

## EVALUASI KONSUMSI DAYA LISTRIK RSG-GAS PADA SIKLUS OPERASI TERAS 58

Teguh Sulistyio

### ABSTRAK

**EVALUASI KONSUMSI DAYA LISTRIK RSG-GAS PADA SIKLUS OPERASI TERAS 58.** Telah dilakukan evaluasi konsumsi daya listrik pada siklus operasi RSG-GAS teras 58 tanggal 12 Juli 2006 sampai dengan 07 Nopember 2006 menggunakan data rekening listrik dan laporan operasi RSG-GAS teras 58 tahun 2006. Berdasarkan hasil evaluasi konsumsi daya listrik, beban LWBP (Lewat Waktu Beban Puncak) pada akhir sebesar 12.861, WBP (Waktu Beban Puncak) pada akhir sebesar 2.481, kVAR sebesar 12.977 sedangkan daya yang dibangkitkan sampai akhir teras LVI sebesar 641,1361 MWD (Mega Watt Day) dengan daya operasi umumnya sebesar 15 MW dengan waktu siklus operasi RSG-GAS teras 58 ini, 46,92 % dari waktu yang tersedia digunakan untuk operasi reaktor, sedangkan 53,08 % kondisi reaktor padam. Kondisi ini dipergunakan untuk beberapa kegiatan meliputi pembongkaran/pembentukan teras, persiapan sarana operasi, perawatan sistem instrumentasi, elektrik dan mekanik serta perbaikan sistem instrumentasi dan mekanik yang mengalami gangguan. Sehingga dari keseluruhan waktu operasi, 99,86 % digunakan pada operasi daya tinggi untuk kegiatan iradiasi target produksi radioisotop dan eksperimen, sedangkan 0,14 % digunakan pada operasi daya rendah untuk kegiatan eksperimen fisika pada awal siklus.

Kata Kunci: siklus operasi RSG-GAS

### ABSTRACT

**EVALUATION CONSUME POWER ELECTRICS RSG-GAS AT CYCLE OPERATE FOR TERRACE 58.** Have evaluate to consumption of energy electrics at cycle operate for RSG-GAS terrace 58 12 July 2006 up to 07 November 2006 using electrics account data and report operate for RSG-GAS terrace; core 58 year 2006. Pursuant to result of evaluation consume electrics energy, burden of LWBP (Pass Time Peak Load/Burden) by the end of equal to 12.861, WBP (Time Peak Load/Burden) by the end of equal to 2.481, kVAR equal to 12.977 while awakened energy to the last terrace; core of LVI equal to 641,1361 MWD (Mega Watt of Day) with energy operate for generally equal to 15 MW with cycle time operate for RSG-GAS 58 terrace; core this, 46,92 % from time which is [is] available to be used for the operation of reactor, while 53,08 % condition of extinct reactor. This condition is utilized for a few activity cover unloading / forming of terrace; core, preparation of operation medium, treatment of instrumentation system, electrical and mechanic and also repair of instrumentation system and natural mechanic of trouble. So that from overall of operation time, 99,86 % used at high energy operation for the activity of goals irradiation produce experiment and radioisotope, while 0,14 % used at low energy operation for the activity of physics experiment in the early cycle.

Keyword: cycle operate for RSG-GAS

## PENDAHULUAN

Konsumsi daya listrik Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy (RSG-GAS) sering kali mengalami fluktuasi yaitu mencapai beban puncak, beban menengah dan beban rendah. Walaupun belum pernah dilakukan pengukuran pemakaian energi listrik secara kontinyu untuk mengetahui terjadinya kondisi beban puncak, beban menengah dan beban rendah, namun berdasarkan hipotesis penulis, kondisi beban puncak terjadi pada saat reaktor beroperasi pada waktu jam kerja berlangsung. Pada kondisi seperti ini reaktor RSG-GAS dengan sistem bantuannya menggunakan energi listrik sangat besar, sehingga dikatakan beban puncak. Beban menengah terjadi pada waktu jam kerja berlangsung tetapi reaktor tidak beroperasi. Pada kondisi seperti ini konsumsi energi listrik hanya lebih banyak digunakan antara lain untuk keperluan gedung OB (*office building*), sistem penerangan dan monitoring, sedangkan beban rendah terjadi pada saat reaktor tidak beroperasi dan berlangsung diluar jam kerja. Konsumsi energi listrik ini berjalan sesuai dengan jadwal siklus operasi RSG-GAS dan perawatan setiap tahunnya, sehingga konsumsi energi listrik yang juga mengalami fluktuasi sesuai dengan besarnya pemakaian energi listrik setiap bulannya.

