

Analisis Kemampuan Pembangkit Listrik Terhadap Pemakaian Beban Pada Unit *Palm Oil Mill Factory* PT. Padasa Enam Utama Kebun Teluk Dalam

Mahrizal Masri¹⁾, Hermansyah Alam²⁾, Zulfadli Pelawi³⁾, Helma Widya⁴⁾

^{1,2,3)}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UISU-Medan

⁴⁾Dosen Politeknik LP3I, Medan

mahrizal@ft.uisu.ac.id; hermansyah.alam@ft.uisu.ac.id; zulfadlipelawi@gmail.com

Abstrak

Di dalam sebuah pabrik pengolahan kelapa sawit, sangat dibutuhkan sistem kelistrikan yang handal dan efisien guna menunjang proses produksi. Disamping sistem kelistrikan yang handal dan efisien, sangat diperlukan juga sistem pendistribusian dan sistem pembebanan juga sistem proteksi pada pabrik pengolahan kelapa sawit. Pabrik Palm Oil Mill (POM) PT. Padasa Enam Utama Kebun Teluk Dalam adalah suatu perkebunan yang bergerak dalam bidang agroindustri, yang mengolah tandan buah segar dari kelapa sawit untuk diolah menjadi minyak kelapa sawit (CPO). Untuk mendukung pengolahan pabrik POM ini digunakan suatu pembangkit listrik tenaga uap pada pabrik POM didasarkan pada kemudahan dalam memperoleh bahan bakar untuk pemanasan ketel. Keuntungan yang diperoleh pabrik POM hingga dengan saat ini memakai PLTU sebagai pembangkit tenaga listrik adalah : terjadinya penghematan dalam memperoleh bahan bakar, terjadinya proses tepat guna yang sangat menguntungkan bagi intern pabrik dalam arti dari proses sirkulasi produksi hingga bahan tidak terpakai (sisa) hanya kurang lebih 0,1 % dari total keseluruhan, perawatan dilakukan hanya seminggu sekali yaitu pada motor-motor dengan memanfaatkan tenaga-tenaga yang berpengalaman dibidangnya. Kesulitan yang dihadapi pabrik POM hingga saat ini adalah mengeluarkan dana untuk memakai energi listrik sebesar 20 % yang digunakan sebagai penerangan dan perbengkelan dari Pabrik Fractination And Refination (FRF) sebelum dan sesaat PLTU POM beroperasi.

Kata Kunci : PLTU, Daya, Arus, Beban, Motor Listrik

I. PENDAHULUAN

PT. Padasa Enam Utama Kebun Teluk Dalam adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang agro industri. Usaha yang utama dilakukan adalah mengolah Tandan Buah Segar (TBS) untuk dijadikan minyak mentah kelapa sawit atau dengan kata lain *Crude Palm Oil Mill* (CPO). Untuk mengolah TBS tersebut maka PT. Padasa Enam Utama Kebun Teluk Dalam menyediakan sebuah Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

Salah satu nilai efisiensi yang cukup tinggi tersebut adalah sistem kelistrikannya khususnya pembangkit tenaga listrik yang terdapat dipabrik tersebut. Sistem kelistrikan pabrik POMF ini digerakkan dengan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Dengan memanfaatkan hasil limbah olahan dari pabrik POMF sendiri, maka diperoleh bahan bakar guna memanaskan ketel agar dihasilkan steam yang cukup untuk menggerakkan turbin – generator pabrik. Disamping itu pengoperasian pabrik dilakukan dengan melihat jumlah TBS yang masuk untuk diolah. Unit-unit produksi yang ada pada POMF ini terdiri daridua unit yaitu unit Minyak Kelapa Sawit (MKS) dan Inti Kelapa Sawit (IKS).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap

PLTU adalah suatu sistem pembangkit dimana sarana penunjang utamanya adalah uap yang dicapai melalui pemanasan ketel yang mempunyai tekanan uap panas sebagai pendorong sudu-sudu turbin yang dikopel dengan generator. Jika dilihat sarana dan prasarana peralatan yang dibutuhkan suatu pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) pada pabrik POM adalah sebagai berikut:

1. Bahan bakar ketel.
2. Ketel/boiler.
3. Drum steam.
4. Turbin – generator.

Keempat bagian di atas dikoordinasi oleh suatu sistem kontrol yang cukup kompleks artinya saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya .

1. Bahan bakar

Bahan bakar adalah suatu alat penggagas guna memanaskan ketel. Alat penggagas yang digunakan adalah serabut dan cangkang. Digunakannya kedua alat ini karna pertimbangan segi ekonomis dan effisiensinya. Serabut dan cangkang merupakan bahan yang mudah terbakar, selain itu banyak dihasilkan pabrik POM sendiri sebagai limbah padat industri. Pertimbangan lain penggunaan limbah ini sangat effisien karena

terjadi peristiwa siklus energi produksi yang dihasilkan oleh pabrik sendiri.

