

PERHITUNGAN KESEIMBANGAN CATU DAYA SISTEM PENDINGIN SEKUNDER RSG-GAS

YAN BONY MARSAHALA

PRSG - BATAN
KAWASAN PUSPIPTEK- SERPONG, TANGERANG 15310

Abstrak

PERHITUNGAN KESEIMBANGAN CATU DAYA SISTEM PENDINGIN SEKUNDER RSG-GAS. Beban terpasang sistem pendingin sekunder terdiri atas pompa, katup, dan blower menara pendingin. pompa terdiri atas 3 unit, yang bekerja berdasarkan moda operasi dua dari tiga merupakan peralatan listrik utama yang diperlukan oleh sistem pendingin sekunder. peralatan lainnya adalah katup solenoida yang digerakkan oleh motor listrik dan bekerja menutup atau membuka sesuai fungsinya sebelum dan sesudah operasi reaktor. blower terdiri atas 7 unit yang disuplai dari tiga jalur berbeda, tiga unit masing-masing dipasok oleh bha dan bhb, dan satu lainnya oleh bhc. pada operasi reaktor semua blower dioperasikan untuk membuang panas dari penukar panas ke lingkungan, dan dua unit pompa yang dipekerjakan untuk menanggung 100% beban, sehingga tiap unit motor menanggung 50%. daya tiap unit blower dan pompa masing-masing adalah 30 dan 220 kw. dari hasil analisis diperoleh bahwa jalur distribusi a dan jalur distribusi b menanggung arus beban lebih besar dibandingkan jalur distribusi c. walaupun pada moda operasi tiga yang bekerja adalah pompa pa02 ap001 dan pa03 ap001, namun jalur distribusi a tetap menanggung arus beban yang diberikan oleh motor blower.

Kata kunci: moda operasi, sistem pendingin sekunder.

Abstract

THE BALANCE OF POWER SUPPLIES CALCULATION FOR RSG-GAS SECONDARY COOLING SYSTEM. the secondary cooling system loads consist of pumps, valves, and cooling tower blowers. pumps consist of 3 units, which are operated based on two of three modes, and valves are solenoid valves which are operated by electric motor and opened or closed based on its functions after or before reactor operation. the blowers consist of seven unit are supplied by two distribution boards bha and bhb, each board supplies three units, and the other one by bhc. on reactor operation, all of the six blowers are operated in order to release the heat from exchanger heat to environment. the blower power is 30 kw, and each of pump moved by 220 kw inductions motor, and two units of main pumps operated to 100% loads, so that every unit operated for 50% of load. by analyzed result give that the distribution train a and distribution train b received more load current comparing with distribution train c. load power although on the operation mode three, the pump pa02 ap001 and pa03 ap001 are operated, but the distribution train a always receive load current from the blower motor.

Keywords: operation mode, secondary cooling system.

PENDAHULUAN

Sistem pendingin sekunder terdiri atas 3 unit pompa utama, jaringan pemipaan dengan katup-katup selenoidanya, dan 7 unit blower yang terdapat pada menara pendingin. Dari jumlah peralatan yang tersedia, sistem pendingin sekunder dioperasikan berdasarkan pola operasi 2 dari 3, artinya dua unit pompa bekerja sementara satu unit lainnya disiapkan sebagai cadangan. Ketiga unit pompa tersebut dipasang dari jalur distribusi berbeda, selanjutnya disebut sebagai train, yaitu train A melalui busbar BHA, train B melalui busbar BHB, dan train C melalui busbar BHC. Peralatan pembuangan panas ke lingkungan digunakan menara pendingin yang bekerja berdasarkan jumlah kalor yang terdapat pada H.E/jalur pemipaan. Operasional menara pendingin dibedakan dengan operasional pompa, dimana bilamana reaktor dioperasikan maka semua motor blower harus dijalankan. Dengan demikian moda operasi 2 dari 3, menjadi tidak berlaku untuk motor blower menara pendingin tersebut. Dari tujuh unit motor blower terpasang, 3 unit diantaranya dipasang oleh train A melalui busbar BHA, dan 3 unit lainnya dipasang oleh train B melalui busbar BHB, sedangkan satu unit sisanya dipasang oleh train C melalui busbar BHC.

Terbakarnya busbar BHA yang merupakan jalur distribusi train A, menjadi hal penting yang melatar belakangi penelitian ini, karena kemungkinan train A menanggung arus beban yang lebih besar dibandingkan dengan dua train lainnya selama operasi reaktor.

