

Studi Skenario Kendali *Load Shedding* Sistem Tenaga Listrik PT Chandra Asri Petrochemical Tbk

Ceri Ahendyarti¹, Donny Prakarsa Utama¹¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 01 Juni 2022

Direvisi : 14 Juni 2022

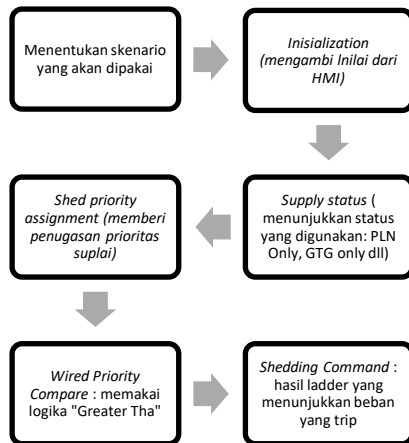
Disetujui : 24 Juni 2022

doi: 10.36055/setrum.v11i1.15890

*Korespondensi Penulis :

ceri.ahend@untirta.ac.id

Graphical abstract



Abstract

PT Chandra Asri Petrochemical Tbk's (CAP) electric power system uses 3 types of power lines, namely, PLN, GTG (Gas Turbine Generator) and STG (Steam Turbine Generator) lines. Disturbances in the electrical power system can occur either small disturbances or large disturbances (blackout). One of the optimization strategies and protection systems to avoid disturbances and maintain the stability of the electric power system is by means of load shedding. Load Shedding is carried out using a Quantum Modicon Schneider PLC with Magelis HMI display on the ISP (Interconnection Synchro Panel) or panels connected to each generator. With some disturbances that caused some losses to the Company PT Chandra Asri Tbk. mentioned above, it is offered to solve the problem by providing a variety of load shedding scenarios. In this study, a simulation of the calculation and variation of load shedding was carried out.

Keywords: load shedding, PLC, HMI

Abstrak

Sistem tenaga listrik PT Chandra Asri Petrochemical Tbk (CAP) menggunakan 3 jenis saluran pembangkit yaitu, saluran PLN, GTG (Gas Turbine Generator) dan STG (Steam Turbine Generator). Gangguan pada sistem tenaga listrik dapat terjadi baik gangguan kecil ataupun gangguan besar (blackout). Salah satu strategi optimalisasi dan sistem proteksi untuk menghindari gangguan dan memelihara kestabilan sistem tenaga listrik adalah dengan cara pemutusan beban (load shedding). *Load Shedding* dilakukan menggunakan PLC Quantum Modicon Schneider dengan tampilan HMI Magelis pada ISP (*Interconnection Synchro Panel*) atau panel yang terhubung pada masing-masing pembangkit. Dengan adanya beberapa gangguan yang menyebabkan beberapa kerugian pada Perusahaan PT Chandra Asri Tbk. yang disebutkan di atas, maka ditawarkan penyelesaian masalah dengan cara memberikan variasi skenario *load shedding*. Pada penelitian ini dilakukan simulasi perhitungan dan variasi *load shedding*.

Kata kunci: load shedding, PLC, HMI

© 2022 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Salah satu hal yang sangat penting bagi PT Chandra Asri Petrochemical Tbk. (CAP) sebagai industri petrokimia terbesar dan terintegrasi secara vertikal di Indonesia adalah sistem kelistrikkannya. PT Chandra Asri Petrochemical Tbk untuk melakukan produktivitasnya menggunakan 3 jenis saluran pembangkit terhubung sinkron yaitu, saluran PLN, GTG (Gas Turbine Generator) dan STG (Steam Turbine Generator). Kapasitas maksimum masing-masing unit pasokan energi listrik di antaranya adalah listrik PLN sebesar 53MW, GTG sebesar 33MW dan STG sebesar 20MW. Umumnya suatu sistem tenaga listrik dikatakan sebagai sistem yang baik jika memenuhi beberapa persyaratan, yaitu: keandalan, kualitas, dan kestabilan.

