
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

EEK 465 – EKONOMI DAN PENGURUSAN SISTEM KUASA

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA BELAS** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Semua soalan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Struktur kadar tipikal kategori pengguna kuasa besar yang dipersetujui oleh firma bekalan tenaga elektrik diberikan seperti di bawah ini.

Typical rate structure between large power consumer and utility firm is given as follows :

- (i) Caj permintaan puncak jeda 30 minit :

Peak demand charge for a 30 minute interval :

50,000 kW pertama permintaan sebulan = 2.00 \$/kW
First 50,000 kW of demand a month

50,000 kW berikut permintaan sebulan = 2.20 \$/kW
Next 50,000 kW of demand a month

Setiap permintaan tambahan sebulan = 2.50 \$/kW
Each additional kW of demand a month

- (ii) Caj tenaga :

Energy charge :

10 juta kWj pertama sebulan = 2.00 sen/kWj
First 10 million kWj a month

20 juta kWj berikut sebulan = 1.00 sen/kWj
Next 20 million kWj a month

Setiap juta kWj tambahan sebulan = 0.50 sen/kWj
Each additional million kWj a month

- (iii) Faktor kuasa minimum purata bulanan ditetapkan pada 0.8.
Caj penalti faktor kuasa adalah $(0.8/PF)$ didarab dengan 10% jumlah caj permintaan dan caj tenaga bulanan. Tiada insentif diberikan jika purata faktor kuasa bulanan melebihi faktor kuasa minimum.

Minimum average monthly power factor is fixed at 0.8.

Penalty power factor charge is calculated as $(0.8/PF)$ multiplies with 10% of the total monthly demand and energy charges. No incentive is given for an average monthly power factor greater than the minimum power factor.

Sebuah industri berat menjalankan operasi pembuatan dan pemprosesan 24 jam sehari, 7 hari seminggu. Terdapat tiga jenis meter utama yang digunakan oleh industri ini untuk mengukur jumlah penggunaan tenaga elektrik bulanan iaitu kWj, kW dan VAR. Pada akhir bulan, bacaan-bacaan yang dicatatkan oleh meter adalah 100 juta kWj, 150,000 kW dan 150,000 kVAR. Berdasarkan kepada kadar tarif yang diberikan di atas, kira jumlah tenaga elektrik yang perlu dibayar oleh industri untuk penggunaan tenaga elektrik bulan ini.

A heavy industry doing manufacturing and processing is operating 24 hour a day, 7 days a week. This industry utilizes three different meters to record the total monthly energy utilization; the meters are kWh, kW and VAR. At the end of a month, readings of these meters were recorded as 100 millions kWh, 150,000 kW and 150,000 kVAR. Based on the tariff rate above, calculate the total amount of electric energy that needs to be paid by the industry for utilization that month.

(75%)

...4/-

- (b) Jika anda ditugaskan oleh pengurus industri ini untuk mengendalikan program EMS (pengauditan tenaga), berikan cadangan anda bagaimana industri ini boleh menjimatkan penggunaan tenaga elektrik bulanan tanpa menjejaskan proses pengeluaran utama kilangnya.

Assume that you have been appointed by factory manager to conduct the EMS program (energy auditing), please give your suggestions how this industry can save monthly energy utilization without affecting it's main operations.

(25%)

2. (a) Kadar caj permintaan maksimum jeda 30 minit untuk pengguna kuasa sederhana adalah sebagai berikut :

50 kW pertama permintaan bersamaan \$ 2.00/kW sebulan

Setiap kW permintaan selebihnya bersamaan \$ 3.00/kW

Sebuah industri sederhana mendapati purata permintaan maksimum bulanan adalah 300 kW. Seorang jurutera elektrik yang dipertanggungjawabkan untuk melaksanakan program pengurusan tenaga menyarankan kepada pihak pengurusan bahawa purata permintaan puncak bulanan kilang (industri) ini boleh diturunkan kepada 250 kW dengan perbelanjaan tambahan \$ 100 sebulan. Adakah cadangan ini patut dilaksanakan ?.

The rate maximum demand charge rates for a 30 minute interval for medium power consumers are as follows :

First 50 kW of demand a month is \$ 2.00/kW.

Each additional kW of demand a month is \$ 3.00/kW.

A medium scale industry finds that its average monthly maximum demand is 300 kW. An electrical engineer assigned to implement the energy management program suggest to the management that the average monthly peak demand of this factory can be reduced to 250 kW at an additional cost of \$ 100 a month. Should this suggestion be implemented?.

(50%)

- (b) Kadar caj penalti faktor kuasa yang telah ditetapkan oleh firma tenaga elektrik kepada pengguna kuasa elektrik sederhana adalah seperti berikut: Purata faktor kuasa minimum bulanan ialah 0.85
Caj penalti faktor kuasa bulanan adalah \$ 1000 bagi setiap purata faktor kuasa 0.01 kurang dari minimum.
Sebuah industri sederhana mendapati purata faktor kuasa bulanan adalah 0.80 dengan purata kuasa nyata 1000 kW.

