

Analisa Stabilitas Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (Pltd) 9×1.260 KVA Terhadap Beban *Auxiliary Smelter* Ferronikel Menggunakan *Software Electrical Transient dan Analysis Program* (ETAP) Pada PT. Genindo Berkat Utama

Aprilia Putri Jasmine¹⁾, Didik Notosudjono²⁾, Agustini Rodiah Machdi³⁾

Abstrak

Kestabilan tenaga listrik didefinisikan sebagai sistem yang memungkinkan mesin bergerak serempak dalam suatu sistem dan tetap berada dalam kondisi seimbang dalam operasi normal dan dapat memperoleh kembali kondisi seimbang setelah mengalami gangguan.

Dengan menggunakan *software Electrical Transient and Analysis Program* (ETAP) dapat menganalisis suatu sistem tenaga listrik untuk mensimulasikan tenaga listrik dalam pengelolaan data secara *real time*. Maka, dibuatlah simulasi Analisa Aliran Daya (*load flow analysis*), Analisa Kestabilan Transien (*transient stability analysis*), dan analisa perhitungan PLTD dan beban *Auxiliary* pembangkit menggunakan *software* ETAP. Dimana pada, analisa stabilitas ini akan disimulasikan dengan melakukan beberapa *scenario*.

Proses menjalankan simulasi ETAP dengan menjalankan skenario studi kasus mengikuti sistem konfigurasi analisa aliran daya terhadap beban *auxiliary* sistem 1, 2, 3, dan 4. Hasil simulasi tersebut memperlihatkan daya pembebanan yang tersalurkan dari generator ke pusat beban pada sistem 1 diatas 20%, dan pada sistem 2, 3, dan 4 dengan persentase pembebanan di bawah 20% dari kapasitas daya terpasang. Sehingga dapat mengurangi beberapa unit engine dalam pengoperasian sehingga lebih efisien dalam penggunaan *engine*.

Kata Kunci: *Auxiliary, Electric Smelting Furnace, ETAP, Sistem Pembangkitan*

Abstract

Electric power stability is defined as a system that allows machines to move synchronously in a system and remain in a stable condition in normal operation and can regain a stable condition after being interrupted.

By using *Electrical Transient and Analysis Program* (ETAP) software can analyze an electric power system to simulate electric power in real time data management. Then, a simulation of Load Flow Analysis, Transient Stability Analysis, and analysis of PLTD calculations and Auxiliary generator loads using ETAP software is made. Where on, this stability analysis will be simulated by doing several scenarios.

The process of running ETAP simulations by running case study scenarios following the configuration system of the power flow analysis of the auxiliary load of systems 1, 2, 3, and 4. The simulation results show that the loading power distributed from the generator to the load Centre in system 1 is above 20%, and in systems 2, 3, and 4 with a loading percentage below 20% of the installed power capacity. So that it can reduce several engine units in operation so that it can more efficiently use the engine.

Keyword: *Auxiliary, Electrical Smelting Furnace, ETAP, Generation system*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Sistem tenaga listrik secara umum terdiri dari beberapa unit pembangkit, saluran transmisi, dan beban. Pembangkit tenaga listrik terdiri atas berbagai jenis pembangkit tenaga listrik, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit listrik tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), dan sebagainya. Peningkatan energi listrik sangat berpengaruh terhadap kondisi kestabilan. Kestabilan tenaga listrik didefinisikan sebagai sistem yang memungkinkan mesin bergerak serempak dalam suatu sistem dan tetap berada dalam kondisi seimbang dalam operasi normal dan dapat memperoleh kembali kondisi seimbang setelah mengalami gangguan. [1], [2]

PT. Genindo Berkat Utama, Kota Tangerang, Banten adalah salah satu perusahaan penyediaan, penyewaan, dan jasa suku cadang Genset. PT Genindo Berkat Utama menjadi kontraktor pengadaan dan melakukan Operation & Maintenance untuk Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) pada proyek ferronikel PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk Halmahera Timur, Maluku Utara. PLTD ini menggunakan 9 unit generator berkapasitas masing – masing generator sebesar 1.260kVA yang merupakan tenaga listrik cadangan kepada PT.Genindo Berkat Utama untuk memenuhi kebutuhan daya listrik sebesar 6MW untuk beban *auxiliary* Proyek Pembangunan Pabrik Feronikel Haltim (P3FH).

Pabrik feronikel ini tempat pengolahan untuk meningkatkan kandungan nikel hingga memenuhi standar bahan baku produk akhir. Pada proses pemurnian dan pengolahan ore nikel menjadi ferronikel, diperlukan proses yang panjang dari proses kimiawi, termal dan pemurnian. Dalam praktiknya sistem pemurnian nikel pada saat ini umumnya menggunakan teknologi *Electric Smelting Furnace* (ESF). [3]

Electrical Transient and Analysis Program (ETAP) merupakan suatu *software* yang digunakan untuk menganalisis suatu sistem tenaga listrik untuk mensimulasikan tenaga listrik untuk pengolahan data secara *real time*. ETAP menyediakan *user interface* grafis untuk membuat *single line* diagram yang merupakan titik awal menuju pengalisan

sistem tenaga. ETAP memiliki data detail untuk setiap elemen yang digunakan dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. [3], [4]

Oleh karena itu, dengan menunjang akurasi desain spesifikasi engine pembangkitan maka dilakukannya penelitian dengan judul “Analisa Stabilitas Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) $9 \times 1260\text{kVA}$ Terhadap Terhadap Beban *Auxiliary* Smelter Ferronikel Menggunakan Software ETAP pada PT.Genindo Berkat Utama”. Pada penelitian ini, dibuatlah simulasi Analisa Aliran Daya (*Load Flow Analysis*), Analisa Kestabilan Transien (*Transient Stability Analysis*) dan pembangkit menggunakan software ETAP (*Electrical Transient and Analysis Program*) 16.0.0 Analisis stabilitas ini juga akan disimulasikan dengan melakukan beberapa *scenario*. [3], [4]

II. METODE PENELITIAN

Metodelogi penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah:

1. Studi Litelatur

Penulisan tugas akhir ini berdasarkan pada teori dari berbagai sumber, yaitu buku, *e-book*, jurnal, internet, dan informasi yang berkaitan untuk menunjang penelitian tugas akhir.

