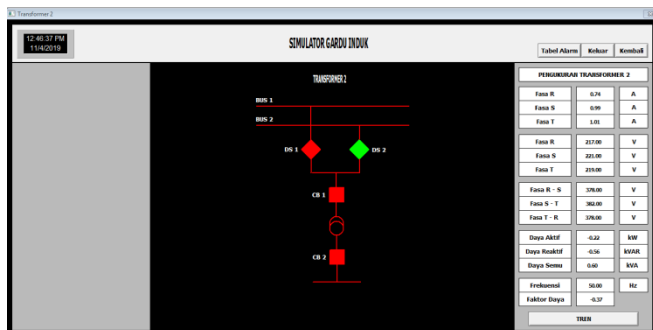
Gambar 12. Nilai hasil pengukuran yang dibaca oleh *KEPServerEX*

Nilai pengukuran yang dibaca oleh *KEPServerEX* melalui *tag-tag*, dibaca kembali oleh *tag-tag* yang dibuat di software SCADA *Wonderware InTouch* lalu ditampilkan pada HMI. Gambar 13 merupakan HMI yang menampilkan hasil pengukuran pada *plant* jalur *Transformer 1*, sedangkan

hasil pengukuran pada *plant* jalur *Transformer 2* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. HMI menampilkan hasil pengukuran pada jalur *Transformer 1*



Gamabr 14. HMI menampilkan hasil pengukuran pada jalur *Transformer 2*

5. Pengujian Alarm Management

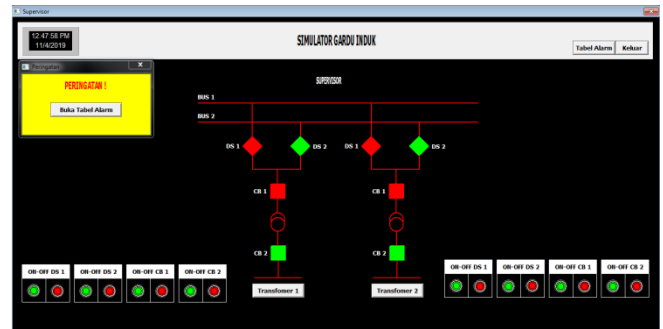
Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja *alarm management* pada simulator sistem SCADA gardu induk. Pada sistem yang dibangun terdapat beberapa *alarm* yaitu *alarm* arus lebih, *alarm* tegangan kurang dan *alarm* tegangan lebih. *Alarm* akan muncul dan memberitahu kepada pengguna, serta mencatat jenis *alarm* yang terjadi pada tabel *alarm* di sistem SCADA ketika nilai pada pengukuran diatas *setpoint* untuk *alarm* arus dan tegangan lebih dan ketika nilai pengukuran dibawah *setpoint* untuk *alarm* tegangan kurang.

Pengujian *alarm* arus lebih dilakukan dengan cara memberikan beberapa beban pada simulator *plant* gardu induk sehingga arus yang mengalir pada *plant* akan melebihi *setpoint*, *setpoint* untuk *alarm* arus lebih nilainya 8 A. Saat arus yang mengalir lebih dari *setpoint* sistem SCADA akan menampilkan peringatan pada HMI dan mencatat jenis *alarm* yang terjadi pada tabel *alarm*. Gambar 15 merupakan peringatan pada HMI saat terjadi *alarm* dan Gambar 16 merupakan tampilan tabel *alarm* saat mencatat *alarm* arus lebih.

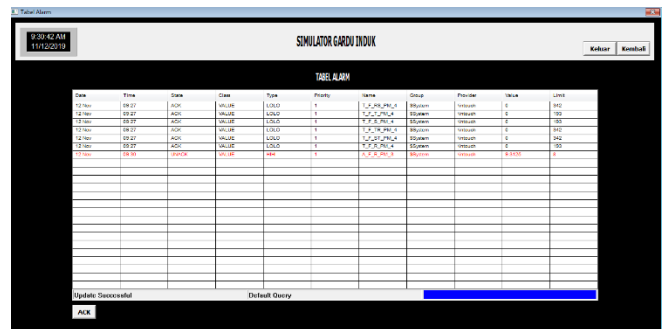
ISSN 2615-5788 Print (2615-7764)