2. Ketel/boiler

Boiler adalah suatu mesin produksi uap. Untuk memproduksi uap diperlukan bahan-bahan baku antara lain air, bahan bakar, udara dan api. Air dalam hal ini adalah sebagai bahan baku utama untuk diolah menjadi uap. Sedangkan udara, bahan bakar dan api adalah satu kesatuan yang dapat menimbulkan panas, dimana panas inilah yang merubah air dari fasa air menjadi fasa uap. Pada PLTU, uap ini dipakai sebagai sarana penghantar kalor yang disalurkan ke turbin untuk proses selanjutnya, yakni untuk proses mengubahnya menjadi tenaga mekanis pada turbin. Jadi uap ini harus memenuhi beberapa persyaratan misalnya: temperatur, tekanan, kualitas, jumlah air dan zat kimia yang terkandung pada uap tersebut.

3. Drum steam

Drum steam digunakan sebagai tempat bak penampung uap panas yang dihasilkan dari ketel uap. Uap panas yang dihasilkan oleh ketel ini ditampung guna mendapatkan jumlah tekanan uap sebelum disalurkan ke turbin. Tekanan uap yang dikumpulkan diatur melalui kran pembuka / penutup. Tentunya dikontrol melalui alat ukur agar seimbang antara jumlah tekanan uap yang diinginkan dengan perputaran turbin.

4. Turbin – generator

Turbin adalah suatu alat/bagian mesin yang bertugas merubah energi panas/kalor menjadi energi mekanik (putar). Turbin terdiri dari bagian-bagian utamanya adalah rotor, stator, casing, system pengaturan aliran uap dan kondensor, karena pada turbin terdapat bagian-bagian yang bergerak (berputar) maka diperlukan bantalan, pelumas dan oleh karena media yang dipakai adalah bertekanan maka diperlukan juga adanya sistem perapat agar uap tidak keluar. Pada sisi akhir turbin dipasang sebuah alat pendingin yang disebut kondensor, yang fungsinya adalah mendinginkan uap keluar dari turbin, sehingga uap tersebut akan berubah fasa menjadi air kembali. Dengan perubahan fasa ini maka dalam kondensor akan terjadi vacum, dan harga vacum ini akan ikut berperan terhadap peningkatan efisiensi PLTU secara keseluruhan.

2.2 Konversi Energi

Konversi energi yang terbentuk akibat adanya suatu sistem yang dapat saling mempengaruhi dan berputar sehingga terbentuk seperti rantai / roda yang tidak terputus. Begitu juga siklus energi yang terjadi pada sistem pembangkit tenaga listrik pabrik POM PT. Pada Enam Utama Kebun Teluk Dalam seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengkopelan Turbin – Generator

Namun sebelumnya perlu diketahui terlebih dahulu apa yang terjadi pada aktivitas produksi dan apa yang dihasilkan pabrik POM tersebut. Pabrik POM di dalam aktivitasnya memproduksi :

1. Minyak kelapa sawit (CPO)
2. Kernel / Inti

Pada unit pembangkit POM Kebun Teluk Dalam konversi panas yang dikandung oleh uap hasil dari ketel menjadi energi listrik. Uap yang dihasilkan oleh pemanasan ketel sebesar 20 kg/cm^2 mengalir ke dalam turbin dimana disini terjadi konversi energi panas menjadi energi mekanik berupa putaran di dalam turbin, uap kering yang masuk kedalam turbin sebesar 17 kg/cm^2 , sedangkan sisa uap basah sebesar 3 kg/cm^2 dialirkan ke *Steam Vessel* untuk digunakan sebagai proses perebusan.

Di dalam generator konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Dengan pasokan uap 17 kg/cm^2 . Generator ini membangkitkan listrik sebesar 1440 KW pada tegangan kerja 380 Volt. Tenaga listrik ini disalurkan ke bebab-beban yang terdapat pada unit POM melalui Panel Distribusi, karena jarak antara pembangkit dengan beban relatif dekat sehingga tidak menggunakan trafo, sehingga generator hanya melayani beban motor pada unit MKS dan unit IKS.

2.3 Operasi Sistem Pembangkit

Sebelum pembangkit tenaga listrik dijalankan terlebih dahulu dipersiapkan bahan bakar untuk memanaskan ketel. Pemanasan ketel biasanya dibutuhkan waktu 4 jam. Waktu ketel beroperasi di POM adalah pukul 12.00 s/d 22.00 Wib atau sampai pengolahan buah selesai (buah habis). Tetapi pada POM hanya menggunakan waktu pemanasan ketel hanya 30 menit, jadi pemanasan ketel pada POM kurang lebih pukul 11.30 Wib sebelum turbin generator dioperasikan. Persiapan yang dilakukan dari mulai menyiapkan bahan bakar sampai pemanasan ketel hingga pencapaian steam (uap panas) adalah kegiatan rutinitas dan harus dilakukan. Karena ketergantungan dari pembangkit tenaga listrik pabrik POM adalah dari ketersediaan bahan bakar dan juga kegiatan dari dapur ketel sehingga jalinan dari sistem pembangkit tenaga listrik pada pabrik POM dapat terjadi dan terpenuhi.