2. Pengamatan Di Lapangan

Dilakukan meninjau langsung ke lapangan untuk melakukan pengamatan data secara langsung, untuk mengetahui kendala serta permasalahan yang timbul sehingga dapat diambil data untuk analisa.

3. Pengambilan Data

Pengambilan data pada PT. Genindo Berkat Utama untuk melakukan penelitian.

4. Pengolahan Data

Menerapkan simulasi aplikasi *software* ETAP 16.0.0 dan melakukan perhitungan dan penggambaran *single line* diagram, yang diakhiri dengan disajikan hasil dalam bentuk grafik.

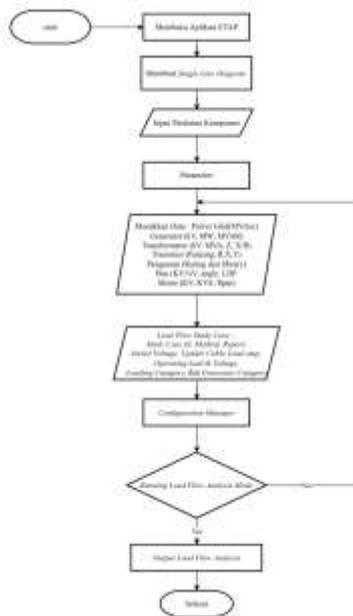
2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian stabilitas Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dilakukan di area proyek ferronikel PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk Halmahera Timur, Maluku Utara.

III. Tinjauan Pustaka

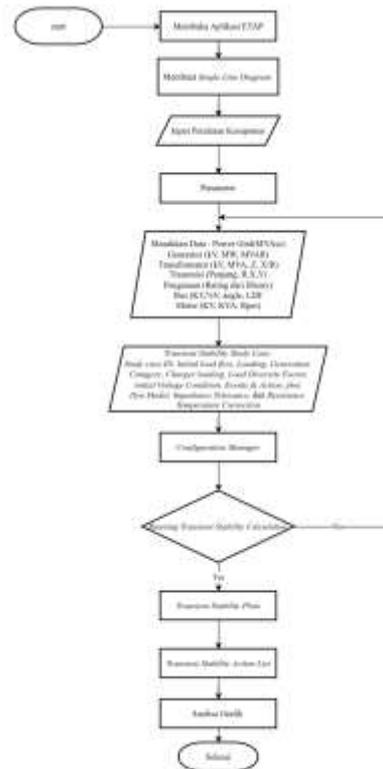
3.1. Kerangka Pemikiran

Dalam melakukan penelitian dalam menjalankan *software* ETAP maka diperlukannya alur pemograman pengaplikasian *software* ETAP, seperti pada gambar 1 di bawah ini merupakan *Flow Chart load Flow Analysis*:



Gambar 1 *Flow Chart Load Flow Analysis*
Sumber : Penulis

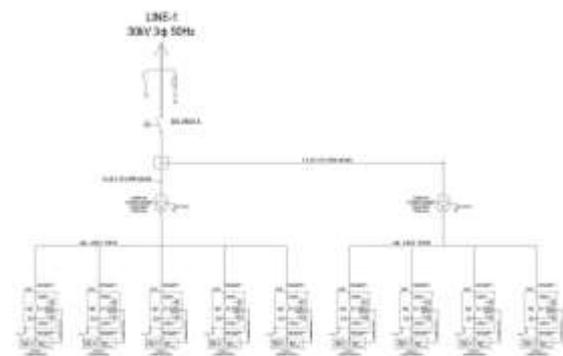
Gambar 2 Berikut ini merupakan *flow chart transient stability*



Gambar 2 *Flow Chart Transient Stability*
Sumber : Penulis

3.2. Data Pembangkit Listrik Tenaga Diesel 9 x 1.260kVA

Pada rangkaian *single line diagram* pada gambar 3 di bawah:



Gambar 3 *Singel line diagram 9 x cummins KTA 50-G3 Tanjung Buli*
Sumber : Penulis

Diketahui bahwa pembangkit listrik tenaga diesel tidak hanya menggunakan mesin disel yang dihasilkan dari generator saja, namun terdapat peralatan pendukung. Berikut data generator dan peralatan pendukung yang telah di *convert* ke dalam aplikasi ETAP. Berikut data salah satu *single line diagram 9 x cummis KTA50-G3 Tanjung*

Buli, Halmahera Timur. Data sheet katalog KTA500GTA Standford dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini: [12]

Tabel 1. Data sheet katalog KTA50GTA-PI734A *Stamford*

<i>Merk</i>	: <i>Stamford Power Generation</i>
<i>Serial Number</i>	: KTA50-GTAPI734A
A.V.R	: MX341
Volt	: 400
KVA base rate	: 1400
<i>Voltage Regulation</i>	: $\pm 1\%$ with 4% Engine Governing
<i>Phasa</i>	: 03.00
<i>Stator Cont</i>	: <i>Star</i>
Isolasi	: <i>Class H</i>
Berat	: 2.760Kg
Impedansi (z)	: 7.0 %
Jumlah silinder	: 16
<i>Merk</i>	: <i>Stamford Power Generation</i>
<i>Serial Number</i>	: KTA50-GTAPI734A
<i>Speed</i>	: 1500 rpm
tipe generator Set Output	: 1020 kW _e (<i>Prime</i>)
<i>Legth</i>	: 3275 mm
<i>Widht</i>	: 2000 mm
<i>Height</i>	: 2200 mm
<i>Weight (dry)</i>	: 59000 kg
<i>Frekuensi</i>	: 50 Hz
<i>Load 100%</i>	: 261 L/Ph
<i>Load 75%</i>	: 199 L/Ph
<i>Load 50%</i>	: 139 L/Ph
<i>Load 25%</i>	: 76 L/Ph
<i>Type</i>	: 4 cycle in line, turbocharge and after-cooled
<i>Voltage Star</i>	: 400/231
<i>kVA base rating</i>	: 1.260kVA
<i>Cos phi</i>	: 0,8