©2020 JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC

Vol. 7 No. 1 Tahun 2020

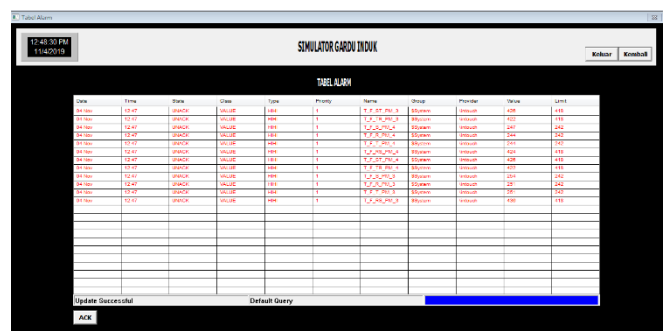


Gambar 15. HMI saat terjadi *alarm*



Gambar 16. HMI tabel *alarm* saat mencatat *alarm* arus lebih.

Pengujian *alarm* tegangan lebih dilakukan dengan cara memberikan nilai tegangan melebihi *setpoint* sistem, *setpoint* untuk tegangan lebih fasa L-N nilainya 242 volt dan *setpoint* untuk fasa L-L nilainya 418 volt. Saat tegangan yang mengalir lebih dari *setpoint*, sistem SCADA akan menampilkan peringatan pada HMI dan mencatat jenis *alarm* yang terjadi pada tabel *alarm*. Gambar 17 merupakan tampilan tabel *alarm* saat mencatat *alarm* tegangan lebih.



Gambar 17. HMI tabel *alarm* saat mencatat *alarm* tegangan lebih

Pengujian *alarm* tegangan kurang dilakukan dengan cara memberikan nilai tegangan kurang dari *setpoint* sistem, *setpoint* untuk tegangan kurang fasa L-N nilainya 198 volt dan *setpoint* untuk fasa L-L nilainya 342 volt. Saat tegangan yang mengalir kurang dari *setpoint*, sistem SCADA akan menampilkan peringatan pada HMI dan mencatat jenis *alarm* yang terjadi pada tabel *alarm*. Gambar 18 merupakan tampilan tabel *alarm* saat mencatat *alarm* tegangan kurang.

Gambar 18. HMI tabel *alarm* saat mencatat *alarm* tegangan kurang

6. Pengujian *Data Logger*

Pada pengujian *data logger* bertujuan untuk mengetahui kinerja *database Microsoft Access* sebagai *data logger* pengukuran besaran listrik pada simulator sistem SCADA gardu induk. *Database Microsoft Access* akan melakukan *data logger* dengan interval waktu 1 detik, jadi setiap 1 detik hasil pengukuran besaran-besaran listrik simulator *plant* gardu induk seperti arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi dan faktor daya akan disimpan di dalam *database Microsoft Access*. Gambar 19 merupakan hasil *data logger* jalur *Transformer 1* pada *database Microsoft Access* dan Gambar 20 merupakan hasil *data logger* jalur *Transformer 2* pada *database Microsoft Access*.

No	Waktu	Arus R	Arus S	Arus T	Tegangan R	Tegangan S	Tegangan T	Tegangan R-S	Tegangan S-T	Tegangan T-R	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	Frekuensi	Faktor Daya
3482	19/12/2019 10:42:33	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,209961	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3483	19/12/2019 10:37:26	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,209961	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3484	19/12/2019 10:42:34	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,209961	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3485	19/12/2019 10:37:26	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3486	19/12/2019 10:42:35	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3487	19/12/2019 10:37:26	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3488	19/12/2019 10:42:36	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2080079	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3489	19/12/2019 10:37:26	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2080079	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3490	19/12/2019 10:42:37	0,9531252	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2080079	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3491	19/12/2019 10:37:26	0,9531252	1,101563	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3492	19/12/2019 10:42:38	0,9531252	1,101563	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2080079	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3493	19/12/2019 10:37:26	0,9531252	1,101563	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3494	19/12/2019 10:42:39	0,9531252	1,101563	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3495	19/12/2019 10:37:26	0,9570315	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3496	19/12/2019 10:42:40	0,9570315	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3497	19/12/2019 10:37:26	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3498	19/12/2019 10:42:41	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3499	19/12/2019 10:37:26	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3500	19/12/2019 10:37:26	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2988282
3501	19/12/2019 10:42:43	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3502	19/12/2019 10:37:26	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3503	19/12/2019 10:42:44	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,667969	0,699219	50,00002	-0,2968751
3504	19/12/2019 10:37:26	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282
3505	19/12/2019 10:42:45	0,949219	1,109375	1,007813	225,0001	230,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2089844	-0,6640627	0,699219	50,00002	-0,2988282