2.4 Kapasitas Daya

Pada umumnya industri-industri yang bergerak dalam bidang produk eksport banyak menggunakan pembangkit tenaga sendiri. Dimana ada yang menggunakan motor bakar diesel sebagai prime overnya dan ada pula yang menggunakan turbin.

Untuk kelancaran dalam memproduksi minyak kelapa sawit dan untuk keperluan domestik, pada unit POM kebun teluk dalam disuplai oleh 3 buah generator sebagai pembangkit tenaga listrik dan tiga buah turbin uap sebagai penggerak mula masing-masing pembangkit, dimana pembangkit menggunakan turbin uap sebagai *prime overnya* dengan kemampuan penyaluran daya 1800 KVA. Generator I mempunyai kapasitas daya sebesar 1800 KVA, sedangkan Generator II dan Generator III mempunyai kapasitas yang sama yaitu masing-masing 875 KVA jadi total daya dari kedua Generator sebesar 1750 KVA, dalam penggunaannya sistem pembangkit pada unit POM Kebun Teluk Dalam hanya memakai satu pembangkit, biasa digunakan adalah pembangkit 1, sedangkan pembangkit 2 dan 3 sebagai cadangan bila terjadi adanya gangguan pada sistem pembangkit 1. Bila sebahagian mesin telah beroperasi dan tersedia bahan bakar yang cukup untuk menghasilkan jumlah steam untuk memutar turbin dan bila tekanan yang dihasilkan telah cukup mampu untuk menggerakkan turbin, maka dilakukan lah sinkronisasi untuk selanjutnya keseluruhan beban dipikul Turbin –Generator.

2.5 Generator yang Digunakan Pada Pabrik POM

Generator adalah suatu mesin pembangkit listrik. Proses yang terjadi adalah energi mekanik yang dibangkitkan oleh turbin disalurkan ke generator melalui perantara sebuah kopling. Besarnya energi yang dibangkitkan oleh generator sebanding dengan besarnya energi yang dibangkitkan oleh turbin setelah dikurangi adanya rugi-rugi mekanik ataupun rugi-rugi listrik. Dengan adanya proses ini pada generator maka timbul panas, untuk itu generator perlu diberikan pendingin yang dipakai misalnya udara hidrogen, bahkan untuk generator dengan kapasitas besar biasa dipakai pendingin air.

Generator pada unit POM terdapat tiga unit. Dimana datanya sebagai berikut (Tabel 1).

Daya	1800 KVA
Tegangan	380/220 Volt
Putaran	1500 rpm
Frekuensi	50 Hz
Faktor daya	0,8 / 3 phasa
Arus	2734 amp

Dimana data Generator II dan Generator III mempunyai klasifikasi yang sama. Data – datanya sebagai berikut (Tabel 2)

Tabel 2. Spesifikasi data Generator II dan Generator III

Daya	875 KVA
Tegangan	380/220 Volt
Putaran	1500 rpm
Frekuensi	50 Hz
Faktor daya	0,8 / 3 phasa
Arus	1000 amp

2.6 Sistem Kelistrikan Pada Pabrik POM

Sistem jaringan distribusi yang dipakai pada pabrik POM Kebun Teluk Dalam ialah sistem jaringan distribusi bawah tanah (radial). Sebab dari pembangkit tenaga listrik, daya yang keluar dari sistem pembangkit langsung dihubungkan ke bus-bus daya dan tidak ada melalui trafo-trafo. Tegangan yang dikeluarkan oleh pembangkit langsung digunakan untuk beban-beban yang ada pada unit POM. Sehingga persoalan mengenai transmisi tidak ada, disebabkan beban-beban relatif dekat dengan pembangkit. Daya listrik ini disalurkan kepanel kontrol utama dan langsung dibawa melalui pusat pembagi beban. Pemakaian daya listrik dari pembangkit hanya digunakan khusus pada beban motor-motor listrik saja. Untuk beban penerangan, perbengkelan dan motor pompa di suplay daya dari Unit FRF sebesar 20 % dari beban terpasang pada Unit FRF.

