

Rancang Bangun Sistem SCADA Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis PLC dan *Interface WinCC*

Muhammad Fiansa Dwi Ananto¹, Kartono Wijayanto², Supriyanto^{3*}

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : muhammad.fiansa.tlis18@polban.ac.id

²E-mail : karwij@gmail.com

³E-mail : *supriyanto_suhono@polban.ac.id

*E-mail korespondensi

ABSTRAK

Seiring majunya perkembangan teknologi, catu daya utama PLN berpengaruh besar terhadap penyediaan energi listrik bagi konsumen. Akan tetapi, catu daya PLN tidak selamanya ada karena pada saat tertentu sering terjadi pemadaman total yang disebabkan berbagai gangguan pada sistem pendistribusiannya. Perkembangan teknologi monitoring kontrol jarak jauh sistem ketenagalistrikan menimbulkan kebutuhan akan pengaplikasian sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem SCADA panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang bertujuan agar SCADA dapat memonitoring, mengontrol, dan menampilkan *database* pada sistem ATS. ATS dikendalikan sistem SCADA dan HMI berbasis komputer yang terkoneksi dengan PLC dan *Power Meter*. Komunikasi SCADA menggunakan protokol *Modbus RTU* dan *TCP/IP*, serta sistem data akuisisi dapat ditampilkan pada *Microsoft Access*. Berdasarkan deskripsi dan spesifikasi yang ditentukan, penelitian dilakukan dengan metoda integrasi fungsi dari sistem meliputi perangkat keras maupun perangkat lunak dan direalisasikan dalam bentuk simulator. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa penerapan sistem SCADA pada panel ATS memiliki keandalan yang lebih tinggi, ATS dapat mendeteksi hilang fasa, tegangan lebih rendah dari toleransi batas minimum, dan lebih tinggi dari toleransi batas maksimum pada catu daya PLN. Dari total 25 nilai pengukuran yang dikomunikasikan SCADA, terdapat 4% *error* pengukuran pada *interface WinCC* (HMI).

Kata Kunci

ATS, SCADA, PLC, *Interface WinCC*, *Power Meter*

1. PENDAHULUAN

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai pengendali dalam pergantian suplai catu daya energi listrik dari sumber utama PLN ke generator set (genset) sebagai sumber listrik cadangan. [2] ATS bekerja secara otomatis sebagai *switch* pemindah posisi ketika terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama PLN dengan mengendalikan pengaturan waktu. Penggunaan ATS merupakan implementasi solusi yang praktis ketika sedang berada di situasi darurat dalam lingkungan kerja yang mengharuskan tenaga listrik terus berjalan tanpa henti. [3]

Perkembangan teknologi sistem kontrol jarak jauh pada dunia otomasi menimbulkan kebutuhan akan pengaplikasian sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). SCADA merupakan sebuah sistem yang dapat menghasilkan kontrol, monitoring dan masukkan data kontinu yang mudah dilakukan hanya dengan satu ruangan kontrol, seorang operator dapat melakukan pengawasan berbagai peralatan listrik yang berada pada suatu sistem yang letaknya jauh dari ruangan kontrol tersebut. [6]

Terdapat penelitian sebelumnya dengan topik simulator proteksi arus lebih yang sudah pernah dibuat pada

Laboratorium Politeknik Negeri Bandung. Penelitian sebelumnya berisi mengenai pembuatan simulator proteksi arus lebih gangguan fasa dan gangguan tanah pada transformator tenaga dengan kapasitas 7,5 kVA dengan rasio tegangan 380/220 V. [1]