Tulisan ini menguraikan hubungan konsumsi daya listrik RSG-GAS yang terdapat dalam rekening listrik seperti beban blok LWBP, WBP dan kVArh terhadap satu siklus operasi RSG-GAS dengan mengambil contoh operasi pada teras LVI Juli 2006 sampai dengan Nopember 2006. Hasil kegiatan evaluasi ini diharapkan diperoleh data tentang besarnya konsumsi daya listrik RSG-GAS pada siklus operasi teras 58.

## TEORI

Sistem operasi kelistrikan RSG-GAS terdiri atas 2 (dua) mode yaitu operasi normal dan operasi darurat. Operasi normal adalah keadaan dimana penyedia daya listrik PLN ada dan memasok energi listrik pada konsumen RSG-GAS pada tegangan 380

volt (fasa-fasa) atau 220 volt (fasa-netral) dengan frekuensi 50 Hz yang stabil. Pada kondisi ini genset berada pada kondisi "stand by". Sedangkan yang dimaksud dengan operasi darurat adalah keadaan dimana penyedia daya listrik PLN mengalami gangguan, seperti aliran listrik putus, fluktuasi tegangan > 20% dari tegangan nominal. Pada kondisi yang demikian genset bekerja secara otomatis memasok beban-beban keselamatan reaktor (*safety related consumers*), dan sebelum diesel pembangkit siap, maka beban-beban keselamatan reaktor disuplai oleh penyedia daya batere. Waktu yang diperlukan genset untuk siap mensuplai beban pada masing-masing train adalah 12 detik.

Konsumsi energi listrik pada gedung RSG-GAS setiap bulannya dapat diketahui melalui kWh meter PLN atau rekening listrik yang mencantumkan kondisi blok Waktu Beban Puncak (WBP), Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP), dan biaya kVArh, sehingga berdasarkan rekening listrik tersebut dapat diketahui besarnya konsumsi energi listrik setiap bulannya.

Operasi RSG-GAS teras 58 adalah siklus operasi ke 58, dimana dalam satu siklus operasi ini dilakukan beberapa kegiatan antara lain *refueling control rod*, uji jatuh batang kendali dan lain sebagainya. Operasi RSG-GAS teras 58 ini dilaksanakan pada 12 Juli 2006 sampai dengan 07 September 2006. Kegiatan operasi reaktor yang ke 58 ini terdiri atas operasi tahap I, operasi tahap II, operasi tahap III, operasi tahap IV dan operasi tahap V. Operasi masing-masing tahap ini memiliki tujuan yaitu melaksanakan kalibrasi daya, iradiasi target dan eksperimen.

Moda operasi yang dilaksanakan meliputi pertama operasi daya yaitu operasi reaktor yang dimulai dari awal (*start-up*) sampai ke operasi daya (*power operation*) dan operasi reaktor pada daya  $\geq 3\%$  daya penuh. Kedua operasi awal dan operasi daya rendah dengan konveksi alam (pendingin primer padam). Dalam hal ini reaktor beroperasi dengan daya < 1% dari daya penuh, baik kritis maupun

sub-kritis dengan kondisi batang kendali beroperasi. Selain itu terdapat pula operasi awal dan operasi daya rendah dengan konveksi paksa (pendingin primer dijalankan), dimana pada operasi model ini reaktor beroperasi dengan daya < 3% dari daya penuh, baik kritis maupun sub-kritis dengan kondisi batang kendali beroperasi. Moda operasi yang ketiga adalah pemadaman yaitu kondisi dimana semua batang kendali berada di bawah, kondisi ini ditandai dengan penunjukkan meter nol, sistem 6 kontak berada pada posisi terbuka, dan kunci *start-up* dalam keadaan *off*, sedangkan moda operasi ke empat merupakan pengisian ulang elemen bakar (*refueling*), dimana pada moda operasi ke tiga, pompa primer tidak beroperasi dan sistem pendingin kolam dalam kondisi beroperasi.

