

**ANALISIS GANGGUAN SATU KONDUKTOR TERBUKA
(ONE-CONDUCTOR OPEN FAULT)
PADA SISTEM TENAGA LISTRIK**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Medan Area**

Oleh :

**ANDRI KUSWORO
NPM : 08 812 0011**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2013**

**ANALISIS GANGGUAN SATU KONDUKTOR TERBUKA
(ONE-CONDUCTOR OPEN FAULT)
PADA SISTEM TENAGA LISTRIK**

*Diajukan Guna Memenuhi salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar sarjana teknik (S.T) Jurusan elektro
Program study teknik elektro*

Oleh:

**ANDRI KUSWORO
NPM. 08 812 0011**



**FAKULTAS ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2013**

Judul skripsi : ANALISIS GANGGUAN SATU KONDUKTOR TERBUKA
(ONE-CONDUCTOR OPEN FAULT) PADA SISTEM TENAGA
LISTRIK

Nama : Andri kusworo
NPM : 088120011
Fakultas : Elektro

Disetujui Oleh
Komisi pembimbing

Pembimbing I



Ir. H.Hermansyah Alam, MT,MM

Pembimbing II



Ir. Zulkifli Bahri

Mengetahui,


Dekan
Ir.Hj.Haniza,MT

Ketua Prodi


180314.
Ir.H.Usman Harahap,MT

Tanggal Lulus : 4 Mei 2013

LEMBARAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, untuk memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan kaidah-kaidah, norma, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dengan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila ditemukan plagiat dikemudian hari.



Medan,

Andri Kusworo
088120011

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 08 november 1984 dari ayah Muniran (alm) dan ibu Siti Aminah Penulis merupakan putra ke 4 dari 6 bersaudara.

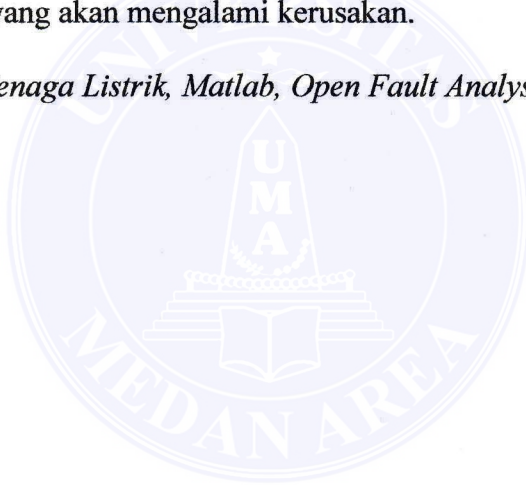
Tahun 2004 penulis lulus dari SMKN 3 Buduran, dan pada tahun 2008 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Elektro Universitas Medan Area.



ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas tentang gangguan konduktor satu fasa terbuka. Beberapa gangguan terbuka yang terjadi bahkan mungkin menimbulkan bahaya bagi operator dan peralatan pada sistem tenaga listrik. Gangguan terbuka atau sering juga disebut gangguan seri ini disebabkan oleh keadaan tidak seimbang atau tidak simetri impedansi seri saluran pada sistem tiga fasa gangguan terbuka dapat disebabkan oleh pemutus daya yang tidak membuka ketiga fasanya secara keseluruhan, misal hanya satu atau dua fasa saja yang terbuka sedangkan fasa yang lainnya tetap tertutup. Gangguan hubung terbuka yang dibahas pada tugas akhir berupa gangguan satu saluran terbuka. Perangkat Matlab digunakan untuk membantu menganalisis matrik impedansi urutan positif, negatif dan nol. Dari Hasil analisis gangguan terbuka pada *line* antara bus 8 dan 11 menunjukkan bahwa arus gangguan mencapai 6.4363 pu, artinya bahwa ketika terjadi gangguan terbuka pada bus 11, arus gangguan mencapai 6,43 kali lebih besar dari arus nominal, sedangkan tegangan pada bus yang mengalami gangguan terbuka dari hasil perhitungan sebesar 1.24 pu. Kondisi ini akan berdampak terhadap peralatan sistem tenaga listrik yang akan mengalami kerusakan.

