

SIMULASI RELAY DEFERENSIAL AKIBAT GANGGUAN INTERNAL PADA GENERATOR DI PT SUMBER DAYA SEWATAMA SUMBAGUT 2 PEAKER POWER PLANT 250 MW

Daniel Hafiz¹, Radhiah², Yaman³

^{1,2,3}) Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: daniel.de744@gmail.com, email yaman_gayo@pnl.ac.id, email radhiah34@yahoo.com

Abstrak –PT. Sumberdaya Sewatama Sumbagut 2 Peaker Power Plant 250 MW di Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) adalah salah satu tipe dari sekian banyak tipe pembangkit listrik yang beroperasi di Indonesia. Salah satu peran vital dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas adalah proses pengoperasian sistem bahan bakar gas. Mesin menggunakan gas sebagai bahan bakar utama untuk memicu pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar mesin. Metode yang digunakan dalam praktek ini adalah observasi lapangan, wawancara, dan studi pustaka untuk mengetahui cara kerja alat ini sendiri mirip seperti pembangkit listrik tenaga diesel, hanya saja bahan bakar yang digunakan berupa gas. diperoleh hasil respon relay deferensial membutuhkan waktu 0,35s dari hasil simulasi dapat kita lihat bahwa sinyal yang di dapatkan pada saat mendeteksi gangguan antara generator dengan tranformator seperti gangguan belitan rotor dan stator akan di kirim menuju cirkuit breaker untuk mentriapkan tranformator sehingga tidak akan terjadi pembakaran pada generetor dan tranformator.

Kata-kata kunci: reley deferensial, gangguan 3 fasa, matlab, power plant

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) adalah salah satu tipe dari sekian banyak tipe pembangkit listrik yang beroperasi di Indonesia. Salah satu peran vital dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas adalah proses pengoperasian sistem bahan bakar gas. Mesin menggunakan gas sebagai bahan bakar utama untuk memicu pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar mesin. Metode yang digunakan dalam praktek ini adalah observasi lapangan, wawancara, dan studi pustaka untuk mengetahui cara kerja alat ini sendiri mirip seperti pembangkit listrik tenaga diesel, hanya saja bahan bakar yang digunakan berupa gas.

Bahan bakar gas di sini bersumber dari PT. Perta Arun gas yang dialirkan melalui line gas pipe untuk dipasok ke PLTMG. Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas PT. Sumberdaya Sewatama ini berperan sebagai PEAKER yaitu pembangkit yang digunakan saat permintaan listrik sedang tinggi. Agar kontinuitas dari supply tenaga listrik yang dihasilkan tetap berjalan dengan baik, maka generator sebagai salah satu komponen yang sangat vital harus selalu berfungsi/ bekerja dengan baik. Hal tersebut di atas dapat dicapai jika generator dilengkapi dengan sistem proteksi/pengaman yang handal. Sistem proteksi ini dimaksudkan untuk mengamankan generator dari gangguan yang terjadi seperti rusak ya belitan stator dan rotor sehingga arus yang di supllly pada generator tidak seimbang.

Berdasarkan uraian diatas maka judul tugas akhir ini akan membahas tentang “Simulasi Gangguan Internal Relay Deferensial Pada Generator Engine Gas Di Pt. Sumberdaya Sewatama Sumbagut 2 Peaker Power Plant 250 Mw.” yang dilakukan untuk mengetahui system kinerja serta cara instalasi pada generator yang di simulasikan degan menggunakan software matlab, serta

untuk mengetahui respon delay pada generator dalam memproteksi gangguan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebelumnya penelitian ini telah di lakukan dengan judul “Analisis Kerja Rele Overall Diferensial di Generator dan Transformator PLTG Paya Pasir PT. PLN (Persero)”, yang diteliti oleh Arisandy dkk, pada tahun 2019. Dalam penelitian ini penulis bertujuan untuk mengetahui penggunaan rele overall diferensial pada generator dan transformator dalam memproteksi gangguan. Dan mengetahui setting rele overall diferensial di generator dan transformator PLTG Paya Pasir PT. PLN (Persero). [2]

Kemudian penelitian ini telah di lakukan dengan judul “Analisa relay differensial pada generator di gas turbin generator 1.2 pltgu semarang”, yang diteliti oleh Wahyu Ardianto pada tahun 2020. Penelitian bertujuan untuk menghitung arus hubung singkat tiga fasa, arus hubung singkat satu fasa ke tanah serta menghitung penyetelan relay differensial pada generator. [6]