2.7 Pembebanan Dan Kebutuhan Daya Listrik

Beban yang terdapat di pabrik POM merupakan jumlah kapasitas yang terpasang. Pemakaian pada tingkat penuh atau pemakaian beban secara keseluruhan adalah hal yang tidak pernah dilakukan. Mengingat kapasitas daya yang terpasang pada pusat pembangkit dengan kapasitas beban yang terpasang jauh lebih besar daya yang terpasang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perbandingan kapasitas yang terpasang pada beban dengan kapasitas pembangkit seperti Tabel 3.

Tabel 3. Pembebanan Motor yang Terpasang

Pembebanan pada Pabrik (Motor)	Jumlah Daya (KW)
Panel I : Distribusi (Capstand)	118.12
Panel II : Distribusi (Screw press)	348.4
Panel III : Distribusi (Clarifikasi)	167.7
Panel IV : Distribusi (Power Kernel)	330.2
Panel V : Distribusi (Ketel Uap)	245
Total	1209.42

Setelah melihat uraian pembebanan pada Tabel 3, maka perlu dijelaskan bahwa sistem

penerangan dan perbengkelan yang merupakan satu kesatuan yang terbentuk dalam suatu pembebanan pada pabrik POM, maka suplai energi yang disalurkan untuk penerangan dan perbengkelan diperoleh dari energi listrik yang diterima FRF. Sebab kedua kegiatan tersebut dipabrik POM hanya dilakukan pada pagi dan siang hari atau sebelum pembangkit POM beroperasi. Perolehan energi listrik yang disuplai ke POM sebesar 20 % dari total pemakaian energi listrik dari FRF. Karena pada pagi harinya sebelum pabrik POM bekerja kegiatan pemeriksaan dan perawatan mesin dilakukan. Kebutuhan energi 20% inilah yang membantu sistem penerangan dan perawatan tadi.

Selanjutnya setelah persiapan ketel dilakukan dan pencapaian steam yang diinginkan telah tercapai maka pembangkit dapat dioperasikan. Pengoperasian pembangkit yang ada di pabrik POM digunakan untuk memenuhi seluruh kebutuhan aktivitas produksi pabrik. Kapasitas pembangkit sebesar 1800 KVA atau 1440 KW jauh lebih besar dari kapasitas beban yang terpasang. Pengoperasian pembangkit dilaksanakan sesuai kebutuhan pabrik, jika dalam keadaan normal hanya satu pembangkit saja yang digunakan. Sedangkan pembangkit yang kedua digunakan sebagai cadangan.

III. PEMBAHASAN

3.1 Pendistribusian Daya

Pada pabrik POM kebun teluk dalam bahwa sistem distribusi daya listrik menggunakan kabel bawah tanah, sistem saluran bawah tanah menyalurkan daya listriknya menggunakan kabel berisolasi dan ditanam didalam tanah. Sistem ini dipakai untuk instalasi tenaga listrik yang menuntut estetika yang baik dan tidak terlalu besar.

Penerapan distribusi daya dari pusat pembangkit hingga beban perlu diperhatikan dari tingkat pengamanannya juga keandalannya. Tingkat keandalan yang dimaksud salah satunya adalah fleksibel artinya sistem distribusi tenaga listrik pada pabrik POM menerapkan tipe radial. Untuk meningkatkan keindahan dan kerapian instalasinya dilakukan dengan penerapan diareal pabrik. Untuk meningkatkan keindahan dan kerapian instalasinya dilakukan dengan penerapan kabel bawah tanah (*underground cabel*). Untuk pemeliharannya tidak begitu sulit dikarenakan kabel-kabel yang terpasang sudah ditempatkan baik itu diatas rak-rak kabel dan tempat-tempat yang mudah dijangkau jika diadakan perawatan menyeluruh.

Keuntungan saluran bawah tanah adalah :

1. Tidak mudah mengalami gangguan.
2. Dipandang dari segi estetika lebih baik.
3. Tidak mengganggu frekuensi telekomunikasi yang berada di sekitar jaringan frekuensi.

Kerugian saluran bawah tanah

1. Biaya investasi awal lebih mahal.
2. Sulit mencari lokasi gangguan dan perbaikan kerusakan.
3. Kurang fleksibel dalam perubahan instalasi.

Sistem distribusi pada unit POM bahwa penyaluran daya dari pembangkit beban tidak memakai trafo-trafo, hal ini disebabkan karena jarak yang relative dekat. Pembangkit yang digunakan hanya memakai satu pembangkit saja sedangkan pembangkit II dan III sebagai cadangan bila pembangkit I terjadi kerusakan atau gangguan.

Daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit I adalah sebesar 1800 KVA sedangkan pembangkit II dan III Sama besarnya adalah 875 KVA, daya ini langsung disalurkan kepanel control distribusi, dimana pada panel ini banyak peralatan listrik yang digunakan untuk penyaluran daya listrik beban, kemudian panel control distribusi ini menyalurkan daya listrik pada unit-unit beban yang ada pada pabrik POM.