Suatu sistem tenaga listrik tidak selamanya berjalan ideal karena dalam kenyataannya dapat terjadi gangguan baik gangguan kecil seperti short circuit, turunnya kualitas jaringan listrik ataupun gangguan besar (blackout). Salah satu strategi optimalisasi dan sistem proteksi untuk menghindari gangguan dan memelihara kestabilan sistem tenaga listrik adalah dengan cara pemutusan beban (load shedding). Dalam hal ini, sistem kendali tenaga listrik diperlukan untuk mengoptimalkan pelaksanaan tugas ini, yaitu untuk memilah dan memilih beban

mana yang perlu dilepas atau skenario pada saat supply/input apa yang digunakan. Berdasarkan ketiga supply listrik yang digunakan PT Chandra Asri Tbk akan ada sekian skenario supply yang akan menentukan ketersediaan listrik pada suatu jaringan.

2. LOAD SHEDDING

Load shedding (pemutusan beban) adalah sistem proteksi yang dipasang pada unit pembangkit untuk melepaskan beban secara sengaja baik manual atau otomatis untuk mengamankan integritas jaringan dan menjauhi kemungkinan padam total (*blackouts*) [1]. Pelepasan beban dapat terjadi akibat penurunan frekuensi karena adanya ketidakseimbangan antara daya aktif yang dibangkitkan generator dan konsumsi beban. Prosedur pemutusan beban dilakukan apabila *output* beban yang digunakan lebih besar dari input suplai tenaga. Persamaan yang memenuhi ini adalah

$$P_{Shed} = \sum P_{load} - \sum P_{cap} \quad (1)$$

Metode pelepasan beban terdapat 2 macam untuk menangani gangguan sistem. Pelepasan beban dapat dilakukan melalui komputer pusat yang diprogram sebelumnya sesuai dengan kebutuhan operasi setiap saat dan kondisi setempat. Pelepasan beban ini dibagi menjadi dua model,

a. Manual Load Shedding

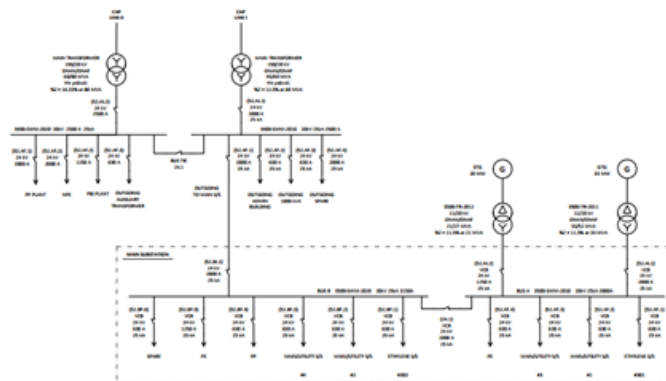
Pelepasan beban secara manual dilakukan pada kondisi yang tidak begitu penting (yang tidak berpengaruh pada proses produksi) atau pada saat kendali otomatis pelepasan beban tidak bekerja (kondisi tidak normal).

b. Automatic Load Shedding

Sistem pelepasan beban secara otomatis ini menggunakan ISP (*Interconnection Synchro Panel*) dan beban yang akan dilepas sudah ditentukan terlebih dahulu dalam sebuah skenario sesuai dengan suplai yang aktif. Skenario prioritas yang disetel angka prioritas yang diberikan pada beban disebut sebagai load priority dan angka prioritas pada *source* tenaga (sumber) disebut sebagai *source priority*. Beban akan diputuskan secara sengaja apabila *source priority* lebih besar dari *load priority*.