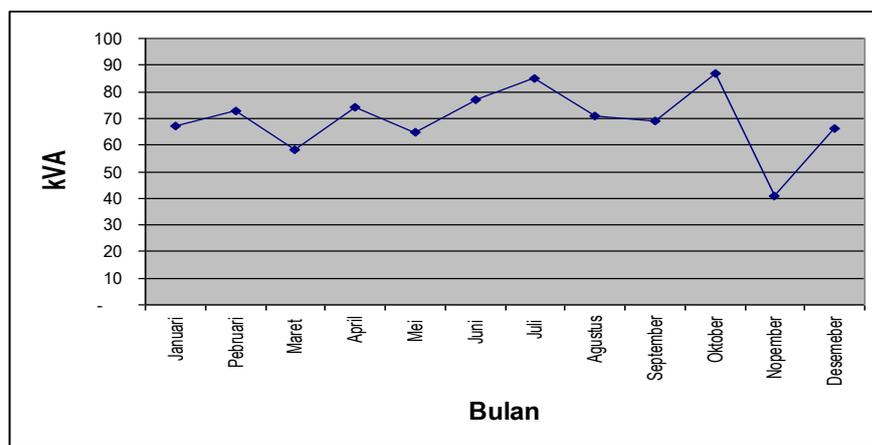
**METODA PELAKSANAAN**

Evaluasi pemakaian daya listrik pada PRSG pada siklus operasi teras 58 ini menggunakan metoda evaluasi dari data rekening listrik PRSG tahun 2006 serta data

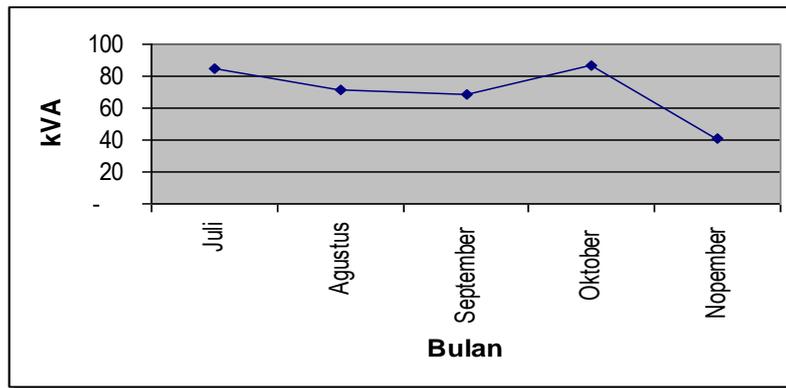
laporan kegiatan operasi RSG-GAS teras ke 58 yang dilaksanakan pada 12 Juli 2006 sampai dengan 07 Nopember 2006. Operasi RSG-GAS yang berlangsung dari bulan Juli 2006 sampai dengan bulan Nopember 2006 ini berlangsung selama 112 hari yang meliputi operasi teras ke 57, teras 58 dan teras 59. Data yang yang diperoleh dari rekeninh listrik tahun 2006 tersebut meliputi pemakaian daya listrik pada blok WBP, LWBP dan kVArh sedangkan selama kurun waktu operasi teras ke 57, teras 58 dan teras 59 meliputi daya yang dibangkitkan pada masing-masing operasi teras, lamanya siklus operasi, waktu operasi, waktu pemadaman, jumlah jam operasi, serta energi total yang dibangkitkan.

**HASIL DAN BAHASAN**

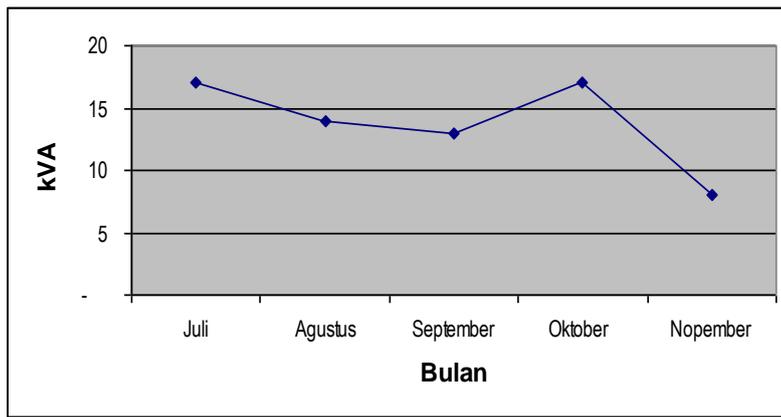
Pemakaian daya listrik kurun waktu 12 Juli 2006 sampai dengan 07 September 2006 ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan konsumsi daya listrik pada masing-masing blok LWBP, BWP dan kVArh, ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