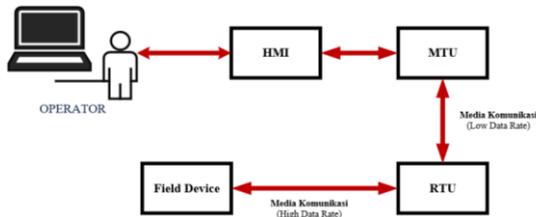
Penulisan makalah ini berfokus pada perancangan sistem SCADA panel ATS dalam simulator proteksi arus lebih. Penelitian ini bertujuan agar SCADA dapat dapat memonitoring, mengontrol, dan menampilkan *database* pada sistem *Automatic Transfer Switch*. Perangkat yang digunakan adalah *Power Meter* sebagai perangkat metering, PLC sebagai perangkat kontrol, *Interface WinCC* (HMI) sebagai perangkat monitoring dan kontrol serta *Microsoft Access* sebagai perangkat data akuisisi.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Sistem SCADA

Supervisory Control and Data Acquisition yang kemudian diberi singkatan menjadi SCADA merupakan sistem yang dapat memberikan kontrol dan monitor sebuah sistem / *plant* jaringan listrik dari jarak jauh secara *real time*. Selain itu, SCADA pula dapat melakukan akuisisi atau pengumpulan data terhadap sebuah *plant*. Tujuan adanya sistem SCADA yaitu

adalah untuk mengintegrasikan berbagai macam sistem yang berupa kontrol dan operasi yang disebut sebagai *Remote Terminal Control (RTU)* dari suatu jaringan listrik yang terkoordinasi dalam satu sistem utama yang disebut sebagai *Master Terminal Unit (MTU)*. [5]



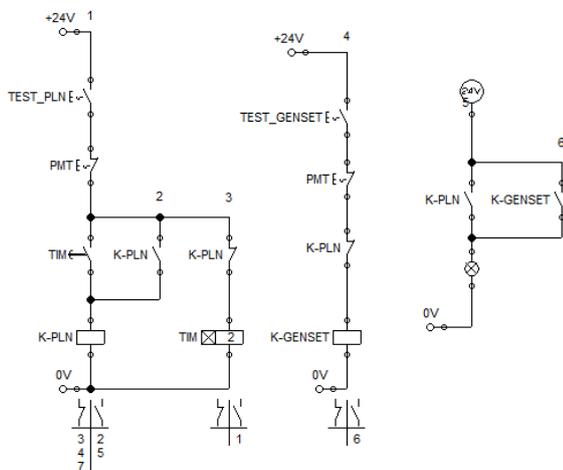
Gambar 1. Diagram blok aplikasi sistem SCADA

Sistem SCADA mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. *Telecontrolling*, yaitu pengoperasian atau pengontrolan peralatan *switching* pada suatu sistem tenaga listrik
2. *Telesignalling*, yaitu untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan kondisi sistem tenaga listrik dan indikasi dari berbagai operasi yang akan ditampilkan secara otomatis
3. *Telemetry*, berguna untuk melakukan pengukuran besaran – besaran sistem tenaga listrik pada besaran tertentu di seluruh bagian sistem yang akan ditampilkan di pusat kontrol

2. 2 Automatic Transfer Switch (ATS)

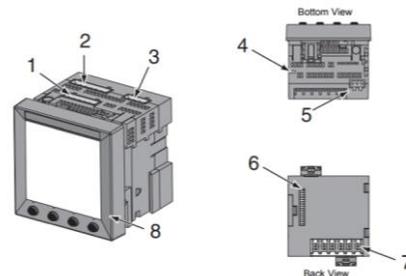
Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi mengatur atau mengendalikan pergantian suplai catu daya energi listrik dari sumber utama yaitu PLN ke sumber listrik cadangan atau generator set (*genset*) yang bekerja secara otomatis sebagai *switch* pemindah posisi ketika terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama (PLN) dengan mengendalikan pengaturan waktu. [4]