Kemudian penelitian ini juga telah di lakukan dengan judul “Analisa proteksi rele differensial pada generator pltu suralaya.”, yang di teliti oleh Retno Aita dkk, pada tahun (2017). Dalam penelitian ini penulis bertujuan untuk mengetahui setting rele diferensial yang terdapat pada generator PLTU Suralaya. [5]

Kemudian penelitian ini juga telah di lakukan dengan judul “Studi sistem proteksi rele differensial pada generator di pltu jeneponto”, yang di teliti oleh Ansyar Wahyudi dkk, pada tahun (2017). Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui data rele proteksi yang digunakan pada generator PLTU Jeneponto, dan penelitian ini juga untuk mengetahui gangguan yang sering terjadi pada generator dengan cara menghitung arus hubung singkat pada generator PLTU Jeneponto. [1]

A. Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas

Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) terdiri dari bagian utama (*main equipment*), yaitu mesin dan generator, sistem pendukung (*Balance of Plant/BoP*), *Auxiliary*, sistem distribusi, dan sistem kontrol. Sistem pendukung (*Balance of Plant/BoP*) terdiri atas : sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem pendingin (*cooling system*), sistem pelumas (*lube oil system*), *starting air system*, sistem gas buang dan pertukaran udara (*exhaust gas dan charge air system*), dan sistem proteksi terhadap kebakaran (*fire hydrant system*). *Auxiliary* merupakan peralatan yang membantu kerja mesin seperti : pompa, *Heat Exchanger* (HE), *preheater*, *exhaust gas ventilation unit* dan ventilasi. [4]

B. Mesin Gas Wärtsilä W18V50SG

Sistem eksitasi merupakan sistem penguatan yang terdapat pada generator. Sistem penguatan tersebut dilakukan dengan cara memberi pasokan listrik arus searah (DC) pada generator agar terjadi penguatan pada medan magnet sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik. Arus eksitasi sendiri ialah suatu arus yang dialirkan pada kutub magnetik, dengan mengatur besar kecil dari nilai arus eksitasi tersebut maka dapat memperoleh nilai tegangan output generator yang diinginkan serta daya reaktifnya.

Mesin Gas Wärtsilä W18V50SG merupakan mesin pembangkit listrik tenaga gas yang diproduksi oleh PT. Wärtsilä Finlandia, kode 18V50SG itu menandakan tipe mesin PLTMG yang berarti memiliki 18 *cylinder*, dengan susunan *cylinder* berbentuk V, diameter silinder 50 cm dan beroperasi dengan menggunakan bahan bakar gas alam. Mesin ini dilengkapi dengan turbocharger dan intercooler. Spesifikasi Mesin Gas Wärtsilä W18V50SG ditampilkan dalam Tabel I.

TABEL I
Spesifikasi Generator Sinkron 3 Fasa

Generator	
Jenis generator	ABB AMG 1600SS12 DSE
Output	21.665 kVA
Faktor daya	0.85
Voltase	11.000 V
Arus	1137 A
Frekuensi	50 Hz
Daya pemanas anti kondensasi	2,4 kW

C. Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab yang lainnya.

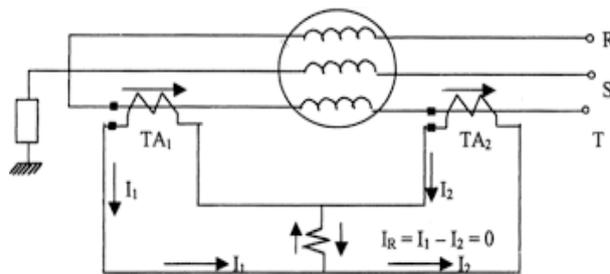
D. Tujuan Proteksi

Pada saluran kelistrikan untuk mengisolir bagian yang terkena gangguan digunakan rele proteksi yang masing-masing mempunyai daerah pengamanan tersendiri. Sistem ini lebih dikenal sebagai sistem perlindungan. Tujuan dari proteksi adalah mengamankan peralatan dari keadaan abnormal sedini mungkin sehingga gangguan tersebut tidak sempat mengakibatkan

kerusakan pada peralatan yang semakin besar. Selain itu juga kita ketahui bahwa nilai investasi peralatan listrik sangat besar, sehingga diperlukan sistem proteksi yang menjamin peralatan listrik dalam keadaan aman dari gangguan dan kerusakan yang fatal. [4]

E. Relay Diferensial

Rele diferensial merupakan pengamanan utama pada generator maupun trafo untuk gangguan hubung singkat antara fasa dan fasa untuk generator dengan pentanahan langsung. Prinsip kerja proteksi berdasarkan pada prinsip keseimbangan yaitu membandingkan arus-arus sekunder dan primer yang terpasang pada terminal peralatan yang diproteksi.



Gbr. 1 Skema dasar proteksi rele diferensial

Jika *rele proteksi diferensial* dipasang antara 1 dan 2, maka dalam kondisi beban normal tidak ada arus yang mengalir melalui *rele* seperti pada gambar 1. Bila terjadi gangguan diluar daerah pengamanannya maka arus yang mengalir akan bertambah besar, (gangguan *External*) akan tetapi sirkulasi arusnya tetap seimbang, sehingga *rele* tetap tidak bekerja. [3]

III. METODOLOGI

Pada simulasi data kali ini penulis mencari dan mengumpulkan data secara manual, dari transfer data melalui usb driver dan pencatatan data melalui buku penulis. Setelah data terkumpulkan penulis akan melakukan Simulasi data terhadap Gangguan Internal Relay Diferensial Pada Generator Engine Gas Di Pt. Sumberdaya Sewatama.

A. Teknik Pengambilan Data

Untuk mendapatkan informasi dan data yang diperlukan, maka dalam penulisan tugas akhir ini ada beberapa langkah yang dilakukan penulis, antara lain:

1. Studi Literature
Studi Literature yaitu memperoleh keterangan melalui buku-buku referensi yang berhubungan dengan permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini, mempelajari sistem kerja dari beberapa sistem operasi proses pada diesel generator sesuai dengan SOP (*Standar Operation Procedure*).
2. Menentukan kasus di lapangan
Metode pengambilan kasus di lapangan dengan cara melihat kasus yang terjadi langsung saat beroperasi atau dari data histori
3. Menentukan referensi/ data pendukung
Metode ini dilakukan dengan mencari data data yang mendukung secara keseluruhan untuk menjadi bahan acuan pada kasus tersebut.

4. Perhitungan dan analisa
Metode ini dilakukan dengan menghitung variable yang telah di tentukan sehingga terdapat beberapa kasus dalam bentuk angkat untuk di Analisa lebih lanjut.

5. Simulasi software
Metode ini digunakan untuk melihat secara lansung kejadian dengan menyesuaikan lansung pada proses di lapangan sehingga untuk melakukan eksperimen di butuhkan simulasi agar mengurangi kesalahan yang fatal.

B. Data Relay Deferensial

Adapun berikut ini data spesifikasi dan gambar proteksi menggunakan relay deferensial seperti Table II berikut ini :

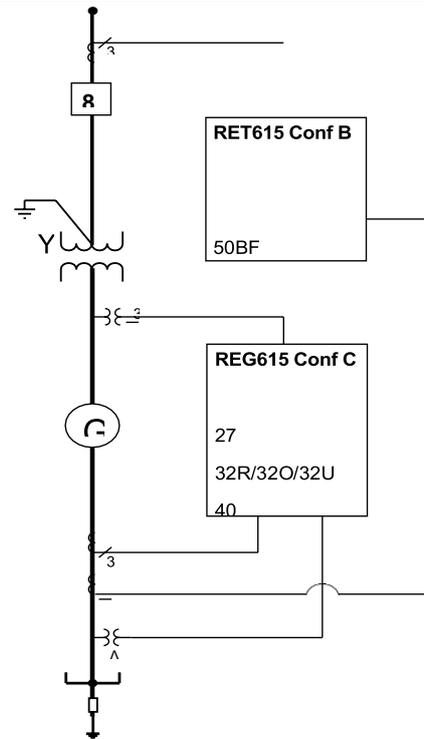
TABEL II
Data Spesifikasi Relay Deferensial

No	Spesifikasi Relay Deferensial	Nro 529779/5	Current Tranformator
1	Type NPC	N,E resistor 1272 Ω	Type R105
2	inA : 5 A/10s	IEEE C 57.32	Ratio :50/1 A
3	Un : 11 Kv	IP : 54	Burden 1 VA



Gbr. 2 Relay Deferensial

Data wiring diagram system proteksi pada generator menggunakan relay deferensial.

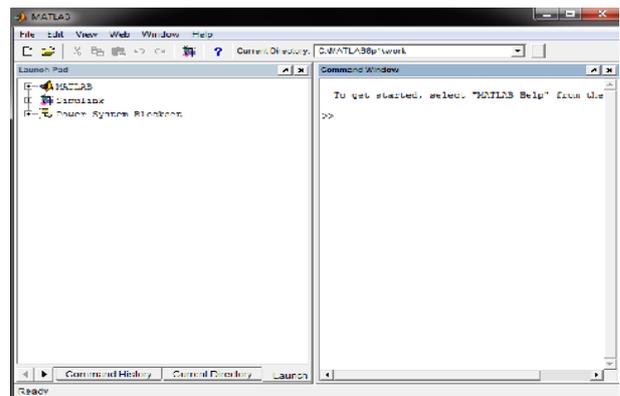


Gbr. 3 Wiring Diagram System Proteksi pada Transformator

C. Metode Simulasi

Untuk memulai program matlab Platform *Microsoft Windows*, untuk awal menjalankan aplikasi Matlab dapat dilakukan dengan *double-click* pada shortcut icon Matlab pada desktop windows. Lalu jika pada platform UNIX, untuk memulai program Matlab, dapat dituliskan matlab pada prompt sehingga akan terbuka desktop dari MATLAB, kemudian pemakai dapat mengubah *directory* (folder) aktif dimana file-file kerja yang sudah dilakukan lalu ditempatkan.

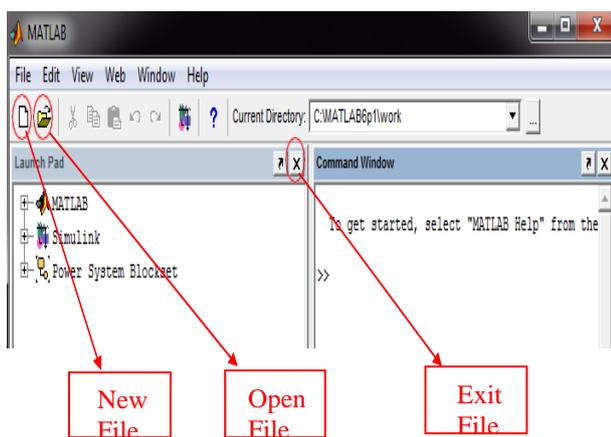
Penulisan perintah interaktif dapat dilakukan pada jendela perintah (*command windows*) dan jika ingin mengganti *directory* dapat dilakukan pada *text-box current directory*, serta jika ingin mengetahui *toolboxes* apa saja yang ada di Matlab tersebut serta menggunakannya, dapat dilakukan pada jendela *Launch Pad*.



Gbr. 4 Desktop MATLAB (Command Windows)

Salah satu file yang penting didalam icon file pada matlab adalah M-File, file ini merupakan file program yang dapat dijalankan dalam lingkungan Matlab, karena itulah dalam M-File, terisi perintah-perintah Matlab yang secara kesatuan menjalankan suatu tugas tertentu. Program ini berguna untuk menggambar fungsi kuadrat m yang disimpan dalam suatu M-File, misalnya dengan nama kuadrat m, tinggal menuliskan kuadrat m pada command windows, sehingga file itu dapat dijalankan.

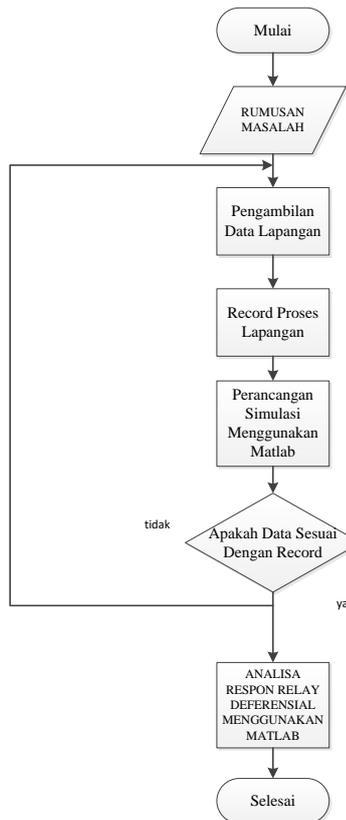
Adapun langkah-langkah untuk membuat M-File baru pada matlab dengan cara memilih bagian *icon new file* pada menu yang ada dibagian kiri atas layar, untuk membuka M-File tersebut pengguna dapat memilih menu open file pada menu desktop Matlab disudut kiri atas layar, sedangkan untuk mengakhiri penggunaan Matlab, pilih menu Exit pada Matlab pada menu File dalam desktop, atau dapat juga menuliskan quit pada *Command Windows*. Sebagaimana dijelaskan pada gambar 5.



Gbr. 5 Tampilan Menu Pada Desktop MATLAB

D. Metode Analisis

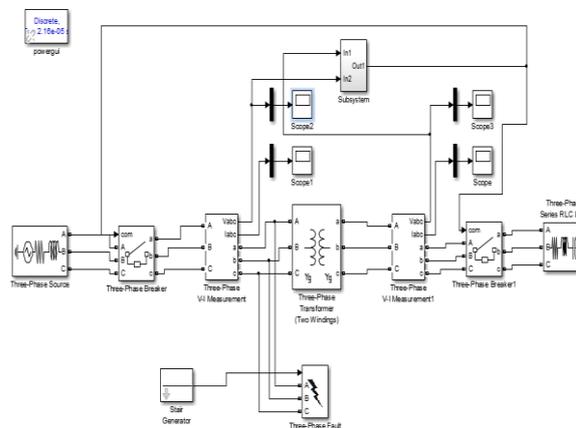
Metode Pengujian Respon digunakan untuk menguji respon yang terdapat pada software matlab dengan menggunakan matlab Simulink. Sebelum membuat program, maka terlebih dahulu merencanakan flowchart system untuk memudahkan dalam perencanaan program yang akan dibuat. Pada bagian ini, program berjalan sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Flowchart di bawah ini menunjukkan kondisi pemilihan keputusan dengan alur kerja yang sebenarnya dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gbr. 6 Flowchart Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

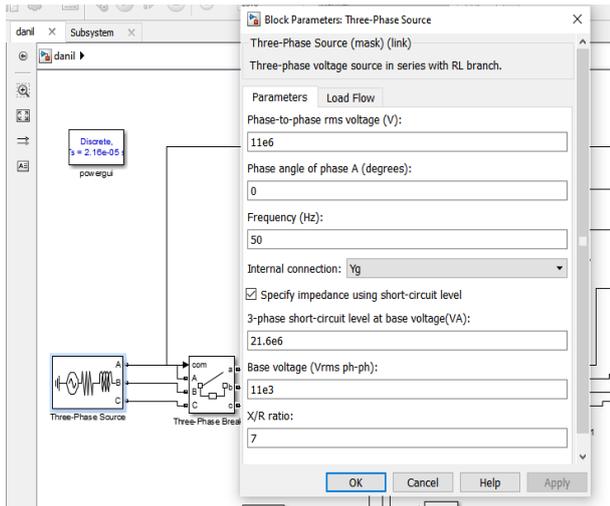
Adapun pada percobaan proses pembuatan rangkaian Simulink terdiri dari beberapa item untuk melengkapi sebuah proses dalam mensimulasikan peran relay dan generator disesuaikan dengan data di lapangan, berikut gambar wiring diagram data Simulink seperti gambar 7.



Gbr. 7 Wiring Diagram Data Simulink

A. Menginput Data Pada Generator (sumber 3 phasa)

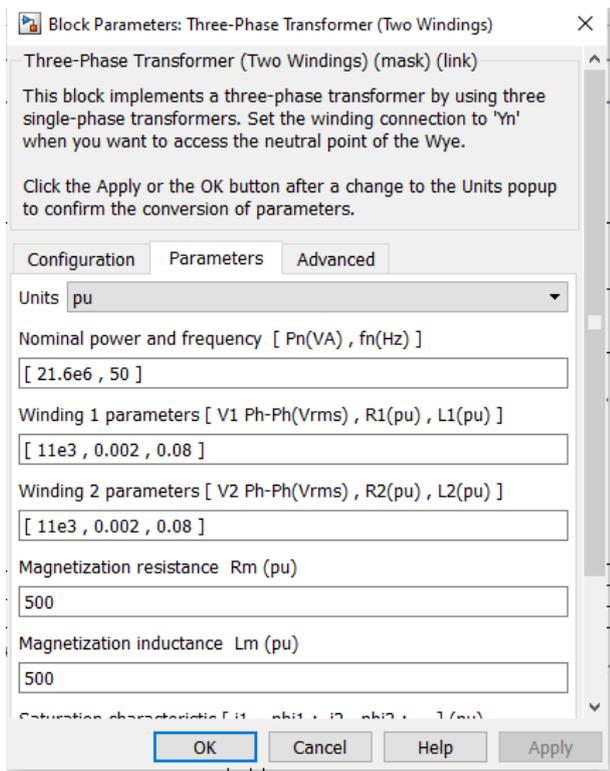
Adapun bagian sumber 3 phasa terdapat beberapa data yang di input di sesuaikan data di lapangan pada generator dengan tegangan supply 11 kV dan frekuensi 50 Hz dengan tegangan kapasitas 21,6 MVA, berikut tampilan gambar generator 3 phasa pada simulink matlab seperti gambar 8.



Gbr. 8 Generator (Sumber 3 Fasa)

B. Menginput Data pada Tranfomator di Simulink

Adapun bagian tranfomator terdapat beberapa data yang di input di sesuaikan data di lapangan pada tranfomator dengan tegangan supplay 11 kv dan frekuensi 50 hz dengan nominal power 21,6 mva, berikut tampilan gambar generator 3 fasa pada simulink matlab seperti gambar 9.

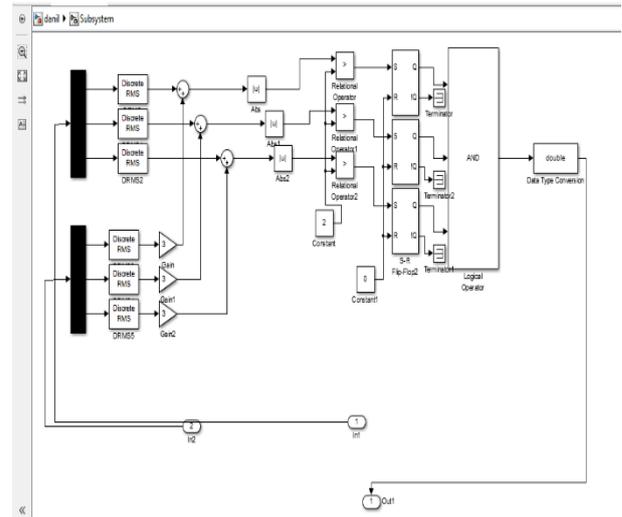


Gbr. 9 Tranfomator (Sumber 3 Fasa)

C. Menginput Data pada Relay Deferensial di Simulink

Adapun bagian relay deferensial terdapat beberapa data yang di input di sesuaikan data di lapangan pada relay deferensial dengan merancang bagian subsistem pada bagian relay, berikut tampilan gambar subsistem

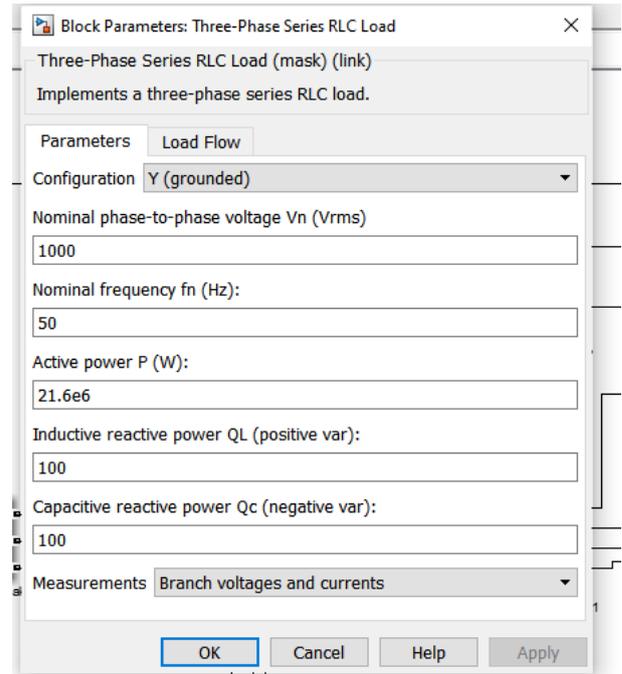
relay deferensial pada simulink matlab seperti gambar 10.



Gbr. 10 Subsistem Relay Deferensial

D. Menginput Data Beban Suplay Di Simulink

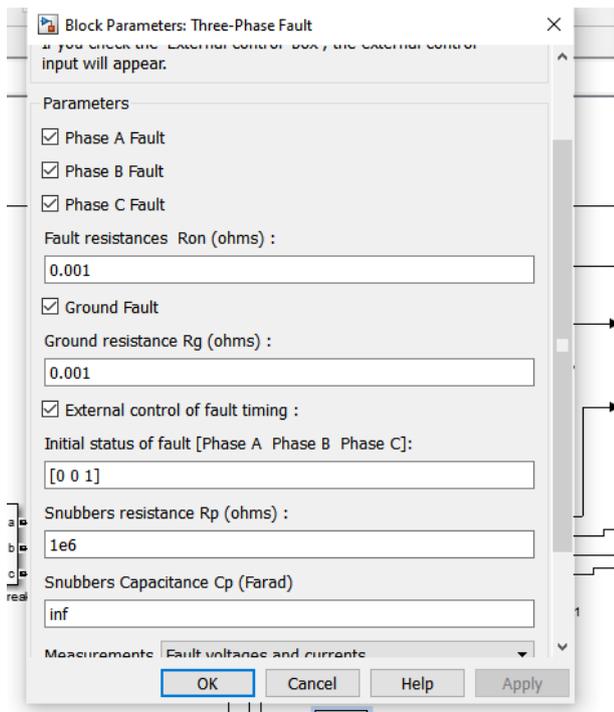
Adapun bagian Beban RLC terdapat beberapa data yang di input di sesuaikan data di lapangan dengan membutuhkan daya 21,6 MVA dengan frekuensi 50 Hz dengan daya lilitan 100 watt, berikut tampilan gambar subsistem relay deferensial pada simulink matlab seperti gambar 11.



Gbr. 11 Beban RLC di Simulink

E. Menginput Data Ganguan 3 Fasa Di Simulink

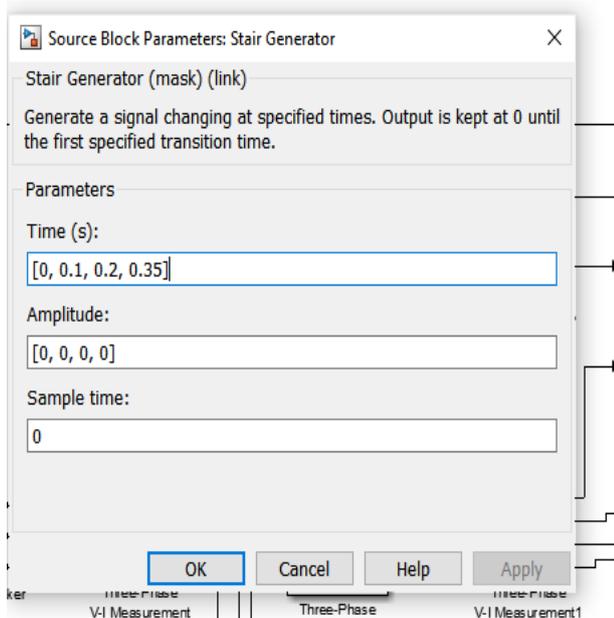
Adapun bagian data gangguan 3 fasa terdapat beberapa data yang di input di sesuaikan data di lapangan dengan fault resistansi 0,001 ohm dengan snubber resistansi 1 e6 ohm, berikut tampilan gambar three fasa fault pada simulink matlab seperti gambar 12.



Gbr. 12 Data Gangguan 3 Phasa di Simulink

F. Menginput Data Time Delay Respon Relay Di Simulink

Adapun bagian data *time delay* respon relay terdapat beberapa data yang di input di sesuaikan data di lapangan dengan waktu respon 0,1 0,2 dan 0,35s dengan sehingga respon akan bekerja dalam waktu 0,35s, berikut tampilan gambar time delay respon relay di Simulink matlab seperti gambar 13.

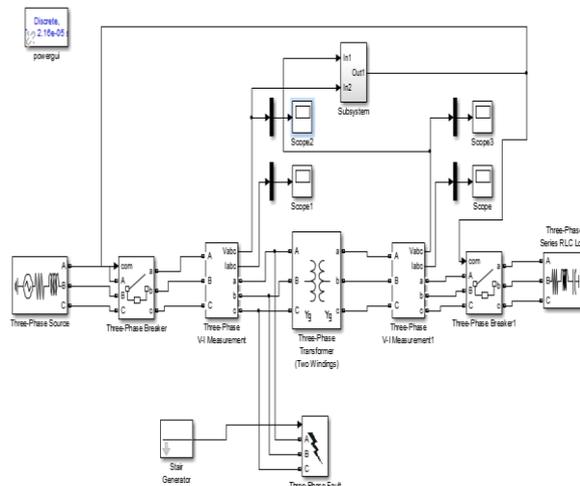


Gbr. 13 Time Delay Respon Relay Di Simulink

G. Analisa Simulasi Gangguan 3 phasa Menggunakan Relay Deferensial

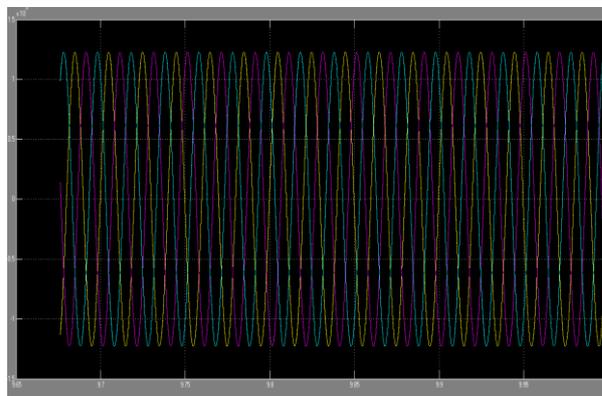
Pengujian sistem pada *software* merupakan proses penyajian data yang akan terjadi pada saat sistem merespon perubahan nilai disaat terjadi gangguan pada

sistem operasi generator sehingga menghasilkan respon delay relay deferensial sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan. Serta dapat mengontrol perubahan pada sistem dengan mudah dan secara *realtime*, sehingga mempermudah operator lapangan dalam menganalisa gangguan yang terjadi di lapangan secara lansung. Berikut gambar 14 hasil simulasi relay deferensial menggunakan matlab Simulink.



Gbr. 14 simulasi relay deferensial menggunakan matlab Simulink

Adapun berikut hasil simulasi menggunakan simulink matlab, dimana hasil respon relay deferensial membutuhkan waktu 0,35s dari hasil simulasi dapat kita lihat bahwa sinyal yang di dapatkan pada saat mendeteksi gangguan antara generator dengan tranfomator seperti gangguan belitan rotor dan stator akan di kirim menuju circuit breaker untuk mentripkan tranfomator sehingga tidak akan terjadi pembakaran pada generator dan tranfomator.



Gbr. 15 Respon Sinyal Delay Rele Deferensial

Adapun data yang didapatkan dari hasil penelitian dengan melihat arus bocor Ketika kena gangguan 3 phasa pada generator, hasil operasi menunjukkan data yang di dapatkan Ketika proses simulasi beroperasi dengan hasil yang berbeda beda, berikut table hasil penelitian arus bocor Ketika terjadi gangguan.

TABEL III
Gangguan Arus Yang Terjadi Ketika Simulasi

ScopeData2.signals.values <5000x3 double>			
	1	2	3
1	-1.1250e+06	1.3327e+05	9.9169e+05
2	-1.1146e+06	1.0836e+05	1.0063e+06
3	-1.1039e+06	8.3415e+04	1.0204e+06
4	-1.0926e+06	5.8432e+04	1.0342e+06
5	-1.0809e+06	3.3425e+04	1.0475e+06
6	-1.0688e+06	8.4035e+03	1.0604e+06
7	-1.0562e+06	-1.6621e+04	1.0728e+06
8	-1.0432e+06	-4.1639e+04	1.0848e+06
9	-1.0297e+06	-6.6640e+04	1.0964e+06
10	-1.0158e+06	-9.1613e+04	1.1074e+06
11	-1.0015e+06	-1.1655e+05	1.1181e+06
12	-9.8681e+05	-1.4143e+05	1.1282e+06

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada simulasi hasil simulasi gangguan internal relay deferensial pada generator engine gas di PT. Sumberdaya Sewatama Sumbagut 2 *Peaker Power Plant* 250 MW di Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) yang terletak di Desa Meuria.

Maka dapat diambil kesimpulan hasil respon relay deferensial membutuhkan waktu 0,35s dari hasil simulasi dapat kita lihat bahwa sinyal yang di dapatkan pada saat mendeteksi gangguan antara generator dengan tranformator seperti gangguan belitan rotor dan stator akan di kirim menuju cirkuit breaker untuk mentripkan tranformator sehingga tidak akan terjadi pembakaran pada generetor dan tranformator.

REFERENSI

- [1] Ansyar Wahyudi dkk, (2017) **Studi sistem proteksi rele differensial pada generator di pltu jeneponto.**
- [2] Arisandy, (2019) **Analisis Kerja Rele Overall Diferensial di Generator PLTG Paya Pasir**
- [3] Dwi Putri Wardani, (2020) **Analisa over current relay (ocr) pada transformator daya 60 mva dengan simulasi matlab di gardu induk paya geli.**
- [4] **Manual book operator engine gas generator pltmg swatama arun.**
- [5] Retno Aita dkk, (2017) **Analisa proteksi rele differensial pada generator pltu suralaya.**
- [6] Wahyu Ardianto, (2020) **Analisa relay differensial pada generator di gas turbin generator 1.2 pltgu semarang**