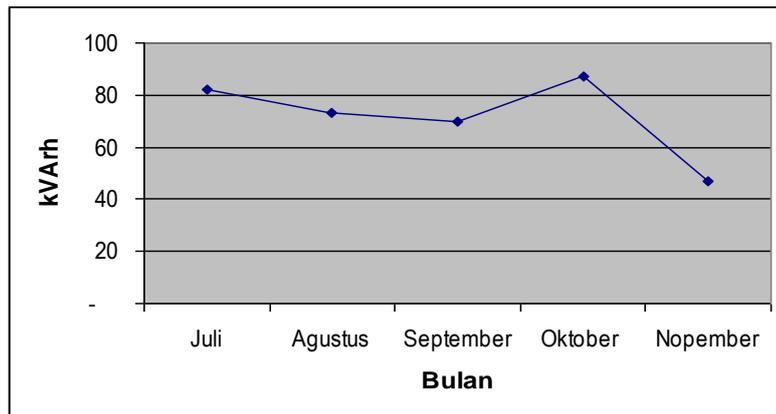
Gambar 1. Pemakaian daya listrik selama tahun 2006



Gambar 2. Konsumsi daya listrik blok LWBP



Gambar 3. Konsumsi daya listrik blok WBP



Gambar 4. Konsumsi daya listrik pada blok kVArh

Gambar 1, menunjukkan pemakaian daya listrik selama tahun 2006. Beban puncak terjadi pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2006 dimana selisih pemakaian daya listrik sesudah dan sebelum tercatat rata-rata pada blok LWBP sebesar 87, blok WBP sebesar 17 dan blok kVArh sebesar 87. Hal ini dikarenakan pada kurun waktu tersebut RSG-GAS beroperasi selama 105 hari atau setara dengan 52.899,77 jam dengan rata-rata daya yang dibangkitkan 15 MWD, sedangkan pada bulan Nopember 2006 pemakaian daya listrik menurun hal ini dikarenakan pada kurun waktu tersebut dilaksanakan kegiatan perawatan dan perbaikan sistem pendukung RSG-GAS yang cukup panjang.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, 3 dan 4, kenaikan beban pada blok LWBP dari bulan Juli 2006 hingga bulan Nopember 2006 diperoleh kenaikan rata-rata sebesar 70,6 kVA, beban pada blok WBP 13,8 kVA dan beban kVArh 13,8 kVA. Konsumsi terendah terjadi pada bulan Nopember 2006 sebesar 41 kVA dengan jumlah jam operasi 77,56 jam, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2006 sebesar 87 kVA dengan jumlah jam operasi 288 jam.

Sedangkan kegiatan operasi RSG-GAS teras 57, 58 dan 59 antara lain 46, 92 % waktu yang tersedia selama perioda teras ini digunakan untuk operasi reaktor, 53,08 % waktu reaktor dalam kondisi padam, dimana selama waktu ini digunakan untuk bongkar dan pembentukan teras, persiapan sarana operasi, perawatan sistem instrumentasi, elektrik dan mekanik serta kegiatan perbaikan terhadap beberapa sistem yang mengalami gangguan, dari seluruh waktu operasi 99,86 % digunakan pada operasi daya tinggi untuk kegiatan iradiasi target produksi radioisotop dan eksperimen, sedangkan 0,14 % waktu lainnya digunakan pada operasi daya rendah untuk kegiatan eksperimen fisika pada awal siklus.

Pada umumnya reaktor dioperasikan dengan daya sebesar 15 MW dan energi yang

dibangkitkan selama teras ini dioperasikan energi sebesar 691,1386 MWD. Jumlah elemen bakar yang digunakan sebanyak 40 elemen bakar standar jenis  $U_3Si_2-Al$  ditambah 8 elemen bakar kendali jenis  $U_3Si_2-Al$  dengan berat total U-235 awal siklus 11.404,82 gram, berat total U-235 akhir siklus 7.743,55 gram, fraksi bakar rerata awal siklus 24,77 % dan fraksi bakar rerata akhir siklus 32,10 %. Selain itu diperoleh reaktivitas lebih awal teras ini sebesar 7,7801 % digunakan untuk uji fungsi teras 58, iradiasi target U-235,  $TeO_2$ ,  $Sm_2O_3$ , Re-m, Hg-O, Pd-m,  $Yb_2O_3$ ,  $Lu_2O_3$ , Sulfur,  $MoO_3$ , NiO,  $Sc_2O_3$  dan *dummy* di CIP; dan Cu-Pht Fe-foil, tumbuhan, lumpur, rumput, endapan, ZR, SRM, Ir-191, Sedimen, Pakan Ternak, AAN, SRM, tanaman, tanah, batuan AU-AL, Zn foil di fasilitas *Rabbit System*.