Key Word: *Sistem Tenaga Listrik, Matlab, Open Fault Analysis.*



Kata Pengantar

Syukur Alhamduillah atas rahmat dan karunia ALLAH SWT Telah memberikan kesehatan kepada penulis untuk menyusun Skripsi berjudul:

Analisis Gangguan Satu Konduktor Terbuka (One-Conductor Open Fault) Pada Sistem Tenaga Listrik

Penulisan tugas akhir ini salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan tingkat strata satu (s1) di jurusan teknik elektro fakultas teknik UMA. Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan beberapa pihak, oleh karena itu kepada seluruh pihak yang mendukung dan membantu penyelesaian penelitian skripsi, penulis mengucapkan terima kasih :

1. Orang tua penulis yang telah mendukung bantuan material dan moril
2. Rektor Universitas Medan Area Bapak Prof. Dr. H. A Ya'kub Matondang, MA
3. Ibu Dekan Fakultas Teknik UMA Ir. Hj. Haniza, MT
4. Ketua jurusan Teknik Elektro Bapak Ir. H Usman Harahap, MT
5. Bapak Ir. Hermansyah Alam, MT.MM dan Bapak Ir. Zulkifli Bahri, MT sebagai pembimbing tugas akhir.
6. Staf pengajar dan administrasi di lingkungan Jurusan Teknik Elektro FT UMA
7. Teman-teman seangkatan di jurusan teknik elektro UMA

Medan, Februari 2013

(Penulis)

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penulisan	4
1.5. Metode Penulisan	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Teori Komponen Simetri	6
2.2. Operator-a.....	8
2.3. Komponen Simetri dari phasor-phasor yang tak-simetris.....	9
2.4. Pergeseran fasa komponen simetris pada transformator	11
2.5. Impedansi urutan komponen utama sistem tenaga listrik	14
2.5.1 Jaringan Urutan Genrator tak berbeban.....	14
2.5.2. Jaringan mesin sinkron.....	14

2.5.3. Jaringan urutan beban.....	15
2.5.4. Jaringan urutan Transformator	16
2.5.5. Jaringan urutan transmisi	17
2.6. Teorema Thevenin.....	18
2.7. Diagram segaris sistem tenaga listrik.....	22

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu pelaksanaan	28
3.2. Step kegiatan penelitian	28
3.3. Model analisis rangkaian urutan gangguan terbuka	29
3.4. Gangguan satu konduktor terbuka.....	33

BAB IV. ANALISIS GANGGUAN SATU KONDUKTOR TERBUKA

4.1. One line diagram 3 Generator 11 Bus.....	36
4.2. Diagram urutan Positif, negative dan nol.....	38
4.3. Analisis gangguan satu konduktor terbuka	42
4.4. Pembahasan	46

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....47

5.2. Saran48

Daftar Pustaka
Lampiran



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem tenaga listrik dirancang dan dibangun secara cermat, agar dapat beroperasi dengan baik. Tetapi dalam operasinya, gangguan (*fault*) dapat saja terjadi. Gangguan tersebut dapat berupa hubung singkat maupun beban lebih yang dapat mengakibatkan kerusakan isolasi sehingga kerja peralatan listrik dan terganggunya stabilitas sistem sedangkan fungsi sistem tenaga listrik itu sendiri adalah membangkitkan daya listrik dan menyalurkannya ke konsumen yang membutuhkan. Oleh karena itu, suatu sistem tenaga listrik harus mampu beroperasi secara kontinyu seiring dengan kebutuhan tenaga listrik konsumen.

Beberapa gangguan terbuka yang terjadi bahkan lebih mungkin menimbulkan bahaya bagi orang yang menanganinya. Gangguan seri ini dalam bentuk umum disebabkan oleh keadaan tidak seimbang atau tidak simetri impedansi seri saluran. Gangguan hubung terbuka ini dapat berupa gangguan satu saluran terbuka dan gangguan dua saluran terbuka. Pada sistem tiga fasa gangguan ini dapat disebabkan oleh pemutus daya yang tidak membuka ketiga fasanya secara keseluruhan, misal hanya satu atau dua fasa saja yang terbuka sedangkan fasa yang lainnya tetap tertutup.

Cara yang digunakan untuk mengurangi atau memperkecil dampak dari gangguan tersebut yaitu dengan memasang suatu sistem proteksi yang baik. Setiap sistem proteksi dituntut memiliki keandalan yang tinggi, selektif, operasi yang cepat dan memiliki sifat diskriminasi yang baik. Selain itu suatu sistem proteksi juga harus memperhatikan faktor ekonomis, semakin mahal harga alat yang

dilindungi semakin mahal pula harga peralatan proteksi yang terpasang. Peralatan-peralatan proteksi yang terpasang pada suatu sistem tenaga listrik, terletak mulai dari unit-unit pembangkitan, saluran transmisi, jaringan distribusi primer, jaringan distribusi skunder dan konsumen. Dimana peralatan-peralatan proteksi tersebut bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing tergantung besaran penggerak dari rele proteksi yang terpasang. Sebagai contoh rele yang bekerja berdasarkan besaran penggerak berupa tegangan yaitu: Rele tegangan lebih (*Over voltage Relay*), berupa arus yaitu: Rele arus lebih (*Over Current Relay*), berupa impedansi (*Impedance Relay*) dan sebagainya. Salah satu bagian terpenting dari sistem tenaga listrik yang perlu dilindungi yaitu sistem tenaga listrik yang terhubung dengan konsumen dimana kontinuitas penyaluran daya listrik harus tetap terjaga.