Sumber : PT. Genindo Berkat Utama

Adapun spesifikasi dari transformator daya ini berdasarkan *name plat* trafo di seperti pada tabel 2 di bawah ini: [12]

Tabel 2. Data Spesifikasi Transformator

<i>Merk</i>	: PT. Bambang Djaja
Media Pendinginan	: Minyak
Pendingin	: ONAN
Daya	: 2 x 3.750kVA
Phasa	: 3 <i>Phasa</i>
<i>Frekuensi</i>	: 50 Hz
Tegangan	: <i>HV 30.000 Volt</i> <i>LV 400 Volt</i>
Arus	: <i>HV 72.17 Amp</i> <i>LV 35.412.66 Amp</i>
<i>Tapping Voltage</i>	: $\pm 2 \times 2,5\%$
<i>Vektor Group</i>	: YNd - 5
Isolasi	: <i>Class A</i>
Serial No	: 1807551 dan 1807479
Berat	: 5.200 Kg
Impedansi (z)	: 7.0 %

Sumber : PT. Genindo Berkat Utama

Data motor tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini dengan menggunakan aplikasi ETAP:



Gambar 4 Tampilan Informasi Pada Motor *rod mill* 500kW

Sumber : Penulis



Gambar 5 Tampilan informasi Pada Motor *rotary dryer* 340kW

Sumber : Penulis



Gambar 6 Tampilan *inertia* Pada Motor *rotary dryer* 340kW

Sumber : Penulis

Dalam sistem pengolahan pabrik feronikel terdapat beberapa peralatan pendukung atau disebut juga dengan *auxiliary* yang berfungsi sebagai menunjang beban utama yaitu ESF (*Electrical Smelter Furnace*). Adapun beban *auxiliary* yang digunakan pada pabrik terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Kapasitas Pembangkitan
2. Sistem 1: untuk peralatan *mixing, briquetting (rotary dryer, rotary kiln)* dan *coal firing*.
3. Sistem 2: untuk peralatan pendukung *electric furnace*.
4. Sistem 3: untuk peralatan *casting & shot making electric*
5. Sistem 4: untuk peralatan utilitas pabrik.

Berikut data beban yang terdapat pada keseluruhan sistem dan terbagi berdasarkan distribusi jalur *feeder* beban.

3.3. Hasil dan Pembahasan

Rancangan dan pengujian PLTD 9 x 1.260kVA terhadap beban *auxiliary*, sistem PLTD 9 x 1.260kVA yang dirancang adalah berdasarkan data teknis PLTD yang terdapat pada bab sebelumnya dan disimulasikan oleh *software* ETAP 16.0.0. Adapun skema yang dianalisa dan disimulasikan tanpa terkecuali antara lain:

1. Studi *Load Flow Analysis*
2. Studi *Transient Stability*
3. Analisa Perhitungan PLTD dan Beban *Auxiliary*

3.4. Studi load Flow Analysis

Pada simulasi analisa aliran daya (*Load Flow Analysis*) dengan mengikuti sistem konfigurasi pada tabel 3 di bawah ini:

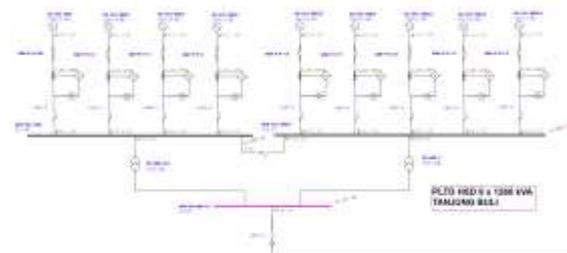
Tabel 3. Sistem Konfigurasi Analisa Aliran Daya

No	Kasus	Deskripsi	Kondisi Operasi
1	Sistem 1	<i>Continuous, intermitten and standby load</i>	a. Semua generator beroperasi b. Normal operasi dengan pola estimasi. c. Untuk semua beban di sistem 1
2	Sistem 2	<i>Continuous, intermitten and standby load</i>	a. Semua generator beroperasi b. Normal operasi dengan pola estimasi c. Untuk semua beban di sistem 2
3	Sistem 3	<i>Continuous, intermitten and standby load</i>	a. Semua generator beroperasi b. Normal operasi dengan pola estimasi. c. Untuk semua beban di sistem 3
4	Sistem 4	<i>Continuous, intermitten and standby load</i>	a. Semua generator beroperasi b. Normal operasi dengan pola estimasi. c. Untuk semua beban di sistem 4
5	All System	<i>Only Continous Load</i>	a. Semua generator beroperasi b. Normal operasi dengan pola estimasi. c. Untuk semua beban <i>continyu</i> di sistem 1,2,3,4 d. Beban <i>intermitten OFF</i> e. Beban <i>Standby OFF</i>

Sumber : Penulis

System 1

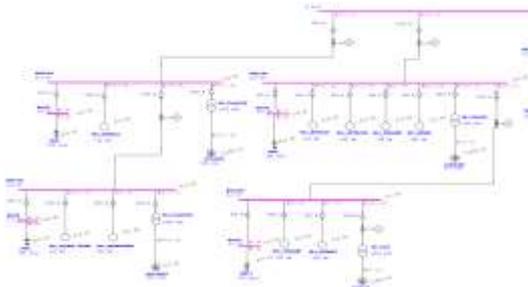
Hasil simulasi dengan studi kasus sistem-1 dijelaskan pada subbab perhitungan di bawah berdasarkan perhitungan dan data generator adalah 11.226,6 kW dan daya keluaran masing-masing *engine* adalah 1247,4 kW untuk pembebanan 100%. Berikut gambar 7 tampilan ETAP *load flow* pada sistem 1.