Gambar 2. Diagram kontrol ATS

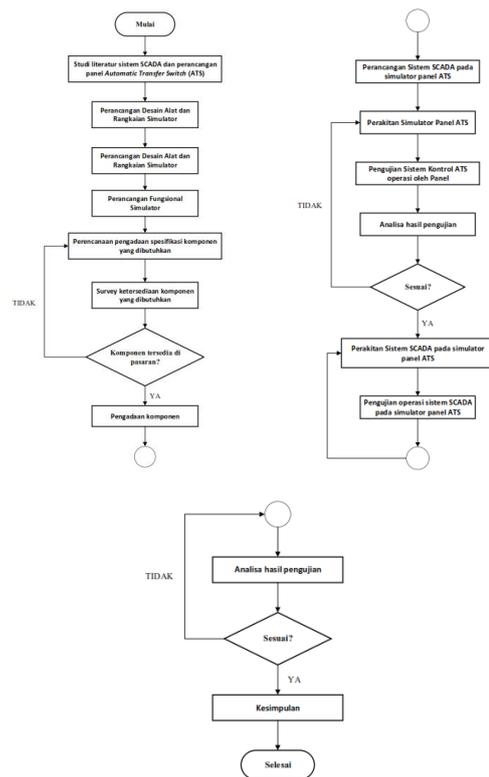
2. 3 Power Meter

Power Meter adalah peralatan ukur yang berguna untuk mengukur besaran listrik dengan cara integrasi dari beberapa komponen alat ukur lainnya menjadi suatu rangkaian dalam satu alat ukur. *Power meter* digunakan sebagai instrumental digital multi fungsi, akuisisi data dan kontrol alat. *Power meter* dilengkapi dengan komunikasi RS – 485 untuk melakukan *transfer* data pengukuran ke perangkat lain dan dapat mendukung komunikasi dengan Protokol *Modbus RTU*.



Gambar 3. Tampilan petunjuk fungsi PM800

2. 4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

2. 5 Deskripsi Kerja Alat

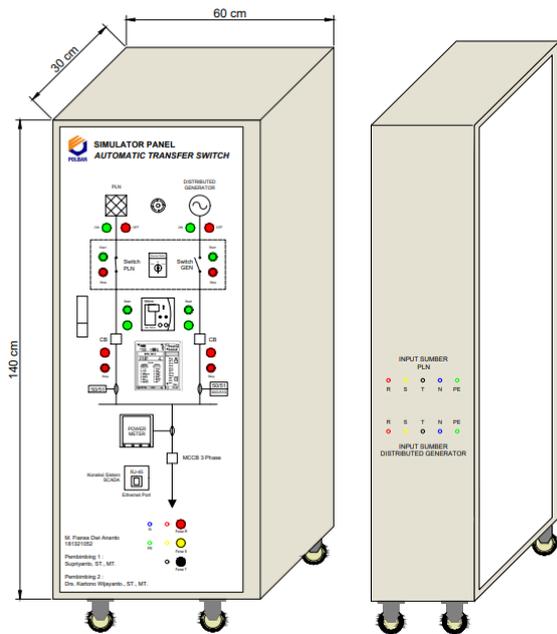
Simulator panel ATS yang dirancang dapat dioperasikan oleh dua sistem, yaitu manual dan otomatis dengan operasi langsung dari dari panel dan bekerja manual otomatis dengan operasi oleh sistem SCADA. ATS yang dikendalikan SCADA bekerja dengan sistem *monitoring* dan kontrol oleh HMI berbasis komputer yang terkoneksi secara *real time* dengan PLC dan

Power Meter. Komunikasi perangkat SCADA menggunakan protokol *Modbus RTU* untuk PLC terhadap *Power Meter* dan protokol *Modbus TCP/IP* untuk *Interface WinCC* sebagai HMI terhadap PLC. Sistem data akuisisi *real time* dapat ditampilkan pada *Microsoft Access*.

Keunggulan dari penerapan sistem SCADA pada simulator panel ATS yaitu membuat panel ATS tersebut dapat mendeteksi adanya hilang fasa dan melebihi nilai ambang batas maksimum atau minimum dari tegangan dan frekuensi pada catu daya utama PLN. Jika hal itu terjadi, *switching* pada simulator panel ATS secara otomatis akan beroperasi untuk berpindah ke sumber catu daya cadangan yang berasal dari genset. Sistem SCADA juga dapat membuat kontrol sistem dan *monitoring* keadaan panel yang berupa kondisi *metering* dapat dimonitor dan dimasukkan data secara jarak jauh serta dapat diakses secara terus menerus.

2. 6 Perancangan Desain Alat

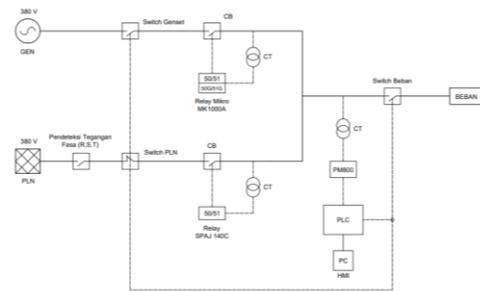
Perancangan desain alat merupakan perancangan konstruksi dari simulator panel ATS. Perancangan konstruksi simulator panel ATS dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Konstruksi panel tampak depan dan samping

2. 7 Perancangan Fungsional

Perancangan fungsional memberikan penjelasan mengenai fungsi dari tiap – tiap komponen pada sistem SCADA simulator panel ATS. Perancangan fungsional dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Rancangan fungsional simulator ATS

Rancangan fungsional berdasarkan fungsinya terbagi ke dalam beberapa bagian, diantaranya:

1. *Power Grid PLN* : berfungsi sebagai sumber utama catu daya listrik.
2. *Genset* : sumber catu daya listrik cadangan.
3. *Switch* Pendeteksi Tegangan Fasa (R . S . T) : simulator pengujian otomatis ATS terhadap hilangnya tegangan fasa.
4. *Switch PLN* : kontak penghubung atau pemutus catu daya utama dari sumber PLN.
5. *Switch Genset* : kontak penghubung atau pemutus catu daya *back up* dari sumber cadangan Genset.
6. *Current Transformer (CT)* : transformator arus.
7. *Power Meter (PM800)* : peralatan pengukuran berbagai parameter listrik yang merangkap sebagai unit *slave* pada sistem SCADA.
8. *Switch Beban* : kontak penghubung atau pemutus rangkaian yang terhubung langsung ke beban pada suatu sistem.

2. 8 Realisasi Alat

Realisasi alat merupakan tahapan perancangan konstruksi alat yang sudah direalisasikan menjadi simulator panel ATS. Simulator panel ATS yang sudah dibuat dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Simulator panel ATS

2. 9 Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak berisi sistem komunikasi serial antar perangkat SCADA menggunakan protokol Modbus.

2. 9. 1 Data Register PM800

Power Meter PM800 memiliki alamat yang digunakan untuk melakukan pembacaan parameter pengukuran dari perangkat yang lain. Alamat yang dibutuhkan untuk kebutuhan pengukuran terdapat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Alamat register Modbus PM800

NO	Parameter	Register ID	Nama	Tipe
1	Arus	1100	Arus Fasa A	Integer
2		1101	Arus Fasa B	Integer
3		1102	Arus Fasa C	Integer
4		1105	Arus Rata - Rata 3 phase	Integer
5	Tegangan	1120	Vab	Integer
6		1121	Vbc	Integer
7		1122	Vca	Integer
8		1123	Tegangan Rata - rata 3 phase	Integer
9		1124	Van	Integer
10		1125	Vbn	Integer
11		1126	Vcn	Integer
12	Daya Aktif	1128	Tegangan Rata - rata fasa-netral	Integer
13		1140	PA	Integer
14		1141	PB	Integer
15		1142	PC	Integer
16		1143	Ptotal	Integer
17		1144	QA	Integer
18		Daya Reaktif	1145	QB
19	1146		QC	Integer
20	1147		Qtotal	Integer
21	Daya Nyata	1148	SA	Integer
22		1149	SB	Integer
23		1150	SC	Integer
24		1151	Stotal	Integer
25	Frekuensi	1180	Frequency	Integer

2. 9. 2 Perancangan Komunikasi Serial PLC IDEC FC6A – PM800

Data Register PM800 yang sudah tercantum pada Tabel 1 Akan dikonversi kedalam penyimpanan data register yang terdapat pada PLC. Konversi data register yang

disimpan pada memori PLC dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Konversi data register IDEC FC6A – PM800

NO	Data Register PM800		Data Register IDEC FC6A – C16R1CE
	Register ID	Keterangan	
1	1100	Arus Fasa A	D0000
2	1101	Arus Fasa B	D0001
3	1102	Arus Fasa C	D0002
4	1105	Arus Rata - Rata 3 phase	D0003
5	1120	Vab	D0004
6	1121	Vbc	D0005
7	1122	Vca	D0006
8	1123	Tegangan Rata - rata 3 phase	D0007
9	1124	Van	D0008
10	1125	Vbn	D0009
11	1126	Vcn	D0010
12	1128	Tegangan Rata - rata fasa-netral	D0011
13	1140	PA	D0012
14	1141	PB	D0013
15	1142	PC	D0014
16	1143	Ptotal	D0015
17	1144	QA	D0016
18	1145	QB	D0017
19	1146	QC	D0018
20	1147	Qtotal	D0019
21	1148	SA	D0020
22	1149	SB	D0021
23	1150	SC	D0022
24	1151	Stotal	D0023
25	1180	Frequency	D0024

2. 9. 3 Perancangan Komunikasi Serial PLC IDEC FC6A – Interface WinCC

Perancangan komunikasi serial PLC dengan HMI bertujuan agar proses ataupun data yang terdapat pada memori PLC dapat dikirimkan ke Interface WinCC sebagai HMI berbasis komputer sehingga HMI dapat melakukan timbal balik terhadap sistem berupa monitoring dan memberikan instruksi yang akan menjadi perintah kepada PLC berupa proses pengendalian pada simulator panel ATS. Pengalamatan Modbus RTU yang sudah disimpan di dalam memori PLC (D) akan dikonversi menjadi alamat yang tersimpan pada memori Interface WinCC (%MW) sebanyak 45 alamat data.

2. 9. 4 Perancangan Desain Interface WinCC



Gambar 8. Desain interface WinCC

3. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

3. 1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian menjelaskan keseluruhan dari pembahasan terhadap penerapan sistem SCADA pada simulator panel ATS. Tujuan dari tiap pengujian adalah untuk memastikan sistem dan simulator yang telah dibuat sesuai dengan rancangan yang dibuat.

3. 1. 1 Hasil Pengujian Komunikasi Serial PLC – PM

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan PLC ke PM menggunakan protokol Modbus RTU. Gambar 9 memperlihatkan nilai ukur yang ditampilkan pada PM dan PLC.



Gambar 9. Hasil pengujian komunikasi PLC – PM

Tabel 3 berikut merupakan hasil nilai ukur yang terbaca pada percobaan pengujian komunikasi PLC dan PM.

Tabel 3. Nilai ukur pada data register PLC dan PM

NO	Besaran Pengukuran	Register ID PM	Data Register PLC	Nilai Ukur PM	Nilai Ukur PLC
1	Tegangan R-N	1124	D0008	232	232
2	Frekuensi	1180	D0024	49,96	4997

3. 1. 2 Hasil Pengujian komunikasi HMI – PLC

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan HMI ke PLC menggunakan protokol Modbus TCP/IP. Gambar 10 menjelaskan hasil proses yang terjadi pada PLC dari instruksi yang diberikan oleh HMI.

Batch Monitor	Batch Monitor	Batch Monitor
Device: M (Internal Relay (M0000 to M0015))	Device: M (Internal Relay (M0000 to M0015))	Device: Q (Output)
Comment	Comment	Comment
Current Value	Current Value	Current Value
M0014 0 A-GEN2.3	M0000 1 ON SISTEM	Q0000 1 R-Start-PLN
M0015 0 A-GEN2.4	M0001 0 OFF	Q0001 0 R-START-Genset
M0016 0 A-GEN2.5	M0002 0 AUTOMATIC	Q0002 1 K-PLN
M0017 0 A-GEN2.6	M0003 1 MANUAL	Q0003 0 K-GENSET
M0020 0 A-GEN2.7	M0004 0 OFF	Q0004 0 K-BEBAN
M0021 0 OFF1-HMI	M0005 0 AUTOMATIC	Q0005 0 Det.R
M0022 0 ON2-HMI	M0006 1 MANUAL	Q0006 0 Det.S
M0023 0 OFF2-HMI	M0007 0 AUTO PLN	Q0007 1 Beban
M0024 1 ON1-HMI	M0010 0 DELT	Q0031 0
M0025 0	M0011 0 AUTO GEN1	Q0032 0
M0026 0	M0012 0 A-GEN2.1	Q0033 0

Gambar 10. Hasil pengujian komunikasi HMI – PLC

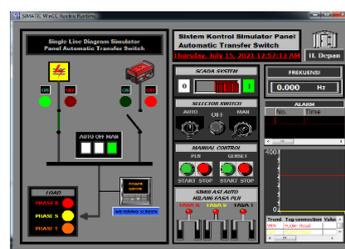
Tabel 4 merupakan data instruksi 0/1 yang dihasilkan dengan dilakukannya pemberian instruksi pada HMI.

Tabel 4. Data instruksi 0/1 pada PLC dan HMI

N O	Tipe Data	Register Data PLC		Register Data WinCC Flexible	
		Register Data	BOOL Bit	Register Data	BOOL Bit
1	Boolean Read	D0050.00	1	%MW50.0	1
2	Boolean Read	D0050.01	1	%MW50.1	1
3	Boolean Write	D0051.00	1	%MW51.0	1
4	Boolean Write	D0051.01	0	%MW51.1	0

3. 1. 3 Hasil Pengujian Sistem SCADA pada Simulator Panel ATS

Pengujian dilakukan dengan mengontrol simulator panel ATS menggunakan HMI berbasis interface WinCC. Gambar 11 memperlihatkan kondisi yang dihasilkan pada panel ketika HMI memberikan instruksi.



Gambar 11. Pengujian sistem SCADA pada simulator panel ATS

Tabel 5 merupakan hasil pengujian SCADA terhadap panel ATS dari berbagai kondisi.

Tabel 5. Hasil pengujian SCADA panel ATS

NO	Pengujian	Switch PLN		
		ON	OFF	L.Indikator
1	OFF	0	1	Merah
2	Normal	1	0	Hijau
3	Hilang Fasa R	0	1	Merah
4	Hilang Fasa S	0	1	Merah
5	Hilang Fasa T	0	1	Merah
6	PLN Padam Total	0	1	Merah
7	OFF	0	1	Merah
8	Manual ON PLN	1	0	Hijau
9	Manual ON Genset	0	1	Merah
10	Emergency	0	0	0
NO	Pengujian	Switch Genset		
		ON	OFF	L.Indikator
1	OFF	0	1	Merah
2	Normal	0	1	Merah
3	Hilang Fasa R	1, saat t=5s	0	Hijau
4	Hilang Fasa S	1, saat t=5s	0	Hijau
5	Hilang Fasa T	1, saat t=5s	0	Hijau
6	PLN Padam Total	1, saat t=5s	0	Hijau
7	OFF	0	1	Merah
8	Manual ON PLN	0	1	Merah
9	Manual ON Genset	1	0	Hijau
10	Emergency	0	0	0
NO	Pengujian	Switch Beban		
		ON	OFF	L.Indikator
1	OFF	0	1	0
2	Normal	1	0	Merah, Kuning, Putih
3	Hilang Fasa R	1, saat t=5s	0	-, saat t=5s, Merah, Kuning, Putih
4	Hilang Fasa S	1, saat t=5s	0	-, saat t=5s, Merah, Kuning, Putih
5	Hilang Fasa T	1, saat t=5s	0	-, saat t=5s, Merah, Kuning, Putih
6	PLN Padam Total	1, saat t=5s	0	-, saat t=5s, Merah, Kuning, Putih
7	OFF	0	1	0
8	Manual ON PLN	1	0	Merah, Kuning, Putih
9	Manual ON Genset	1	0	Merah, Kuning, Putih
10	Emergency	0	0	0

Ket: 1 menandakan aktif, 0 menandakan tidak aktif.