Masing-masing operasi dilaksanakan mulai dari tahap I sampai dengan tahap V memiliki fluktuasi energi yang dibangkitkan dan jumlah jam operasi yang berbeda, namun jenis kegiatan selama reaktor beroperasi pada umumnya sama. Sebagai contoh kegiatan operasi tahap I ini digunakan untuk kalibrasi daya, iradiasi target dan eksperimen dengan jumlah daya yang dibangkitkan sebesar 182 MW dalam rentang waktu 262,27 jam, kegiatan operasi tahap II digunakan untuk iradiasi target dan eksperimen dengan jumlah daya yang dibangkitkan sebesar 197 MW dalam rentang waktu 279,25 jam, kegiatan operasi tahap III digunakan untuk iradiasi target dan eksperimen dengan jumlah daya yang dibangkitkan sebesar 219 MW dalam rentang waktu 241,95 jam, kegiatan operasi tahap IV digunakan untuk iradiasi target dan eksperimen dengan jumlah daya yang dibangkitkan sebesar 212 MW dalam rentang waktu 321,28 jam, dan kegiatan operasi tahap V digunakan untuk iradiasi target dan eksperimen dengan jumlah daya yang dibangkitkan sebesar 62 MW dalam rentang waktu 77,56 jam.

Tabel 1. Data operasi total selama siklus teras 58

No	Uraian kegiatan	Hasil
1	Umum	
	1. Lama siklus	2.520 jam = 105 hari
	2. Lama padam	1.337,69 jam = 55,737 hari
	3. Lama operasi	1.182,31 jam = 49,263 hari
	• Daya tinggi	1.180,61 jam
	• Daya rendah	1.7 jam
	4. Total jam operasi sampai dengan teras 58	52.899,77 jam
2.	Daya	
	1. Total energi yang dibangkitkan selama operasi teras 58	691,1386 MWD
	2. Total energi yang dibangkitkan sampai akhir teras 58	35.976,1048 MWD
3.	Bahan bakar	
	1. Jumlah bahan bakar (U-235) dalam teras awal siklus	11.404,82 gram
	2. Jumlah bahan bakar (U-235) dalam teras akhir siklus	7.743,55 gram
	3. Fraksi bakar rerata awal siklus	24,77 %
	4. Fraksi bakar rerata akhir siklus	32,10 %
4.	Jumlah sampel	± 28 buah

Tabel 2. Konsumsi daya listrik pada blok LWBP, WBP dan kVArh perioda bulan Juli 2006 sampai dengan Nopember 2006

Uraian	Akhir	Awal	Jumlah
<b>LWBP</b>			
Juli	2,431	2,346	85
Agustus	2,502	2,431	71
September	2,571	2,502	69
Oktober	2,658	2,571	87
Nopember	2,699	2,658	41
Jumlah			353
<b>WBP</b>			
Juli	468	451	17
Agustus	482	468	14
September	495	482	13
Oktober	512	495	17
Nopember	520	512	8
Jumlah			69

Bersambung

Tabel 2. Lanjutan

Uraian	Akhir	Awal	Jumlah
<b>kVarh</b>			
Juli	2,451	2,369	82
Agustus	2,524	2,451	73
September	2,594	2,524	70
Oktober	2,681	2,594	87
Nopember	2,728	2,681	47
Jumlah			359

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi konsumsi energi listrik terhadap siklus operasi RSG-GAS teras 58 yang dilaksanakan pada 12 Juli 2006 sampai dengan 07 September 2006 menggunakan data rekening listrik menunjukkan konsumsi energi listrik yang digunakan pada beban blok LWBP sebesar 353 kVA, beban blok WBP sebesar 69 kVA dan beban blok kVarh sebesar 359 kVarh dengan total energi yang dibangkitkan pada operasi RSG-GAS teras yaitu 691,1386 MWD dengan daya operasi umumnya sebesar 15 MW. Waktu siklus operasi RSG-GAS teras 58 ini, 46,92 % dari waktu yang tersedia digunakan untuk operasi reaktor, sedangkan 53,08 % kondisi reaktor padam. Kondisi ini dipergunakan untuk beberapa kegiatan meliputi pembongkaran/pembentukan teras, persiapan sarana operasi, perawatan sistem instrumentasi, elektrik dan mekanik serta perbaikan sistem instrumentasi dan mekanik yang mengalami gangguan. Sehingga dari keseluruhan waktu operasi, 99,86 % digunakan pada operasi daya tinggi untuk kegiatan iradiasi target produksi radioisotope dan eksperimen, sedangkan 0,14 %