Klasifikasi Gangguan pada sistem tenaga listrik terdiri atas gangguan Hubung Singkat dan Gangguan Konduktor Terbuka (*Open Conductor*).

Gangguan Hubung Singkat terdiri atas:

1. Gangguan Simetris Yaitu Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa
2. Gangguan Tidak Simetris, Yaitu:
 - a. Gangguan Satu Fasa Ketanah
 - b. Gangguan Dua Fasa Ketanah
 - c. Gangguan Dua Fasa

Gangguan konduktor terbuka (*Open Conductor*) terdiri atas

1. Gangguan Satu konduktor Terbuka: Yaitu gangguan salah satu konduktor terbuka tanpa menyentuh tanah
2. Gangguan Dua Konduktor Terbuka : Yaitu gangguan dua konduktor terbuka tanpa menyentuh tanah

DAFTAR PUSTAKA

- Djiteng Marsudi., **Operasi Sistem Tenaga Listrik**, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006
- Ir. Sulasno., **Analisis Sistem Tenaga Listrik**, Penerbit Undip Semarang, 2001
- J R Lucas ,EE 423., **Power System Analysis: Faults**, October 2005
- Jhon J.G, Williem D Stevenson, Jr., **Power System Analysis**, Mc Graw-Hill, 1999
- Moh. E El Hawary., **Electrical Power System**, IEEE Press, 1983
- Roger C. Dugan , Robert F. Arritt., **Screening Requests For Distributed Generation Interconnections**, 20th International Conference on Electricity Distribution, C I R E D, 2009
- Simon Jorums Mabeta., **Open Conductor Faults and Dynamic Analysis of a Power System**, master of Science in Electric Power Engineering Department of Electric Power Engineering Norwegian University of Science and Technology, 2012
- Williem D. Stevenson, Jr., **Analisis Sistem Tenaga Listrik**, Edisi Ke empat, Penerbit Erlangga, 1990

Lampiran (Run Matlab)**A. Data program Matlab**

```

clear
basemva = 100; accuracy = 0.001; maxiter = 15;
% Bus Bus Voltage Angle ---Load---- Generator----- Injected
% No code Mag. Degree MW Mvar MW Mvar Qmin Qmax Mvar
busdata=[1 1 1.06 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
2 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
3 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
4 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
5 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
6 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
7 2 1.043 0.0 0 0 200 0.0 0 0 0
8 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
9 2 1.043 0.0 0 0 0 0.0 0 0 0
10 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0
11 0 1.0 0.0 0 0 0.0 0.0 0 0 0];

```

```

% Line code
% Bus bus R X 1/2 B = 1 for lines
% nl nr p.u. p.u. p.u. > 1 or < 1 tr. tap at bus nl
linedata=[1 2 0 0.05 0 1
2 3 0 0.10 0 1
2 11 0 0.40 0 1
3 4 0 0.05 0 1
4 5 0 0.10 0 1
5 6 0 0.05 0 1
6 7 0 0.05 0 1
6 8 0 0.10 0 1
8 9 0 0.05 0 1
8 10 0 0.40 0 1
8 11 0 0.40 0 1
10 11 0 0.40 0 1];

```

```

zdata1 = [ 0 1 0.00 0.20
0 7 0.00 0.20
0 9 0.00 0.20
1 2 0.00 0.05
2 3 0.00 0.10
3 4 0.00 0.05
4 5 0.00 0.10
5 6 0.00 0.05
6 7 0.00 0.05
6 8 0.00 0.10
8 9 0.00 0.05

```

```

8 10 0.00 0.40
8 11 0.00 0.40
2 11 0.00 0.40
10 11 0.00 0.40];

```

```

zdata0 = [ 0 1 0.00 0.05+3*0.03
           0 7 0.00 0.05+3*0.03
           0 9 0.00 0.05+3*0.03
           0 2 0.00 0.05
           0 6 0.00 0.05
           1 2 inf inf
           2 3 0.00 0.30
           3 4 0.00 0.05
           4 5 0.00 0.30
           5 6 0.00 0.05
           6 7 inf inf
           6 8 0.00 0.30
           8 9 0.00 0.05
           8 10 0.00 0.09
           8 11 0.00 0.09
           2 11 0.00 0.09
           10 11 0.00 0.09];