Tulisan ini akan membahas tingkat keseimbangan distribusi daya listrik pada setiap train untuk tiap moda operasi yang diberikan, dan menghitung seberapa besar kontribusi arus beban yang dibangkitkan oleh sistem pendingin sekunder terhadap sistem kelistrikan RSG-GAS.

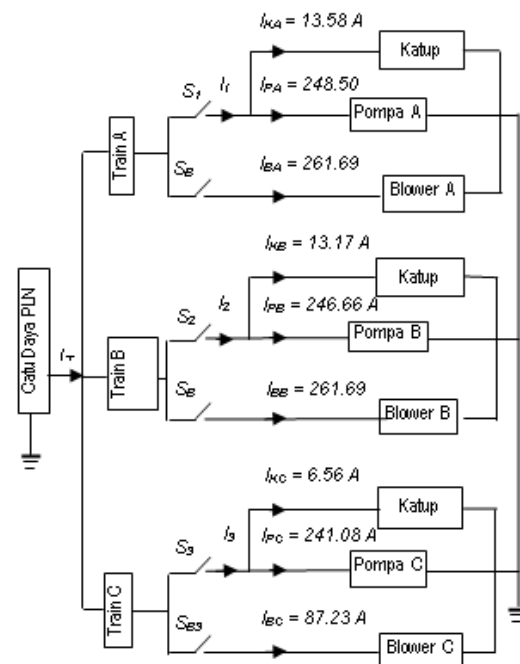
METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah metoda kuantitatif dengan menentukan besarnya arus beban dari tiap peralatan yang mendukung sistem pendingin sekunder. Kemudian menentukan simulasi konfigurasi sirkuit ekuivalen dari tiap jalur beban. Diketahui bahwa kapasitas dari tiap unit pompa sekunder adalah 220 KW, sedangkan kapasitas dari setiap unit motor

blower adalah 30 KW. Sedangkan kapasitas dari katup-katup selenoida, sebagai pendukung operasional sistem, relatif kecil bila dibandingkan dengan kapasitas pompa dan blower.

Sirkuit ekuivalen sistem pendingin sekunder sebagai dasar perhitungan arus beban, ditunjukkan pada Gambar 1. Sirkuit ekuivalen ini, terdiri atas tiga cabang utama, yang dipakai sebagai gambaran atas tiga train yang terdapat pada sistem listrik RSG-GAS. Sesuai dengan moda operasi reaktor yang bekerja atas operasional 2 dari 3, maka dari ketiga jalur distribusi tersebut akan menghasilkan tiga konfigurasi distribusi daya listrik yang dapat ditempuh, yaitu:

1. moda operasi 1, distribusi melalui train A dan train B;
2. moda operasi 2, distribusi melalui train A dan train C;
3. moda operasi 3, distribusi melalui train B dan train C.



Gambar 1. Sirkuit ekuivalen operasional sistem pendingin sekunder

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan kontribusi arus beban pada keseimbangan distribusi daya dibatasi hanya pada komponen atau peralatan yang mendukung operasional sistem pendingin sekunder yang secara signifikan

membangkitkan arus beban. Bilamana terdapat komponen atau peralatan dalam cakupan sistem, namun diketahui bahwa arus beban yang ditimbulkannya relatif sangat kecil kepada total arus, maka arus beban tersebut dapat diabaikan dalam perhitungan. Perhitungan arus beban seperti yang didasarkan pada sirkuit ekuivalen pada Gambar 1 tersebut, tergantung pada beberapa asumsi yang diambil seperti:

1. efisiensi dari motor sejenis dengan fungsi yang sama diasumsikan sama besarnya,
 2. faktor daya dari motor sejenis diasumsikan sama besarnya,
 3. semua komponen/peralatan yang digunakan merupakan beban tiga fasa setimbang,
 4. serta motor bekerja pada kapasitas penuh.
- Dengan demikian, maka dari Gambar 1 di atas, diperoleh bahwa:

$$I_T = I_A + I_B + I_C + I_{KA} + I_{KB} + I_{KC} \quad (1)$$

Dimana :

I_T = total arus beban,

I_A = arus pada train A

I_B = arus pada train B

I_C = arus pada train C

I_{KA} = arus beban katup pada train A.

I_{KB} = arus beban katup pada train B.

I_{KC} = arus beban katup pada train C.

Moda operasi sistem

Komponen sistem pendingin sekunder terdiri atas tiga bagian besar, yaitu: pompa, blower, dan katup selenoida. Pompa terdiri atas tiga unit, yang tiap unitnya dipasang oleh jalur distribusi berbeda, sedangkan blower untuk menara pendingin terdiri atas 7 unit. Dari tujuh unit motor blower terpasang, 3 unit diantaranya dipasang oleh train A melalui busbar BHA, dan 3 unit lainnya dipasang oleh train B melalui busbar BHB, sedangkan satu unit sisanya dipasang oleh train C melalui busbar BHC.

Pada saat operasi reaktor, maka dua unit pompa harus beroperasi, dan 7 unit blower dioperasikan. Sedangkan katup-katup selenoida hanya beroperasi sebelum atau sesudah operasi reaktor yaitu untuk membuka atau menutup katup. Dengan demikian, maka arus beban yang ditimbulkan oleh katup-katup selenoida tersebut hanya bersifat sementara. Karena ketika tiap unit pompa utama dioperasikan, mereka hanya memikul ½ dari beban yang ada, oleh sebab itu arus beban pada saat operasi reaktor akan dihitung hanya setengahnya saja.

Deskripsi motor-motor listrik yang digunakan.

Motor-motor listrik pada sistem pendingin sekunder digunakan sebagai penggerak pompa, penggerak blower pada menara pendingin, dan penggerak katup selenoida. Motor listrik tersebut terdiri atas motor 3 Φ hubung bintang dan motor fasa 1, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Motor katup selenoida.

Sebagai penggerak katup, digunakan motor 3 Φ hubung bintang, 380 Volt, 50 Hz, faktor daya 0.6, dengan tingkat efisiensi 93%, dan motor 1 Φ , 220 Volt, 50 Hz, faktor daya 0.6, dengan tingkat efisiensi 93%.

Motor penggerak blower

Motor yang digunakan sebagai penggerak blower pada menara pendingin adalah motor 3 Φ hubung bintang dengan kapasitas 30 KW, 380 Volt, 50 Hz, dengan faktor daya 0.55, dengan tingkat efisiensi 95%.

Motor penggerak pompa.

Untuk menggerakkan pompa sekunder, digunakan motor 3 Φ hubung bintang 220 KW, 380 Volt, 50 Hz, dengan faktor daya 0.74, dengan tingkat efisiensi 90%.

Rumus yang digunakan untuk menghitung daya motor adalah: Motor listrik 3 Φ , hubung bintang (Y)

$$P_{3\Phi Y} = \sqrt{3} \times V_{3\Phi} \times I_L \times \eta \times \cos \varphi, \quad (2)$$

dimana:

$P_{3\Phi Y}$ = daya tiga fasa hubung bintang,

$V_{3\Phi}$ = tegangan tiga fasa 380 Volt,

I_L = arus *line* (beban).

Sedangkan untuk arus beban, digunakan rumus seperti berikut:

$$I_L = \frac{P_{3\Phi Y}}{\sqrt{3} \times V_{3\Phi} \times \eta \times \cos \varphi} \quad (3)$$

Motor listrik 1 Φ

$$P_{1\Phi} = V_{1\Phi} \times I_P \times H \times \cos \Phi, \quad (4)$$

dimana:

$P_{1\Phi}$ = daya satu fasa,

$V_{1\Phi}$ = tegangan satu fasa 220 Volt,

I_p = arus phasa (beban),
 η = efisiensi.
 $\cos \varphi$ = faktor daya.

Sedangkan untuk arus beban, digunakan rumus seperti berikut:

$$I_p = \frac{P_{1\phi}}{V_{1l} \times \eta \times \cos \varphi} \quad (5)$$

Perhitungan arus beban

Dengan menggunakan persamaan (3) atau persamaan (5) di atas, dan mensubstitusikan parameter motor yang akan dihitung arusnya kedalam persamaan yang bersesuaian tersebut, maka arus beban untuk setiap unit motor yang digunakan sebagai penggerak katup, sebagai penggerak blower, maupun sebagai penggerak pompa dapat dilihat pada Tabel 1.

Total arus beban

Total arus beban motor-katup selenoida, adalah:

Pada jalur distribusi train A
 $I_{KA} = 13.58$ Amper
Pada jalur distribusi train B
 $I_{KB} = 13.17$ Amper
Pada jalur distribusi, train C
 $I_{KC} = 6.56$ Amper

Total arus beban motor-blower, adalah:

Pada jalur distribusi train A
 $I_{BA} = 261.69$ Amper.
Pada jalur distribusi train B
 $I_{BB} = 261.69$ Amper.
Pada jalur distribusi, train C
 $I_{BC} = 87.23$ Amper.

Total arus beban motor-pompa, adalah:

Pada jalur distribusi train A:
 $I_{PA} = I_{(PA04-AP001 + PA05-AP001 + PA03-AP001)}$
 $= 13.50 + 7.42 + 227.58 = 248.50$
Amper
Pada jalur distribusi jalur distribusi B:
 $I_{PB} = I_{(PA01-AP002 + PA02-AP002 + PA01-AP001)}$
 $= 9.54 + 9.54 + 227.58$
 $= 246.66$ Amper
Pada jalur distribusi jalur distribusi C:
 $I_{PC} = I_{(PA02-AP001 + PA04-AP002)}$
 $= 227.58 + 13.50$
 $= 241.08$ Amper

Mengacu pada konfigurasi distribusi arus beban yang didasarkan pada moda operasi 2 dari 3 tersebut di atas, maka:

1. Arus beban pada moda operasi 1.

Arus beban sistem moda operasi 1 diperoleh dengan mengoperasikan pompa terpasang pada train A bersama sama dengan pompa yang terpasang pada train B.

Berdasarkan sirkit ekivalen pada Gambar 1, maka konfigurasi moda 1, diperoleh apabila sakelar $S_1, S_2, S_{B1}, S_{B2},$ dan S_{B3} ON. Sehingga total arus beban terpasang untuk mendukung operasi sistem pendingin sekunder, adalah:

$$\begin{aligned} I_{T1} &= I_1 + I_2 + I_{BA} + I_{BB} + I_{BC} \\ &= (I_{KA} + I_{PA}) + (I_{KB} + I_{PB}) + I_{BA} + I_{BB} + I_{BC} \\ &= (13.58 + 248.50) + (13.17 + 246.66) + 261.69 \\ &\quad + 261.69 + 87.23 \\ &= 262.80 + 259.83 + 610.61 \\ I_{T1} &= 1133.24 \text{ Amper} \end{aligned}$$

2. Arus beban pada moda operasi 2.

Arus beban sistem pada moda operasi 2 diperoleh dengan mengoperasikan pompa terpasang pada train A dan train C. Berdasarkan sirkit ekivalen pada Gambar 1, maka konfigurasi moda operasi dua diperoleh apabila sakelar $S_1, S_3, S_{B1}, S_{B2},$ dan S_{B3} ON, maka total arus beban terpasang untuk mendukung operasi sistem pendingin sekunder, adalah:

$$\begin{aligned} I_{T2} &= I_1 + I_3 + I_{BA} + I_{BB} + I_{BC} \\ &= (I_{KA} + I_{PA}) + (I_{KC} + I_{PC}) + I_{BA} + I_{BB} + I_{BC} \\ &= (13.58 + 248.50) + (6.56 + 241.08) + \\ &\quad 261.69 + 261.69 + 87.23 \\ &= 262.80 + 247.64 + 610.61 \\ I_{T2} &= 1121.05 \text{ Amper} \end{aligned}$$

3. Arus beban pada moda operasi 3.

Arus beban sistem sekunder pada moda operasi 3 diperoleh dengan mengoperasikan pompa terpasang pada train B dan train C. Berdasarkan sirkit ekivalen pada Gambar 1, maka konfigurasi moda operasi 3 diperoleh apabila sakelar $S_2, S_3, S_{B1}, S_{B2},$ dan S_{B3} ON, maka total arus beban terpasang untuk mendukung operasi sistem pendingin sekunder, adalah:

$$\begin{aligned} I_{T3} &= I_2 + I_3 + I_{BA} + I_{BB} + I_{BC} \\ &= (I_{KB} + I_{PB}) + (I_{KC} + I_{PC}) + I_{BA} + I_{BB} + \\ &\quad I_{BC} \\ &= (13.17 + 246.66) + (6.56 + 241.08) + \\ &\quad 261.69 \\ &\quad + 261.69 + 87.23 \end{aligned}$$

