

Analisis *Loadflow* Sistem Tenaga Listrik Pabrik 3A PT Petrokimia Gresik

Muhammad Raihan Fitriyandi¹, Sujito², Langlang Gumilar³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang, Malang
Jl. Semarang No.5 Malang 65145

¹muhammad.raihan.1905366@students.um.ac.id

²sujito.ft@um.ac.id

³langlang.gumilar.ft@um.ac.id

Intisari — Analisis *loadflow* merupakan sebuah analisis tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya yang terdapat di berbagai titik pada jaringan sistem tenaga listrik dalam berbagai keadaan operasi. Tujuan dari analisis tersebut adalah untuk mengetahui nilai kualitas daya jaringan sistem tenaga listrik agar dapat meminimalkan terjadinya rugi-rugi daya pada jaringan sistem tenaga listrik. Pada analisis *load flow* ini, dilakukan analisis menggunakan *software ETAP v.19* untuk 3 pemodelan operasi pada jaringan sistem tenaga listrik yang meliputi Generator pembangkit TG 65, TG 66, dan UBB pada Pabrik 3A PT. Petrokimia Gresik. Dari hasil simulasi ketiga pemodelan tersebut, diperoleh hasil bahwa saat pemodelan 1 yaitu Generator TG 65 dan TG 66 beroperasi *island* dapat memasok kebutuhan beban dengan optimal pada rentang 62,5% (9,1 MW dan 5,025 MVar) sampai dengan 100% (16,83 MW dan 11,123 MVar). Pada pemodelan 1, Bus Intermediate 20 kV mengalami *under voltage* dikarenakan tidak ada aliran daya yang mengalir dari *grid* UBB. Pada pemodelan 2 dengan Generator TG 65 dan UBB yang beroperasi secara sinkron dapat menyuplai daya aktif dan reaktif dengan optimal ketika kondisi beban terhubung mulai dari 25% (3,902 MW dan 0,901 MVar) hingga 87,5% (14,132 MW dan 9,098 MVar). Pada pemodelan 3 saat Generator TG 65, TG 66, dan UBB beroperasi secara sinkron dapat melayani beban secara optimal pada kondisi beban daya aktif dan reaktif yang terhubung > 62,5% atau minimal sebesar 13,402 MW dan 8,551 MVar untuk menghindari terjadinya gangguan *reverse power* pada generator.

Kata kunci — *loadflow*, daya aktif, daya reaktif, generator

Abstract — Loadflow is an analysis of voltage, current, active power, reactive power, and power factor at multiple points on Electrical Power Grid in various operating conditions. The purpose of the analysis is to find out the power quality of the grid system in order to minimize the losses on the grid system. ETAP v.19 is used to perform the loadflow analysis for 3 operation models, where each model consists of TG 65 and TG 66 generators, also the UBB power grid at the 3A Factory PT. Petrokimia Gresik. Based on the simulation results of all models, it is shown that on the first model when TG 65 and TG 66 generators are on *island* operating state, it is able to supply the load optimally on range between 62,5% (9,1 MW and 5,025 MVar) up to 100% (16,83 MW and 11,123 MVar). In the first model, the Bus Intermediate 20 kV is in undervoltage conditions since no power flowed from the UBB grid. The second model is when TG 65 generator and UBB grid are operating synchronously. It is able to supply active and reactive power optimally with loads connected between 25% (3,902 MW and 0,901 MVar) to 87,5% (14,132 MW and 9,098 MVar). The third model is when TG 65, TG 66 and UBB are synchronously operating, it is able to supply the load optimally with load (active and reactive power) connected > 62,5% or minimum 13,402 MW and 8,551 MVar to avoid *reverse power* problem on the generator.

Keywords— *loadflow*, active power, reactive power, generator.

I. PENDAHULUAN

PT. Petrokimia Gresik merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang Agroindustri yang menghasilkan produk berupa pupuk dan non-pupuk di Indonesia. Untuk menjalankan proses produksi, PT. Petrokimia Gresik terbagi ke dalam 3 kawasan Pabrik, yaitu kawasan Pabrik 1, Pabrik 2, dan Pabrik 3. Ketiga kawasan pabrik tersebut

memerlukan pasokan energi listrik pada masing-masing Pabrik yang keandalan dan pasokan energi listrik yang terjaga dengan baik sehingga dapat mencegah terjadinya kendala pada proses produksi.

Untuk mempermudah pemeliharaan dan mencegah kerusakan peralatan akibat kualitas pasokan energi listrik yang kurang baik di kawasan Pabrik 3A, maka diperlukan analisis untuk mengetahui kualitas dan keandalan

sistem aliran daya listrik pada sistem tenaga listrik tersebut. Salah satu analisis yang dapat digunakan adalah analisis aliran daya (*load flow*) [1].

Analisis *load flow* adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui nilai daya aktif, daya reaktif, tegangan, arus, dan faktor daya pada sebuah jaringan sistem tenaga listrik [2-4]. Tujuan dari analisis tersebut adalah untuk meminimalkan rugi-rugi daya yang terjadi dan memperbaiki profil tegangan yang terdapat pada sistem jaringan tenaga listrik tersebut [5-7]. Perhitungan aliran daya untuk sistem tenaga listrik dengan cara manual sangat sulit, oleh karena itu akan digunakan *software* bantu yaitu *ETAP v.19 (Electrical Transient Analysis Program)* yang dapat dipakai untuk melakukan analisis *load flow* tersebut [8-9].

Analisis aliran daya penting untuk dilakukan untuk mengetahui keadaan operasi dalam keadaan baik dan optimal pada suatu jaringan sistem tenaga listrik. Pada penelitian sebelumnya, analisis aliran daya dilakukan untuk menganalisis respons sistem tenaga listrik yang digunakan untuk menyuplai, menyalurkan dan memakai tenaga listrik dengan aman, efisien, dan andal untuk digunakan [10-15].

Pabrik 3A PT. Petrokimia Gresik dipasok oleh 3 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yaitu diantaranya PLTU TG 65, TG 66, dan UBB. Ketiga pembangkit tersebut menyuplai beberapa beban yang terdapat pada Pabrik 3A yaitu beban pabrik ZA, SU, SA, Cooling Tower, Utilitas, ALF3, PA 3A, dan Control Room. Analisis aliran daya dilakukan pada sistem jaringan tenaga listrik di kawasan Pabrik 3A untuk mengetahui nilai daya yang mengalir dari masing-masing pembangkit dan beban yang terdapat pada kawasan tersebut.

Terdapat 3 pemodelan yang dianalisis yaitu pemodelan 1 ketika Generator TG 65 & TG 66 beroperasi *island*, pemodelan 2 ketika TG 65 dan jaringan interkoneksi UBB beroperasi secara sinkron, dan pemodelan 3 ketika Generator TG 65, TG 66, dan jaringan interkoneksi UBB beroperasi secara sinkron. Analisis dilakukan untuk mengetahui aliran daya baik daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya pada bus dan beban serta kondisi kinerja generator terhadap berbagai kondisi pembebanan pada Pabrik 3A, yaitu kondisi

beban terhubung sebesar 25%, 37,5%, 50%, 62,5%, 75%, 87,5%, dan 100%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Aliran Daya

Analisis *load flow* merupakan sebuah analisis tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya yang terdapat di berbagai titik pada jaringan sistem tenaga listrik dalam berbagai keadaan operasi [10]. Tujuan dari analisis tersebut adalah untuk mengetahui nilai kualitas jaringan sistem tenaga listrik dan untuk meminimalkan terjadinya rugi-rugi daya pada jaringan sistem tenaga listrik [6-9].

Daya listrik akan selalu mengalir menuju ke beban, oleh karena itu disebut juga dengan aliran daya. Studi aliran daya digunakan untuk melakukan perencanaan pengembangan sistem listrik, serta untuk mengevaluasi kondisi sistem kelistrikan pada jaringan [12][13]. Perhitungan aliran daya umumnya diterapkan pada kondisi normal saat ini ataupun kondisi yang diharapkan di masa depan. Melalui analisis tersebut, dapat diketahui pengaruh dari interkoneksi terhadap sistem tenaga listrik lainnya, kinerja beban baru, dan *grid* yang baru [14].

Terdapat 4 buah besaran yang umum digunakan pada analisis *loadflow*, yaitu daya aktif (P) dengan satuan Mega Watt (MW), daya reaktif (Q) dengan satuan Mega Volt Ampere reactance (MVar), besar tegangan (V) dengan satuan Kilo Volt (kV), dan besar sudut fasa tegangan (θ) dengan satuan radian [11][12][15].

1) Daya Listrik

Dalam sebuah sistem tenaga listrik, terdapat 3 jenis daya, yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya nyata (S). Daya aktif adalah daya listrik yang dihasilkan pada sisi keluaran generator, lalu dapat dimanfaatkan menjadi energi lainnya seperti energi gerak, panas, dan lain sebagainya. Satuan dari daya aktif adalah Watt (W) [16]. Adapun persamaan dari daya aktif adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad (1)$$

Dengan P adalah daya aktif (Watt), V adalah tegangan (Volt), I adalah arus listrik (Ampere), dan θ merupakan sudut fasa antara tegangan dan arus atau faktor daya [16]. Daya reaktif (Q) adalah sebuah besaran yang digunakan untuk merepresentasikan fluktuasi daya pada saluran transmisi dan distribusi akibat adanya medan magnet pada beban yang bersifat induktif seperti contoh motor listrik, trafo, dan lain sebagainya. Satuan dari daya reaktif adalah *Volt Ampere reactance* (VAr). Daya reaktif tidak dapat digunakan kembali dan dapat mempengaruhi kualitas daya pada jaringan sistem tenaga listrik. Semakin besar daya reaktifnya, maka nilai faktor dayanya akan semakin kecil [14]. Adapun persamaan dari daya aktif adalah sebagai berikut:

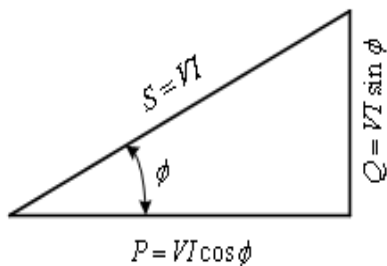
$$Q = V \times I \times \sin \theta \quad (2)$$

$$S = V \times I \quad (3)$$

atau

$$S = P + jQ \quad (4)$$

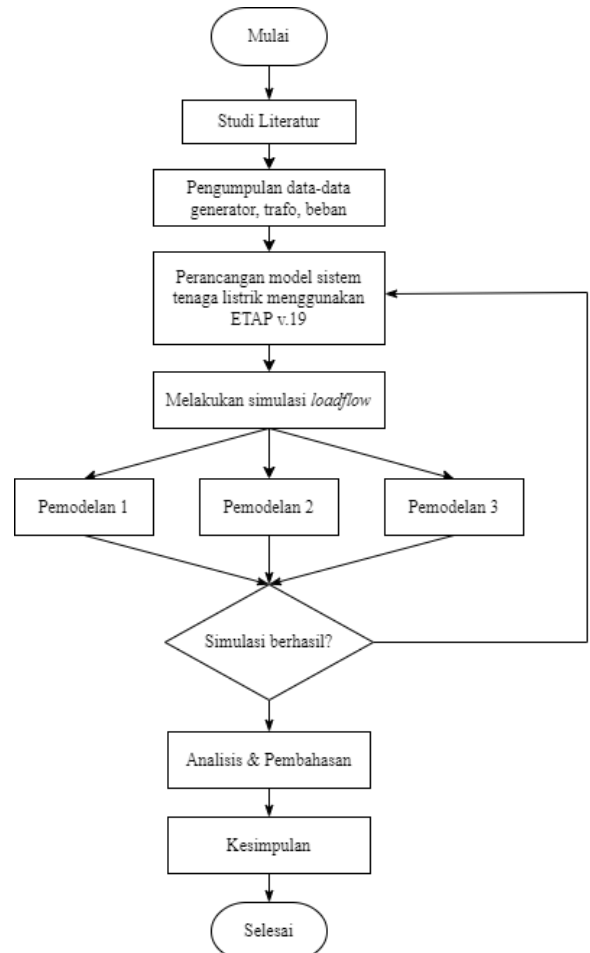
Daya semu atau daya nyata (S) adalah jumlah daya total yang terdiri dari penjumlahan daya aktif dan daya reaktif. Ketiga jenis daya tersebut memiliki hubungan keterkaitan yang direpresentasikan dengan konsep segitiga daya seperti Gambar 1 sebagai berikut :



Gbr.1 Segitiga Daya

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode simulasi yang digunakan untuk analisis aliran daya pada jaringan sistem tenaga listrik Pabrik 3A ini dapat dilihat pada diagram alir gambar 2 sebagai berikut :



Gbr.2 Diagram Alir Pelaksanaan

A. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap mempelajari dasar-dasar teori penunjang dan informasi yang berasal dari sumber-sumber atau referensi yang berkaitan dengan analisis aliran daya.

B. Pengumpulan Data

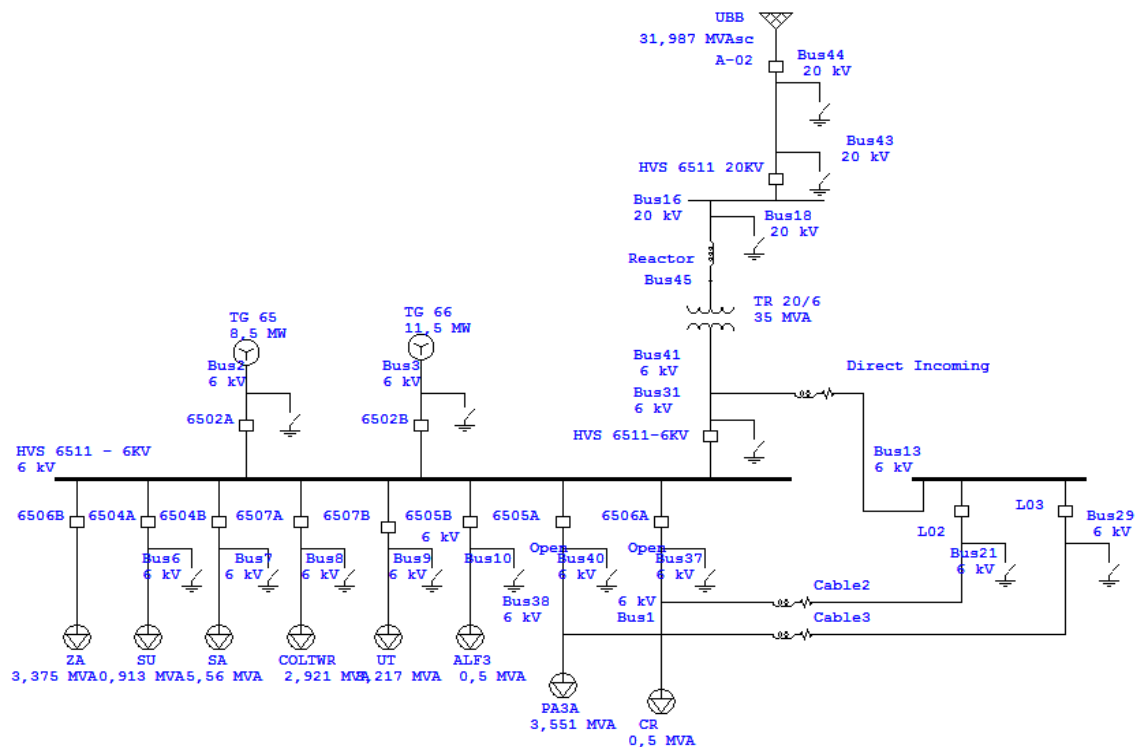
Pada tahap pengumpulan data, data yang dikumpulkan yaitu antara lain data spesifikasi generator pembangkit, data transformator, data beban listrik, serta data referensi *single line diagram* dari sistem tenaga listrik pada kawasan Pabrik 3A PT. Petrokimia Gresik eksisting dan data lainnya yang dibutuhkan dalam melakukan simulasi analisis aliran daya tersebut.

C. Perancangan Model

Setelah data-data sistem tenaga listrik diperoleh, kemudian dilakukan perancangan model sistem tenaga listrik tersebut. Pemodelan dilakukan dengan membuat *single line diagram* untuk simulasi analisis aliran daya menggunakan *software* ETAP v.19 dengan memasukkan parameter-parameter

yang telah diketahui baik pada generator, trafo, bus, dan beban. Berikut adalah gambar *single*

line diagram pada Pabrik 3A yang telah dibuat pada ETAP v.19:



Gbr.3 Single Line Diagram Pabrik 3A

D. Simulasi & Analisis

Simulasi loadflow dilakukan setelah parameter-parameter telah dimasukkan pada *single line diagram* pada ETAP v.19 telah dibuat. Terdapat 3 pemodelan pada simulasi *loadflow* yang akan dilakukan, yaitu ketika generator TG 65 dan TG 66 beroperasi *island* sedangkan UBB tidak terhubung ke jaringan tenaga listrik, TG 66 dan UBB beroperasi secara sinkron, dan seluruh generator TG 65, TG 66, dan UBB beroperasi secara sinkron. Simulasi dilakukan dengan memberikan variasi persentase pada beban yang terhubung dengan pembangkit, yaitu mulai dari persentase beban sebesar 100%, 87,5%, 75%, 62,5%, 50%, 32,5%, dan 25%.

Berdasarkan simulasi tersebut, kemudian dilakukan analisis terhadap pengaruh dari ketiga pemodelan tersebut terhadap daya yang dihasilkan berupa daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) pada generator dan pasokan tenaga listrik yang diterima oleh masing-masing beban yang terhubung dengan ketiga generator pembangkit tersebut di area kawasan Pabrik 3A tersebut. Analisis juga dilakukan pada jumlah daya yang dipasok oleh generator untuk tiap pemodelan dalam

berbagai kondisi variasi pembebanan, sehingga dapat diketahui kinerja dari tiap pembangkit pada masing-masing pemodelan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Simulasi

Berikut merupakan data simulasi yang digunakan pada simulasi loadflow pada ketiga pemodelan tersebut:

Generator :

$$P_{UBB} = 32 \text{ MW}, \text{ pf} = 85\%$$

$$P_{TG 65} = 8,5 \text{ MW}, \text{ pf} = 80\%$$

$$P_{TG 66} = 11 \text{ MW}, \text{ pf} = 80\%$$

Beban :

$$P_{ZA} = 2,7 \text{ MW}, \text{ pf} = 80\%$$

$$P_{SU} = 0,7 \text{ MW}, \text{ pf} = 80\%$$

$$P_{SA} = 4,3 \text{ MW}, \text{ pf} = 77\%$$

$$P_{CoolTwr} = 2,3 \text{ MW}, \text{ pf} = 78\%$$

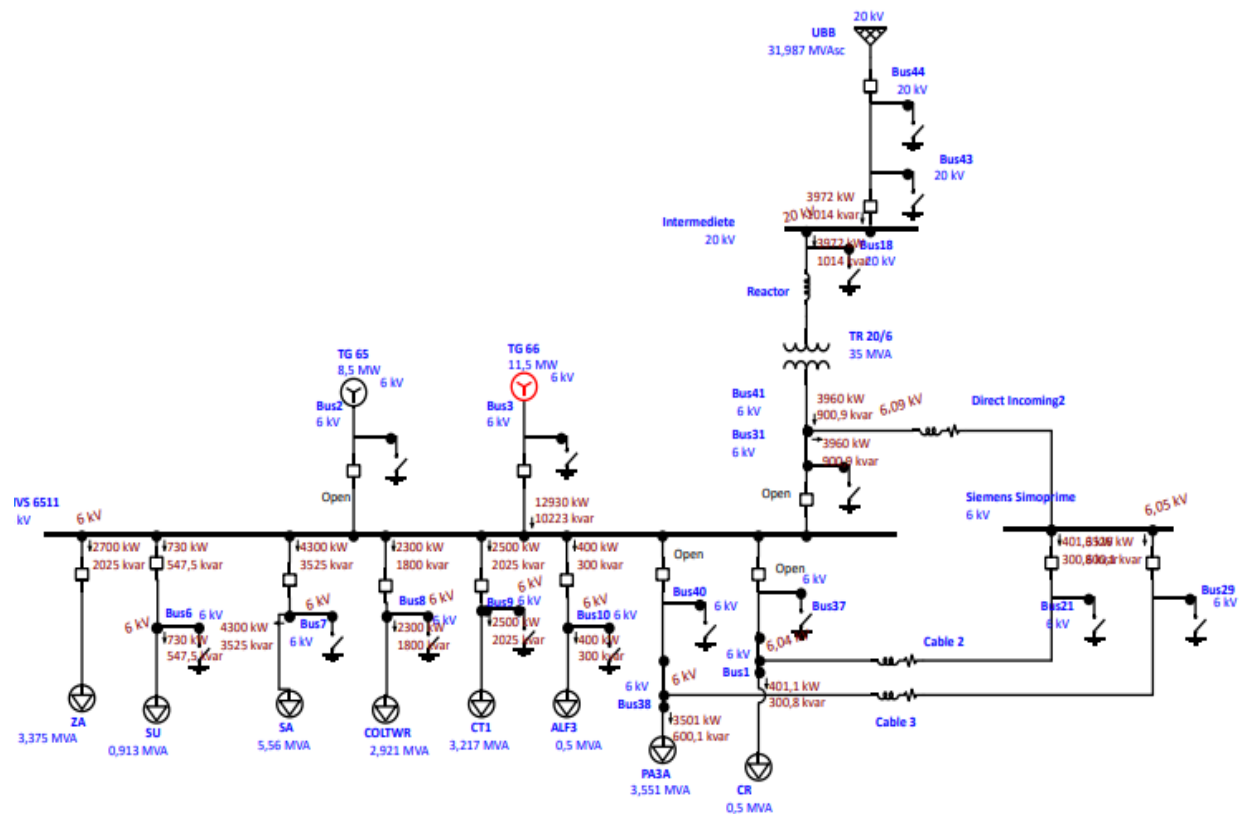
$$P_{UT} = 2,5 \text{ MW}, \text{ pf} = 77\%$$

$$P_{ALF} = 0,4 \text{ MW}, \text{ pf} = 80\%$$

$$P_{PA3A} = 3,5 \text{ MW}, \text{ pf} = 98\%$$

$$P_{CR} = 0,4 \text{ MW}, \text{ pf} = 80\%$$

C. Simulasi Aliran Daya Pemodelan 2



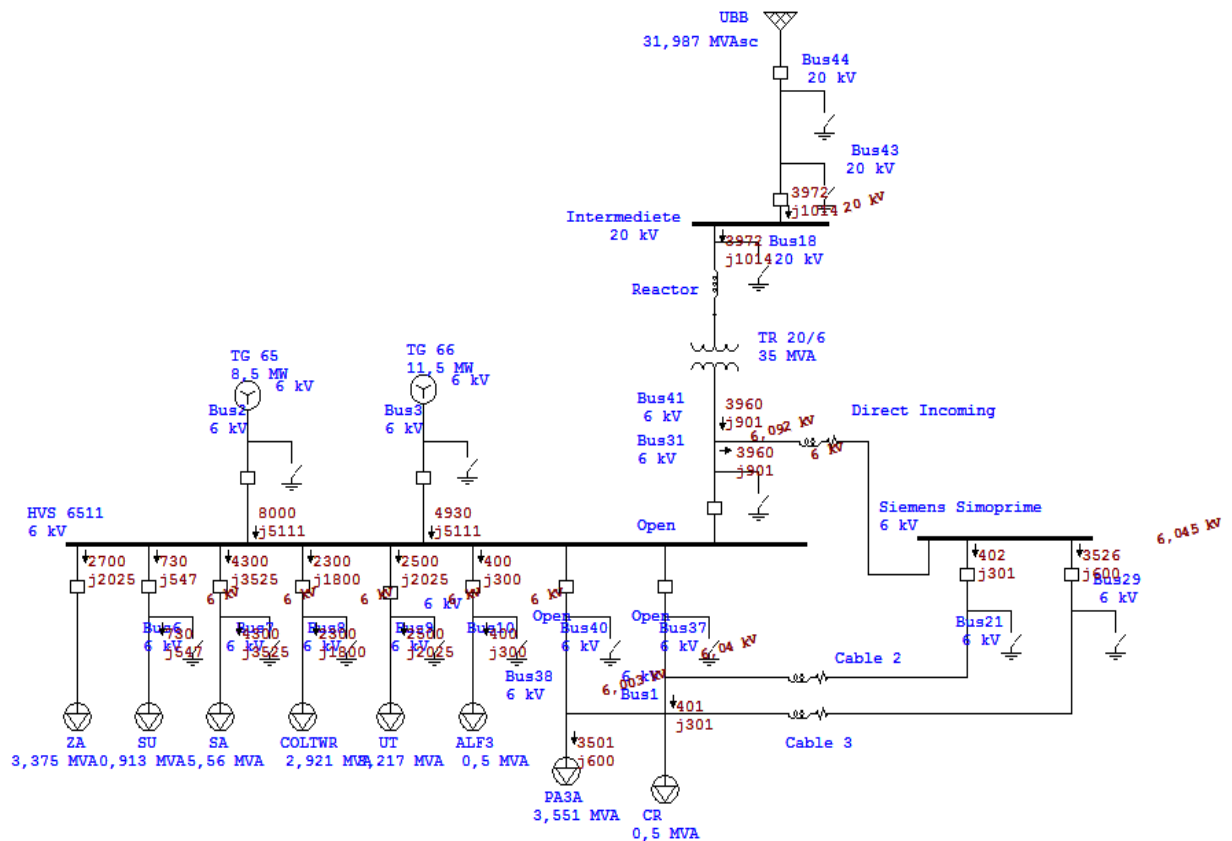
Gbr.5 Simulasi Model 2

Simulasi aliran daya model 2 diterapkan pada jaringan sistem tenaga listrik Pabrik 3A yang sesuai dengan data beban dan *single line diagram*. Simulasi model 2 ini bertujuan untuk mengetahui nilai daya aktif dan reaktif ketika Generator TG 66 dan UBB beroperasi sinkron. Pada simulasi model 2 ini beban disuplai dari Generator TG 66 dan UBB yang beroperasi secara sinkron atau sedangkan Generator TG 65 dalam keadaan *open* yang berarti TG 65 tidak mensuplai daya ke jaringan sistem tenaga listrik yang ada di Pabrik 3A. Gambar 5 menunjukkan simulasi tahap 2 menggunakan *software* ETAP v.19. Tabel 2 menunjukkan hasil dari simulasi analisis *loadflow* pada model 2.

Pada pemodelan 2, Generator TG 66 beroperasi sebagai dalam mode *swing* dan jaringan interkoneksi UBB beroperasi dalam mode *swing*. Pada saat kondisi beban 100%

atau sebesar 16,832 MW, generator TG 66 mengalami *overload* dan menyuplai daya sebesar 12,93 MW sedangkan kapasitas *supply* generator TG 66 yaitu hanya 11,5 MW. Supply daya listrik dari jaringan interkoneksi UBB pun hanya sebesar 3,9 MW sehingga pada saat kondisi beban terhubung 100%, generator TG 66 dan jaringan interkoneksi UBB tidak dapat melayani kebutuhan daya aktif dan reaktif secara keseluruhan. Pada kondisi beban yang terhubung hanya sebesar 87,5% atau sebesar 14,132 MW, generator TG 66 dan jaringan UBB dapat menyuplai kebutuhan daya beban dengan rincian TG 66 menyuplai sebesar 10,23 MW dan UBB sebesar 3,972 MW. Pada saat kondisi pembebanan sebesar 25%, Generator TG 66 mengalami *under power* dikarenakan tidak menyuplai daya listrik dan kebutuhan daya dipasok oleh jaringan UBB.

D. Simulasi Aliran Daya Pemodelan 3



Gbr.6 Simulasi Model 3

Dari gambar simulasi diatas menunjukkan bahwa Generator TG 66, TG 66 dan UBB beroperasi secara sinkron Berdasarkan hasil simulasi tersebut, suplai daya dari UBB mengalir melalui jalur bypass ke beban PA3A dan CR, sedangkan Generator TG 65 dan TG 66 mensuplai beban lebih banyak diantaranya yaitu ZA, SU, SA, COOLING TOWER, UTILITAS, dan ALF3. Tabel 3 menunjukkan hasil dari simulasi analisis loadflow pada model 3. Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa ketika kondisi beban 100% atau sebesar 16,832 MW, generator TG 65, TG 66, dan jaringan UBB dapat mensuplai daya aktif dan reaktif ke beban yaitu sebesar 16,9 MW dan 11,123 MVar.

Ketika kondisi beban 62,5% hingga 25%, Generator TG 66 yang berada pada mode swing mengalami reverse power dikarenakan tidak mensuplai daya listrik dan menggunakan pasokan daya aktif yang berasal dari TG 65. Hal tersebut dikarenakan pasokan daya aktif dan daya reaktif pada beban telah dilayani oleh TG 65 dan jaringan UBB sehingga mode swing TG 66 menyesuaikan kebutuhan beban tersebut dengan menggunakan daya aktif dan reaktif dari s.

Tabel 1 Hasil Simulasi Kondisi Pembebanan Model 1

Kondisi	Jenis beban	MW		MVAr	MVA	%pf	
100%	Total Beban Statik	3.366		2.225	4.035	83.43	lagging
	Total Beban Motor	13.464		8.898	16.139	83.43	lagging
	Kebutuhan Beban Total	16.83		11.123	20.173	83.43	lagging
	Total Supply	TG 65	8	5.561	9.743	83.43	lagging
		TG 66	8.83	5.561	10.435	83.43	lagging
		Total	16.83	11.12	20.173	83.43	lagging
87.5%	Total Beban Statik	2.826		1.82	3.361	84.08	lagging
	Total Beban Motor	11.304		7.278	13.444	84.08	lagging
	Kebutuhan Beban Total	14.13		9.098	16.806	84.08	lagging
	Total Supply	TG 65	8	4.549	9.203	84.08	lagging
		TG 66	6.13	4.549	7.633	84.08	lagging
		Total	14.13	9.10	16.806	84.08	lagging
75%	Total Beban Statik	2.68		1.71	3.179	84.3	lagging
	Total Beban Motor	10.72		6.84	12.716	84.3	lagging
	Kebutuhan Beban Total	13.4		8.55	15.895	84.3	lagging
	Total Supply	TG 65	8	4.275	9.071	84.3	lagging
		TG 66	5.4	4.275	6.887	84.3	lagging
		Total	13.40	8.55	15.895	84.3	lagging
62.5%	Total Beban Statik	1.82		1.005	2.079	87.54	lagging
	Total Beban Motor	7.28		4.02	8.316	87.54	lagging
	Kebutuhan Beban Total	9.1		5.025	10.395	87.54	lagging
	Total Supply	TG 65	8	2.513	8.385	87.54	lagging
		TG 66	1.1	2.513	2.743	87.54	lagging
		Total	9.10	5.03	10.396	87.54	lagging
50%	Total Beban Statik	1.36		0.645	1.505	90.35	lagging
	Total Beban Motor	5.44		2.58	6.021	90.35	lagging
	Kebutuhan Beban Total	6.8		3.225	7.526	90.35	lagging
	Total Supply	TG 65	8	1.613	8.161	90.35	lagging
		TG 66	-1.2	-1.613	2.010	90.35	lagging
		Total	6.80	3.23	7.526	90.35	lagging
37.5%	Total Beban Statik	0.86		0.24	0.893	96.32	lagging
	Total Beban Motor	3.44		0.96	3.571	96.32	lagging
	Kebutuhan Beban Total	4.3		1.2	4.464	96.32	lagging
	Total Supply	TG 65	8	0.6	8.022	96.32	lagging
		TG 66	-3.7	-0.6	3.748	96.32	lagging
		Total	4.30	1.20	4.464	96.32	lagging
25.0%	Total Beban Statik	0.78		0.18	0.800	97.44	lagging
	Total Beban Motor	3.12		0.72	3.202	97.44	lagging
	Kebutuhan Beban Total	3.9		0.9	4.002	97.44	lagging
	Total Supply	TG 65	8	0.45	8.013	97.44	lagging
		TG 66	-4.1	-0.45	4.125	97.44	lagging
		Total	3.90	0.90	4.002	97.44	lagging

Tabel 2 Hasil Simulasi Kondisi Pembebanan Model 2

Kondisi	Jenis beban	MW		MVA _r	MVA	%pf	
100%	Total Beban Statik	3.368		2.225	4.037	83.28	lagging
	Total Beban Motor	13.464		8.898	16.139	83.28	lagging
	Kebutuhan Beban Total	16.832		11.123	20.175	83.28	lagging
	Total Supply	TG 65	12.93	10.223	16.483	83.28	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	83.28	lagging
		Total	16.90	11.24	20.296	83.28	lagging
87.5%	Total Beban Statik	2.828		1.82	3.363	83.9	lagging
	Total Beban Motor	11.304		7.278	13.444	83.9	lagging
	Kebutuhan Beban Total	14.132		9.098	16.807	83.9	lagging
	Total Supply	TG 65	10.23	8.198	13.110	83.9	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	83.9	lagging
		Total	14.20	9.21	16.928	83.9	lagging
75%	Total Beban Statik	2.682		1.711	3.181	84.11	lagging
	Total Beban Motor	10.72		6.84	12.716	84.11	lagging
	Kebutuhan Beban Total	13.402		8.551	15.898	84.11	lagging
	Total Supply	TG 65	9.5	7.65	12.197	84.11	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	84.11	lagging
		Total	13.47	8.66	16.017	84.11	lagging
62.5%	Total Beban Statik	1.822		1.006	2.081	87.24	lagging
	Total Beban Motor	7.28		4.02	8.316	87.24	lagging
	Kebutuhan Beban Total	9.102		5.026	10.397	87.24	lagging
	Total Supply	TG 65	5.2	4.125	6.637	87.24	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	87.24	lagging
		Total	9.17	5.14	10.514	87.24	lagging
50%	Total Beban Statik	1.362		0.646	1.507	89.95	lagging
	Total Beban Motor	5.44		2.58	6.021	89.95	lagging
	Kebutuhan Beban Total	6.802		3.226	7.528	89.95	lagging
	Total Supply	TG 65	2.9	2.325	3.717	89.95	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	89.95	lagging
		Total	6.87	3.34	7.640	89.95	lagging
37.5%	Total Beban Statik	0.862		0.241	0.895	96.32	lagging
	Total Beban Motor	3.44		0.96	3.571	96.32	lagging
	Kebutuhan Beban Total	4.302		1.201	4.466	96.32	lagging
	Total Supply	TG 65	0.4	0.3	0.500	96.32	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	96.32	lagging
		Total	4.37	1.31	4.565	96.32	lagging
25.0%	Total Beban Statik	0.782		0.181	0.803	97.42	lagging
	Total Beban Motor	3.12		0.72	3.202	97.42	lagging
	Kebutuhan Beban Total	3.902		0.901	4.005	97.42	lagging
	Total Supply	TG 65	0	0	0.000	97.42	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	97.42	lagging
		Total	3.97	1.01	4.099	97.42	lagging

Tabel 3 Hasil Simulasi Kondisi Pembebanan Model 3

Kondisi	Jenis beban	MW		MVA _r	MVA	%pf	
100%	Total Beban Statik	3.368		2.225	4.037	83.28	lagging
	Total Beban Motor	13.464		8.898	16.139	83.28	lagging
	Kebutuhan Beban Total	16.832		11.123	20.175	83.28	lagging
	Total Supply	TG 65	8	5.111	9.493	83.28	lagging
		TG 66	4.93	5.111	7.101	83.28	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	83.28	lagging
		Total	16.90	11.24	20.296	83.28	lagging
87.5%	Total Beban Statik	2.828		1.82	3.363	83.9	lagging
	Total Beban Motor	11.304		7.278	13.444	83.9	lagging
	Kebutuhan Beban Total	14.132		9.098	16.807	83.9	lagging
	Total Supply	TG 65	8	4.099	8.989	83.9	lagging
		TG 66	2.23	4.099	4.666	83.9	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	83.9	lagging
		Total	14.20	9.21	16.928	83.9	lagging
75%	Total Beban Statik	2.682		1.711	3.181	84.11	lagging
	Total Beban Motor	10.72		6.84	12.716	84.11	lagging
	Kebutuhan Beban Total	13.402		8.551	15.898	84.11	lagging
	Total Supply	TG 65	8	3.825	8.867	84.11	lagging
		TG 66	1.5	3.825	4.109	84.11	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	84.11	lagging
		Total	13.47	8.66	16.017	84.11	lagging
62.5%	Total Beban Statik	1.822		1.006	2.081	87.24	lagging
	Total Beban Motor	7.28		4.02	8.316	87.24	lagging
	Kebutuhan Beban Total	9.102		5.026	10.397	87.24	lagging
	Total Supply	TG 65	8	2.063	8.262	87.24	lagging
		TG 66	-2.8	-2.063	3.478	87.24	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	87.24	lagging
		Total	9.17	5.14	10.514	87.24	lagging
50%	Total Beban Statik	1.362		0.646	1.507	89.95	lagging
	Total Beban Motor	5.44		2.58	6.021	89.95	lagging
	Kebutuhan Beban Total	6.802		3.226	7.528	89.95	lagging
	Total Supply	TG 65	8	1.162	8.084	89.95	lagging
		TG 66	-5.1	-1.162	5.231	89.95	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	89.95	lagging
		Total	6.87	3.34	7.640	89.95	lagging
37.5%	Total Beban Statik	0.862		0.241	0.895	96.32	lagging
	Total Beban Motor	3.44		0.96	3.571	96.32	lagging
	Kebutuhan Beban Total	4.302		1.201	4.466	96.32	lagging
	Total Supply	TG 65	8	0.15	8.001	96.32	lagging
		TG 66	-7.6	-0.15	7.601	96.32	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	96.32	lagging
		Total	4.37	1.31	4.565	96.32	lagging
25.0%	Total Beban Statik	0.782		0.181	0.803	97.42	lagging
	Total Beban Motor	3.12		0.72	3.202	97.42	lagging
	Kebutuhan Beban Total	3.902		0.901	4.005	97.42	lagging
	Total Supply	TG 65	8	0	8.000	97.42	lagging
		TG 66	-8	0	8.000	97.42	lagging
		UBB	3.972	1.014	4.099	97.42	lagging
		Total	3.97	1.01	4.099	97.42	lagging

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis aliran daya pada sistem jaringan listrik pabrik 3A PT. Petrokimia Gresik dengan *software* ETAP v.19, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Untuk permodelan 1 dengan Generator TG 65 dan TG 66 yang beroperasi secara island dapat memasok kebutuhan beban dengan optimal pada rentang 62,5% atau 9,1 MW dan 5,025 MVar sampai dengan 100%. Pada pemodelan 1, Bus Intermediate 20 kV mengalami *under voltage* dikarenakan tidak ada aliran daya yang mengalir dari *grid* UBB. Pemodelan 2 dengan kondisi Generator TG 65 dan UBB beroperasi secara sinkron dapat menyuplai daya aktif dan reaktif secara optimal tanpa gangguan ketika kondisi beban terhubung pada rentang 25% atau sebesar 3,902 MW dan 0,901 MVar hingga 87,5% atau sebesar 14,132 MW dan 9,098 MVar. Sedangkan pada pemodelan 3 ketika Generator TG 65, TG 66, dan jaringan interkoneksi UBB beroperasi secara sinkron, beban dapat dipasok secara optimal tanpa gangguan pada persentase beban yang terhubung sebesar 75% atau 13,402 MW dan 8,551 MVar hingga 100%. Pada pemodelan 3, ketika beban yang terhubung dibawah dari 9,1 MW dan 5,025 MVar, terjadi *reverse power* pada generator TG 66. Fenomena *reverse power* tersebut dapat dicegah dengan memasang relay *reverse power* pada generator.

REFERENSI

- [1] M. Fikri and D. Anggaini, "Metode Newton Raphson Untuk Analisis Aliran Daya Jaringan Distribusi 12,66 kV," *J. Ilm. SUTET*, vol. 8, no. 2, pp. 114–121, 2018.
- [2] R. dkk Salaman, "Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT Unimed," *Dosen Jur. Pendidik. Tek. Elektro FT Unimed*, pp. 1–13, 2013.
- [3] E. A. Z, T. Trisnawati, and D. B. Z. Mughni, "Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik di PT Zenith Allmart Precisindo," *El Sains J. Elektro*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.30996/elsains.v2i2.4774.
- [4] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, and S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.
- [5] M. Wirandi and Justadi, "Analisis Aliran Daya Pada Jalur Kelistrikan Gedung," *Sendiu*, no. July, pp. 447–453, 2020.
- [6] J. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Semarang, and P. Fibers, "Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 7–10, 2015, doi: 10.15294/jte.v7i1.8580.
- [7] C. N. Priyadi, "Metode Aliran Daya Newton-Raphson."
- [8] U. Faruq, A. Ridho, M. Vrayulis, and E. Julio, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software Etap 12.6," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind.)*, vol. 06, no. 1, pp. 16–22, 2021, doi: 10.31849/sainetin.v6i1.7031.
- [9] B. D. Prabowo, E. Syam, R. Alham, I. Nusantara, and M. Ridwan, "Analisis Aliran Daya Sistem Jaringan Listrik 14 Bus Modified Dengan Metode Newton Raphson," *PoliGrid*, vol. 2, no. 2, p. 46, 2021, doi: 10.46964/poligrid.v2i2.722.
- [10] F. Hermanto, T. Sukmadi, and Karnoto, "Analisis Jatuh Tegangan Dan Arus Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah PT RUM," *Transient*, vol. 2, no. 4, p. 8, 2013, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/4300>.
- [11] S. Sunardiyo, "Studi Analisis Aliran Beban (Load Flow) Sistem Tenaga Listrik Implementasi Pada Jaringan Kelistrikan Di Unnes," *Teknik-UNISFAT*, vol. Vol.4, no. Maret 2009, pp. 117–128, 2009.
- [12] D. T. Elektro and R. Masrul, "Tugas Akhir Analisis Penggunaan Power System Stabilizer (Pss) Dalam Perbaikan Stabilitas Dinamik Sistem," 2009.
- [13] D. Muliadi, "Analisis Perbandingan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Dengan Metode Direct Combustion Dan Gasification Studi Kasus Ptpn Kebun Sei Daun," *Usu*, pp. 7–37, 2019.
- [14] L. T. Utami, *Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Daya Pada Menggunakan Program Simulasi*. 2020.
- [15] A. Susut *et al.*, "Skripsi analisis susut daya pada sistem distribusi tegangan menengah saluran udara dan kabel," 2019.
- [16] R. Kurniawan, S. Hani, And S. Kristiyana, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga

Listrik Di Pt . Kirana Megatara
Menggunakan Software Electric Transient
And Analysis Program (Etap) 12 . 6 62
Kurniawan , Analisa Aliran Daya Pada
Sistem Tenaga Listrik Di Pt . Kirana
Megatara Menggunakan Software ,” Pp. 62–69,
1990.