2.1 Pembangkitan Listrik PT CAP

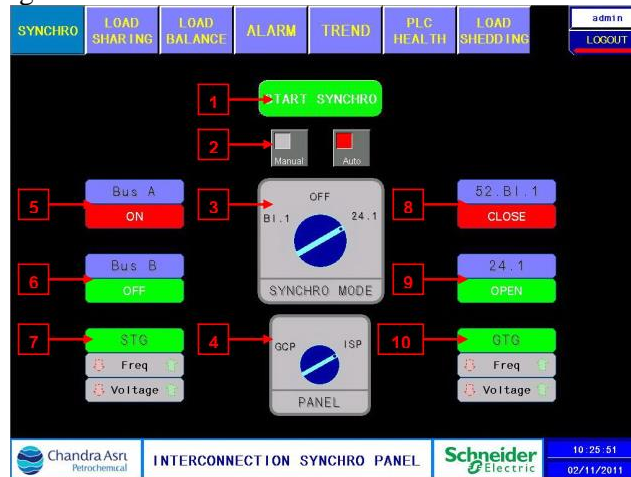
Sebagai perusahaan yang besar, PT CAP memerlukan suatu sistem keandalan listrik yang andal dan memiliki kualitas tenaga listrik yang baik demi menjaga konsistensinya dalam memproduksi bahan baku biji plastik. Adapun drawing simplified dari suplai tenaga dari suplai ke *Main Substation* tersebut dijelaskan sebagai berikut



Gambar 2.1 Simplified Line Diagram

Sistem yang dibuat adalah sistem interkoneksi tenaga listrik dengan 3 pasokan tenaga listrik di atas dan beberapa *substation* (gardu listrik). Sinkronisasi perlu dilakukan untuk menghubungkan pasokan listrik kedalam jaringan listrik yang ada. ISP [6] menyediakan cara untuk melakukan hal tersebut

secara otomatis. Pada HMI ISP Synchro Gambar 2.2 menyediakan 2 cara yaitu auto dan manual (melalui GCP). GCP harus mengatur tegangan, frekuensi dan nilai lainnya secara tepat antara generator dan suplai tenaga listrik.



Gambar 2.2 Tab Synchro

Dalam melakukan distribusi tenaga dan memenuhi kebutuhan beban-beban tertentu dibuat substation atau gardu listrik. Substation digunakan untuk mengubah daya listrik secara menaik (*step up*) atau menurun (*step down*), distribusi listrik dan metering atau sarana komunikasi yang terhubung antara pembangkit dan substation.

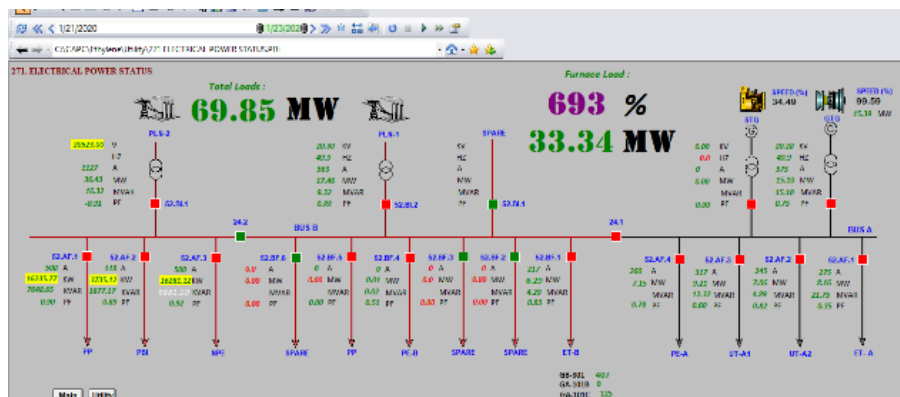
Sumber tenaga listrik dari PLN memiliki 2 jaringan dengan kontrak yang berbeda. Load Shedding atau pelepasan beban terjadi pada *Main Substation*. Jadi untuk line PLN akan dihitung nilai besaran outgoing ke *Main Substation*. Ketika Bustie pada *New Substation* ditutup maka dihitung nilai gabungan besarnya.