Gambar 7 Simulasi *load flow* Pada Rangkaian Pembangkit

Sumber : Penulis

Hasil simulasi dengan studi kasus sistem-1 dijelaskan pada subbab perhitungan di bawah berdasarkan perhitungan dan data list beban untuk sistem-1 untuk beban puncak adalah 4.553kW. Terlihat pada gambar di bawah distribusi beban pada BUS1004 adalah 1.703kW dan distribusi beban pada BUS1006 adalah 2.850kW. Total distribusi beban untuk sistem 1 adalah 4.553kW. Dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.

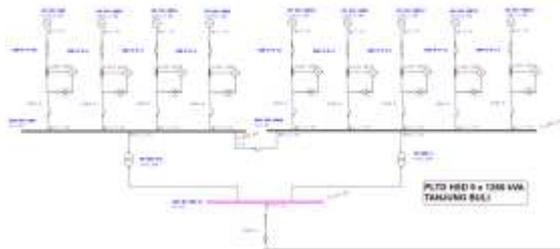


Gambar 8 Simulasi *load flow* Pada Distribusi Sistem 1

Sumber : Penulis

System 2

Hasil simulasi dengan studi kasus sistem 2 dijelaskan pada subbab perhitungan di bawah berdasarkan data generator adalah 11.226,6kW dan daya keluaran masing-masing engine adalah 1247,4kW untuk pembebanan 100%. Berikut gambar 9 tampilan ETAP *load flow* pada sistem 2.



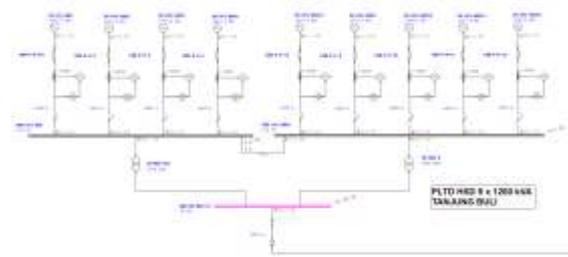
Gambar 9 Simulasi *load flow* Pada Rangkaian Pembangkit

Sumber : Penulis

System 3

Hasil simulasi dengan studi kasus sistem 3 dijelaskan pada subbab perhitungan di bawah berdasarkan perhitungan dan data generator adalah 11.226,6 kW dan daya

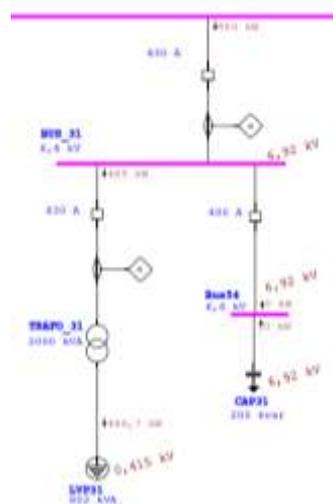
keluaran masing-masing *engine* adalah 1.247,4 kW untuk pembebanan 100%. Berikut gambar 10 tampilan ETAP *load flow* pada sistem 3.



Gambar 10 Simulasi *load flow* Pada Rangkaian Pembangkit

Sumber : Penulis

Hasil simulasi dengan studi kasus sistem 3 dijelaskan pada subbab perhitungan di bawah berdasarkan perhitungan dan data list beban yang terdapat pada tabel 3.18 untuk sistem 3 untuk beban puncak adalah 486kW. Terlihat pada gambar di bawah distribusi beban pada BUSMVP31 adalah 489kW. Berikut gambar 11 tampilan ETAP *load flow* pada sistem 3.

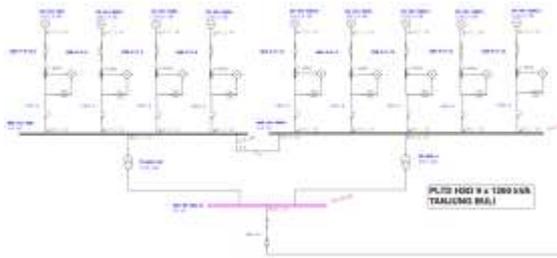


Gambar 11 Simulasi *load flow* Pada Distribusi Sistem 3

Sumber : Penulis

System 4

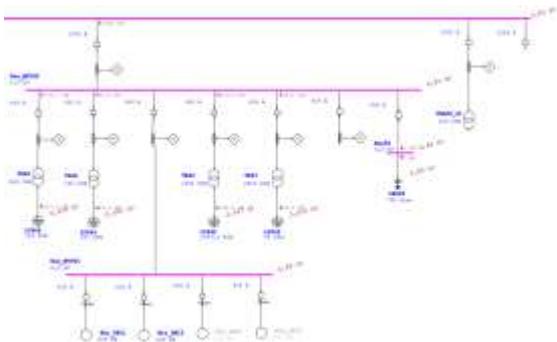
Hasil simulasi dengan studi kasus sistem 4 dijelaskan pada subbab perhitungan di bawah berdasarkan perhitungan dan data generator adalah 11.226kW dan daya keluaran masing-masing engine adalah 1247,4 kW untuk pembebanan 100%. Berikut gambar 11 tampilan ETAP *load flow* pada sistem 4.



