

ISSN 1411-1586

Teodolita

JURNAL ILMU-ILMU TEKNIK

VOL. 17 NO. 1, Juni 2016

- ↻ **Audit Energi Di PT. Macanan Jaya Cemerlang** *Sugeng Santoso,
Dody Wahjudi*
- ↻ **Perancangan Campuran Beton Mutu Tinggi** *F. Eddy Poerwodihardjo
Iwan Rustendi*
- ↻ **Persepsi Remaja Terhadap Atribut Aksesibilitas Pada Setting Alun-alun Purwokerto** *Yohanes Wahyu Dwi Y*
- ↻ **Kongsan : Rumah Adat Kyai Kunci dan Bedogol Di Permukiman Komunitas Kejawan Bonokeling, Banyumas** *Wita Widyandini
Yohana Nursruwening*
- ↻ **Analisa Kontinuitas Non-Linear Pra Cetak balok Girder Beton Prategang Dengan Lantai dan Diafragma Cor Di Tempat** *Reni Sulistyawati AM*
- ↻ **Faktor-faktor Yang Menyebabkan Keterlambatan Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Karisidenan banyumas** *Taufik Dwi Laksono*

UNIVERSITAS WIJAYAKUSUMA PURWOKERTO

Teodolita

Vol. 17

NO. 1

Hlm. 1 - 45

ISSN
1411-1586

Purwokerto
Juni 2016

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

JURNAL TEODOLITA

VOL. 17 NO. 1, Juni 2016

ISSN 1411-1586

HALAMAN REDAKSI

Jurnal Teodolita adalah jurnal ilmiah fakultas teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto yang merupakan wadah informasi berupa hasil penelitian, studi literatur maupun karya ilmiah terkait. Jurnal Teodolita terbit 2 kali setahun pada bulan Juni dan Desember.

Penanggungjawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Pemimpin Redaksi : Taufik Dwi Laksono, ST MT
Sekretaris : Dwi Sri Wiyanti, ST MT
Bendahara : Basuki, ST MT
Editor : Atiyah Barkah, ST MT
Yohana Nursruwening, ST MT
Tim Reviewer : Iwan Rustendi, ST MT (Sipil, Unwiku Purwokerto)
Romigildus Cornelis, ST MT (Sipil, Univ. Cendana Kupang)
Sulfah Anjarwati, ST MT (Sipil, Univ. Muhammadiyah Purwokerto)
Taufik Dwi Laksono, ST MT (Sipil, Unwiku Purwokerto)
Kholistianingsih, ST M.Eng (Elektro, Unwiku Purwokerto)
Priyono Yulianto, ST MT (Elektro, Unwiku Purwokerto)
Ain Sahara, ST M.Eng (Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan)
Wita Widyandini, ST MT (Arsitektur, Unwiku Purwokerto)
Dwi Jati Lestariningsih, ST MT (Arsitektur, Unwiku Purwokerto)
Eka Widiyananto, ST MT (Arsitektur, Sekolah Tinggi Teknik Cirebon)
Sirkulasi&Distribusi : Trio Sugiharso, ST
Alamat Redaksi : Sekretariat Jurnal Teodolita
Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Karangsalam-Beji Purwokerto
Telp 0281 633629
Email : teodolitaunwiku@yahoo.com

Tim Redaksi berhak untuk memutuskan menyangkut kelayakan tulisan ilmiah yang dikirim oleh penulis. Naskah yang di muat merupakan tanggungjawab penulis sepenuhnya dan tidak berkaitan dengan Tim Redaksi.

PENGANTAR REDAKSI

Edisi Juni 2016 memuat materi yang membahas tentang ilmu-ilmu teknik seperti campuran beton, analisa keterlambatan proyek, analisa beton prategang, dan beberapa artikel lagi. Pembahasan yang diberikan diharapkan dapat menambah wawasan bagi siapa saja yang membacanya.

Kontribusi makalah dari berbagai pihak baik di dalam lingkungan kampus maupun di luar lingkungan kampus sangat redaksi harapkan agar dapat memberikan pengetahuan tentang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada.

Akhir kata redaksi mengharapkan peran serta seluruh komponen untuk dapat menjadi pemakalah pada jurnal teodolita pada edisi Desember 2016..