Gambar 19. *Data logger* jalur *Transformer 1* pada *database Microsoft Access*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan dan pengujian simulator sistem SCADA gardu induk dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan memori pada *ladder diagram* mampu melakukan proses monitoring dan kontrol yang dapat dibaca oleh sistem SCADA.
2. Penggunaan *software SCADA Wonderware InTouch* dapat memvisualisasikan *plant* yang dikontrol dan menampilkan hasil pengukuran simulator *plant* gardu induk pada HMI.
3. PLC Twido TWDLCAE40DRF dapat difungsikan sebagai PLC *master* pada simulator sistem SCADA gardu induk.
4. PLC Twido TWDLCAE40DRF dan PLC Twido TWDLCAA16DRF dapat difungsikan sebagai PLC *slave* pada simulator sistem SCADA gardu induk.
5. *Management alarm* yang ada pada sistem akan secara otomatis menulis pada tabel *alarm* yang tersedia pada sistem SCADA jika terjadi gangguan pada *plant*.
6. *Data logger* hasil pengukuran besaran listrik simulator *plant* gardu induk disimpan di dalam sebuah *database Microsoft Access*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi, A. Priatmadja, R. 2015. Rancang Bangun Protocol Modbus Pada KWH Meter Elektronik Tipe ION 8600 Untuk Memonitor Besaran Energi Listrik Trafo Dengan Menggunakan Aplikasi Citect SCADA. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, Vol.6 No.1, Januari 2015 ISSN: 2086-9479.
- [2] Aniza Z, N. 2014. Perancangan Human Machine Interface Berbasis SCADA Pada PT. PLN (Persero) Unit Pengatur Beban (UPB) SUMBANGTENG. Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas Padang. Bharata, H, K. 2019. Pemanfaatan Jaringan LAN Untuk Integrasi SCADA Dengan Aplikasi Human Machine Interface Pada Sistem Monitoring Produksi. STMIK Binasaleh, *Jurnal Gerbang*, Vol. 9, No. 2, Agustus 2019.
- [3] Hamdani. 2017. Audit Energi Sistem Kelistrikan Gedung Politeknik Negeri Ujung Pandang Menggunakan SCADA Sebagai Instrumen Pengukuran Permanen. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Ujung Pandang, *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2017* (pp.171-177).
- [4] Irwan, H, E. Nurhadi, S. 2018. Studi Perencanaan Prototipe Sistem Otomasi Metering Gardu Induk Menggunakan Konsep Human Machine Interface. *Jurnal ELTEK*, Vol 16 No 01, April 2018 ISSN 1693-4024.
- [5] Vignesh, T. Kirubakaran, J. 2015. Automation Based Power Transmission Control Station Using PLC and SCADA. *IJISSET-International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, Vol.2 Issue 2, February 2015.

No.	Waktu	Arus R	Arus S	Arus T	Tegangan R	Tegangan S	Tegangan T	Tegangan R-S	Tegangan S-T	Tegangan R-T	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	Frekuensi	Faktor Daya
3044	19/12/2019 10:42:11	0,7581719	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3045	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3046	19/12/2019 10:42:12	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3047	19/12/2019 10:42:13	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3048	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3049	19/12/2019 10:42:14	0,758127	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3050	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3051	19/12/2019 10:42:15	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3052	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3053	19/12/2019 10:42:16	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3054	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3055	19/12/2019 10:42:17	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3056	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3057	19/12/2019 10:42:18	0,758127	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3058	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3059	19/12/2019 10:42:19	0,758127	1,0625	1,023438	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3060	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3061	19/12/2019 10:42:20	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	227,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3062	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3063	19/12/2019 10:42:21	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3064	19/12/2019 10:37:31	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3065	19/12/2019 10:42:22	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3066	19/12/2019 10:42:23	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814
3067	19/12/2019 10:42:24	0,758127	1,0625	1,03125	225,0001	229,0001	226,0001	394,0001	396,0001	390,0001	-0,2363282	-0,6015627	0,6484377	50,00002	-0,3632814

Gambar 20. *Data logger* jalur *Transformer 2* pada *database Microsoft Access*