```

```

Ifybus
IfNewton
busout
lineflow
zdata2=zdata1;
Zbus0 = zbuild(zdata0)
Zbus1 = zbuild(zdata1)
Zbus2 = Zbus1;

```

B. Hasil Running

```

>> Power Flow Solution by Newton-Raphson Method
Maximum Power Mismatch = 1.1877e-005
No. of Iterations = 4

```

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected
			MW	Mvar	MW	Mvar	Mvar
1	1.060	0.000	0.000	0.000	-200.000	62.753	0.000
2	1.035	5.231	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1.013	13.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	1.009	17.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.016	25.123	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

6	1.027	29.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	1.043	34.407	0.000	0.000	200.000	41.714	0.000
8	1.034	25.985	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	1.043	25.985	0.000	0.000	0.000	18.742	0.000
10	1.023	21.876	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	1.018	17.702	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total		0.000	0.000	0.000	123.209	0.000	

--Line--		Line Flow and Losses					--Line loss--	
Transformer		Power at bus & line flow						
from	to	MW	Mvar	MVA	MW	Mvar		
1		-200.000	62.753	209.614				
	2	-200.000	62.756	209.615	-0.000		19.552	
2		0.000	0.000	0.000				
	1	200.000	-43.203	204.613	-0.000		19.552	
	3	-143.132	32.682	146.816	0.000		20.133	
	11	-56.868	10.521	57.833	-0.000		12.496	
3		0.000	0.000	0.000				
	2	143.132	-12.549	143.681	0.000		20.133	
	4	-143.132	12.549	143.681	0.000		10.067	
4		0.000	0.000	0.000				
	3	143.132	-2.482	143.154	0.000		10.067	
	5	-143.132	2.482	143.154	0.000		20.133	
5		0.000	0.000	0.000				
	4	143.132	17.651	144.217	0.000		20.133	
	6	-143.132	-17.651	144.217	0.000		10.067	
6		0.000	0.000	0.000				
	5	143.132	27.717	145.791	0.000		10.067	
	7	-200.000	-22.531	201.265	0.000		19.185	
	8	56.868	-5.186	57.104	0.000		3.089	
7		200.000	41.714	204.304				
	6	200.000	41.716	204.304	0.000		19.185	
8		0.000	0.000	0.000				
	6	-56.868	8.275	57.467	0.000		3.089	
	9	-0.000	-18.581	18.581	0.000		0.161	
	10	18.956	3.435	19.265	0.000		1.388	
	11	37.912	6.871	38.529	0.000		5.554	

9		0.000	18.742	18.742		
	8	0.000	18.742	18.742	0.000	0.161
10		0.000	0.000	0.000		
	8	-18.956	-2.047	19.066	0.000	1.388
	11	18.956	2.047	19.066	0.000	1.388
11		0.000	0.000	0.000		
	2	56.868	1.975	56.902	-0.000	12.496
	8	-37.912	-1.317	37.935	0.000	5.554
	10	-18.956	-0.658	18.967	0.000	1.388
Total loss					-0.000	123.214

Zbus0 =

Columns 1 through 4

0.0000 + 0.1400i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0403i	0.0000 + 0.0251i	0.0000 + 0.0225i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0251i	0.0000 + 0.1947i	0.0000 + 0.1730i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0225i	0.0000 + 0.1730i	0.0000 + 0.1980i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0074i	0.0000 + 0.0426i	0.0000 + 0.0484i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0048i	0.0000 + 0.0208i	0.0000 + 0.0235i
-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0186i	0.0000 + 0.0155i	0.0000 + 0.0150i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0137i	0.0000 + 0.0114i	0.0000 + 0.0110i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0230i	0.0000 + 0.0174i	0.0000 + 0.0165i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0273i	0.0000 + 0.0193i	0.0000 + 0.0180i

Columns 5 through 8

-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0074i	0.0000 + 0.0048i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0186i
0.0000 + 0.0426i	0.0000 + 0.0208i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0155i
0.0000 + 0.0484i	0.0000 + 0.0235i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0150i
0.0000 + 0.0837i	0.0000 + 0.0395i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0118i
0.0000 + 0.0395i	0.0000 + 0.0422i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0113i
-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.1400i	-0.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0118i	0.0000 + 0.0113i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0761i
0.0000 + 0.0087i	0.0000 + 0.0083i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0561i
0.0000 + 0.0109i	0.0000 + 0.0100i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0646i
0.0000 + 0.0101i	0.0000 + 0.0087i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0531i