REDAKSI

JURNAL TEODOLITA

VOL. 17 NO. 1, Juni 2016

ISSN 1411-1586

DAFTAR ISI

Audit Energi Di PT. Macanan Jaya Cemerlang	1 - 8
<i>Sugeng Santoso, Dody Wahjudi</i>	
Perancangan Campuran Beton Mutu Tinggi	9 - 14
<i>F. Eddy Poerwodihardjo, Iwan Rustendi</i>	
Persepsi Remaja Terhadap Atribut Aksesibilitas Pada Setting Alun-alun Purwokerto	15 - 20
<i>Yohanes Wahyu Dwi Y</i>	
Kongsèn : Rumah Adat Kyai Kunci dan Bedogol Di Permukiman Komunitas Kejawen Bonokeling, Banyumas	21 - 27
<i>Wita Widyandini, Yohana Nursruwening</i>	
Analisa Kontinuitas Non-Linear Pra Cetak balok Girder Beton Prategang Dengan Lantai dan Diafragma Cor Di Tempat	28 - 38
<i>Reni Sulistyawati AM</i>	
Faktor-faktor Yang Menyebabkan Keterlambatan Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Karisidenan banyumas	39 - 45
<i>Taufik Dwi Laksono</i>	

AUDIT ENERGI DI PT MACANAN JAYA CEMERLANG

Sugeng Santoso, Staf Pengajar Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Dharma Klaten
Dody Wahjudi Staf Pengajar Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma

INTISARI

Manajemen energi adalah salah satu cara untuk mengidentifikasi dimana dan berapa energi yang digunakan oleh suatu peralatan dan dapat diketahui berapa peluang penghematan energi yang mungkin diperoleh dalam suatu fasilitas penggunaan energi untuk dicari penanganan, selanjutnya untuk melakukan efisiensi proses produksi.

Prosedur audit energi di Indonesia telah distandarisasi dengan acuan SNI 03-6196-2000. Audit energi terdapat tiga tahapan utama, yaitu: audit energi awal, audit energi rinci, dan tahapan implementasi dan monitoring. Audit energi listrik yang dilakukan di PT Macanan Jaya Cemerlang dengan data awal mulai tahun 2005 sampai tahun 2008, dapat dikatakan bahwa penggunaan energi listrik meningkat setiap tahun. Energi yang dipakai adalah sebesar 115,134 MWh tahun 2005, 152,505 MWh tahun 2006, 153,611 MWh tahun 2007, dan 166,413 MWh tahun 2008.

Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik di PT Macanan Jaya Cemerlang pada tahun 2005 adalah 98,69 kWh/m²/tahun, tahun 2006 adalah 130,72 kWh/m²/tahun, tahun 2006 adalah 131,67 kWh/m²/tahun, dan pada tahun 2008 adalah 142,64 kWh/m²/tahun. Angka IKE ini lebih rendah dari ketentuan yang didasarkan pada SNI 03-6197-2000, yaitu 172,5 kWh/m²/tahun. Intensitas konsumsi energi spesifik (IKES) tahun 2008 adalah 2676 kWh/ton/tahun. Nilai IKES ini lebih tinggi dari IKES di India yaitu 1010-1650 kWh/ton/tahun.

Nilai kontrak daya listrik ke PT Macanan Jaya Cemerlang dari PT PLN APJ Klaten sebesar 345 kVA dari saluran distribusi tegangan menengah 20kV dengan arus nominal 9,959 ampere. Pada sisi tegangan rendah 380 volt, arus nominal pemakaian adalah 524,173 ampere. Data hasil pengukuran, ternyata arus beban lebih besar dibandingkan arus nominal yang diijinkan. Arus rata-rata fase R adalah 693,155 ampere, arus rata-rata fase S adalah 620,899 ampere, dan arus fase T adalah 648,547 ampere. Penggunaan daya listrik 9% sampai 30% lebih besar dari yang seharusnya.

Kata kunci: manajemen energi, audit energi, energi listrik, kontrak daya, arus nominal

1. PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari rumah tangga. Energi listrik juga dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan juga proses produksi yang melibatkan barang-barang elektronik dan alat-alat/mesin industri. Mengingat begitu besar dan pentingnya manfaat energi listrik sedangkan sumber energi pembangkit listrik terutama yang berasal dari sumber daya tak terbarui keberadaannya terbatas, maka untuk menjaga kelestarian sumber energi ini perlu diupayakan langkah-langkah strategis yang dapat menunjang penyediaan energi listrik secara optimal dan terjangkau.

Setiap kegiatan industri, baik industri berskala besar, sedang maupun industri berskala kecil selalu memerlukan energi tertentu untuk kelangsungan kegiatan industrinya. Energi listrik banyak digunakan

karena memiliki sifat yang fleksibel (mudah di konversi, ditransmisikan, dan mudah untuk dikendalikan). Energi primer pada masa lalu sangat banyak tersedia, tapi saat ini situasi telah berubah dimana energi menjadi salah satu sumberdaya yang langka dengan harga yang terus meningkat.

Ketersediaan sumber energi listrik tidak mampu memenuhi permintaan peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia. Terjadinya pemutusan sementara pelayanan energi dan pembagian energi listrik secara bergilir merupakan dampak dari terbatasnya energi listrik yang dapat disediakan oleh PLN. Hal ini terjadi karena laju pertumbuhan sumber energi baru dan pengadaan pembangkit tenaga listrik tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi energi listrik.