The penalty for low power factor has been fixed by the utility firm to the medium power consumer are as follows :

The minimum average monthly power factor is 0.85.

The monthly power factor penalty charge is \$ 1000 for each average power factor of 0.01 less than the minimum.

A medium scale industry finds that its average power factor is 0.80 for this month consuming an average real power of 1000 kW.

- (i) Tentukan saiz bank kapasitor Q_C dalam kVAR yang diperlukan untuk mengelakkan caj penalti faktor kuasa bulanan.

Determine the size of capacitor bank Q_C in kVAR required to avoid the the penalty power factor.

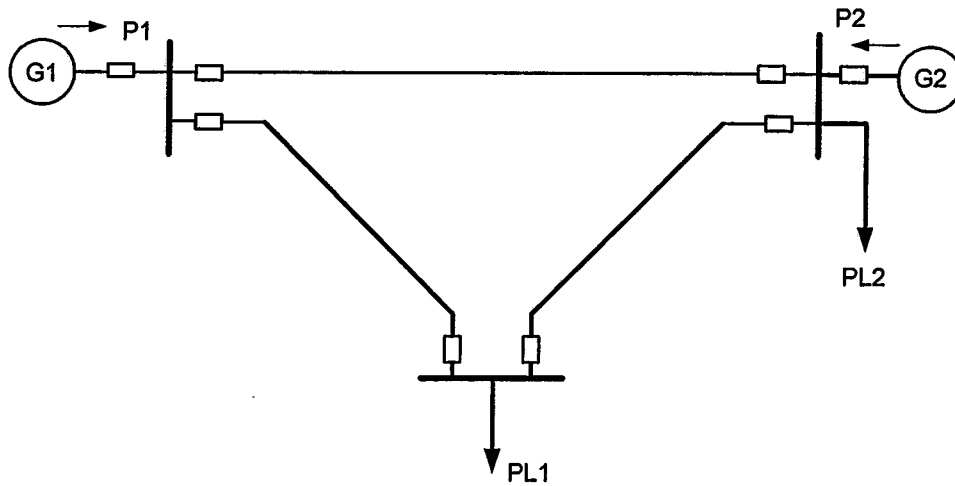
- (ii) Jika kos pelaburan bank kapasitor dan pemasangan dianggarkan sebanyak 30 \$/kVAR, kira tempoh dalam bulan bayaran balik pelaburan ini.

If the investment cost of capacitor bank including installation is estimated at 30 \$/kVAR, calculate the payback period in months for this investment.

(50%)

3. (a) Suatu sistem kuasa elektrik yang tersambung bersama dibekalkan daripada dua stesen janakuasa fosil yang beroperasi secara ekonomi, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3(a).

An electric power system is supplied by two fossil generating power station operating on economic dispatch, such as shown in Figure 3(a).



Rajah 3(a)
Figure 3(a)

Kos penambahan bahan api masing-masing janakuasa P_1 dan P_2 dalam MW adalah :

Incremental cost for each power station P_1 and P_2 in MW is :

$$\frac{dF_1}{dP_1} = 0.012 P_1 + 8 \text{ \$/MWj}$$
$$\frac{dF_2}{dP_2} = 0.018 P_2 + 7 \text{ \$/MWj}$$

Kekangan ke atas kedua-dua janakuasa dikehendaki adalah sebagai berikut :

Limitation of both power stations is :

$$P_1 \geq 150 \text{ MW} \quad \text{dan} \quad P_2 \leq 1000 \text{ MW}$$

and

Di sini : F_1 ialah kos bahan api untuk stesen janakuasa 1
where : F_1 is Fuel cost of power station 1

F_2 ialah kos bahan api untuk stesen janakuasa 2
 F_2 is Fuel cost of power station 2

P_1 ialah kuasa yang dihasilkan oleh stesen janakuasa 1
 P_1 is power generated by power station 1

P_2 ialah kuasa yang dihasilkan oleh stesen janakuasa 2
 P_2 is power generated by power station 2

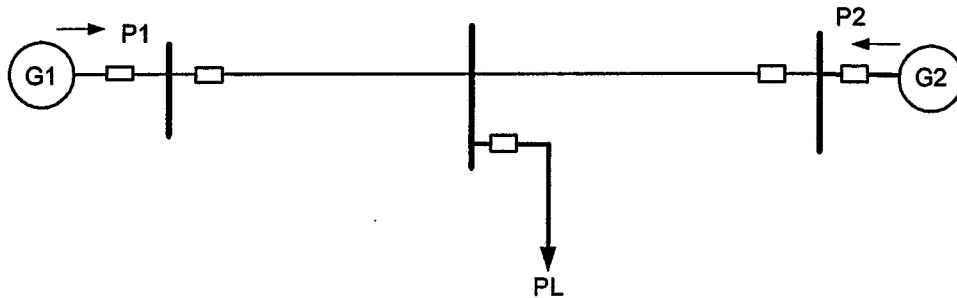
Untuk penghantaran ekonomi, tentukan kos penambahan bahan api λ dan kos bahan api total FT bagi sistem kuasa elektrik tersebut jika beban $PL1$ adalah 100 MW dan $PL2$ adalah 400 MW. Abaikan kehilangan kuasa ditalian.