Gambar 11 Simulasi *load flow* Pada Rangkaian Pembangkit

Sumber : Penulis

Hasil simulasi dengan studi kasus sistem 4 dijelaskan pada sub Bab sebelumnya berdasarkan perhitungan dan data *list* beban untuk sistem 4 untuk beban puncak adalah 1.870kW. Terlihat pada gambar di bawah distribusi beban pada BUSLVP46 adalah 633,7kW, BUSLVP42 adalah 915,4kW, BUSLVP43, BUSLVP44, BUSLVP45. Berikut gambar 12 tampilan ETAP *load flow* pada sistem 4



Gambar 12 Simulasi *load flow* Pada Distribusi Sistem 4

Sumber : Penulis

Dapat disimpulkan hasil *load flow analisis* dari sistem 1 sampai dengan sistem 4 pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Keseluruhan *load flow analysis*

Sistem Engine	Total beban Engine (kW/unit)	Total Beban Engine (kW)	Persentase Engine (%)	Jumlah Optimal Pengurangan Engine (Unit)	Total Distribusi (kW)
Sistem 1	510,3	4.592,70	40,9	5	4.580
Sistem 2	212	1.903	16,995	6	1.990
Sistem 3	54,6	491,4	4,37	7	489
Sistem 4	187,2	1.684,80	15	6	1.690

Sumber : Penulis

3.5. Studi Stabilitas Transient

Pada simulasi analisa stabilitas transien (*transient stability*) total waktu simulasi adalah

300 detik, selanjutnya dengan mengikuti sistem konfigurasi pada tabel 5 Dibawah ini:

Tabel 5. Konfigurasi studi kasus simulasi *transient stability*

No	Sistem	Event	Kondisi Operasi
1	TS (Sys-1)	Running parsial motor MV dan beban tidak seimbang	<ul style="list-style-type: none"> a. Semua diesel engine dalam keadaan running b. Normal operasi dengan beban pada sistem 1. Bus 1004 dan bus 1006 running c. Beban parsial motor dryer (1001-A) switch on t = 1det d. Beban parsial motor fan dryer (1001-B) switch on t = 10det e. Beban parsial motor rod mill (1004) switch on t = 60det f. Beban parsial motor coal grinding (1008-A) switch on t = 110det g. Beban parsial motor fan coal grinding (1008-B) switch on t = 120det h. Beban parsial motor rotary kiln 1 (1006-A) switch on t = 170det i. Beban parsial motor rotary kiln 2 (1006-B) switch on t = 180det
			<ul style="list-style-type: none"> j. Beban parsial motor root blower (1006-C) switch on t = 190det k. Beban parsial motor fan kiln (1006-D) switch on t = 200det l. Diesel engine optimum switch on t = 250det (4 engine shutdown)
2	TS2 (Sys-2)	Running parsial motor MV dan beban tidak seimbang	<ul style="list-style-type: none"> a. Semua diesel engine dalam keadaan running b. Normal operasi dengan beban pada sistem 2. Bus MVP21 running. c. Beban parsial motor ID fan (MVP21) switch on t = 1det d. Diesel engine optimum switch on t = 50det (7 engine shutdown)
3	TS3 (Sys-3)	Running parsial motor MV dan beban tidak seimbang	<ul style="list-style-type: none"> a. Semua diesel engine dalam keadaan running b. Normal operasi dengan beban pada sistem 3. Bus MVP31 running. c. Tidak ada beban parsial (MVP31) switch on t = 1det d. Diesel engine optimum switch on t = 50det (8 engine shutdown)
4	TS4 (Sys-4)	Running parsial motor MV dan beban tidak seimbang	<ul style="list-style-type: none"> a. Semua diesel engine dalam keadaan running b. Normal operasi dengan beban pada sistem 4. Bus MVP42 running. c. Beban parsial motor sea water (SW1) switch on t = 1det d. Beban parsial motor sea water (SW2) switch on t = 10det e. Beban parsial motor sea water (SW3) switch on t = 20det
			<ul style="list-style-type: none"> f. Beban parsial motor sea water (SW4) switch on t = 30det g. Diesel engine optimum switch on t = 80det (7 engine shutdown)

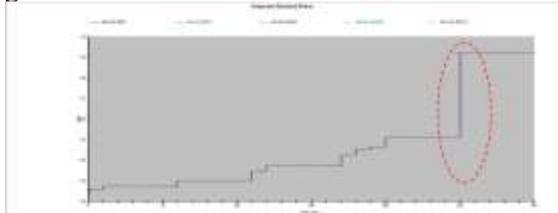
Sumber : Penulis

Hasil simulasi yang didapatkan adalah bertumpu pada beberapa parameter yang ditetapkan sesuai pada konfigurasi di subbab

sebelumnya. Adapun hasil yang ditampilkan antara lain: pembangkit terhadap sistem 1, pembangkit terhadap sistem 2, pembangkit terhadap sistem 3 dan terakhir pembangkit terhadap sistem 4.

Simulasi Sistem 1

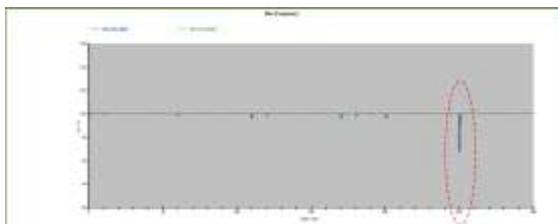
Plot simulasi untuk hasil perhitungan *Transient Stability* dalam bentuk grafik. Plot ini menyediakan *real power* dalam satuan MW dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 13 di bawah ini:



Gambar 13 Grafik Generator *Electrical Real Power* Sistem 1

Sumber : Penulis

Plot ini menyediakan grafik dalam satuan hz (%) dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 14 di bawah ini:

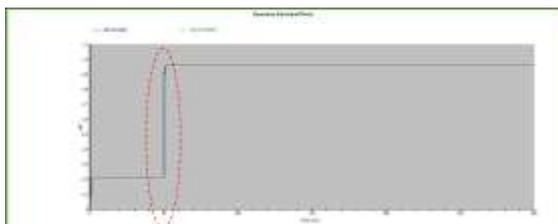


Gambar 14 Grafik *Bus Frequency Generator* Untuk Sistem 1

Sumber : Penulis

Simulasi Sistem 2

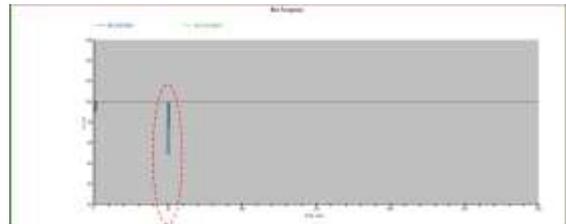
Plot simulasi untuk hasil perhitungan *Transient Stability* dalam bentuk grafik. Plot ini menyediakan *real power* dalam satuan MW dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 15 di bawah ini:



Gambar 15 Grafik Generator *Electrical Real Power* Sistem 2

Sumber : Penulis

Plot ini menyediakan grafik dalam satuan Hz (%) dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 16 di bawah ini:

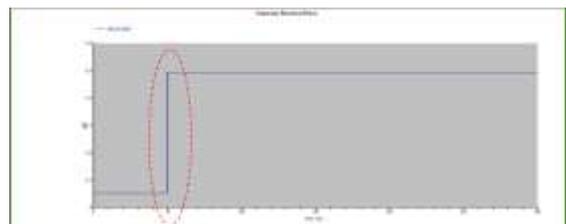


Gambar 16 Grafik Generator *Bus Frequency* Generator untuk Sistem 2

Sumber : Penulis

Simulasi Sistem 3

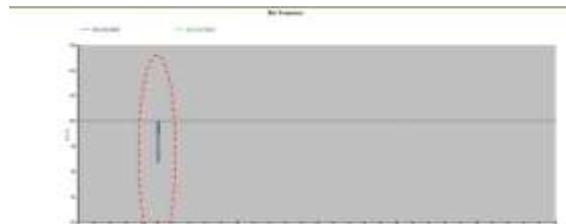
Plot simulasi untuk hasil perhitungan *Transient Stability* dalam bentuk grafik. Plot ini menyediakan *real power* dalam satuan MW dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 17 di bawah ini:



Gambar 17 Grafik Generator *Electrical Power* Sistem 3

Sumber : Penulis

Plot ini menyediakan grafik dalam satuan Hz (%) dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 18 di bawah ini:

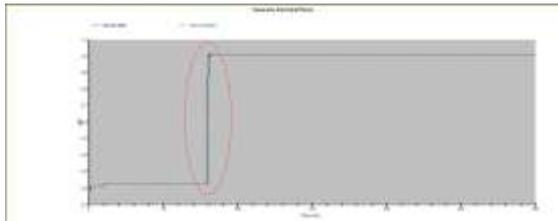


Gambar 18 Grafik Generator *Bus Frequency* Generator untuk Sistem 3

Sumber : Penulis

Simulasi Sistem 4

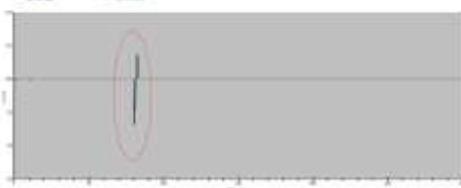
Plot simulasi untuk hasil perhitungan *Transient Stability* dalam bentuk grafik. Plot ini menyediakan *real power* dalam satuan MW dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 19 di bawah ini:



Gambar 19 Grafik Generator *Electrical Power* Sistem 4

Sumber : Penulis

Plot ini menyediakan grafik dalam satuan Hz (%) dan periode waktu dalam satuan detik, seperti gambar 20 di bawah ini:



Gambar 20 Grafik Generator *Bus Frequency* Generator untuk Sistem 4

Sumber : Penulis

3.6. Analisa Perhitungan PLTD dan Beban Auxiliary

Dalam sistem pengolahan pabrik *ferronikel* terdapat beberapa peralatan pendukung (*auxiliary*) yang sangat penting kegunaannya untuk menunjang beban utama yaitu ESF (*Electric Smelter Furnace*). Adapun beban *auxiliary* ini dibagi beberapa bagian yaitu:

1. Analisa Kapasitas Pembangkitan
2. Sistem 1: untuk peralatan *mixing, briquetting (rotary dryer, rotary kiln)* dan *coal firing*.
3. Sistem 2: untuk peralatan pendukung *electric furnace*.
4. Sistem 3: untuk peralatan *casting & shot making electric*.
5. Sistem 4: untuk peralatan utilitas pabrik.

Analisa Kapastias PLTD 9 x 1.260KVA

Dengan daya aktif yang bersumber dari PLTD 9 x 1.260KVA dengan menggunakan persamaan 2.3 adalah:

$$P = S \times \text{Cos } \theta \text{ [kW]} \dots\dots(1)$$

$$P = 9 \times 1.260\text{KVA} \times 0,99$$

$$P = 11.226,6 \text{ [kW]}$$

Maka untuk kapasitas total pembangkitannya adalah 11.226,6 kW dan kapasitas tiap unitnya adalah 1.247,4 kW.

Auxiliary Sistem 1

Daftar beban yang terdapat pada sistem 1 dan terbagi berdasarkan distribusi jalur feeder beban:

1. *Dryer Electric System (1001MVP01): Feeder 1001MVP01* terdiri dari ID 1001 adalah sistem *ore receiving*, ID 1002 adalah sistem *ore drying* dan ID 1003 adalah sistem *ore sizing*, List beban untuk *dryer electric system (1001MVP01)*.
2. *Mixing and Briquetting System (1004MVP01): Feeder 1004MVP01* terdiri dari ID 1004 adalah sistem *ore mixing*, ID 1005 adalah sistem *briquetting*. List beban untuk *mixing and briquetting system (1004MVP01)*.
3. *Kiln Electric System (1006MVP01): Feeder 1006MVP01* terdiri dari ID 1006 adalah *rotary kiln*, ID 1007 adalah *exhaust gas treatment*. List beban untuk *kiln electric system (1006MVP01)*.
4. *Coal Firing System (1008MVP01): Feeder 1008MVP01* terdiri dari adalah *coal grinding machine*. List beban untuk *coal firing system (1008MVP01)*.