Menipisnya cadangan minyak dunia membuat penggunaan energi harus hemat, salah satunya dengan pengaturan penggunaan daya pada sisi pemakai (*Load Management*) dan perilaku pemakai (*Demand Side*

Management) dengan cara mengetahui dimana beban bisa dikurangi, baik mengganti dengan peralatan lain maupun dengan mengganti proses dengan lebih efisien dan efektif [1].

Kebutuhan tenaga listrik secara nasional mencapai 88 (TWh) tahun 2000, dan meningkat mencapai 99 (TWh) tahun 2004. Untuk tahun 2010 diperkirakan konsumsi listrik secara nasional meningkat mencapai 145 TWh atau rata-rata per tahun naik sebesar 7,74%. [2].

Sikap yang tidak proaktif pada usaha penghematan energi akan memperburuk atau akan mempercepat habisnya cadangan energi primer. Energi primer yang tidak terbarukan harus digunakan secara arif dan bijaksana. Tidak boleh digunakan secara berlebihan atau dihambur-hamburkan, apalagi hanya dengan alasan mampu membeli energi yang digunakan. Efisiensi energi merupakan upaya membatasi pemborosan pemakaian energi, pengelolaan dan optimalisasi pola penggunaan energi pada tahap pembangkitan, penyaluran hingga pada pengguna energi.

Industri sebagai salah satu pengguna energi listrik terbesar di Indonesia yaitu sebesar 46% dari seluruh tenaga listrik yang dijual oleh PLN. Motor listrik pada umumnya merupakan beban terbesar sektor industri, 70-80% beban listrik industri digunakan untuk menggerakkan motor listrik [3].

Manajemen energi adalah salah satu cara untuk mengidentifikasi dimana dan berapa energi yang digunakan oleh suatu peralatan dan dapat diketahui berapa peluang penghematan energi yang mungkin diperoleh dalam suatu fasilitas penggunaan energi untuk dicari penanganan, selanjutnya untuk melakukan efisiensi proses produksi [4].

Berbagai upaya perlu dilakukan untuk mengatasi krisis energi listrik ini secara simultan dan terstruktur. Langkah strategis yang dapat dilakukan diantaranya perbaikan sistem distribusi listrik, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak sebagai bahan bakar pembangkit tenaga listrik, sosialisasi hidup hemat energi listrik pada masyarakat mulai level rumah sampai perusahaan besar, audit energi listrik pada semua instansi pemerintah maupun instansi swasta, dan audit energi listrik pada industri baik besar maupun kecil, kegiatan komersial dan segala aktifitas yang memanfaatkan energi listrik perlu diaudit.

Penghematan pemakaian energi listrik di industri akan berakibat langsung pada penurunan biaya produksi. Benefit perusahaan secara tidak langsung akan dapat dinaikkan dengan usaha penghematan energi listrik. Harga barang yang diproduksi oleh perusahaan yang tidak menerapkan hemat energi akan lebih mahal dibanding harga barang yang dihasilkan oleh industri lain yang telah menggunakan energi listrik dengan hemat. Harga barang yang seperti ini tidak akan mampu bersaing dipasar global. Pada kondisi seperti ini biaya energi menjadi salah satu komponen biaya utama dalam proses produksi.

2. DASAR TEORI

2.1. Konsep Daya dan Energi Listrik

Secara fundamental, maka tujuan setiap rangkaian listrik adalah perpindahan daya dan tenaga, yang kedua-duanya adalah sebanding dengan hasil kali tegangan dan arus atau, untuk parameter-parameter rangkaian yang tetap, adalah sebanding dengan kuadrat arus dan kuadrat tegangan saja.

Apabila tegangan dan arus dinyatakan dalam persamaan fungsi waktu adalah sebagai berikut:

$$v(t) = \sqrt{2}V_{eff} \cos(\omega t + \theta)$$

$$i(t) = \sqrt{2}I_{eff} \cos(\omega t)$$

Persamaan (1) terdapat nilai konstanta sebesar θ . Konstanta ini disebut dengan besar sudut beda fase antara tegangan dan arus.

Daya sesaat $p(t)$ pada suatu jaringan dengan tegangan $v(t)$ dan mengalir arus $i(t)$ adalah:

$$p(t) = v(t) * i(t) = \sqrt{2}V_{eff} \cos(\omega t + \theta) * \sqrt{2}I_{eff} \cos(\omega t)$$

Dengan menggunakan transformasi trigonometri, persamaan (3) dapat disederhanakan menjadi:

$$p(t) = V_{eff} I_{eff} \cos[(\theta)(1 + \cos(2\omega t))] - V_{eff} I_{eff} \sin(\theta) \sin(2\omega t)$$

Untuk memudahkan penulisan $V_{eff} = V$ dan $I_{eff} = I$, sehingga persamaan (4) dapat ditulis ulang sebagai berikut:

$$p(t) = V * I * \cos(\theta) (1 + \cos(2\omega t)) - V * I * \sin(\theta) \sin(2\omega t)$$

Dalam persamaan (5) ini, nilai rata-rata terhadap waktu dari suku $\cos(2\omega t)$ dan suku $\sin(2\omega t)$ adalah nol. Hanya suku $V I \cos(\theta)$ saja yang memberikan kontribusi nilai terhadap daya rata-rata. Besarnya nilai daya tidak terpengaruh oleh waktu sehingga $p(t) = P$, dengan

demikian persamaan (5) dapat ditulis lebih sederhana menjadi:

$$P = V \cdot I \cdot \cos(\theta)$$

Satuan daya listrik adalah watt, dalam industri satuan ini terlalu kecil maka biasanya banyak digunakan satuan kilowatt (kW). Banyaknya daya yang digunakan selama waktu tertentu disebut dengan energi (E). Energi diukur dalam satuan jam penggunaan daya listrik.

$$E = P \cdot t$$

Besarnya daya listrik yang diserap oleh peralatan listrik besarnya selalu berubah-ubah terhadap waktu atau tidak konstan, terutama peralatan listrik yang terdapat komponen yang secara mekanis bergerak, sehingga persamaan (7) didekati dengan daya rata-rata selama waktu tertentu, yaitu:

$$E = P_{rata-rata} \cdot t$$

Pengukuran daya dan energi digunakan untuk menentukan beban pada peralatan, energi yang dikonsumsi, biaya pengoperasian, dan untuk mengetahui kesesuaian antara batasan daya yang tersedia dengan banyaknya daya yang dibutuhkan. Pelanggan daya listrik berkapasitas besar menggunakan sistem pelayanan 3 fase.

Untuk sistem tiga fase hubungan antara tegangan, arus dan daya sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{LL} \cdot I_L$$

dimana :

S = daya semu tiga fase (VA)

V_{LL} = tegangan antar fase (volt)

I_L = arus (ampere)

2.2. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Intensitas Konsumsi Energi Spesifik (IKES)

Intensitas konsumsi energi listrik adalah besarnya pemakaian energi listrik dibanding satuan luas bangunan dalam kurun waktu setahun. Besarnya nilai IKE ini didapatkan dari audit energi listrik pada suatu instansi yang bersangkutan. Audit Energi bertujuan mengetahui "Potret Penggunaan Energi" dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi. IKE

untuk komersial/perkantoran adalah 240 (kWh/m²/tahun), IKE pusat perbelanjaan adalah 330 (kWh/m²/thun), IKE hotel adalah 300 (kWh/m²/tahun), IKE rumah sakit adalah 380 (kWh/m²/tahun) [5].

Intensitas konsumsi energi spesifik (IKES) adalah perbandingan antara energi yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit barang produksi. IKES aluminium 14000-14500 (kWh/ton), IKES semen 60-70 (kWh/ton), IKES pupuk 360-375 (kWh/ton), IKES petrokimia 350-1380 (kWh/ton) dan IKES percetakan dan penerbitan 1010-1650 (kWh/ton) [6].

3. METODOLOGI AUDIT ENERGI LISTRIK

Audit energi listrik di PT Macanan Jaya Cemerlang dimulai dengan mengumpulkan data historis tahun-tahun sebelumnya. Data pemakaian energi diperoleh dari PT. PLN APJ Klaten. Luas bangunan gedung diperoleh dari data perusahaan. Kedua data untuk menghitung IKE sesuai dengan standart audit energi yang telah diatur dengan SNI 03-6196-2000 [7]. SNI ini mengatur penggunaan energi untuk keperluan umum, seperti penerangan, pendingin ruang, operasional peralatan kantor, dan keperluan lainnya.

Guna menelaah intensitas konsumsi energi spesifik (IKES) dibutuhkan data banyaknya hasil produksi. Pada PT. Macanan Jaya Cemerlang yang merupakan perusahaan percetakan dan penerbitan berbahan dasar kertas, hasil produksi sebanding dengan banyaknya kertas sebagai bahan baku untuk berproduksi.

Pengukuran besaran listrik yang meliputi: tegangan, arus, faktor daya, daya aktif, daya reaktif, dan daya semu menggunakan power clamp meter. Data pengukuran langsung terekam di komputer. Tempat pengukuran adalah pada panel utama, sehingga data pengukuran merupakan gambaran penggunaan daya listrik secara menyeluruh dalam satu perusahaan.

4. DATA HASIL AUDIT

PT Macanan Jaya Cemerlang yang didirikan pada tahun 1991 adalah Perusahaan Penerbit dan Percetakan yang berlokasi di Jalan Ki Hajar Dewantoro, Klaten Utara, Klaten, Jawa Tengah. Secara geografis letak PT Macanan Jaya Cemerlang adalah 7°41'28" LS – 110°37'28" BT. Posisi ini sangat strategis karena

berada ditengah-tengah jalur utama perhubungan darat antara Jogjakarta dan Surakarta. Visi perusahaan percetakan ini adalah menjadi perusahaan percetakan nasional yang professional dan mandiri. Visi yang telah ditetapkan ini selalu diusahakan untuk tercapai hingga saat sekarang. PT Macanan Jaya Cemerlang merupakan perusahaan percetakan berbasis kertas berskala nasional. Misi yang diemban oleh perusahaan adalah meningkatkan pengembangan kualitas SDM dan organisasi secara berkesinambungan, memberikan pelayanan yang berkualitas dengan harga kompetitif serta tepat waktu, dan berinovasi dalam pengembangan produk selaras dengan kemajuan teknologi dan permintaan pasar. Luas lahan PT Macanan Jaya Cemerlang adalah 25.000 (m²) dan yang digunakan untuk bangunan gedung 14.000 (m²). Terdiri atas 6 bangunan gedung utama dan beberapa gedung pendukung proses produksi.

Tabel 1. Data historis pemakaian energi listrik (dalam satuan kWh)

Bulan	2005	2006	2007	2008
Januari	95400	86659	146814	128800
Pebruari	85200	80413	88106	116000
Maret	114000	110638	138680	129200
April	112800	101194	145171	160400
Mei	138600	169103	150353	154800
Juni	167208	168088	159428	161200
Juli	137400	155792	181473	181200
Agustus	94800	90405	149918	162400
September	108600	67116	126743	148400
Oktober	121200		112622	143200
Nopember	99600			192400
Desember	106800		149600	

Sumber: PLN APJ Klaten

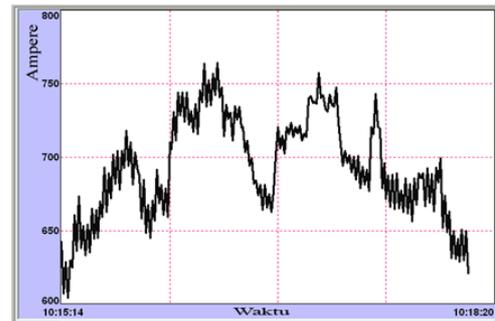
Area bangunan gedung mesin produksi menempati satu bangunan gedung seluas 3000 (m²). Bangunan gedung yang lainnya untuk ruangan kantor, penampungan gulungan kertas untuk produksi, penjilidan dan seleksi hasil cetakan, dan gedung penyimpanan sementara sebelum didistribusikan keluar dari pabrik.

Tabel 2. Pemakaian kertas untuk produksi

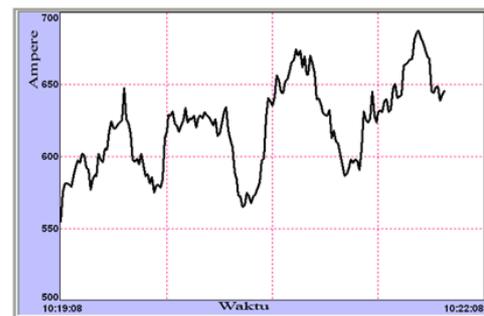
Bulan	lembar (kg)	Roll (kg)	Total (ton)
Mei 2008	229171.206	430414.0	659.585
Juni 2008	193118.412	530396.0	723.514
Juli 2008	299798.726	483633.0	783.432
Agustus 2008	176097.172	382549.0	558.646

September 2008	270958.580	471270.0	742.229
Oktober 2008	198853.337	492762.0	691.615
Nopember 2008	204731.526	887957.0	1092.689

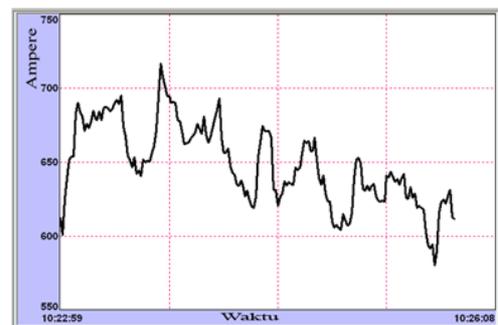
Sumber: PT Macanan Jaya Cemerlang, diolah.



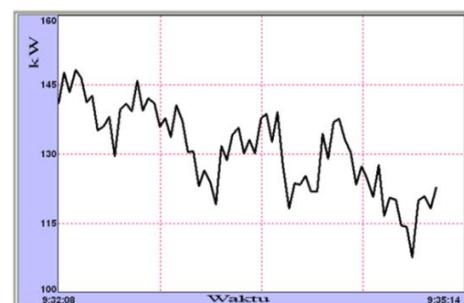
Gambar 1. Rekaman data arus fase R



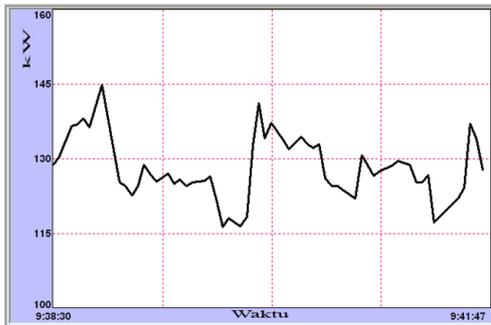
Gambar 2. Rekaman data arus fase S



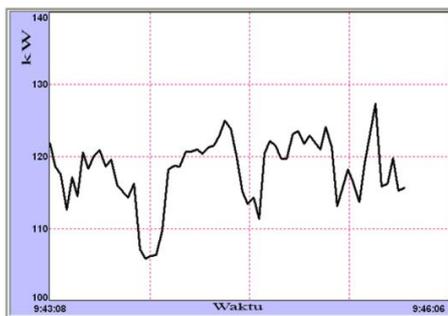
Gambar 3. Rekaman data arus fase T



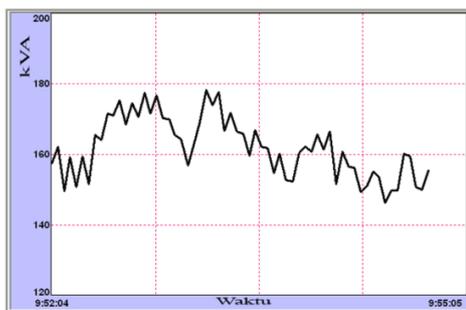
Gambar 4. Rekaman data daya aktif fase R



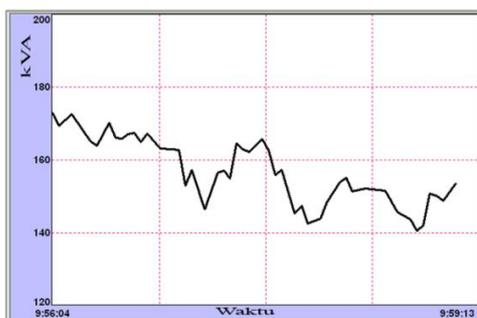
Gambar 5. Rekaman data daya aktif fase S



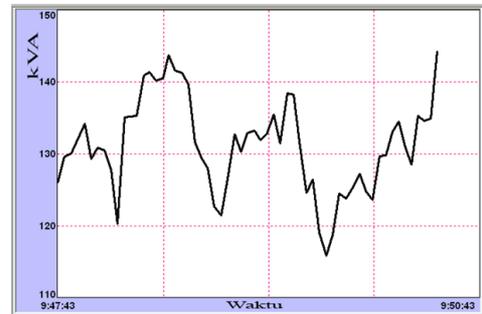
Gambar 6. Rekaman data daya aktif fase T



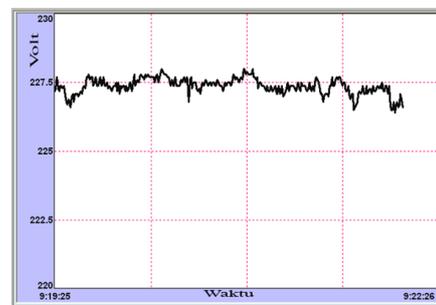
Gambar 7. Rekaman data daya semu fase R



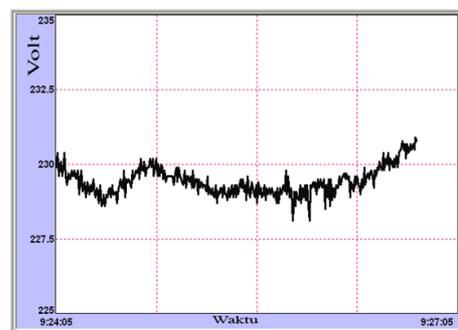
Gambar 8. Rekaman data daya semu fase S



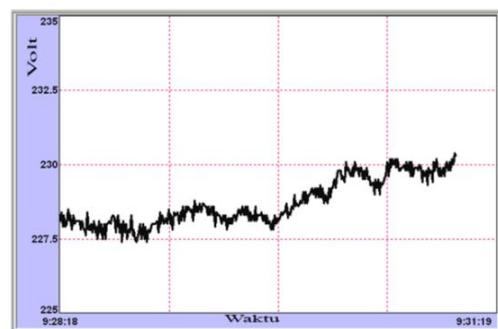
Gambar 9. Rekaman data daya semu fase T



Gambar 10. Rekaman data tegangan fase R



Gambar 11. Rekaman data tegangan fase S



Gambar 12. Rekaman data tegangan fase T

Pengukuran sekaligus perekaman data yang tampak pada gambar 1. sampai dengan gambar 12. adalah pada tanggal 6 Pebruari 2009. Data terukur pada panel utama pada sisi tegangan rendah 380 volt.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Mengacu dari tabel 1. Pemakaian energi listrik di PT. Macanan Jaya Cemerlang selalu berubah-ubah, antara bulan satu dengan bulan yang lainnya tidak sama. Ada kecenderungan bahwa pemakaian energi pada bulan Juni relatif lebih tinggi dari bulan yang lainnya. Pola ini tergambar dengan jelas pada gambar 13. Demikian pula konsumsi energi untuk operasi produksi dari tahun ketahun selalu mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan daya listrik paling tinggi dialami pada tahun 2006 yaitu 32%, 2007 relatif tidak mengalami peningkatan, kurang dari 1%, dan

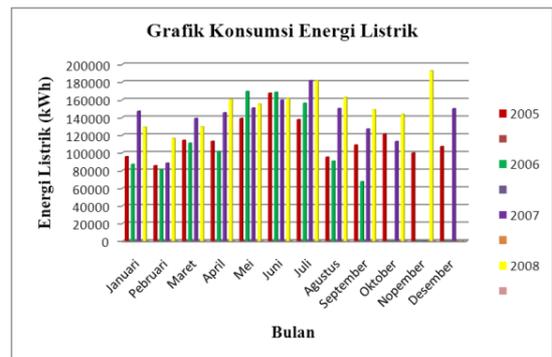
Intensitas konsumsi energi (IKE) untuk PT Macanan Jaya Cemerlang, yang dasar hitungannya adalah SNI 03-6196-2000, adalah perbandingan antara banyaknya energi yang digunakan untuk aktifitas selama satu tahun dengan luas bangunan gedung yang digunakan untuk menjalankan produktifitas. SNI 03-6196-2000 tidak menjelaskan secara spesifik industri apa yang menjadi cakupannya. Dengan kata lain, SNI 03-6196-2000 tidak membedakan industri yang padat energi dengan industri hanya membutuhkan energi listrik yang kecil.

Tabel 3. Intensitas konsumsi energi listrik di PT Macanan Jaya Cemerlang

Tahun	Intensitas Konsumsi Energi (kWh/m ² /tahun)
2005	98,69
2006	130,72
2007	131,67
2008	142,64

Standart nilai yang tercantum pada SNI 03-6196-2000 daya maksimum untuk industri adalah 20 watt untuk luasan 1 meter persegi. Ini berarti dalam 1 tahun (365 hari) membutuhkan energi listrik maksimum 172,5 (kWh/m²/tahun). IKE yang tercantum pada tabel 3. Masih dibawah nilai yang ditentukan SNI 03-6196-2000, faktor yang sangat berpengaruh adalah luasan bangunan gedung pada PT Macanan Jaya Cemerlang sangat luas, mencapai 14000 (m²). Sebagian besar gedung untuk

tahun 2008 meningkat 8% dari tahun 2007. Peningkatan kebutuhan yang tidak stabil ini lebih besar disebabkan oleh adanya lonjakan permintaan cetak yang bersifat kontemporer.



Gambar 13. Konsumsi energi tahun 2005-2008

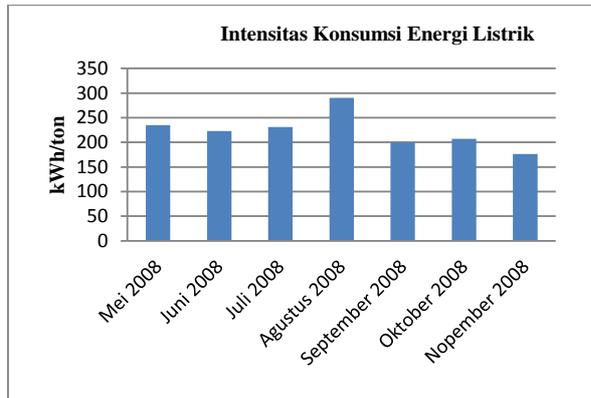
perkantoran dan administrasi, gedung stock kertas, gedung seleksi dan penjiwaan, dan gedung transit barang hasil produksi. Gedung-gedung ini tidak memerlukan daya yang besar, sebagian besar daya listrik pada gedung ini untuk penerangan.

Terdapat satu gedung seluas ± 3000 (m²) untuk menjalankan aktifitas produksi. Mesin-mesin percetakan terdapat pada gedung ini. Kapasitas daya listrik terbesar digunakan untuk mengoperasikan mesin-mesin percetakan. Konsentrasi konsumsi energi listrik terdapat di area ini. Tabel 4. menunjukkan IKES dari bulan Mei 2008 sampai dengan bulan Nopember 2008. IKES bulan Agustus 2008 lebih tinggi dari bulan yang lainnya. Hal ini disebabkan kebutuhan bahan baku kertas untuk produksi hanya sedikit. Sebaliknya IKES bulan September lebih rendah dibanding IKES bulan Agustus 2008. Faktor dominan yang berpengaruh adalah penggunaan energi listrik lebih rendah tapi dapat berproduksi lebih besar.