Hasil pengamatan di lapangan peneliti memperoleh data-data dari tiap-tiap panel beban terpakai.

Adapun data-data tersebut yaitu :

1. Capstand : 380V . 120A . Cos ϕ 0,8 . 3 ϕ
2. Screw Press : 380V . 400A . Cos ϕ 0,8 . 3 ϕ
3. Clarifikasi : 380V . 180A . Cos ϕ 0,8 . 3 ϕ
4. Power Kernel : 380V . 425A . Cos ϕ 0,8 . 3 ϕ
5. Ketel Uap : 380V . 300A . Cos ϕ 0,8 . 3 ϕ

Dari data-data di atas maka kita biasa menghitungnya dengan menggunakan rumus segi tiga daya pada perhitungan daya murni atau daya aktif.

Rumus yaitu :

Untuk 1 fasa, $P = E_{\text{fasa}} \times I \times \text{Cos } \phi$

: Untuk 3 fasa $P = \sqrt{3} \times E_{L-L} \times I \times \text{Cos } \phi$

Maka langsung dapat kita hitung :

1. Capstand

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times E_{L-L} \times I \times \text{Cos } \phi \\ &= 1,73 \times 380 \text{ V} \times 120 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 63110,4 \text{ Watt} \\ &= 63,11 \text{ KW} \end{aligned}$$

2. Screw Press

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times E_{L-L} \times I \times \text{Cos } \phi \\ &= 1,73 \times 380 \text{ V} \times 400 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 210368 \text{ Watt} \\ &= 210,37 \text{ KW} \end{aligned}$$

3. Clarifikasi

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times E_{L-L} \times I \times \text{Cos } \phi \\ &= 1,73 \times 380 \text{ V} \times 180 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 94665,6 \text{ Watt} \\ &= 94,67 \text{ KW} \end{aligned}$$

4. Power kernel

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times E_{L-L} \times I \times \cos \varphi \\
 &= 1,73 \times 380 \text{ V} \times 425 \text{ A} \times 0,8 \\
 &= 223516 \text{ Watt} \\
 &= 223,52 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

5. Ketel Uap

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times E_{L-L} \times I \times \cos \varphi \\
 &= 1,73 \times 380 \text{ V} \times 300 \text{ A} \times 0,8 \\
 &= 157776 \text{ Watt} \\
 &= 157,78 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

Maka jumlah kapasitas daya beban terpakai adalah :

$$\begin{aligned}
 &P1 + P2 + P3 + P4 + P5 \\
 &\text{Total daya beban terpakai :} \\
 P1 &= 63,11 \text{ KW} \\
 P2 &= 210,37 \text{ KW} \\
 P3 &= 94,67 \text{ KW} \\
 P4 &= 223,52 \text{ KW} \\
 P5 &= 157,78 \text{ KW} \quad + \\
 &= 749,45 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

Jadi total kapasitas daya beban terpakai adalah : 749,45 KW

Tabel 4. Pendistribusian Daya Yang Melalui Sub Panel Distribusi

Unit Beban	Beban Terpasang (KW)	Beban terpakai (KW)
Capstand	118.12	63.11
Screwpress	348.4	210.37
Clarifikasi	167.7	94.67
Power Kernel	330.2	223.52
Ketel Uap	245	157.78
Total	1209.42	749.45

Dari Tabel 4 rata-rata pemakaian daya pada beban yang terpasang kurang lebih hanya setengahnya saja. Atau jika dihitung dalam persentase pemakaian beban dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase pemakaian beban} &= \\
 &\frac{\text{Beban terpasang} - \text{Beban terpakai}}{\text{Beban terpasang}} \times 100\% \\
 &= \frac{1209.42 \text{ KW} - 750 \text{ KW}}{1209.42} \times 100\% = 37.98\%
 \end{aligned}$$

Setelah dihitung persentase pemakaian beban kurang dari 100% atau hanya 37,98% ini menunjukkan juga bahwa beban yang terpasang tidak sepenuhnya dipakai. Nilai persentase di atas sewaktu-waktu dapat berubah sesuai kondisi operasi yang telah disebutkan terlebih dahulu.

3.2 Daya dan beban yang terpakai

Pada unit POM kebun Teluk Dalam ini tidak semua daya yang terpasang bekerja pada saat

beroperasi hal ini disebabkan karena ada beberapa klasifikasi beban motor yaitu :

1. Motor yang bekerja secara kontiniu (bekerja pada saat POM beroperasi) misalnya : Diggester, Stripper dan lain-lain
2. Motor yang bekerja secara non kontiniu (bekerja pada saat tertentu) misalnya : pada Loading Ramp (pada saat Tandan Buah segar dimasukkan kedalam lory-lory)
3. Motor yang digunakan sebagai cadangan saja, apabila terjadi gangguan atau kerusakan. Motor yang bekerja secara non kontiniu (bekerja pada saat tertentu) pada beban motor pada POM.

Dari data yang diperoleh dilapangan daya yang terpakai berkisar antara 600 KW – 750 KW saja, hal ini sangat berbeda dengan jumlah daya yang terpasang. Maka pada pabrik POM ini hanya memakai satu unit pembangkit saja. Keadaan yang demikian disebabkan pabrik beroperasi mengikuti keadaan TBS yang masuk. Persoalan yang menjadi dasar dari sistem kelistrikan POM adalah adanya suplai daya yang penuh pada saat beroperasi. Beban dasar yang terpasang pada pabrik POM adalah 1209,42 KW. sedangkan kapasitas pembangkit 1800 KVA. Atau 1440 KW Melihat kenyataan ini tentunya jika penggunaan beban pabrik mendekati titik maksimum, pembangkit I masih sanggup melayani beban karena kapasitas pembangkit lebih besar dari beban terpasang. Sehingga daya yang disuplai pembangkit mempunyai nilai ekonomis, artinya jika POM bekerja tentu terjadi sirkulasi energi yang berkelanjutan. Disamping itu energi yang dipakai hanya sepenuhnya digunakan pada saat POM beroperasi saja. Selebihnya untuk keperluan emergency dan penerangan dilakukan paralelisasi energi listrik dari unit FRF sebesar 20% dari total energi yang terpakai.

Untuk beban hanya terdiri dari beban-beban motor saja, hal ini disebabkan karena beban untuk penerangan, perbengkelan dan lain-lain daya disuplai oleh unit FRF yaitu sekitar 20% dari total pemakaian daya FRF (800 KW) atau sekitar 160 KW, hal ini terjadi karena pembangkit listrik tenaga uap pada unit POM belum bekerja, dan unit POM beroperasi kira-kira mulai pukul 13.00 Wib – 21.00 Wib atau sampai pengolahan tandan buah segar selesai. Pembebanan yang dilakukan pada saat POM beroperasi selalu berubah-ubah sesuai dengan tersedianya jumlah TBS yang akan diolah. Dengan melihat keadaan pada gambar 4.2. menunjukkan grafik pemakaian daya, ternyata rata-rata beroperasinya beban sebesar 729.92 KW. sementara beban terpasang sebesar 1209,42KW atau terjadi pengurangan pemakaian beban sebesar 37,98% dari total beban terpasang. Perlu diketahui didalam beban pabrik sendiri terjadi saling membeck-up motor dengan motor yang lain. Jika beban motor pada unit yang sama memiliki fungsi

yang sama dapat bekerja saling bergantian sesuai dengan lamanya jam operasi motor.

3.3 Karakteristik Pemakaian Beban

a. Faktor Kebutuhan (Demand Factor)

Adalah perbandingan antara beban rata-rata yang terpakai dari suatu pembangkit dengan seluruh beban yang terpasang pada pusat beban kemudian dikalikan dengan 100 %

$$\begin{aligned} \text{Faktor kebutuhan} &= \frac{\text{Beban Rata - rata (KW)}}{\text{Beban Terpasang (KW)}} \times 100 \% \\ \text{Faktor Kebutuhan} &= \frac{729,92}{1209,42} \times 100 \% \\ \text{faktor kebutuhan} &= 60,35 \% \end{aligned}$$

Beban terpasang masih lebih besar dari beban maksimal, hal ini yang menjadi faktor untuk memperhitungkan faktor kebutuhan pada unit POM. Beban maksimal pada unit POM adalah 750 KW.

b. Faktor Keperluan (Utility Factor)

Adalah perbandingan antara kebutuhan maksimal dengan kapasitas pembangkit dan dikalikan dengan 100 %

$$\begin{aligned} \text{Faktor Utilisasi} &= \frac{\text{Kebutuhan Maksimal (KW)}}{\text{Kapasitas rated (KW)}} \times 100 \% \\ \text{Faktor Utilisasi} &= \frac{750\text{KW}}{1440\text{KW}} \times 100 \% \\ \text{Faktor Utilisasi} &= 52 \% \end{aligned}$$

Dilihat dari analisa diatas bahwa pembangkit yang bekerja pada saat Unit POM beroperasi mempunyai yang tidak terpakai sebesar 48 % sehingga pembangkit masih mampu melayani kebutuhan beban.

c. Faktor Beban (Load Factor)

Adalah perbandingan antara beban rata-rata dengan beban maksimum pemakaian yang kemudian dikalikan dengan 100 %

$$\begin{aligned} \text{Faktor Beban Harian} &= \frac{\text{Beban Rata - rata (KW)}}{\text{Beban Maksimum (KW)}} \times 100\% \\ \text{Faktor Beban Harian} &= \frac{729,92}{750} \times 100 \% \\ \text{Faktor Beban Harian} &= 97 \% \end{aligned}$$