Tabel 6. Hasil keseluruhan perhitungan analisis pada sistem 1

ID	LOAD	KW	KVAR	KVA	cosØ	Amp	Volts
1001MVP01	Normal	1.115	741	1.339	0,83	1.932	400
	Peak	1.184	790	1.423	0,83	2.054	400
1004MVP01	Normal	495	326	593	0,84	856	400
	Peak	615	410	740	0,83	1.067	400
1006MVP01	Normal	957	543	1.100	0,87	1.588	400
	Peak	1.752	906	1.973	0,89	2.847	400
1008MVP01	Normal	650	417	772	0,84	1.115	400
	Peak	1.057	603	1.216	0,87	1.756	400
Total Sistem-1	Normal	3.216	2.028	3.802	0,85	5.488	400
	Peak	4.608	2.708	5.345	0,86	7.715	400

Sumber : Penulis

Auxiliary Sistem 2

Daftar beban yang terdapat pada sistem 2 dan terbagi berdasarkan distribusi jalur feeder beban:

Electric Smelting Furnace Auxiliary (MVP21): feeder MVP21 terdiri dari LVP21

adalah sistem *electrical furnace room* 1 dan room 2. List beban untuk *electrical furnace* (MVP21) terdapat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan sistem 2

ID	Load	KW	KVAR	KVA	cosØ	Amp	Volts
MVP21	Normal	1.229	758	1.443	0,85	2.083	400
	Peak	1.279	793	1.505	0,85	2.172	400

Sumber : Penulis

Auxiliary System 3

Berikut adalah daftar beban yang terdapat pada sistem 3 dan terbagi berdasarkan distribusi jalur *feeder* beban.

1. Refining System (MVP31)

Feeder MVP31 terdiri dari LVP31 adalah sistem *refining*. List beban untuk *electrical refining* (MVP31) terdapat pada tabel 7 di atas.

Setelah melakukan perhitungan beban kriteria pada sistem 3 dengan metode perhitungan pada sistem 1 di dapat ringkasan pada tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Hasil perhitungan pada sistem 3

ID	Load	KW	KVAR	KVA	cosØ	Amp	Volts
MVP31	Normal	436	319	540	0,81	780	400
	Peak	486	354	602	0,81	868	400

Sumber : Penulis

Auxiliary System 4

Berikut adalah daftar beban yang terdapat pada sistem 4 dan terbagi berdasarkan distribusi jalur *feeder* beban. *Feeder* MVP41 terdiri dari MCC46 adalah sistem *oxygen plant*, MVP44 adalah sistem *river water intake*, MVP45 untuk sistem *sea water intake* dan LVP42 dan LVP43 untuk sistem utility 1 & 2.

1. *Raw Water Intake System* (MVP44): List beban untuk *raw water intake* MVP44.
2. *Utility-2* (LVP43): List beban untuk *utility-2* LVP43.
3. *Utility-1* (LVP42): List beban untuk *utility-1* LVP42.
4. *Oxygent Plant* (LVP46): List beban untuk *oxygen plant* LVP46 terdapat pada tabel 3.22.
5. *Sea Water Intake* (MVP45): List beban untuk *Sea Water Intake* MVP45 terdapat pada tabel 3.23.

Setelah melakukan perhitungan beban kriteria pada sistem 4 dengan metode perhitungan pada sistem 1 didapat ringkasan pada tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9 Hasil perhitungan pada sistem 4

ID	Load	KW	KVAR	KVA	cosØ	Amp	Volts
MVP44	Normal	54	41	68	0,80	98	400
	Peak	85	65	107	0,80	155	400
LVP43	Normal	220	139	260	0,85	376	400
	Peak	230	147	272	0,84	393	400
LVP42	Normal	467	337	576	0,81	831	400
	Peak	567	407	698	0,81	1.008	400
LVP46	Normal	447	241	508	0,88	733	400
	Peak	627	322	705	0,89	1.017	400
MVP45	Normal	181	82	199	0,91	17	6.600
	Peak	362	165	397	0,91	35	6.600
Total	Normal	1.370	840	1.607	0,85	2.320	400
	Peak	1.870	1.106	2.173	0,86	3.136	400

Sumber : Penulis

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan *software electrical transient and analysis program* (ETAP) 16.0 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Menurut hasil simulasi *load flow analysis* untuk melihat pola pembebanan ataupun aliran daya pada sistem generator yang beroperasi penuh bahwa:
 - a. Untuk distribusi pada sistem daya yang disalurkan pada beban adalah 4.592,7kW atau 510,3kW/unit dengan persentase pembebanan generator perunitnya adalah 40,90% daya yang tersalurkan dari generator ke pusat beban adalah rata - rata diatas 20% dari kapasitas daya terpasang, sehingga dari hasil *load flow analysis* pada ETAP *engine* dapat mengurangi 5 unit pada pengoperasiannya.
 - b. Pada sistem 2 daya yang disalurkan pada beban adalah 1.908kW atau 212kW/unit dengan persentase

pembebanan generator perunitnya adalah 16,995%, untuk distribusi pada sistem 3 daya yang disalurkan pada beban adalah 491,4kW atau 54,6kW/unit dengan persentase pembebanan generator perunit adalah 4,37%, dan pada sistem 4 daya yang disalurkan pada beban adalah 187,2kW atau 1.684,8kW/unit dengan persentase pembebanan generator perunit adalah 15%, yang mana kurang dari minimum kapasitas daya generator 20%, sehingga dapat mengurangi engine 6 sampai 7 yang digunakan dalam pengoperasian.

2. Berdasarkan hasil simulasi *transient stability* karena terjadinya perubahan pada beban maupun saklar kontak dari hasil simulasi, tidak menimbulkan perubahan yang besar pada tegangan maupun frekuensi sehingga tidak membahayakan peralatan, maka dengan menggunakan AVR (*Automatic Voltage Regulator*) dan kontrol governor dapat membantu menstabilkan sistem secara alami.