2.2 Perhitungan Beban

Simplified single line diagram pada Gambar 2.1 menunjukkan secara umum suplai dan beban PT CAP. Adapun sumber daya listrik PT CAP yang tersedia adalah:

GTG	33MW
STG	20MW
PLN-1	43MW (PF=0.8)
PLN-2	56MW (PF=0.8)

a. Perhitungan 1



Gambar 2.3 Monitoring dari PI Processwork

Berdasarkan data Gambar 2.3 pada tanggal 21 Januari 2020, pendistribusian daya pada unit pabrik (*plant*) yang tersedia adalah

BUS A		BUS B	
PE-A	7.15MW	PP	0MW
UT-A1	9.21MW	PE-B	0.01MW
UT-A2	7.06MW	ET-B	6.29MW
ET-A	8.16MW		

Tabel 1.1 Pendistribusian daya pada unit Pabrik pada 21 Januari 2022

Daya yang digunakan = 37.88MW

Suplai daya GTG+PLN = 32.56MW (freeze)

PLN Line-2

PBI 16.23MW

PP 3.7MW

NPE 16.28MW

Daya yang digunakan = 36.24MW

Suplai daya PLN-2 = 36.43MW

a. Perhitungan 2

Data suplai dan beban yang digunakan pada tanggal 13 Februari 2020, pendistribusian daya pada unit pabrik (plant) yang tersedia pada Gambar HMI ini hanya menampilkan LINE-1 dari jaringan elektrik.

BUS A		BUS B	
PE-A	15.09MW	PP	0MW
UT-A1	OFF	PE-B	0.01MW
UT-A2	9.21MW	ET-B	5.11MW
ET-A	8.16MW		

Tabel 1.1 Pendistribusian daya pada unit Pabrik pada 13 Februari 2022

Daya yang digunakan = 37.58MW

Suplai daya GTG+PLN= 43.5MW

2.2 Skenario Load Shedding, Load Priority dan Source Priority

Skenario pemutusan beban dilakukan apabila daya untuk suplai tenaga listrik berkurang atau terjadi trip pada sejumlah suplai listrik yang dimiliki PT CAP. maka ada 6 skenario yang dibuat yaitu,

1. PLN Only
2. GTG Only
3. STG Only
4. PLN + GTG
5. PLN + STG
6. GTG + STG
7. PLN+GTG + STG

Adapun source priority dari keenam skenario di atas dimuat dalam Lampiran 1. Source priority dibuat berdasarkan kemampuan sumber untuk menopang beban listrik. Pada Gambar 3.4 kemampuan PLN adalah 53MW, STG 20MW dan GTG 33 MW kemampuan sumber menghasilkan daya mempengaruhi nilai beban prioritas (load priority) dimuat pada Lampiran 1. Beban prioritas ini menandakan kemampuan beban yang dapat ditanggung sumber.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

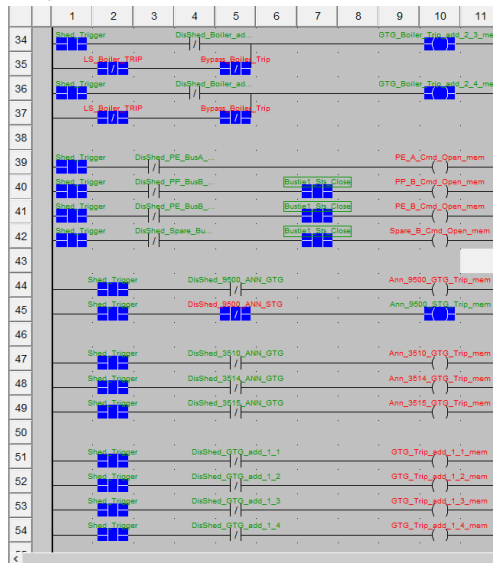
3.1 Hasil Simulasi

Untuk melihat bagaimana load shedding dilakukan pada Simulasi Program maka akan dibagi menjadi 6 bagian sesuai dengan 6 skenario yang tersedia. Program yang digunakan untuk fitur load

shedding pada PLC ISP pada Unity Pro XL V13 hanya program Inisialization, Supply_status, Shed_Priority_assignment, Wired_Priority_compare, dan Shedding_Command program selebihnya berkaitan dengan fitur lain dari PLC ISP.

3.2 PLN Only

sumber PLN saja yang aktif. Untuk mengaktifkannya setidaknya logika Fix_PLN pada program Inisialization bernilai 1 dan logika PLN_Only bernilai 1 ketika PLN_with_Bustie1 aktif pada program Ketika PLN_Only aktif maka PriorityShed_Mem memiliki nilai 1 ini karena logika MOVE di-enable dan memindahkan nilai IN yaitu Priority_PLN_Only yang bernilai 1 ke PriorityShed_Mem sehingga PriorityShed_Mem bernilai 1. Wired_Priority_compare yang mengkomparasikan source priority (PriorityShed_Mem) dengan load priority menggunakan logika GT(*Greater Than*). merupakan beban mana saja yang padam, ANN_9500_STG adalah salah satu beban yang trip pada skenario ini. Ketika menggunakan sumber PLN jika menggunakan dengan Bustie1 maka mengalirkan listrik pada bebang berupa PP_B , PE_B dan SPARE.



Gambar 3.1 Shedding Command PLN

3.3 STG Only

Skenario ini menggunakan sumber STG saja yang aktif. Syarat pengaktifan setidaknya logika Fix_STG pada program Inisialization bernilai 1 dan logika STG_Only bernilai 1. Untuk membuat STG_Only bernilai 1 maka STG_Supply_ON harus bernilai 1. Untuk membuat STG_Supply_ON, STG_Sts_Close dan LS_STG_TRIP di-force menjadi nilai 1 pada program Supply_status.



Gambar 3.2 Shedding Command STG

Pada skenario ini STG_Only aktif pada Gambar 3.2 sehingga menghasilkan PriorityShed_Mem menjadi 3. Sehingga load priority yang lebih kecil dari 3 akan melakukan Shedding. Gambar 4.20 load priority yang di atas 3 akan mengaktifkan DisShed, sebagai logika untuk tidak melepaskan beban. beban seperti ANN_3510_GTG padam karena memiliki load priority

sebesar 3 dan ANN_9500_GTG tidak padam sebab load priority-nya adalah 9. Pada PE_BusB DisShed aktif tapi tidak memberikan sinyal alarm trip pada beban, hal ini karena Bustie1 statusnya dalam keadaan terbuka. Bustie1 harus ditutup untuk menutup Alarm trip pada PE_B, PP_B dan Spare_B.

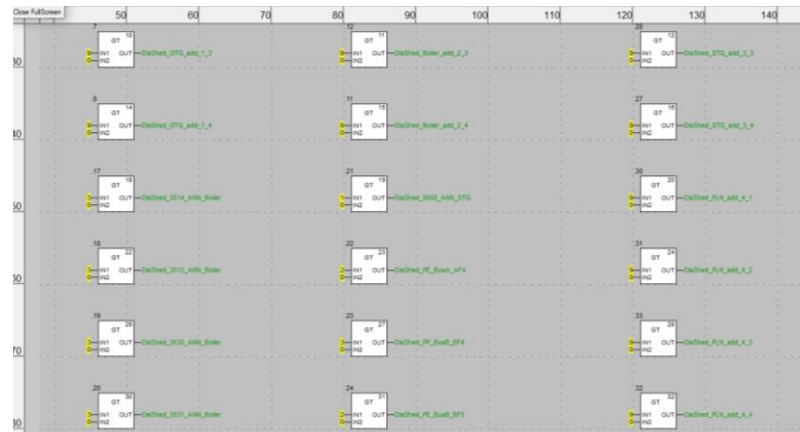
3.4 GTG Only

Skenario ketiga menggunakan suplai dari gas turbin GTG. Dalam program, untuk mengaktifkan GTG_Only setidaknya logika Fix_GTG pada program Inisialization bernilai 1 dan logika GTG_Supply_ON bernilai 1 ketika GTG_Sts_Close dan LS_GTG_TRIP bernilai 1 pada Supply_status.

Pada skenario ini GTG_Only aktif, source priority GTG_Only memiliki nilai 2, sehingga nilai tersebut di MOVE ke PriorityShed_Mem. Karena logika yang digunakan adalah GT(Greater Than), maka load priority bernilai 1 dan 2 akan melakukan Shedding. Gambar 4.24 adalah gambar komparasi load priority dan source priority. Beban seperti ANN_3510_GTG tidak trip karena DisShed_3510_GTG bernilai 1 kemudian GTG_Boiler_add_2_4 dan GTG_Boiler_add_2_3 aktif selain memang nilai load priority-nya 9 tapi juga karena LS_Boiler_TRIP diaktifkan.

3.4 PLN + STG

Skenario ini menggunakan dua sumber aktif yaitu PLN dan generator STG. Untuk mengaktifkannya, pada program Inisialization logika Fix_STG dan Fix_PLN dalam keadaan aktif bernilai 1. Pada program Supply_status logika AND STG_Supply_ON dan PLN_Supply_ON bernilai 1 serta PLN_with_Bustie1 harus aktif.

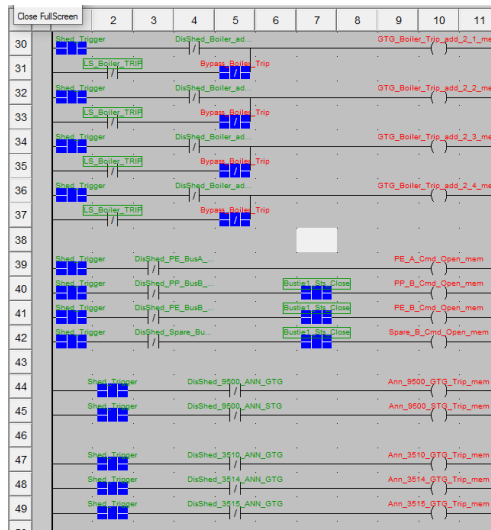


Gambar 3.3 Wired_Priority_Compare PLN/STG

Pada simulasi ini didapatkan bahwa ketika PLN+STG memiliki angka source priority sebesar 0 sehingga dari sini memungkinkan untuk mengaktifkan semua beban yang ada. Terlihat pada Gambar 3.28 logika DiShed aktif artinya tidak perlu melepaskan beban. Adapun alarm yang aktif pada adalah karena LS_Boiler_TRIP tidak diaktifkan.

3.5 PLN +GTG

Skenario ini menggunakan PLN dan GTG. Fix_PLN dan Fix_GTG harus aktif pada program Inisialization. GTG_Supply_ON, PLN_Supply_ON dan PLN_with_Bustie1 dalam keadaan aktif pada program Supply_status.



Gambar 3.4 Shedding Command PLN/GTG

Skenario ini sama seperti sebelumnya hanya saja PLN disandingkan oleh GTG. Pada skenario ini angka source priority-nya yaitu 0. Sehingga dapat menampung beban yang ada karena angka load priority akan selalu lebih besar daripada 0. terlihat bahwa tidak ada alarm yang aktif, artinya tidak ada beban yang di lepas.

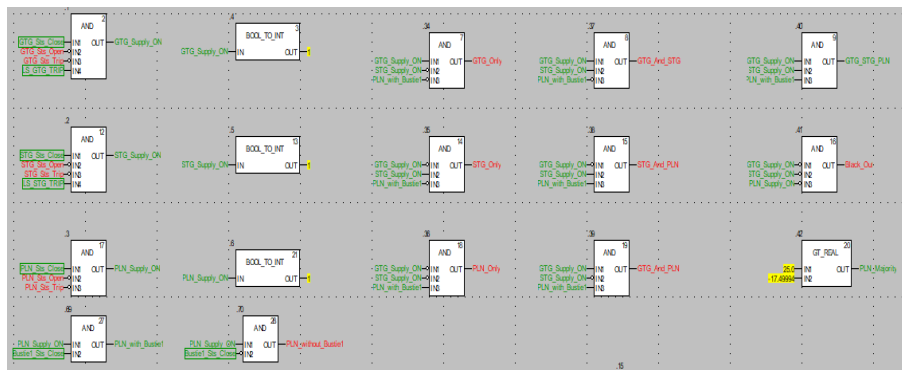
3.6 STG + GTG

Skenario ini menggunakan dua sumber berupa STG dan GTG saja yang aktif. Pada program Inisialization logika Fix_STG dan Fix_GTG di set nilainya ke 1. Pada program Supply_status, STG_Supply_ON dan GTG_Supply_ON serta LS_PLN_TRIP harus aktif karena PLN tidak aktif. LS_PLN_TRIP harus aktif untuk bagian Shed_Priority_assignment agar mengaktifkan/meng-enable logika MOVE pada PriorityShed_Mem.

Pada simulasi skenario ini, semua beban dapat diaktifkan termasuk LS_Boiler_TRIP dalam keadaan logika bernilai 1. Hal ini karena STG+GTG memiliki source priority sebesar 0 sehingga tidak ada beban yang diputus. Hal ini karena nilai *load priority* tidak ada yang bernilai atau di bawah 0.

3.7 PLN+GTG+STG

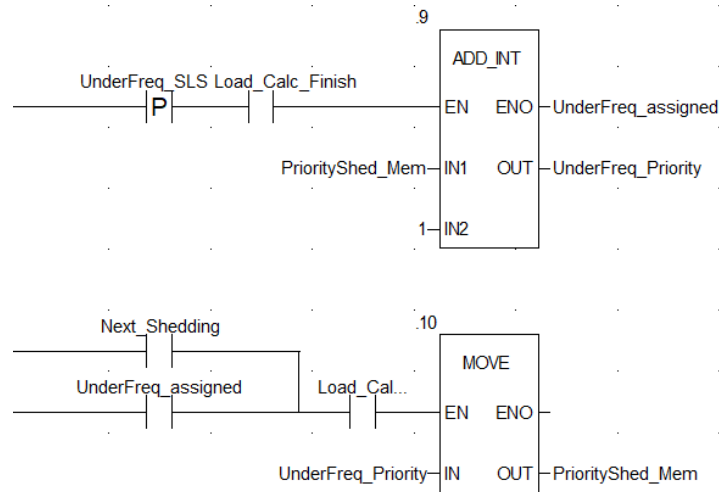
Skenario ini menggunakan semua sumber dalam menyuplai sistem tenaga listrik. Fix_PLN, Fix_STG, dan Fix_GTG harus pada posisi ON pada program Initialize dan begitu juga dengan program Supply_status perlu diaktifkan semua sumbernya. Nilai supply priority yang akan aktif dari penggunaan 3 sumber ini adalah 0. Sehingga pasti semua beban akan dapat mudah ditampung bebannya.



3.5 Under-Frequency

Under-Frequency adalah teknik load shedding untuk menjaga stabilitas sistem daya dengan menghilangkan beban berlebih pada sistem. Skenario ini berbeda dengan skema lainnya atau, lebih tepatnya, skenario pengaman lanjutan apabila frekuensi sistem turun dibatas ambang yang telah ditentukan. Skenario ini lebih ditekankan pada generator STG atau GTG karena pengaruhnya terhadap kecepatan sinkron generator. Program pada Gambar 3.39 adalah Slow_Load_Shedding, di sini UnderFreq_SLS akan aktif apabila GTG_Freq atau STG_Freq memenuhi batas ambang. Batas ambang untuk STG adalah lebih besar dari 0Hz dan lebih kecil dari 48.5Hz, sedangkan GTG lebih besar dari 48.5Hz dan lebih kecil dari 48.5Hz.