Terlihat dari beban harian lebih kecil dari satu (< 1), karena pada dasarnya dalam pemakaian energi listrik beban rata-rata tidak akan melampaui besarnya beban maksimum.

d. Faktor Pembangkit (Plant Factor)

Adalah perbandingan beban rata-rata dengan kapasitas pembangkit kemudian dikalikan dengan 100 %

$$\begin{aligned} \text{Beban rata-rata pemakaian perhari dalam satu minggu} &= 729,92 \text{ KW} \\ \text{Kapasitas Pembangkit} &= 1800 \text{ KVA} \\ \text{Faktor Daya} &= 0,8 \\ \text{Daya nyata} &= 1800 \text{ KVA} \times 0,8 = 1440 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pembangkit adalah} &= \frac{\text{Beban Rata - rata}}{\text{Kapasitas Pembangkit}} \times 100 \% \\ &= \frac{729,92 \text{ KW}}{1440 \text{ KW}} \times 100 \% = 50,7 \% \end{aligned}$$

Penguraian dari analisa di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

Jika pemakaian faktor > 1 atau sama dengan 100 %, maka pembangkit dioperasikan pada tingkat yang maksimum. Berarti seluruh kapasitas pembangkit mempunyai tingkat kritikal daya. Begitu juga sebaliknya jika faktor pembangkit < 1 atau dibawah 100 %, maka pembangkit tidak dioperasikan pada tingkat maksimum. Berarti pembangkit tidak mengalami kritikal daya. Untuk analisa pembangkit diatas dihitung berdasarkan jumlah dari satu pembangkit.

Daya yang mampu dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga uap pada unit POM :

- dari uraian yang terdahulu bahwa total daya yang dibangkitkan bila seluruh turbin yang bekerja secara serempak adalah :

GT I	= 1440 KW
GT II	= 700 KW
GT III	= 700 KW
TOTAL	= 2840 KW

- Jumlah yang ada pada Unit POM saat beroperasi hanya beban-beban motor listrik saja yang dilayani oleh pembangkit, dimana beban terpasang untuk seluruh unit POM sebesar 1209,42 KW

- Perbandingan antara kemampuan pembangkit terhadap beban yang terpasang adalah :

Kemampuan pembangkit	= 2840 KW
Beban terpasang	= 1209,42 KW

 Jadi pembangkit hanya menerima beban sekitar ;

$$= \frac{1209,42 \text{ KW}}{2840 \text{ KW}} \times 100 \% = 42,58 \%$$

Hal ini terjadi jika seluruh unit motor pada POM beroperasi dan ketiga pembangkit listrik yang ada di unit POM masih mampu melayani beban dan sisa pemakaian pembangkit masih sebesar 57,42 %

Tetapi dalam kenyataannya bahwa pembangkit listrik yang digunakan hanya memakai

satu unit saja, dimana satu pembangkit hanya memakai beban sebesar :

$$= \frac{729,92 \text{ KW}}{1440 \text{ KW}} \times 100 \% \\ = 50,68 \%$$

Dari analisa maka pembangkit yang dimiliki oleh unit POM masih mampu menyediakan daya listrik dalam pemenuhan beban-beban motor yang ada pada saat sekarang ini.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Pembentukan sistem yang didukung dengan sistem pembangkit yang tersedia menggambarkan kedua sistem ini mempunyai keterkaitan satu dengan lainnya. Untuk sistem kelistrikan yang terbentuk dipabrik POM khusus difokuskan kepada nilai efisiensi sistem kelistrikan dikaitkan dengan sistem tenaga listrik yang terbentuk dalam sirkulasi energi pada pembangkit tenaga listrik yang terdapat di pabrik POM. Jika telah dibahas pada bab-bab sebelumnya pabrik POM tidak akan dapat beroperasi tanpa ada TBS yang akan diolah. Sebab pengolahan TBS akan menyisakan serabut dan cangkang sebagai bahan bakar ketel uap untuk menggerakkan turbin - generator pada sistem tenaga listrik POM. Untuk nilai-nilai yang diperoleh dari pembahasan ini dapat digaris bawahi sebagai berikut :

- a. sistem kelistrikan yang dimaksud didalam pembahasan ini lebih memokuskan kepada sistem tenaga listrik yang terbentuk dan sangat mempengaruhi satu sama lain antara pembangkit dan bahan komoditi yang akan diolah.
- b. Pembangkit yang tersedia digerakkan dengan turbin uap. Kapasitas pembangkit I 1800 KVA dan pembangkit II dan III mempunyai kapasitas yang sama yaitu 875 KVA. Namun hanya satu pembangkit saja yang dioperasikan. Sedangkan pembangkit II dan III digunakan sebagai cadangan. Tetapi tidak tertutup kemungkinan digunakan ketiganya apabila TBS yang masuk ke pabrik POM cukup banyak sehingga pabrik POM beroperasi secara maksimal.
- c. Pemakaian beban dari waktu ke waktu selalu berubah-ubah, disebabkan karena jumlah TBS yang masuk ke pabrik POM tidak selalu sama.
- d. Sesuai dengan pemakaian rata-rata beban sebesar 729,92 KW, beban yang digunakan jauh dari beban terpasang.

4.2 Saran

Sebagai saran dalam pembahasan ini peneliti membuat beberapa catatan penting sebagai tindak lanjut bagi para pembaca untuk lebih dalam lagi membahas permasalahan yaitu :

1. Dengan melihat dan meneliti langsung di lapangan sebaiknya sistem pengontrolan pada ruang mesin perlu diperbaharui dengan peralatan yang lebih modren.
2. Ketergantungan operasional pabrik POM secara menyeluruh terhadap komoditi bahan baku yang akan diolah lama-kelamaan akan menyulitkan pabrik POM sendiri dimasa-masa ke depan seperti pengembangan sistem kelistrikan tenaga listriknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley Jr, Stephen D Umans, 1992, *Mesin – Mesin Listrik*, Erlangga, Jakarta 1992.
- [2]. Abdul Kadir. 1995, *Energi*, Jakarta, Erlangga
- [3]. Abdul Kadir, 1996, *Pembangkit Tenaga Listrik*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- [4]. Abdul Kadir “Mesin Serempak” Djambatan. Abdul Kadir, 1996, *Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia-Press.
- [5]. Abdul Kadir, 1998, *Transmisi Tenaga listrik*, Penerbit Universitas Indonesia., Jakarta
- [6]. Arismunandar. A, 1975, *Teknik Tegangan Tinggi*, Pradya Pratama, Jakarta.
- [7]. Alam, Syahrial, dan Taryana, 2015, *Pemodelan Dan Simulasi Automatic Voltage Regulator Untuk Generator Sinkron 3kV Berbasis Proportional Integral*. Vol.3, No.2. Juli 2015. Bandung. Institut Teknologi Nasional.
- [8]. Antono dan Khambali, 2013, *Penerapan Sinkronisasi Jaringan Listrik Tiga Fasa PLN Dengan Generator Sinkron Menggunakan Trainer Power System Simulation*. Vol.2, No.3. Desember 2013. Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- [9]. Amien, 2014, *Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya*. Vol. 7, No.1. April 2014. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [10]. Arismunandar, 1982, *Teknik Tenaga Listrik Jilid II Saluran Transmis*. Jakarta: A. PT. Pradnya Paramita.
- [11]. Aryadi dan Amien, 2015, *Analisis Penentuan Tegangan Terminal, Regulasi, Dan Efisiensi Generator Sinkron 3 Fasa Rotor Salient Pole Dengan Metode Blondel (Two Reaction Theory)*. Vol. 13, No.36. Nopember 2015. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [12]. Gunawan et al, 1993, *Mesin Dan Rangkaian Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- [13]. Khatimah et al., 2014, *Analisis Pengaturan Tegangan Generator Sinkron Tiga Fasa Hubungan Bintang Akibat Pembebanan Tidak Seimbang*. Sinergi No.2, Tahun.12 Oktober 2014. Jakarta: Seminar Nasional.

- [14]. Laksono dan Febrianda, 2015, *Analisa Performansi Tanggapan Tegangan Sistem Eksitasi Generator Terhadap Perubahan Parameter*. Vol.4, No.1. Maret 2015. Padang: Universitas Andalas.
- [15]. Mitani et al. 2014, *PID-MPC Based Automatic Voltage Regulator Design In Wide-Area Interconnect Power System*. Vol.4, No.8. Agustus 2014. Jepang: Kyushu Institute Of Technology.
- [16]. Pabla. A.S, 1974. *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Penerbit Erlangga.
- [17]. Ridzki, 2013, *Analisis Perubahan ksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator*. Vol.11, No.2. Oktober 2013. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [18]. Suheri dan Harahap, 2016, *Analisis Dan Simulasi Pengaturan Tegangan Generator Induksi Berpenguatan Sendiri Dengan Menggunakan Static Synchronous Compensator (STATCOM)*. Vol.14, No.40. Maret 2016. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [19]. Suyitno, 2011, *Pembangkit Energi Listrik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [20]. Wijaya, Mochtar, 2001, *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djembatan.
- [21]. Yulianto dan Laksono, 2013, *Evaluasi Pola Tingkah Laku Tegangan Sistem Eksitasi Generator Dengan Metoda Penempatan Kutub Menggunakan Algoritma Bass-Gura*. Vol.2, No.2. September 2013. Padang: Universitas Andalas.
- [22]. Zuhail, 1988, *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*, Gramedia Pustaka Utama.