digunakan pada operasi daya rendah untuk kegiatan eksperimen fisika pada awal siklus.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonymous, *Electrical Safety Analysis Report of MPR-30*, Interatom, GmBH
- [2] Anonymous, GmBH, *Electrical Component of MPR-30*, Interatom, GmBH
- [3] Anonymous, Laporan operasi RSG-GAS teras LVIII, PRSG Batan, 2006
- [4] TEGUH S, *Perhitungan kebutuhan kapasitor daya pada gedung RSG-GAS, REAKTOR Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*, Volume III No. 1, April 2007
- [5] KISWANTO, TEGUH S., *Perawatan sistem kelistrikan gedung reaktor RSG-GAS, Couching Perawatan Sistem Kelistrikan Gedung Reaktor RSG-GAS*, 2006
- [6] YAN BONY MARSAHALA, *Modifikasi Sistem Listrik RSG-GAS Menjelang 20 Tahun Operasi, REAKTOR Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*, Volume III No. 1, April 2006



Tabel 1. Hasil perhitungan konsumsi energi listrik PRSG tahun 2006

Bulan	Beban										FK	Harga Per kWh			Biaya Pemakaian		
	Daya (VA)	LWBP		Selisih	WBP		Selisih	kVArh		Selisih		LWBP / Blok I	WBP / Blok II	kVArh / Blok III	LWBP	WBP	kVArh
		Akhir	Awal		Akhir	Awal		Akhir	Awal								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16
Januari	3,805	1,999	1,932	67	385	372	13	2,018	1,945	73	8,000	379	758	639	203,144,000	78,832,000	373,176,000
Pebruari	3,805	2,072	1,999	73	398	385	13	2,090	2,018	72	8,000	379	758	639	221,336,000	78,832,000	368,064,000
Maret	3,805	2,130	2,072	58	410	398	12	2,149	2,090	59	8,000	379	758	639	175,856,000	72,768,000	301,608,000
April	3,805	2,204	2,130	74	423	410	13	2,225	2,149	76	8,000	379	758	639	224,368,000	78,832,000	388,512,000
Mei	3,805	2,269	2,204	65	436	423	13	2,291	2,225	66	8,000	379	758	639	197,080,000	78,832,000	337,392,000
Juni	3,805	2,346	2,269	77	451	436	15	2,369	2,291	78	8,000	379	758	639	233,464,000	90,960,000	398,736,000
Juli	3,805	2,431	2,346	85	468	451	17	2,451	2,369	82	8,000	379	758	639	258,932,800	102,420,960	418,672,800
Agustus	3,805	2,502	2,431	71	482	468	14	2,524	2,451	73	8,000	379	758	639	215,272,000	83,622,560	371,642,400
September	3,805	2,571	2,502	69	500	482	18	2,594	2,524	70	8,000	379	758	639	209,208,000	108,848,800	359,884,800
Oktober	3,805	2,658	2,571	87	512	495	17	2,681	2,594	87	8,000	379	758	639	263,480,800	102,906,080	443,210,400
Nopember	3,805	2,699	2,658	41	520	512	8	2,728	2,681	47	8,000	379	758	639	124,918,400	48,512,000	240,775,200
Desember	3,805	2,765	2,699	66	532	520	12	2,796	2,728	68	8,000	379	758	639	200,112,000	73,374,400	348,638,400
Jumlah		28,646	27,813	834	5,516	5,351	165	28,915	28,064	851					2,527,172,000	998,740,800	4,350,312,000
Rata-rata		2,387	2,318	69	460	446	14	2,410	2,339	71					210,597,667	83,228,400	362,526,000
Minimum		1,999	1,932		385	372		2,018	1,945						124,918,400	48,512,000	240,775,200
Maksimum		2,765	2,699		532	520		2,796	2,728						263,480,800	108,848,800	443,210,400