Tabel 4. Intensitas Konsumsi Energi Spesifik (IKES)

Bulan	Energi (kWh)	Kertas (ton)	kWh/ton
Mei 2008	154800	659.585	234.6930
Juni 2008	161200	723.514	222.8014
Juli 2008	181200	783.432	231.2901
Agustus 2008	162400	558.646	290.7028
September 2008	148400	742.229	199.9384
Oktober 2008	143200	691.615	207.0515
Nopember 2008	192400	1092.689	176.0795

Pola operasional produksi diperbaiki mulai bulan September 2008 dengan mengoptimalkan mesin-mesin yang relatif baru dengan efisiensi yang lebih tinggi.



Gambar 14. IKES PT Macanan Jaya Cemerlang

Intensitas konsumsi energi spesifik untuk percetakan dan penerbitan PT Macanan Jaya Cemerlang mencapai 2676 kWh/ton. IKE spesifik ini lebih tinggi dibanding perusahaan percetakan dan penerbitan yang terdapat dinegara India, yaitu 1.010 sampai 1.650 kWh/ ton.

Nilai kontrak pasokan energi listrik ke PT Macanan Jaya Cemerlang dari PT PLN APJ Klaten sebesar 345 kVA dari saluran distribusi tegangan menengah 20kV. Didasarkan pada persamaan (9) arus nominal batasan untuk nilai kontrak 345 kVA adalah 9,959 ampere pada sisi tegangan 20 kV. Pada sisi tegangan rendah 380 volt, arus nominal pemakaian adalah 524,173 ampere. Dengan mencermati hasil pengukuran yang tertampil pada gambar 1 sampai dengan gambar 12 tergambar bahwa arus fase telah melampaui batas arus nominal sebesar 25%, daya yang diserap beban lebih tinggi 9-30%.

Panel utama telah dipasang automatic variable capacitor bank, tindakan ini sangat tepat untuk menjaga agar faktor daya selalu mendekati 1 satuan. Bervariasinya beban induktif yang dihasilkan oleh beroperasinya mesin-mesin produksi dapat dikompensasi secara otomatis oleh capacitor bank.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian di PT Macanan Jaya Cemerlang dengan spesifikasi pada bidang percetakan dan penerbitan adalah sebagai berikut:

1. Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik pada tahun 2008 adalah 142,64 kWh/m²/tahun dan intensitas konsumsi energi spesifik (IKES) adalah 2676 kWh/ton/tahun. Rendahnya nilai IKE dibandingkan dengan standart SNI disebabkan oleh luas bangunan yang mencapai 14000 m², dan tingginya nilai IKES lebih disebabkan masih banyak mesin-mesin cetak lama yang dioperasikan.
2. Arus dan tegangan lebih besar dari batas nominal yang ditentukan. Arus pada saat beban penuh mencapai 693 ampere, atau 32% lebih besar dari arus nominal. Terlampauinya batas arus nominal tanpa terjadinya gangguan aliran daya listrik ke industri disebabkan oleh masih digunakannya sekering sebagai pembatas arus.
3. Penggunaan daya listrik untuk operasional proses produksi mencapai 377 kW, dan dari hasil perkalian tegangan dan arus mencapai 449 kW, nilai ini lebih tinggi 9% sampai 30% dibanding kontrak daya terpasang. Kelebihan penggunaan daya listrik berakibat dikenakannya tarif deinsentif oleh pihak PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen ESDM RI, "Rencana pembangunan jangka panjang 2005-2025 dan pembangunan jangka menengah 2005-2009 bidang infrastruktur". <http://air.bappenas.go.id/cms/rpjm/upload/uploads/paparan RPJPN 2005-2025.pdf>
- Purwiyanto, "Kajian kebijakan insentif fiskal dalam rangka meningkatkan usaha ketenagalistrikan", Kerjasasam Departemen Keuangan RI dengan PT PLN (Persero), 2005
- Greenpeace, Southeast Asia Energy Campaign, Prepared by IIEC-Asia, Bangkok, Thailand, "Renewable independent power producers (RIPPs): Restructuring the Southeast Asian electricity sector using sustainable energy", July 1999
- W.C. Turner, and S. Doty, "Energy management handbook", 6th ed., Published by The Fairmont Press, Inc., Lilburn, GA 30047, 2007
- ASEAN-USAID, "Building energy conservation project", Final Report, June 1992, ASEAN & Lawrence Berkeley Laboratory

N. S. Verma, “Energi efficient technologies use in India – an overview”, 2004
SNI 03-6196-2000, Prosedur audit energi pada bangunan gedung, ICS 91.040.01, Badan Standardisasi Nasional, <http://www.bsn.or.id>