

IV. ANALISA DATA

Diesel generator digunakan untuk mensuplai beban penyewa (tenant) dan chiller pada pukul 18.00–22.00. Dan sebagai sumber tenaga listrik cadangan bila terjadi gangguan pada listrik PLN sebelum pukul 18.00.

Pengaturan tegangan terhadap perubahan beban dilakukan dengan mengatur arus eksitasi pada kumparan medan eksiter. Perubahan arus beban berbanding lurus dengan rugi resistansi belitan, agar tegangan terminal konstan, maka tegangan induksi dinaikkan. Penggunaan diesel generator di Tunjungan Plaza II memberikan beberapa keuntungan antara lain :

- Biaya pemakaian listrik pada waktu beban puncak (WBP) atau HT (High Tariff) lebih murah dari pada biaya pembelian listrik dari PLN.
- Kontinuitas dan kestabilan lebih terjamin.
- Tegangannya lebih mudah diatur. Tegangan output generator diatur secara otomatis oleh rangkaian Automatic Voltage Regulator. Pengaturan tegangan juga dapat dilakukan dengan mengubah harga tahanan shunt yang terhubung secara paralel dengan kumparan medan generator exciter.
- Kerugian gesekan kecil, karena generator yang digunakan tidak mempunyai sikat.

Pemakaian diesel generator juga memiliki kerugian antara lain:

- Tidak dapat menanggung beban yang besar, hanya dapat menarik beban maksimum sesuai dengan ratingnya yang relatif kecil. Generator yang

dipakai di BBD Tower-Plaza Tunjungan II hanya dapat menarik beban **1250KVA**.

- Bising, hal ini tergantung besarnya beban, semakin besar beban semakin besar tingkat kebisingannya.

1. GAS BUANG

Pipa gas buang atau knalpot dari diesel engine yang ada di BBD Tower-Plaza Tunjungan II mempunyai diameter 14". Pipa gas buang tersebut dibuat dengan diameter yang cukup besar dan ada dua buah, karena supaya dapat berfungsi untuk mencegah tekanan balik dari gas buang dan harus dipasang secara bebas sehingga pemuaian dan pengkerutan pipa tidak terganggu atau mengganggu bagian mesin yang lainnya. Antara diesel dan knalpot terdapat flexible connection **yang** berbentuk pegas rangkap dua, **yang berfungsi** untuk meredam getaran waktu genset beroperasi. Knalpot ini juga dilengkapi dengan dua buah silencer. Silencer berfungsi untuk meredam kebisingan akibat kecepatan gas buang dalam knalpot. Di dalam silencer kecepatan gas buang mendadak kecil pada saat gas masuk silencer.

2. RUBBER MOUNTED

Jika base frame tidak dilengkapi dengan rubber mounted, maka base frame akan bergetar sehingga beton penyangga base frame juga bergetar akibatnya pondasi beton tidak tahan lama.

3. PENDINGIN GENSET

Pada dasarnya genset yang ada di BBD Tower-Plaza Tunjungan II didinginkan oleh cooling water sistem. Pada cooling water sistem, terdapat tower yang dibagian atasnya terpasang motor yang digunakan untuk menggerakkan kipas untuk mendinginkan air. Sedangkan di dalam cooling tower tersebut terdapat springkler yang digunakan untuk mematahkan air dengan tujuan supaya air tersebut didinginkan dengan kipas angin. **Air** pendingin yang akan digunakan untuk mendinginkan genset tidak langsung masuk ke mesin diesel, tetapi air tersebut terlebih dahulu masuk ke dalam heat exchanger. Di dalam heat exchanger terdapat dua macam kumparan yang berfungsi untuk menerima air dari cooling water dan kumparan yang lainnya digunakan untuk menerima air dari mesin diesel. Air yang ada di mesin diesel suhunya dibatasi antara 60°C – 80°C . Apabila suhu air yang ada di dalam mesin diesel sudah mencapai 80°C , maka automatic valve yang dipasang di sebelah atas yang ada di antara mesin diesel dan heat exchanger akan membuka, sehingga air dari mesin diesel mengalir ke dalam heat exchanger, lalu air tersebut didinginkan oleh air dari cooling tower di dalam heat exchanger. Setelah didinginkan maka air **keluar** dari heat exchanger masuk kembali ke dalam mesin diesel melalui automatic valve yang dipasang di sebelah bawah antara mesin diesel dan heat exchanger, kemudian secara otomatis valve tersebut akan menutup. Begitu seterusnya untuk proses yang berikutnya.

4. DIESEL ENGINE

Penggerak mula yang digunakan pada pembangkit tenaga listrik untuk BBD Tower-Plaza Tunjungan II adalah mesin diesel YANMAR dengan model 12 NHL. Mesin ini mempunyai beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya.

Diesel yang digunakan pada pembangkit listrik di BBD Tower-Plaza Tunjungan II mempunyai rpm 1500, termasuk dalam mesin diesel putaran tinggi.

Diesel yang ada di BBD Tower-Plaza Tunjungan II menggunakan pendingin air dan dilengkapi dengan turbo charger serta sistim injeksi bahan bakar langsung. Turbo charger digunakan untuk mendapatkan daya diesel yang lebih besar. Dengan turbo charger, diesel memerlukan udara lebih banyak daripada tidak memakai turbo charger. Dengan konsumsi udara yang lebih banyak maka pembakaran lebih sempurna sehingga dapat menambah daya diesel.

Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk menjalankan diesel generator, antara lain :

- Memeriksa permukaan air pendingin, minyak pelumas, dan bahan bakar di tangki harian.
- Memeriksa dan menyiapkan diesel engine dan accessorisnya untuk start sesuai dengan petunjuk yang berlaku untuk diesel engine.
- Memeriksa kran-kran pada pipa bahan bakar, dan air pendingin.
- Menekan tombol start diesel ke posisi automatic service.

5. SISTEM BAHAN BAKAR

Bahan bakar yang digunakan pada mesin diesel di BBD Tower-Plaza Tunjungan II adalah minyak solar dengan kadar sulfur 0,5% dan harus selalu disaring sebelum diinjeksikan. Letak dari tangki bahan bakar harian (daily tank) diletakkan dekat mesin diesel untuk mempermudah jalannya bahan bakar. Tangki bahan bakar harian diletakkan lebih tinggi dari kedudukan mesin diesel (minimum 1,5m di atas fuel injection pump), sehingga solar tersebut dapat mengalir ke mesin diesel yang disalurkan ke fuel injection pump melalui filter duplex masuk ke ruang pembakaran. Tangki bahan bakar harian yang ada di BBD Tower-Plaza Tunjungan II berbentuk segi empat yang terdiri dari satu buah unit dengan volume 2.000 liter. Daily tank ini selalu terisi penuh karena mendapat suplai langsung dari storage tank dengan menggunakan pompa yang digerakkan oleh motor listrik. Jadi jika minyak solar yang ada di daily tank itu terpakai sebanyak 1500 liter untuk mensuplai kedua diesel generator, maka secara otomatis storage tank akan mengisi daily tank sebanyak 1.500 liter sehingga volume yang ada di daily tank tetap 2.000 liter. Sedangkan untuk tangki bahan bakar utama (storage tank) diletakkan pada tempat yang mudah pengisiannya dan terletak di luar gedung pembangkit dan ditanam dalam tanah. Storage tank mempunyai volume 20.000 liter dan bentuknya adalah cylinder. Pada storage tank juga dilengkapi control automatic yang digunakan untuk mengukur volume dari solar yang ada didalamnya. Di dalam storage tank batas

minimum solar adalah 7.000 liter, sehingga apabila sudah menunjukkan 7.000 liter, maka storage tank harus ditambah isinya.

Beberapa syarat yang harus dipenuhi dan diperhatikan untuk mengisi tangki utama adalah sebagai berikut:

- Mengukur berat jenisnya. Berat jenis solar dengan mutu yang baik adalah $0,82 \text{ kg/m}^3$, dengan menggunakan alat pengukur berat jenis.
- Mengukur jenisnya, dengan menggunakan alat ukur gelas kaca.

Selain dilengkapi dengan pompa harian, tangki bahan bakar harian juga dilengkapi dengan pelampung ON – OFF yang berfungsi sebagai indikator level. Cara kerja pelampung tersebut berdasarkan sinyal on-off yang diberikan oleh suatu pelampung yang terdapat dalam tangki. Jika pelampung dalam posisi minimum, akan menggerakkan switch agar on. Sinyal on menghidupkan motor listrik pompa bahan bakar dan tangki diisi. Setelah tangki penuh posisi pelampung maksimum, switch off dan motor berhenti. Kelebihan bahan bakar pada tangki harian waktu pengisian disalurkan kembali ke tangki utama.

6. SISTEM START

Untuk inenggerakkan motor listrik yang akan digunakan untuk menstart diesel generator 1250 **KVA** yang ada, digunakan metode air starting sistem. Cara ini digunakan untuk memudahkan starting dari diesel generator, dimana udara pada air reservoir yang bertekanan 28 kg/cm^2 akan masuk ke air filter dan akan dikabutkan dengan solar untuk kemudian **masuk** ke ruang bakar.

Motor ini akan memutar rotor generator, putaran rotor ini memotong medan magnet yang dihasilkan oleh exciter. Akibat terpotongnya medan magnet ini timbullah tegangan.

7. SISTEM EKSITASI

Sistem eksitasi di BBD Tower-Plaza Tunjungan II menggunakan **AVR** (Automatic Voltage Regulator) type MX321. Sebuah pilot exciter dengan magnet permanen menyediakan energi melalui **AVR** untuk main exciter. Output dari main exciter akan menyudai kumparan rotor utama melalui penyearah gelombang penuh tiga phasa yang terdiri dari enam buah dioda, sehingga menimbulkan medan magnet. Setelah rotor berputar maka akan memotong medan magnet

8. SISTEM KONTROL

Umumnya sistem kontrol untuk menstart generator adalah sistem kontrol manual dan otomatis.

1. Sistem kontrol manual. Kontrol secara manual pada saat beban tidak merupakan beban kritis dan harus ada operator setiap saat untuk pengawasan, dimana penunjukan switch starter menunjuk manual.
2. Sistem kontrol otomatis. Untuk menyediakan daya darurat, sistem harus mempunyai penstart mesin yang otomatis dan alat pentransfer otomatis. Secara umum sumber tenaga listrik adalah sumber normal dari PLN, dan generator menyediakan tenaga listrik

yang akan digunakan untuk waktu beban puncak dan dalam keadaan darurat bila sumber tenaga dari PLN mengalami gangguan. Dengan sistem kontrol otomatis ini, sumber tenaga listrik dapat dimonitor dan mesin akan distart secara otomatis jika ada gangguan misalnya tegangan dan frekuensi yang tidak normal. Sistem ini juga memasukkan beban secara otomatis saat generator stabil pada tegangan dan kecepatan yang telah ditentukan. Apa bila tenaga listrik sumber (PLN) sudah berjalan normal, tombol pemindah akan memindahkan beban dan mematikan generator secara otomatis.

Yang dimaksud dengan pergantian suplai listrik disini adalah pergantian suplai dari sumber PLN ke sumber diesel generator set. Terjadinya pemindahan suplai listrik ini terjadi pada pukul 18.00 WIB. Hal ini dimaksudkan sebagai efisiensi karena harga listrik dari PLN pada saat ini mahal karena termasuk waktu beban puncak, juga dimaksudkan sebagai upaya untuk meningkatkan kontinuitas daya listrik. Sebelum generator digunakan sebagai pengganti suplai listrik dari PLN generator dipersiapkan terlebih dahulu pada pukul 17.30 WIB.

Pada saat terjadinya perpindahan suplai ini terjadi sedikit kedipan, hal ini karena selisih waktu masuknya generator dengan keluarnya sumber dari PLN adalah 2 detik. Di Plaza Tunjungan II hanya ada Auto Change Over Switch (Auto COS), yang memindahkan PLN ke Diesel Generator. Pada Auto COS ini diset waktu untuk proses perpindahan sebesar 2 detik.

9. PERAWATAN GENERATOR

Perawatan generator yang dilakukan di Tunjungan Plaza II ini meliputi: pergantian minyak pelumas yang dilakukan setiap 600 jam pemakaian, membersihkan filter udara untuk turbo charger setiap 3 bulan sekali, membersihkan heat exchanger dan cooling tower juga setiap 3 bulan sekali.

10. PANEL GENERATOR DAN KOMPONENNYA

Peralatan yang penting untuk suatu pembangkit listrik adalah panel. Fungsi dari panel secara umum adalah untuk memonitor dan mengatur suplai listrik. Dengan adanya panel tersebut maka operator dapat memonitor suplai listrik dari PLN. Jika terjadi gangguan misalnya tegangan berubah lebih dari batas yang ditetapkan (kira-kira **10%**), frekuensi berubah, operator akan memutuskan listrik dari PLN dengan membuka CB dari PLN, kemudian genset dihidupkan, diatur tegangannya dan juga diatur frekuensinya. Setelah genset beroperasi dengan normal, CB menghubungkan genset dengan sistem listrik atau distribusi panel. Circuit breaker biasanya digunakan untuk membatasi arus nominal dan juga sebagai pengaman terhadap short circuit.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh circuit breaker adalah apabila terjadi gangguan, maka circuit breaker secepat mungkin dapat mengisolir atau memutuskan instalasi yang mengalami gangguan, harus cukup handal untuk memutuskan arus nominal maupun arus hubung singkat.

Circuit breaker dapat beroperasi manual yaitu dengan pegas yang akan mendorong CB sehingga CB bekerja. Untuk operasi secara otomatis yaitu

dengan motor yang disuplay dengan tegangan bolak-balik (**AC Voltage**). Motor pada CB yang ada di BBD Tower-Plaza Tunjungan I1 disuplay dari generator yang sedang beroperasi. Jenis circuit breaker ditentukan oleh medium yang digunakan untuk memadamkan busur api yang terjadi saat CB beroperasi.

11. RELAY

Relay-relay yang ada di plant room disuplai oleh battery yang dilengkapi dengan battery charger dengan automatic control (automatic battery charger) dan charging alternator (dinamo ampere). Battery charger digunakan untuk mengisi battery pada saat generator tidak beroperasi. Apabila battery penuh maka pengisian akan berkurang secara otomatis dan pengisian akan berkurang secara otomatis dan pengisian berlangsung secara floating untuk mencegah terjadinya over charger yang dapat mengakibatkan battery rusak. Sedangkan charging alternator terdapat pada generator terdapat pada generator dan bekerja pada saat generator beroperasi.

Contoh-contoh relay yang digunakan adalah: FN relay (Frekuensi Balancer Relay) untuk memonitor frekuensi dari salah satu phasa incoming genset dan frekuensi salah satu phasa dari sistem (phasa yang sama). Jika frekuensi incoming genset jauh lebih besar atau lebih kecil, maka FN Relay akan memerintahkan governor untuk menambah/mengurangi putaran mesin. SY relay (Synchronizing Check Relay) akan memonitor tegangan dari salah satu phasa incoming genset dan tegangan salah satu phasa dari sistem (phasa yang sama). Setelah tegangan dan frekuensi incoming genset sesuai dengan yang

dibutuhkan, SY relay memberi sinyal akan CB incoming genset masuk. Selain relay di atas juga dilengkapi dengan Reverse Power Relay (RW Relay) yang akan mendeteksi salah satu fasa dari generator. Jika ada arus yang mengalir dari sistem ke genset maka relay akan bekerja untuk membuka CB. Selain itu juga dilengkapi dengan Independent Current Sensing Relay (TWI dan IWK) untuk mendeteksi apabila terjadi gangguan hubungan singkat dan pembebanan yang berlebihan terhadap genset.

12. PANEL KONTROL (AMF)

AMF jenis NP1 dilengkapi dengan saklar tekan operasional. Setiap saklar tekan berhubungan dengan indikasi LED.

Ada **8** macam saklar operasional, yaitu:

-O

Jika saklar ini ditekan maka genset berjalan, lalu NP.1 tidak berfungsi.

- AUTO

Jika saklar ini ditekan maka genset akan beroperasi secara otomatis. Pada posisi ini NP.1 dioperasikan mengikuti alur kerja secara otomatis. Saat ini saklar tekan I dan O tidak berfungsi

- TEST

Pada posisi ini untuk mensimulasikan terjadinya kegagalan atau gangguan pada saat ini saklar tekan I dan O berfungsi manual dengan cara menekan tombol yang bersangkutan.

- MAN

Apabila saklar ini ditekan maka NP.I beroperasi secara manual.

- START

Tombol ini merupakan perintah start genset saat NP.1 dioperasikan secara manual. Tombol ini harus ditekan terus sampai muncul signal ENGINE RUNNING.

- STOP

Tombol ini merupakan perintah stop genset saat NP.1 dioperasikan secara manual.

- HORN

Pada posisi ini menghasilkan sinyal untuk mematikan bunyi yang timbul karena adanya sinyal kesalahan.

- RUNNING TEST

Tombol ini berfungsi untuk mereset unit otomatis NP.1 setelah terjadi sinyal kesalahan. Tombol ini juga digunakan untuk mengetest kondisi semua LED.

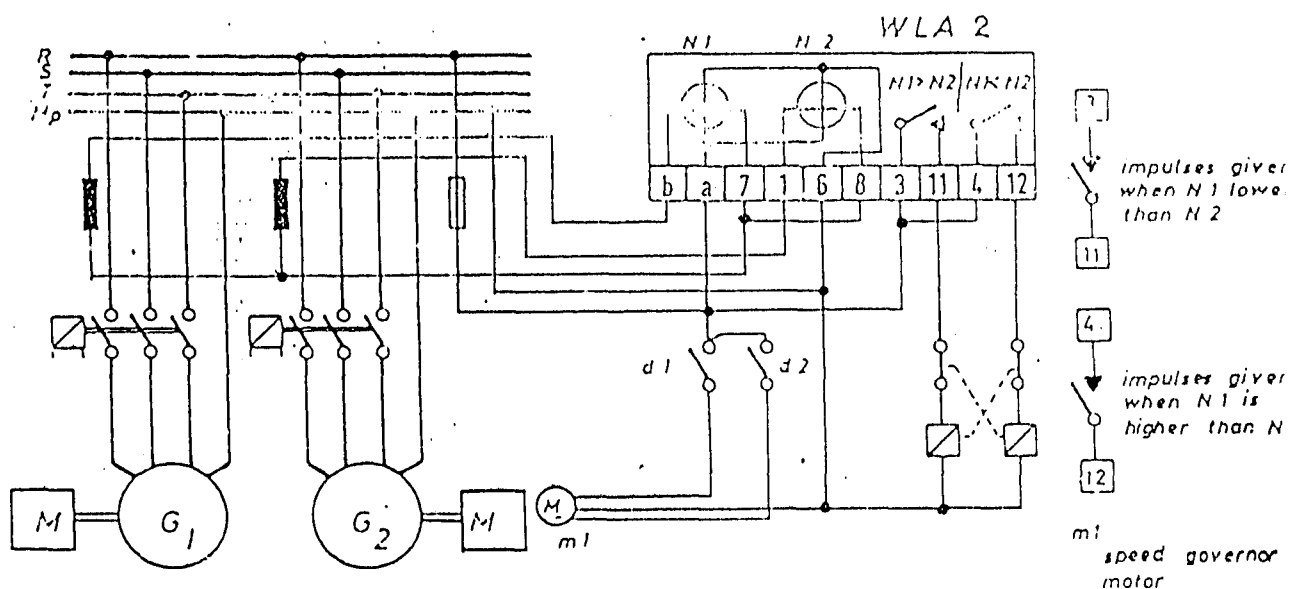
Selain panel-panel diatas, juga ada main distribution panel yang digunakan untuk pembagian daya dari genset. Automatic Synchronizing Panel berfungsi untuk memparalelkan genset satu dengan yang lain secara otomatis, sedangkan main distribution panel digunakan untuk pembagian daya dari genset yang sedang beroperasi baik secara sendiri maupun paralel dengan genset yang lain ke beban.

13. AUTOMATIC LOAD BALANCING UNIT

Automatic load balancing unit secara otomatis akan menyamakan keefektifan kedua generator set. Penyeimbang ini digabungkan dengan unit frequency control (FN) dan unit sinkronisasi (SY) untuk otomatisasi penuh

sinkronisasi dengan load balancing. Load balancing unit ini membandingkan keefektifan kedua generator set dan memberikan impuls (lebih atau kurangnya power) kepada speed governor. Perbedaan yang besar dalam power efektif berarti impuls berkelanjutan, bila perbedaan kecil berarti menambah waktu interval antara impuls, sehingga pengaturan yang optimal dapat dicapai. Sensitifitas dari unit ini dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.

Hubungan antara load balancing unit dan speed governor dapat dilihat pada gambar blok diagram di bawah ini :



Gambar 4.1⁶

Blok Diagram Governor Dan Load Sharing

⁶ Tunjungan Plaza II. *Panel Generator Yanmar 12 NiHL*, (Surabaya, 1991)

Komponen utama dari sistem di atas adalah Load Balancing Unit (LBU). Semua beban di sistem ini dihubungkan ke satu automatic load balancing unit yang merupakan satu mata rantai komunikasi dengan speed governor. Apabila ada penambahan beban, maka menyebabkan bekerjanya kontrol governor untuk membuat perbedaan kecepatan, yang satu dipercepat dan yang satu lagi diperlambat. Tapi, karena unit ini dihubungkan dengan automatic load balancing unit, generator set dipaksa untuk bekerja bersama-sama pada kecepatan yang sama satu sama lainnya. Juga karena kenaikan pada penunjukan kecepatan diseimbangkan dengan penurunan, sehingga kecepatan sistem tetap tidak berubah. Hanya pada saat kontribusi beban diubah, dengan tujuan menurunkan arus pada hubungan paralel ke suatu harga minimum, maka sensitivitas kontrol dapat digunakan untuk menyamakan output power generator yang satu dengan yang lain dalam sistem.

Kalau beban yang harus disuplai mampu dipikul oleh satu genset, tapi kedua genset tetap dijalankan, maka yang terjadi adalah pemborosan bahan bakar. Untuk mengatasi hal ini load balancing unit menganalisa apabila besar beban yang harus disuplai mampu dipikul oleh satu genset, maka genset yang lain akan dimatikan, sehingga efektifitas genset dapat maksimal dan efisiensi pemakaian bahan bakar dapat maksimal.

14. PROSEDUR PENGALIHAN BEBAN DARI PLN KE GENSET DAN SEBALIKNYA

Generator disiapkan pada pukul 17.30. Pada pukul 18.00 kurang, genset I distart, karena metoda starting yang digunakan adalah metode air starting sistem, maka genset I yang 'distart terlebih dahulu, lalu menstart genset **II**, begitu kedua genset nyala, kedua genset tersebut belum menyuplai beban. Setelah **AVR**, Frekuensi Balancer, Governor dan kedua genset bekerja normal, maka **ACB** diaktifkan, masuk ke unit interlock, maka ada dua power yang siap (PLN dan Genset), dalam posisi interlock, beban yang besar seperti Power Panel Chiller dimatikan, lalu unit ACB PLN aktif sehingga suplai listrik dari PLN mati total, unit interlock mengaktifkan kedua genset yang telah paralel, lalu Power Panel Chiller dinyalakan kembali, governor bekerja aktif mengatur menambah atau mengurangi kecepatan putaran mesin.

Sebagai sumber listrik alternatif, genset dituntut memiliki tegangan dan frekuensi yang konstan. Toleransi untuk tegangan adalah $\pm 10\%$ sedangkan toleransi untuk frekuensi $\pm 2\%$.

Tegangan yang dihasilkan oleh generator yang dimiliki Tunjungan Plaza II ini sebesar 380/220 volt. Dengan tingkat toleransi 10 % maka diharapkan tegangan output generator antara 350-410 volt/200-240 volt. Frekuensi tegangan generator diharapkan 49-51 **Hz**. Tegangan yang dihasilkan generator tersebut kemudian dimasukkan ke Panel Sinkronisasi lalu dimasukkan ke LVMDP (Low

Voltage Main Distribution Panel) untuk didistribusikan ke beban-beban.

Generator tersebut dapat menarik beban sebesar :

$$\begin{aligned} S &= 2 \times 1250 \text{ kVA} \\ &= 2500 \text{ kVA} = 2500000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Arus yang keluar dari generator yang diparalel tersebut sebesar :

$$\begin{aligned} I &= S : (\sqrt{3} \times V) \\ &= 2500000 : (\sqrt{3} \times V) \\ &= \mathbf{3798,36 \text{ ampere}} \end{aligned}$$

Sehingga pengaman yang digunakan pada LVMDP untuk incoming dari kedua generator ini adalah ACB 4000 A. LVMDP ini dibagi menjadi dua bagian yaitu LVMDP A dan LVMDP B yang masing-masing menyuplai beban-beban yang berbeda satu sama lainnya.

Untuk menentukan daya output generator dapat dilihat dengan perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Daya nominal genset} &= 1250 \text{ KVA} \\ \text{Power factor} &= 0,8 \\ \text{Daya output generator} &= 1250 \text{ KVA} \times 0,8 \\ &= 1000 \text{ KW} \end{aligned}$$

Sedangkan daya output kedua generator adalah :

$$\begin{aligned} \text{Daya output total} &= 1000 \text{ KW} + 1000 \text{ KW} \\ &= 2000 \text{ KW} \end{aligned}$$

Pada tabel beban arus yang terdapat di bab III, dapat dilihat bahwa beban keseluruhan LVMDP A dan LVMDP B adalah sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Beban total (ampere)} &= \text{LVMDP A} + \text{LVMDP B} \\ &= 1479,433 + 2118,183 \\ &= 3597,616 \text{ ampere}\end{aligned}$$

Beban total (VA) :

$$\begin{aligned}\text{LVMDPA} &= \sqrt{3} \times V \times I \\ &= 1579,433 \times 380 \times \sqrt{3} \\ &= 1039519,623 \text{ VA} \\ \text{LVMDPB} &= 2118,183 \times 380 \times \sqrt{3} \\ &= 1394103,323 \text{ VA}\end{aligned}$$

Sehingga beban total dalam VA :

$$= 2433622,946 \text{ VA}$$

Sedangkan beban total dalam W :

$$\begin{aligned}&= V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \theta \\ &= 2433622,946 \times 0,8 \\ &= 1946898,357 \text{ W} \\ &= 1946,8983 \text{ KW}\end{aligned}$$

Maka persen pembebanan generator set, dalam hal ini kedua generator set yang diparalelkan, didapat dengan perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Persen pembebanan} &= \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya Input}} \times 100 \% \\ &= \frac{1946898,3568 \text{ W}}{2000 \text{ KW}} \times 100 \% \\ \text{Persen pembebanan} &= 97,3 \% \end{aligned}$$

Dengan adanya load balancing unit, maka pembagian beban pada kedua generator adalah seimbang yaitu 50 % dan **50 %**, maka beban yang disuplai oleh masing-masing genset adalah :

$$\begin{aligned} \text{Besar beban dalam amper :} \\ &= 3597,616 \text{ amper} : 2 \\ &= 1798,808 \text{ amper untuk masing-masing genset} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar beban dalam VA :} \\ &= 2433622,946 \text{ VA} : 2 \\ &= 1216811,473 \text{ VA} \\ &= 1216,8115 \text{ KVA untuk masing-masing genset} \end{aligned}$$

Besar beban dalam KW :

$$\begin{aligned}
 &= 1946898,3568 \text{ KW} : 2 \\
 &= 973449,1784 \text{ W} \\
 &= 973,4492 \text{ KW} \text{ untuk masing-masing genset}
 \end{aligned}$$

Dengan hasil analisa di atas maka persen pembebanan genset adalah :

$$\begin{aligned}
 &973,4492 \text{ KW} \\
 \text{Persen pembebanan Genset I} &= \frac{\text{-----}}{1000 \text{ KW}} \times 100\% \\
 &= \frac{97,34492}{973,4492 \text{ KW}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persen pembebanan Genset II} &= \frac{\text{-----}}{1000 \text{ KW}} \times 100\% \\
 &= \frac{97,34492}{973,4492 \text{ KW}}
 \end{aligned}$$

Pada saat genset I dibebani lebih kecil dari beban penuh , maka frekuensi outputnya dapat dicari dengan cara :

$$\begin{aligned}
 S_p &= PFL : (F_{nl} - F_{fl}) \\
 &= 1250 : (51 - 50) \\
 &= 1250
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_x &= S_p \times (F_{nl} - F_x) \\
 1216,8115 &= 1250 \times (51 - F_x)
 \end{aligned}$$

$$F_x = 51 - 0.97345 = 50,02655 \text{ Hz}$$

Dimana :

$$F_{fl} = \text{Frekuensi beban penuh} = 50$$

$$F_{nl} = \text{Frekuensi beban kosong} = 51$$

$$F_x = \text{Frekuensi beban tertentu} = ?$$

$$SP = \text{Sloop}$$

$$P_{f1} = \text{Daya beban penuh} = 1250\text{KVA}$$

$$P_x = \text{Daya beban genset I} = 1216,8115\text{ KVA}$$

Pada saat genset II dibebani lebih kecil dari beban penuh , maka frekuensi outputnya dapat dicari dengan cara :

$$\begin{aligned} Sp &= P_{f1} : (F_{nl} - F_{fl}) \\ &= 1250 : (51 - 50) \\ &= 1250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_x &= Sp \times (F_{nl} - F_x) \\ 1216,8115 &= 1250 \times (51 - F_x) \end{aligned}$$

$$F_x = 51 - 0,97345 = 50,02655\text{ Hz}$$

Dimana :

$$F_{fl} = \text{Frekuensi beban penuh} = 50$$

$$F_{nl} = \text{Frekuensi beban kosong} = 51$$

$$F_x = \text{Frekuensi beban tertentu} = ?$$

$$SP = \text{Sloop}$$

$$P_{f1} = \text{Daya beban penuh} = 1250\text{KVA}$$

$$P_x = \text{Daya beban genset II} = 1216,8115\text{ KVA}$$