$$= 246.66 + 247.64 + 610.61$$

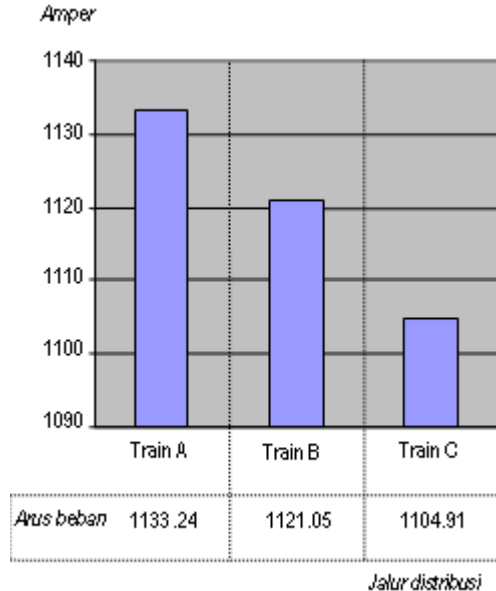
$$I_{T3} = 1104.91 \text{ Amper}$$

Tabel 1. Arus Beban Sistem

NO.	JALUR DISTRIBUSI DAYA	MOTOR KATUP SELENOIDA	LOKASI (NO.RUANG)	BEBAN TERPASANG (KW)	FAKTOR PEMBAGI	ARUS BEBAN (AMPER)
1		PA01-AA001	TR	1.1	367.26	3.00
2		PA01-AA003	0102	0.55	367.26	1.50
3		PA01-AA010	0102	0.55	367.26	1.50
4		PA01-AA011	0102	0.03	367.26	0.08
5	TRAIN A	PA01-AA012	0220	0.55	367.26	1.50
6		PA01-AA014	0625	0.55	367.26	1.50
7		PA01-AA016	0625	0.55	367.26	1.50
8		PA01-AA020	0220	0.55	367.26	1.50
9		PA01-AA022	TR	0.55	367.26	1.50
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-KATUP PADA TRAIN A						13.58
1		PA02-AA001	TR	1.1	367.26	3.00
2		PA02-AA003	0102	0.55	367.26	1.50
3		PA02-AA010	0102	0.55	367.26	1.50
4		PA02-AA011	0102	0.03	367.26	0.08
5		PA02-AA012	0220	0.55	367.26	1.50
6	TRAIN B	PA02-AA014	0625	0.55	367.26	1.50
7		PA02-AA016	0625	0.55	367.26	1.50
8		PA02-AA020	0220	0.55	367.26	1.50
9		PA02-AA022	TR	0.37	367.26	1.01
10		PA04-AA004	0101	0.03	367.26	0.08
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-KATUP PADA TRAIN B						13.17
1		PA03-AA004	0102	0.55	367.26	1.50
2		PA05-AA003	TR	0.06	367.26	0.16
3		PA05-AA002	TR	0.06	367.26	0.16
4	TRAIN C	PA03-AA011	0102	0.55	367.26	1.50
5		PA03-AA012	0102	0.55	367.26	1.50
6		PA03-AA013	0102	0.55	367.26	1.50
7		PA04-AA002	0101	0.03	367.26	0.08
8		GBA01-A001	TR	0.06	367.26	0.16
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-KATUP PADA TRAIN C						6.56
1	TRAIN A	PA02-AH001	CT	30	343.89.	87.23
2		PA02-AH002	CT	30	343.89.	87.23
3		PA02-AH003	CT	30	343.89.	87.23
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-BLOWER PADA TRAIN A						261.69
1	TRAIN B	PA01-AH001	CT	30	343.89.	87.23
2		PA01-AH002	CT	30	343.89.	87.23
3		PA01-AH003	CT	30	343.89.	87.23
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-BLOWER PADA TRAIN B						261.69
1	TRAIN C		CT	30	343.89.	87.23
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-BLOWER PADA TRAIN C						87.23
1	JALUR DISTRIBUSI A	PA04-AP001	0101	4.4	325.79	13.50
2		PA05-AP001	TR	2.5	336.65	7.42
3		PA03-AP001	0102	220 *	483.34	227.58
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR-POMPA PADA TRAIN A						248.50
1	TRAIN B	PA01-AP002	TR	3.7*	387.66	9.54
2		PA02-AP002	TR	3.7*	387.66	9.54
3		PA01-AP001	0102	220*	483.34	227.58
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR- POMPA PADA TRAIN B						246.66
1	TRAIN C	PA02-AP001	0102	220*	483.34	227.58
2		PA04-AP002	0101	4.4	325.79	13.50
TOTAL ARUS BEBAN MOTOR- POMPA PADA TRAIN C						241.08

Ket. * motor bekerja pada 50 % daya.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat dilihat tingkat keseimbangan arus beban pada sistem pendingin sekunder seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik keseimbangan catu daya pada jalur distribusi, pada saat sistem pendingin sekunder dioperasikan.

KESIMPULAN

Beban terpasang sistem pendingin sekunder terdiri atas pompa, katup, dan blower menara pendingin. Pompa terdiri atas 3 unit, yang bekerja berdasarkan moda operasi 2 dari 3, merupakan peralatan listrik utama yang diperlukan oleh sistem pendingin sekunder. Peralatan lainnya adalah katup selenoida yang digerakkan oleh motor listrik dan bekerja menutup atau membuka sesuai fungsinya sebelum dan sesudah operasi reaktor. Blower terdiri atas 7 unit yang disuplai dari tiga jalur berbeda, tiga unit masing-masing dipasang oleh BHA dan BHB, dan satu lainnya oleh BHC. Pada operasi reaktor semua blower dioperasikan untuk membuang panas dari penukar panas ke lingkungan, dan dua unit pompa yang dipekerjakan untuk menanggung 100% beban, sehingga tiap unit motor menanggung 50%. Daya tiap unit blower dan pompa masing-masing adalah 30 dan 220 KW.

Dari hasil analisis yang dilakukan, dengan tiga moda operasi sistem yang diberikan yaitu moda operasi 1, moda operasi 2, dan moda operasi 3, diperoleh bahwa train A dan train B menanggung arus beban lebih besar

dibandingkan dengan train C. Walaupun pada moda operasi 3 yang bekerja adalah pompa PA02 AP001 dan PA03 AP001, namun train A tetap menanggung arus beban yang diberikan oleh motor blower.

Dengan demikian baik jalur distribusi train A maupun jalur distribusi train B, selama operasi reaktor tidak pernah bebas dari arus beban sistem pendingin sekunder. Oleh sebab itu, disarankan untuk merubah konfigurasi beban terpasang motor blower.

DAFTAR PUSTAKA

1. INTERATOM GMBH, "Electrical Description and Specification of MPR-30", Serpong, 1987.
2. B.L. THERAJA, "Electrical Technology", S. Chand & Company Ltd, New Delhi 110055, 1979.
3. HASAN BASRI, "Sistem Distribusi Daya Listrik", ISTN, Jakarta 1997.
4. 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.
5. YAN BONY MARSAHALA, "Tinjauan Unjuk Kerja Pompa Pendingin Sekunder RSG-GAS", Prosiding Seminar Teknologi Pendayagunaan Reaktor Riset, Maret 1999, ISSN 1411-0032

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan "Keseimbangan" Catu Daya pada judul makalah? Apa syarat-syarat keseimbangan tersebut? (Anwar Budiarto)
2. Bagaimana sistem pendingin tersebut jika tidak mengalami keseimbangan? Apa ada dampak bagi RSG? (Anwar Budiarto)
3. Apa penyebab sistem catu daya yang telah terbakar? (Joko Sumanto)
4. Saudara menghitung optimalisasi catu daya sistem pendingin sekunder RSG lewat monitoring arus motor yang digunakan. Selama ini berapa kapasitas arus yang digunakan? (Joko Sumanto)

5. Apa sudah sesuai dengan analisis saudara?
(Joko Sumanto)

Jawaban

1. Keseimbangan yang dimaksud pada judul makalah adalah arus beban yang setara besarnya pada setiap tiga jalur yang ada
2. Ketidakseimbangan catu daya tidak berdampak langsung pada sistem pendingin tersebut. Namun berdampak pada sistem kelistrikan.
3. Hingga hari ini belum pernah dilakukan investigasi untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kebakaran sistem catu daya tersebut.
4. Kapasitas arus yang digunakan berbeda untuk setiap jalur distribusi, namun arus beban yang disumbang oleh sistem pendingin sekunder dapat dilihat pada hasil dan pembahasan.
5. Karena beban dominan pada tiap jalur distribusi berasal dari sistem pendingin, maka hasil yang diperoleh boleh dikatakan mendekati kondisi sebenarnya.