Gambar 3.6 Shed_Priority_assignment Under-Frequency

Gambar 3.6 merupakan program Shed_Priority_assignment tempat penugasan PriorityShed_Mem. Pada gambar itu juga menunjukkan fungsi increment pada PriorityShed_Mem. Saat logika ADD_INT enable karena UnderFreq_SLS aktif maka UnderFreq_Assigned nilai IN1+1 dan menjadi nilai output berupa UnderFreq_Priority. Apabila Load_Calc_Finish aktif maka PriorityShed_Mem bertambah.

3.9 Blackout

Blackout merupakan skenario dimana tidak ada sumber yang masuk sehingga menyebabkan pabrik mati total. Dalam PLC pelepasan beban, nilai PriorityShed_Mem akan menjadi 100 sehingga semua beban akan padam karena dalam proses komparasi tidak ada beban yang di atas 100 nilai prioritas bebannya



Gambar 3.7 Wired_Priority_Compare Blackout

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada jurnal kerja praktik yang berjudul “Studi Skenario Kendali Load Shedding Sistem Tenaga Listrik PT Chandra Asri Petrochemical Tbk” ini adalah sebagai berikut:

1. *Load Shedding* atau pelepasan beban adalah metode yang sengaja dilakukan apabila permintaan beban listrik lebih besar daripada suplai listrik. Hal ini dilakukan untuk mengurangi permintaan beban listrik dan menghindari padam total (blackout).

2. *Source priority* PLN Only bernilai 1 artinya load priority yang bernilai 1 akan padam. STG Only bernilai 3 artinya *load priority* dengan nilai 1,2 dan 3 akan padam. GTG Only bernilai 2 artinya load priority dengan nilai 1 dan 2 akan padam. Sedangkan ketika Source Priority bernilai 0 maka tidak ada beban yang padam.
3. Teknik pelepasan beban yang digunakan pada sistem kelistrikan PT Chandra Asri merupakan teknik load shedding islanding. Teknik Islanding artinya memutuskan atau melepaskan beban listrik secara terpulau sehingga semua beban yang masuk dalam pulau tersebut akan padam. Ini digunakan untuk memaksimalkan pelepasan beban dan sistem yang padam secara pulau tidak bekerja secara sebagian.

4.2 Saran

Adapun saran untuk menyempurnakan laporan kerja praktik yang berjudul “Studi Skenario Kendali Load Shedding Sistem Tenaga Listrik PT Chandra Asri Petrochemical Tbk” ini adalah Pembahasan mengenai load shedding pada laporan ini perlu disandingkan dengan software simulasi analisis sistem tenaga seperti ETAP. Sehingga hasil setiap skenario dapat dilihat besaran listriknya berupa daya (watt) atau frekuensinya.

REFERENSI

- [1] J. P. H. Erni Noviyani, “STUDI PELEPASAN BEBAN PADA SKEMA PERTAHANAN (DEFENCE SCHEME) JARINGAN SISTEM KHATULISTIWA,” Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, vol. 2, no. 1, 2016.
- [2] V. E. KRISTIANTI, “Slide Kuliah Dasar Teknik Tenaga Listrik,” [Online]. Available: <http://veronica.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/folder/0.5>. [Diakses 16 Januari 2020].
- [3] W. Bolton, Programmable Logic Controller, Newnes, 2006.
- [4] PT. CHANDRA ASRI PETROCHEMICAL Tbk, S Operating Manual ELECTRICAL WORK PACKAGE III ISP, 2011.
- [5] H. Haryanto dan S. Hidayat, “Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC,” SETRUM , vol. 1, no. 12, pp. 9-16, 2012.
- [6] W. T. A. NATHALIS TIMBIRI, “Analisis Pemakaian Motor Management Relay SR469 terhadap Proteksi Arus Lebih pada Motor Crusher DOZ I,” Reka Elkomika, vol. 2, no. 2, pp. 132-143, 2014.
- [7] Chandra Asri, “Fasilitas,” [Online]. Available: <http://www.chandra-asri.com/our-business/facilities>. [Diakses 6 Januari 2020].