5.2 Saran

1. Pembebanan ideal pada sistem generator umumnya lebih dari 60% dari kapasitas daya yaitu 6.736kW, bisa diperbaiki dengan alternative sebagai berikut: Melakukan pengurangan jumlah operasi generator terhadap beban, yaitu untuk sistem 1 dengan total beban 4.952,7kW dioptimalkan dengan jumlah 5 unit atau 6.236kW, untuk sistem 2 dengan total beban 1.903kW dioptimalkan jumlah 2 unit atau 2.494,8kW, untuk sistem 3 dengan total beban 491,4kW dioptimalkan dengan jumlah 1 unit atau 1.247,4kW dan untuk sistem 4 dengan total beban 1.684,7kW dioptimalkan dengan jumlah 2 unit atau 2.949,8kW.
2. Pada stabilitas transient karena adanya gangguan hubung singkat maupun gangguan fasa ke tanah akan menimbulkan perubahan yang besar terhadap tegangan, arus, dan frekuensi, sehingga membahayakan sistem dan peralatan, maka fungsi relay akan mendeteksi adanya arus lebih atau beban lebih dan selanjutnya mengisolir gangguan dengan memutus beban.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. Nurdin, A. Azis and R. A. Rozal, "Peranan Automatic Voltage Generator Sebagai Pengendali Tegangan Generator Sinkron," *Junal Ampere*, vol. Volume 3 No.1, no. P-ISSN : 2477-2755, pp. 166 - 167, 2018.
- [2] Amien, "Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron yang Bekerja Pararel Terhadap Perubahan Faktor Daya," vol. 7, 2014.
- [3] B. Suherman , A. Luwihono and S. Rasyid, Buku Ajar Konversi Energi Listrik, Jakarta: Yayasan Kita Menulis, 2022.
- [4] C. Cekdin dan T. Barlian, Transmisi Daya Listrik, Yogyakarta: Andi Yogyakarta, 2013.
- [5] ETAP User Interface.
- [6] H. E. Patoding and M. Sau, Energi dan Operasi tenaga Listrik dengan Aplikasi ETAP, Sleman-Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2019.
- [7] H. M. Nashiruddin, Sistem dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Jakarta: Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi, 2020.
- [8] H. M. Nashiruddin, Sistem dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Dielek, Jakarta: Pusat Pengembangan SDM EBTK, 2020.
- [9] H. M. Ullah, "Feasibility Study of Energy Storage Technology for Remote Microgrid's Eenergy Management System," Sount Dakota State University, Sount Dakota, 2016.
- [10] I. Kholis, "Stabilitas Transient," Tim Robotika Universitas Indonesia, 28 January 2013. [Online]. Available: <https://ikkholis27.wordpress.com/2013/01/28/stabilitas-transient/>. [Accessed 18 November 2022].

- [11] Kumar D.T, Penangsang O and Aryani K, "Analisa Stabilitas Transien Pada Sistem Transmisi Sumarta Utara 150kV-275kV dengan Penambahan PLTA Batang Toru 4x125 MW," *Teknik ITS Vol.5, No.2 ISSN: 2337-3539*, pp. 2301-981, 2016.
- [12] L. Hakim, Implementasi PSS1A IEEE type 1 Dalam Peningkatan stabilitas Transient Pada Sistem 150kV Bali, Malang: Institusi Teknologi Nasional Malang, 2015.
- [13] M. Arifai and M. Satria, "Analisis Kestabilan Frekuensi dan Tegangan Sistem Tenaga Listrik PT. Aneka Tambang (Persero) TBK UBPN Sulawesi Tenggara," *Universitas Hasanuddin. Makassar*, pp. 1-5, 2017.
- [14] Masiantro and E. S. Rahman, "Studi Tentang Proses Pembangkit Listrik Tenaga Diesel PT.PLN (Persero) Wilayah Sulselbar Sektor Tello Makassar," *Universitas Negeri Makassar*, 2021.
- [15] N. R. fraunhofer, "Optimal Integrayion of Photovoltaic in Micro-grid that are dominated by Diesel Power-plant," *International Energy Agency (IEA)*, 2019.
- [16] P. Sumardjati, S. Yahya and A. Mashar, *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3*, Jakarta: Direktorat Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [17] PT. Berkat Manunggal Jaya, "bmj.co.id," *Powerquipment Specialist*, 2018. [Online]. Available: <http://bmj.co.id/tentang-genset/pembangkit-listrik-tenaga-diesel/>.
- [18] PT. Genindo Berkat Utama.
- [19] R. S. Anwar, "Analisis Stabilitas Transient dan Mekanisme Pelepasan Beban Akibat Penambahan Pembangkit 1x26,8 MW Pada Sistem Kelistrikan PT. Petrokimia Gresik," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, pp. 8-19, 2017.
- [20] S. Suropto, *Sistem Tenaga Listrik*, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [21] S. Wiliam D, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Jakarta: Erlangga, 2019.
- [22] Siswoyo, *Teknik Listrik Industri Jilid 2*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan, 2018.
- [23] Standar IEC, *Electrical Design Guide According To IEC standard*, IEC.
- [24] Suhero and Harahap, "Analisis dan Simulasi Pengaturan Tegangan Generator Induksi Berpenguatan Sendiri Dengan Menggunakan Static Synchronous Compensator (STATCOM)," *Universitas Sumatera Utara*, vol. Vol.14, p. No.40, 2016.
- [25] Yusniati dan N. N. S. Matondang, "Analisis Sistem Pembebanan Pada Generator Di PT.PLN (Persero) Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Titi Kuning," *SEMNASTEK UISU*, no. ISBN: 978-623-7292-16-1, pp. 1-16, 2020.
- [26] zuhal, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta: Gramedia.

BIODATA PENULIS

- ¹Aprilia Putri Jasmine, ST. Alumni (2022) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan.
Email: jasmineaprilias5@gmail.com
- ²Prof.Dr.Ir.H.Didik Notosudjono, M.Sc Staff Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan.
- ³Agustini Rodiah Machdi, ST. MT, Staff Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan.