

EVALUASI DAYA TERSEDIA PADA JALUR DISTRIBUSI TRAIN A PASCA MODIFIKASI SISTEM LISTRIK RSG-GAS

Yan Bony Marsahala

ABSTRAK

EVALUASI DAYA TERSEDIA PADA JALUR DISTRIBUSI TRAIN A PASCA MODIFIKASI SISTEM LISTRIK RSG-GAS. Telah dilakukan evaluasi daya tersedia pada jalur distribusi train A sistem listrik RSG-GAS untuk mengetahui sejauh mana dampak penurunan kapasitas daya sistem yang diturunkan dari 4500 KVA menjadi 3030 KVA terhadap komposisi kapasitas daya pada jalur distribusi A. Pembahasan yang dilakukan meliputi perhitungan kapasitas daya, setting MCB, beban terpasang dan daya maksimum pada panel distribusi utama BHA, BHD, dan panel distribusi darurat BNA. Untuk panel distribusi darurat, selain hal2 di atas akan ditinjau pula pasokan kapasitas daya tersedia dari PLN dibandingkan dengan kapasitas disel pembangkit BRV10. Perhitungan dan analisis data yang diterapkan, dilakukan pada kondisi sebelum dan pasca modifikasi. Hasil pembahasan menyatakan bahwa kapasitas daya tersedia pasca modifikasi sistem untuk panel distribusi utama I BHA adalah 1705,04 A, untuk distribusi utama II BHD adalah 1091,22 A, dan panel distribusi darurat BNA adalah 545,61 A. Sedangkan beban maksimum yang terdapat pada tiap panel distribusi di atas masing-masing adalah 1264,9 A, 1055,6A, dan 463,4 A. Pada kondisi tersebut, panel distribusi utama I, panel distribusi utama II, dan panel distribusi darurat pada jalur distribusi train A, masih mampu menanggung daya maksimum dengan ketersediaan daya cukup.

Kata kunci: jalur distribusi train A, daya tersedia.

ABSTRACT

POWER AVAILABILITY EVALUATION AT TRAIN A DISTRIBUTION LINE OF THE G.A SIWABESSY REACTOR AFTER HAVING MODIFICATION. Evaluation of power supply reduces on A train distribution line has been implemented. The purpose is to recognize whether reducing power supply from 4500 KVA to 3030 KVA will alter power distribution at A train. Discussion included calculation of power capacity, proper setting of MCB, load installed, and maximum power needed for the BHA, BHD main distribution boards and the BNA emergency board. Consideration should be taken into account for power supplied from BRV 10 diesel generator at which it has to be adjusted with the power supplied by main power source of PLN. Analysis are true for before and after modification. It demonstrated that after having modification availability power supply at both the BHA first distribution BHA line and the second BHD main distribution line were 1705,04 A and 1091,22 A respectively. While availability supply power at the BNA emergency distribution line was 545,61 A. Maximum loads at three of them respectively were 1264,9A, 1055,6 A and 463,4 A. Therefore it can be concluded that reducing PLN supply power did not has negative effect on main and emergency distribution lines.

Keyword: distribution line train A, available power.

PENDAHULUAN

Dalam rangka turut membantu program hemat energi yang dicanangkan pemerintah, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menurunkan kapasitas daya tersedia sistem listrik RSG-GAS dari 4500 KVA menjadi 3030 KVA. Dampak dari penurunan ini mengakibatkan perubahan komposisi pasokan daya untuk panel-panel distribusi. Perlu diperhatikan bahwa dengan penurunan kapasitas daya tersebut, maka daya tersedia pada masing-masing panel distribusi akan berubah pula.

Lingkup bahasan mencakup, jalur distribusi, panel distribusi, pemutus daya, rating tegangan, arus beban, beban terpasang, daya maksimum, demand factor, faktor daya, dan efisiensi.

Pembahasan tersebut di atas akan dilakukan secara telaah pustaka, pengumpulan data, perhitungan dan evaluasi data, analisis data, dan menyimpulkan hasil pembahasan. Dalam beberapa hal tertentu, untuk memudahkan perhitungan dapat dilakukan dengan mengambil beberapa asumsi yang dianggap penting. Bila beban terpasang pada setiap panel distribusi tidak diubah, maka perlu diperhatikan apakah daya tersedia setelah penurunan dimaksud masih mampu melayani beban terpasang dengan baik. Untuk itu diperlukan perhitungan berapa daya tersedia, beban terpasang dan beban maksimum yang terdapat pada tiap panel distribusi. Untuk panel distribusi darurat, yang pasokan dayanya berasal dari dua sumber catu daya berbeda yaitu catu daya PLN dan catu daya disel pembangkit BRV, maka perlu dikaji ulang apakah kedua sumber catu daya yang memasoknya masih seimbang atau tidak. Pada awalnya, dasar penentuan besarnya kapasitas Disel pembangkit BRV yang dibutuhkan disesuaikan dengan besarnya total beban terpasang dan kapasitas daya tersedia dari catu daya PLN untuk panel distribusi darurat. Dalam perjalanannya, telah dilakukan beberapa modifikasi jalur pembebanan, dan penurunan kapasitas beban

terpasang, sehingga perlu diadakan kajian untuk membahas komposisi daya tersedia ideal untuk panel distribusi darurat berdasarkan pasokan daya dan modifikasi beban.

Pembahasan meliputi perhitungan komposisi daya tersedia PLN untuk tiap tingkatan panel distribusi pada jalur Train A.

DESKRIPSI DISTRIBUSI DAYA

Ketersediaan daya pada panel distribusi utama I BHA, panel distribusi utama II BHD, dan panel distribusi darurat BNA sangat penting untuk menjamin operasional reaktor. Dan yang lebih penting lagi adalah ketersediaan daya pada panel distribusi darurat BNA10. Begitu pentingnya panel distribusi darurat ini sehingga panel distribusi darurat didesain dengan keandalan yang tinggi, dan untuk menjamin ketersediaan daya maka panel distribusi darurat dipasok oleh dua sumber catu daya berbeda yang diperoleh dari catu daya PLN dan disel pembangkit BRV10. Pada operasi normal panel distribusi darurat dipasok oleh catu daya PLN, dan bilamana catu daya PLN gagal, maka panel distribusi BNA akan dilayani oleh disel pembangkit BRV10. Kapasitas daya tersedia oleh pasokan catu daya PLN kurang lebih harus sama besarnya dengan kapasitas daya tersedia oleh pasokan disel pembangkit BRV10 agar semua beban maksimum dari beban terpasang pada panel distribusi dapat dilayani seutuhnya pada semua kondisi operasi panel distribusi.

Pelayanan daya seutuhnya dapat dicapai bila persyaratan berikut dipenuhi, yaitu: tersedia, handal, aman, mampu menanggung beban maksimum, cukup, rating parameter listriknya dipenuhi, efisien, dan dapat dikembangkan (memiliki daya cadangan). Apakah panel distribusi daya darurat sebagai terminal daya dalam operasi normal maupun operasi darurat dapat memenuhi persyaratan disebut di atas, akan dibahas dengan meninjau dua kondisi sistem listrik, yaitu kondisi sebelum modifikasi, dan kondisi sesudah modifikasi.

Membahas beberapa hal yang berkaitan

dengan daya tersedia mencakup, antara lain adalah kapasitas daya tersedia, setting pembatas arus (MCB), total beban terpasang, beban maksimum yang dapat dilayani panel distribusi sebagai terminal daya, dan kondisi panel distribusi sebelum dan pasca modifikasi sistem listrik, serta kemungkinan pengembangan pemanfaatan kapasitas daya tersedia untuk beban-beban tertentu lainnya.

Daya Tersedia

Daya tersedia, P_S adalah besarnya kapasitas daya yang disediakan oleh sumber catu daya yang dapat digunakan untuk melayani beban maksimum, P_{mak} . Daya tersedia untuk panel-panel distribusi yang terdapat pada train A diterima dari pasokan PLN melalui transformator BHT01. Batas pemakaian beban maksimum dibatasi dengan persamaan berikut:

$$P_{mak} \leq P_s$$

$$P_{mak} = k_d \times P_t \dots\dots\dots 1)$$

dimana:

- P_S = $k_d \times P_t$
- P_t = total beban terpasang
- k_d = demand factor, suatu koefisien yang menyatakan ketidak-bersamaan waktu operasi.

PERHITUNGAN DISTRIBUSI DAYA

Daya Tersedia PLN
Sebelum Modifikasi

Daya tersedia dari pasokan catu daya PLN diperoleh melalui transformator daya BHT01. Daya tersedia ini disalurkan ke panel distribusi utama I BHA, kemudian dari panel distribusi BHA disalurkan ke panel distribusi utama II BHD, dan selanjutnya ke panel distribusi daya darurat BNA. Jalur distribusi ini disebut sebagai jalur distribusi Train A seperti pada Gambar 1. Sebelum dilakukan penurunan kapasitas daya, daya tersedia untuk jalur distribusi train A adalah $4500/3 = 1500$ KVA. Daya tersedia dari pasokan PLN ini diatur dengan memasang MCB (pembatas arus line) pada sisi saluran masuk panel

distribusi di setiap tingkatan panel seperti ditunjukkan pada Gambar 1, sehingga bila penggunaan daya maksimum melebihi kapasitas daya tersedia, MCB akan trip.

Untuk mengetahui besar daya tersedia pada setiap tingkatan panel distribusi, maka pada setiap saluran masuk dan saluran keluar panel dipasang MCB yang berfungsi sebagai pembatas arus beban agar tidak melebihi kapasitas daya tersedianya, dan juga sebagai alat proteksi instalasi dan beban. Untuk itu nilai setting MCB pada masing-masing panel distribusi diatur sebagai berikut:

- o Setting MCB untuk BHA = 2500 Amper.
- o Setting MCB untuk BHD = 1600 Amper.
- o Setting MCB untuk BNA = 800 Amper.

Dari harga-harga di atas dapat dilihat bahwa setting MCB dinyatakan dengan besaran amper dengan dasar pertimbangan bahwa daya maksimum yang diijinkan melaluinya harus lebih kecil atau sama dengan daya tersedia. Untuk keperluan pembahasan selanjutnya, maka besaran amper perlu dikonversi dalam satuan KVA dengan cara berikut:

$$P_{3\phi Y} = \sqrt{3} \times V_{3\phi} \times I_L \times \text{Cos } \phi \dots \dots\dots 2)$$

dimana:

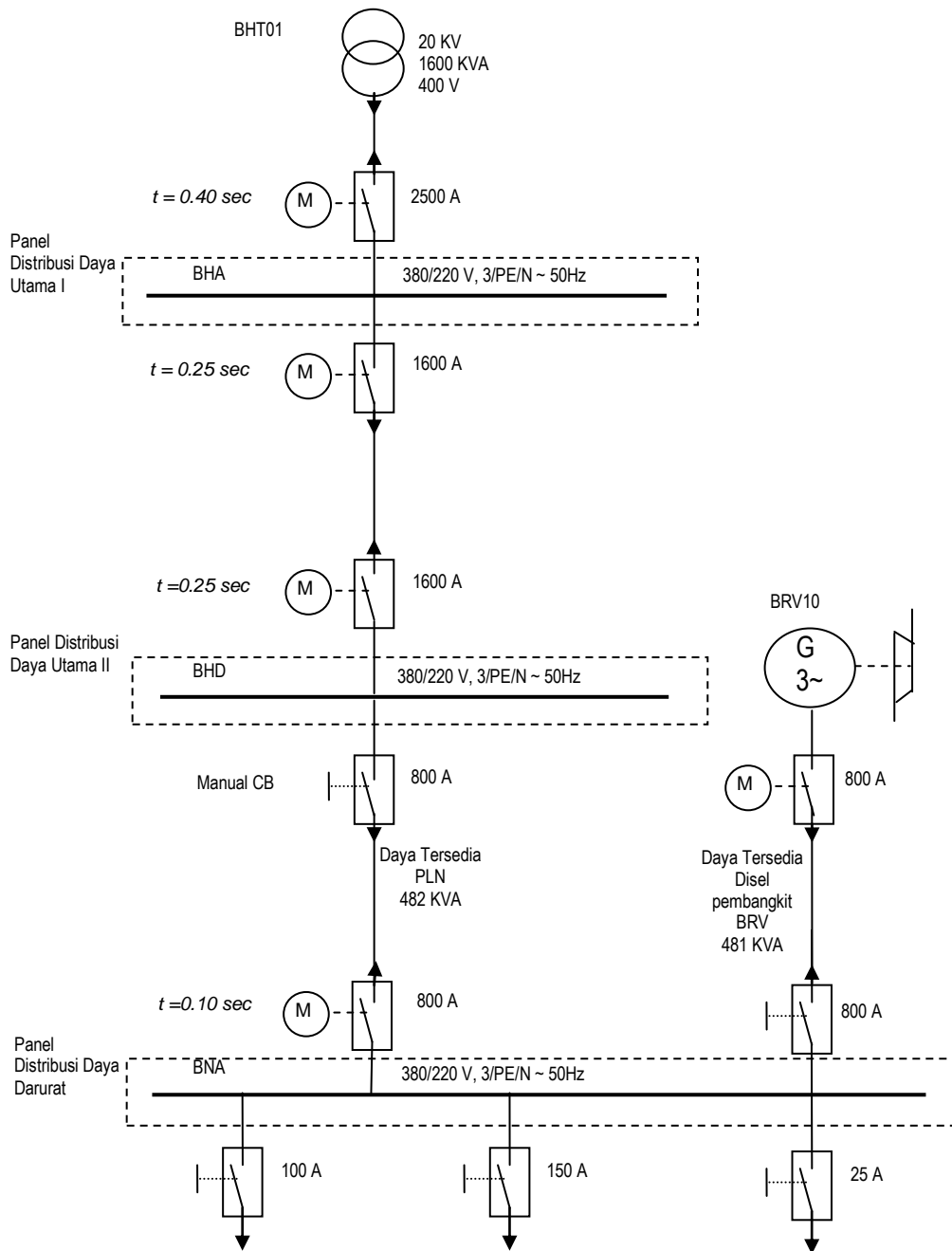
- $P_{3\phi Y}$ = daya tersedia tiga fasa hubung bintang,
- $V_{3\phi}$ = tegangan tiga fasa panel distribusi = tegangan sekunder trafo BHT = 380 V = diatur agar tegangan pada titik beban = $380 \text{ V} \pm 20\%$,
- I_L = arus beban yang mengalir pada setiap fasa,
- $\text{Cos } \phi$ = faktor daya = 0.90

Dengan mensubstitusi harga-harga parameter pada persamaan 2, maka pada jalur distribusi train A, daya tersedia pada panel-panel distribusi dari pasokan PLN adalah:

$$P_{SIBHA} = \sqrt{3} \times 380 \times 2500 \times 0.90 = 1.480 \text{ KVA.}$$

$$P_{SIBHD} = \sqrt{3} \times 380 \times 1600 \times 0.90 = 947 \text{ KVA}$$

$$P_{SIBNA} = \sqrt{3} \times 380 \times 800 \times 0.90 = 473 \text{ KVA.}$$



Gambar 1. Daya tersedia dan setting MCB pada jalur distribusi Train A

Pasca Modifikasi

Setelah dilakukan penurunan kapasitas daya, maka daya tersedia untuk jalur distribusi train A menjadi $3030/3 = 1010$ KVA, dan daya tersedia ini harus dibagi oleh panel distribusi utama I BHA, panel distribusi utama II BHD, dan panel distribusi darurat BNA.

$$P_{S2} = \frac{\text{Setting MCB panel distribusi hilir}}{\text{Setting MCB panel distribusi ihulu}} \times \text{Kapasitas daya tersedia ihulu}$$

Dengan menggunakan persamaan 3) di atas, maka kapasitas daya tersedia setelah modifikasi menjadi:

$P_{S2BHA} =$ kapasitas daya tersedia train A pasca modifikasi = 1000 KVA.

$$P_{S2BHD} = \frac{1600}{2500} \times 1010 = 646,4 \text{ KVA}$$

$$P_{S2BNA} = \frac{800}{1600} \times 646,4 = 323,2 \text{ KVA}$$

Daya Tersedia Disel pembangkit BRV10

Daya tersedia disel pembangkit BRV10 dipasok oleh sistem penyedia daya darurat yang bekerja hanya apabila penyedia daya utama mengalami gangguan. Disel pembangkit, sebagai sumber catu daya terdiri atas generator dengan kapasitas 518 KVA, fasa 3, tegangan 380 V, 50 Hz.

Pembangkit ini akan memasok daya pada panel distribusi darurat BNA sebesar:

$$\begin{aligned} P_{SD} &= \text{Kapasitas normal Disel pembangkit BRV10} \times \text{Efisiensi} \\ &= 518 \text{ KVA} \times 0,93 \\ P_{SD} &= 481 \text{ KVA} \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan penurunan kapasitas daya tersedia dari 4500 KVA menjadi 3030 KVA untuk tiga jalur distribusi, atau setara dengan 1010 KVA per jalur distribusi, maka daya tersedia untuk panel-panel distribusi juga mengalami penurunan seperti berikut:

- Daya tersedia untuk panel distribusi utama I BHA mengalami penurunan dari 1500 KVA menjadi 1010 KVA.

Pembagian konsumsi daya tersedia pada setiap tingkatan panel distribusi dilakukan dengan mengatur setting MCB agar arus beban tidak melebihi kapasitasnya.. Setelah modifikasi sistem, daya tersedia untuk panel-panel distribusi P_{S2} adalah:

- Daya tersedia untuk panel distribusi utama II BHD mengalami penurunan dari 947 KVA menjadi 646,4 KVA.
- Daya tersedia untuk panel distribusi darurat BNA mengalami penurunan dari 473 KVA menjadi 323,2 KVA.

Karena daya tersedia oleh catu daya PLN untuk panel distribusi darurat hanya 323,2 KVA, maka daya tersedia dari disel pembangkit BRV10 harus \leq daya tersedia catu daya PLN. Kenyataannya, disel pembangkit BRV10 memiliki kapasitas daya tersedia 481 KVA, artinya $(481 - 323,2) = 157,8$ KVA lebih besar dari daya tersedia PLN.

Setting MCB

Daya tersedia disel pembangkit BRV tidak mungkin diturunkan dengan mengubah struktur generator, namun pasokan daya ke panel distribusi darurat dapat dibatasi dengan mengatur ulang besarnya setting MCB. Untuk pengaturan setting MCB agar sesuai dengan batas pasokan daya tersedia, maka dilakukan konversi daya tersedia dalam satuan KVA menjadi satuan ampere dengan cara sebagai berikut:

Kapasitas daya tersedia merupakan kapasitas daya tiga fasa hubung bintang seperti dinyatakan dalam persamaan 2), yaitu:

$$P_{3\phi Y} = \sqrt{3} \times V_{3\phi} \times I_L \times \eta \times \text{Cos } \phi \dots\dots\dots 3)$$

Dari persamaan di atas diperoleh besar arus yang mengalir pada kawat fasa sebesar:

$$I_L = \frac{P_{3\phi Y}}{\sqrt{3} \times V_{3\phi} \times \eta \times \text{Cos } \phi} \dots\dots\dots 4)$$

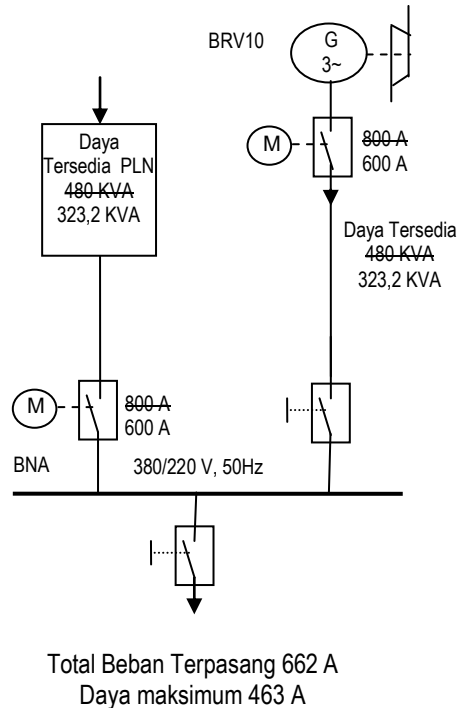
Berdasarkan pada persamaan 3), maka besar arus maksimum yang diijinkan mengalir pada panel distribusi darurat, dihitung dengan mensubtitusikan $P_{3\phi Y}$ sebagai kapasitas daya tersedia, sehingga:

$$I_L = \frac{323,2 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85 \text{ V}} = 577,07 \text{ Amper.}$$

Setting MCB pada panel distribusi darurat

dapat diatur ulang dengan setting komersial yang mendekati nilai 577,07 Amper yaitu 600 Amper seperti pada Gambar 2.

Pada harga setting ini, maka kerja disel pembangkit BRV10 pada operasi darurat, hanya $323,2/481 \times 100 \% = 67,19 \%$ dari kapasitasnya.



Gambar 2. Daya tersedia dan setting MCB panel distribusi darurat BRV10.

Daya tersedia

Dari hasil penurunan kapasitas daya yang dilakukan, maka pada jalur distribusi train A, komposisi daya tersedia dalam satuan amper dapat dihitung menggunakan persamaan 3, sebagai berikut:

$$I_L = \frac{P_{3\phi Y}}{\sqrt{3} \times V_{3\phi} \times \eta \times \text{Cos} \phi}$$

maka daya tersedia untuk setiap panel distribusi pasca modifikasi adalah:

- untuk panel distribusi utama I, BHA adalah:

$$P_{SBHA} = \frac{1.010.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 1705,04 \text{ A .}$$

- untuk panel distribusi utama II, BHD adalah:

$$P_{SBHD} = \frac{646400}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 1091,22 \text{ A .}$$

- untuk panel distribusi darurat BNA adalah :

$$P_{SBNA} = \frac{323200}{\sqrt{3 \times 380 \times 0.9}} = 545,61 \text{ A.}$$

Beban Terpasang

Bilamana setting MCB diatur ulang seperti dijelaskan di atas, maka perlu diperhatikan total beban terpasang pada setiap panel distribusi. Total beban terpasang akan menentukan daya maksimum yang mungkin dilayani

oleh daya tersedia. Dalam hal ini, total beban terpasang pada panel distribusi merupakan penjumlahan dari beban terpasang pada panel itu sendiri ditambah dengan beban terpasang pada panel dibawahnya. Dengan demikian total beban terpasang pada jalur distribusi train A untuk tiap panel distribusi, dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Beban terpasang sesudah modifikasi.

No.	Terminal Beban	Train A			(Amper)
		Panel distribusi	Beban pada panel sendiri (A)	Beban pada panel hilir (A)	
1	Panel distribusi utama I	BHA	961	846	1807
2	Panel distribusi utama II	BHD	846	662	1508
3	Panel distribusi darurat	BNA	662	0	662

Beban Maksimum

Beban maksimum yang dapat dilayani oleh panel-panel distribusi dapat dihitung menggunakan persamaan 1) dengan cara mensubstitusikan arus beban terpasang yang terdapat pada Tabel 1. Dengan asumsi bahwa $k_d = 0.7$ (untuk industri), maka beban maksimum untuk setiap panel-panel distribusi adalah:

- Beban maksimum panel distribusi utama I
 $BHA = 0.7 \times 1807 \text{ Amper}$
 $= 1264.9 \text{ Amper.}$
- Beban maksimum panel distribusi utama II
 $BHD = 0.7 \times 1508 \text{ Amper}$
 $= 1055.6 \text{ Amper.}$
- Beban maksimum panel distribusi darurat
 $BNA = 0.7 \times 662 \text{ Amper}$
 $= 463.4 \text{ Amper.}$

Daya Cadangan

Daya cadangan panel-panel distribusi pada jalur distribusi train A diperoleh dari hasil selisih kapasitas daya tersedia terhadap beban maksimum. Besarnya daya cadangan tersebut dinyatakan dalam persamaan dibawah ini, yaitu:

$$P_C = P_S - P_{mak} \dots\dots\dots 5)$$

dimana:
 $P_C = \text{daya cadangan (Amper)}$

$P_S = \text{daya tersedia (Amper)}$
 $P_{mak} = \text{beban maksimum (Amper)}$
 Dari persamaan di atas, diperoleh daya cadangan untuk masing-masing panel distribusi sebagai berikut:

$$P_{CBHA} = P_{SBHA} - P_{mak BHA}$$

$$= 1705,04 - 1264.9 = 440.14 \text{ Amper,}$$

$$P_{CBHD} = P_{SBHD} - P_{mak BHD}$$

$$= 1091,22 - 1055.6 = 475.76 \text{ Amper,}$$

$$P_{CBNA} = P_{SBNA} - P_{mak BNA}$$

$$= 545,61 - 463.4 = 82.21 \text{ Amper.}$$

Dimana P_{CBHA} , P_{CBHD} dan P_{CBNA} masing-masing merupakan daya cadangan untuk panel distribusi BHA, BHD, dan panel distribusi BNA.

Daya Terpakai

Daya terpakai merupakan rata-rata daya yang digunakan dalam operasi harian. Daya rata-rata merupakan daya terukur yang dapat diamati pada alat ukur amper yang terdapat pada panel-panel distribusi. Untuk menentukan besarnya daya terpakai diambil asumsi bahwa beban-beban fasa tiga pada jalur distribusi train A yang terpasang pada fasa L_1 , L_2 , dan L_3 adalah setimbang. Walaupun terdapat perbedaan pembacaan pada alat ukur amper, perbedaan tersebut tidak melebihi batas toleransi yang diijinkan yaitu $\pm 10 \%$.

Besarnya daya terpakai sebelum dan sesudah modifikasi sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Persentase daya terpakai terhadap daya tersedia menunjukkan tingkat optimasi panel distribusi. Semakin besar harga persentase maka semakin tinggi pula tingkat optimasi panel distribusi. Perhitungan nilai persentase daya terpakai dapat digunakan rating MCB

seperti berikut:

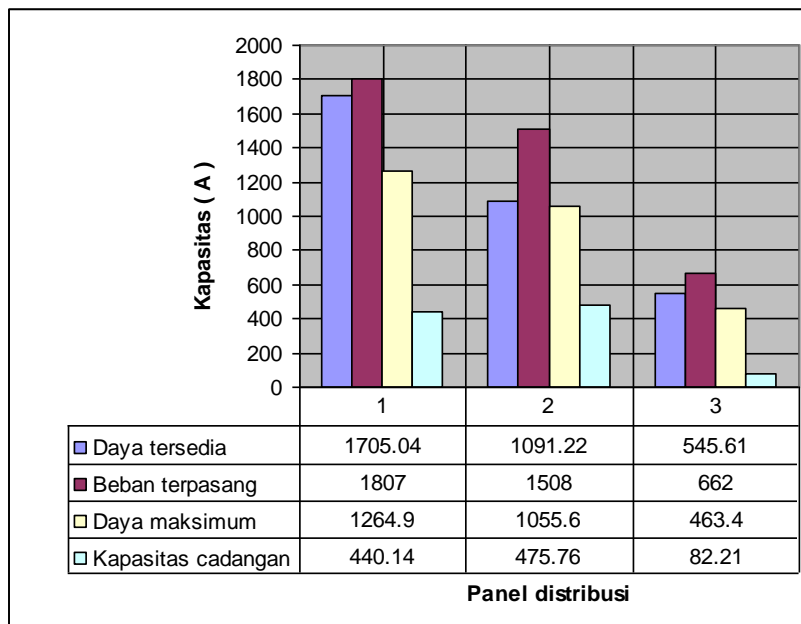
$$\% \text{ daya terpakai} = \frac{\text{Setting MCB}}{\text{Daya terpakai}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan persentase pada masing-masing panel distribusi sebelum dan sesudah modifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi daya pada panel distribusi.

NO.	URAIAN	PANEL DISTRIBUSI UTAMA I BHA		PANEL DISTRIBUSI UTAMA II BHD		PANEL DISTRIBUSI DARURAT BNA	
		AWAL	SEKARANG	AWAL	SEKARANG	AWAL	SEKARANG
1	Kapasitas Daya tersedia	1.500 KVA 2532,23 A	1010 KVA 1705,04 A	947 KVA 1598,68 A	646,4 KVA 1091,22 A	473 KVA 798,49 A	323,2 KVA 545,61 A
2	Beban Terpasang	N.A	1807 A	N.A	1508A	N.A	662 A
3	Beban Maksimum	N.A	1264,9 A	N.A	1055,6 A	N.A	463,4 A
4	Daya Cadangan	N.A	440,14 A	N.A	475,76 A	N.A	82,21 A
5	Setting MCB	2500 A	2500 A	1600 A	1600 A	800 A	600 A
6	Waktu Pemutusan MCB	0.40 dtk	0.40 dtk	0.25 dtk	0.25 dtk	0.10 dtk	0.10 dtk
7	Kapasitas BRV 10 Tersedia	N.A	N.A	N.A	N.A	481 KVA	323,2 KVA
8	Faktor daya	0.80	0.90	0.80	0.90	0.80	0.90

Komposisi daya pada jalur distribusi train A dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Komposisi daya jalur distribusi train A.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan di atas, beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan adalah pasca modifikasi sistem dari 4500 KVA diturunkan ke posisi 3030 KVA, maka komposisi ketersediaan daya pada panel distribusi train A menjadi: 1705,04 A pada panel distribusi BHA, 1091,22 A pada panel distribusi BHD, dan 545,61 A pada panel distribusi darurat BNA. Dengan komposisi demikian, panel-panel distribusi tersebut tetap mampu melayani beban maksimum.

Panel distribusi darurat BNA, selain dipasok oleh catu daya PLN ia juga dipasok dari disel pembangkit, optimalisasi panel ini dapat dicapai dengan menurunkan kapasitas daya tersedia dari catu daya PLN dan catu daya disel pembangkit BRV10. Penurunan kapasitas daya tersedia panel distribusi darurat dapat dikerjakan dengan mengubah setting MCB pada saluran masuk panel distribusi utama BHD yang semula 800 A menjadi 600 A. Karena daya maksimum hanya 545,61 A dari total beban terpasang, maka beban tetap dapat dilayani. Pada operasi darurat ini, kapasitas disel terpakai, maksimal 67,19 % dari kapasitas normalnya,

ini berarti disel pembangkit BRV10 bekerja pada kondisi efisiensi tertinggi dan mampu memberikan kapasitas daya cadangan 82,1 A untuk pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yan Bony Marsahala, "Evaluasi Daya Tersedia Busbar Darurat Pascamodifikasi Sistrm Listrik RSG-GAS", SIGMA EPSILON, Majalah Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir. Volume 11. Nomor 1 Februari 2007. ISSN: 0853-9103.
2. Interatom GmbH, "MPR-30 Electrical System Description and Specification", 1987.
3. B.L. Theraja, "Electrical Technology", S. Chand & Company Ltd, New Delhi 110055, 1979.
4. Hasan Basri, Sistem Distribusi Daya Listrik, ISTN, Jakarta 1997.
5. Yan Bony Marsahala, "Kajian Keseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi Daya Listrik RSG-GAS", Jurnal Ilmu dan Rekayasa Teknologi Industri (JIRTI), Volume 11, Nomor 1, Tahun Ke VI, April 2005.