3. 1. 4 Hasil Pengujian Akusisi Data pada Microsoft Access

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan Interface WinCC dengan Microsoft Access lalu dilakukan permintaan akusisi berbasis data berupa laporan data binary dan integer yang akan tampil pada database Microsoft Access. Database yang dihasilkan terhadap kondisi yang terjadi pada panel dapat dilihat pada Gambar 12 berikut ini.

Gambar 12. Pengujian database pada Microsoft Access

4. KESIMPULAN

Sistem SCADA memiliki fungsi monitoring (mengawasi kondisi sistem), kontrol (melakukan proses pengendalian pada sistem), dan data akusisi (menampilkan data base dari berbagai proses pada sistem). Simulator panel Automatic Transfer Switch (ATS) dapat dimonitor dan dikendalikan melalui perangkat input output pada panel secara langsung ataupun oleh sistem SCADA berbasis komputer. Sistem kontrol ATS dapat dikendalikan secara otomatis dan manual, pada saat otomatis sumber yang digunakan adalah catu daya utama PLN dan jika terjadi gangguan, genset sebagai catu daya cadangan akan langsung memberikan back up dengan delay 5 detik (disimulasikan sebagai waktu starting genset hingga normal). Pada saat manual, ATS dapat dioperasikan sesuai dengan catu daya yang dipilih. Penerapan sistem SCADA pada panel ATS menghasilkan keandalan yang lebih tinggi, karena sistem SCADA dapat mendeteksi adanya hilang fasa, tegangan lebih rendah dari toleransi batas minimum, dan tegangan lebih tinggi dari toleransi batas maksimum pada catu daya utama PLN. Dari total 25 nilai pengukuran yang dikomunikasikan pada SCADA, terdapat 4% error yang dihasilkan dari tampilan pengukuran pada interface WinCC (HMI). Error terjadi karena komunikasi Power Meter PM800 hanya bisa memberikan data integer kepada PLC sehingga harus dikonversi kembali data integer didalam pemrograman PLC untuk menjadi data float agar pembacaan pada HMI sesuai dengan kondisi nyata pada panel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung, melalui wakil Direktur Akademik atas bantuan pendanaan penyusunan tugas

akhir nomor B/402/PL1.R1/EP.00.08/2021 kelompok A1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.J. Akbar, Muhammad. Tugas Akhir. “Rancang Bangun Proteksi Arus Lebih Transformator Tenaga”. Bandung: Politeknik Negeri Bandung. 2020
- [2] Rizaldi, Riki dan S. Umar Djufri. “Perancangan ATS (*Automatic Transfer Switch*) Satu Phasa menggunakan Kontrol berbasis *Relay* dan *Time Delay Relay (TDR)*”. *JOURNAL OF ELECTRICAL POWER CONTROL AND AUTOMATION*. 1. 2. (2018): 59 – 64.
- [3] Saputro, Sopyan. Skripsi. “Rancang Bangun Pembuatan Alat Panel Listrik ATS (*Automatic Transfer Switch*) – AMF (*Automatic Main Failure*)”. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta. 2015.
- [4] Jayadi, Didik Notosudjono dkk. “Perancangan *Automatic Transfer Switch* berbasis PLC”. *PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO, FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS PAKUAN*. (2017): 1 – 10.
- [5] Almuhtarom dan Priyo Sasmoko. “Perancangan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* menggunakan *Software CX – Supervisor 3.1* pada Simulasi Listrik *Redundant* berbasis *Programmable Logic Controller (PLC OMRON CP1E NA – 20DRA)*”. *GEMA TEKNOLOGI*. 18. 2. (2015): 88 – 93.
- [6] Pailin, D. B.. “Pengaruh Penggunaan Sistem SCADA pada Keandalan Jaringan Distribusi PT. PLN Area Masohi”. *ARIKA*. 12. 1. (2018): 41 – 50.