In order the system to operate in economic path, determine incremental cost λ and fuel cost total FT of the system if the load $PL1$ of 100 MW and $PL2$ of 400 MW. Power loss on lines are neglected.

(50%)

- (b) Sebuah sistem kuasa sederhana terdiri dari dua stesen janakuasa seperti ditunjukkan pada Rajah 3(b).

An electric power system has two power stations such as shown in Figure 3(b).



Rajah 3(b)
Figure 3(b)

Kuasa elektrik dihantarkan ke beban secara ekonomi dengan $P_1 = 140$ MW dan $P_2 = 250$ MW. Pekali kehilangan kuasa pada hantaran didapati ialah :

Electric power delivered to loads in operating economic dispatch with $P_1 = 140$ MW and $P_2 = 250$ MW. Power loss coefficient on lines of the system are :

$$B_{11} = 0.10 \times 10^{-2} \text{ MW}^{-1}$$

$$B_{22} = 0.13 \times 10^{-2} \text{ MW}^{-1}$$

$$B_{12} = -0.10 \times 10^{-2} \text{ MW}^{-1}$$

Untuk meningkatkan jumlah beban sistem sebanyak 1 MW memerlukan kos tambahan 12\$/j. Kira :

For increasing amount of load for 1 MW need additional cost of 12\$/j.

Calculate :

- (i) Faktor denda janakuasa G1 dan janakuasa G2
Penalty factor to power station G1 and G2.

Kos tambahan bahan api per jam untuk meningkatkan keluaran janakuasa ini sebanyak 1 MW.

Incremental cost per hour for increase 1 MW of power station.

(50%)

- 4. (a) Data pertumbuhan permintaan beban tahunan daripada suatu stesen janakuasa adalah sebagaimana ditunjukkan dalam Jadual IV(a). Jangka permintaan beban purata untuk tahun 2010. Berikan alasan dan komen yang bersesuaian dengan jawapan anda.

Loads Demand growth annual data of a power station is shown in Table IV(a). Predict loads demand for years 2010. Given any reason and comment of your answer.

Jadual IV(a)

Table IV(a)

Tahun (Years)	2001	2002	2003	2004	2005
Permintaan beban Purata (loads demand average)	60.02 MW	64.37 MW	67.75 MW	70.92 MW	75.55 MW

(50%)

- (b) Beban elektrik pada sebuah industri disukat dengan menggunakan tiga buah meter, iaitu meter watt, VAR jam dan transformer alatan. Data pembacaan adalah sebagaimana ditunjukkan pada jadual IV(b).

Electric loads for an industry is measured by using three instruments, i.e watt meter, VAR hour and instrument transformer. Data recording as shown in Table IV(b).

Jadual IV(b)

Table IV(b)

	Watt meter reading		VAR meter reading	
	Pertama <i>First</i>	Kedua <i>Second</i>	Pertama <i>First</i>	Kedua <i>Second</i>
Bilangan pusingan disk <i>Disk rotating</i>	30	40	10	20
Jeda masa pusingan disk [saat] <i>Time interval of the disk rotating [second]</i>	45	60	45	60

Pemalar meter watt dan VAR meter adalah $K_h = 2.0$ dan nisbah transformer arus dan voltan masing-masing ialah 100 dan 10.

Constant of watt meter and VAR meter is $K_h = 2.0$ and ratio of current and voltage transformers 100 and 10 respectively.

- (i) Permintaan kuasa nyata kW seketika
Instantaneous real power of demand in kW
- (ii) Permintaan kuasa nyata kW purata
Average real power of demand in kW

- (iii) Permintaan kuasa reaktif kVAR seketika
Instantaneous reactive power of demand in kVAR
 - (iv) Permintaan kuasa reaktif kVAR purata
Average reactive power of demand in kVAR
 - (v) Faktor kuasa purata
Average power factor
- (50%)

5. (a) Jawab soalan berikut:
Answer these questions :

- (i) Apakah yang dimaksudkan dengan harmonik pada sistem kuasa?
What is meaning of the harmonic on power system ?
 - (ii) Terangkan punca harmonik pada sistem kuasa.
Mention of harmonic source on power system.
 - (iii) Apa pengaruh harmonik terhadap sistem kuasa ?
What is harmonic effect on power system ?
 - (iv) Apakah kaitan antara harmonik dan kualiti kuasa?
What is correlation between harmonic and power quality ?
 - (v) Bagaimana kaedah untuk mengurangkan harmonik pada sistem kuasa ?
How is the method for reducing harmonic on power system?
- (50%)

- (c) Data pengukuran MDP (main distribution panel) pada suatu kilang ditunjukkan pada Jadual V. Kira :

Recording data MDP (main distribution panel) of a factory is shown in Table V. Calculate :

Jadual V

Table V

Unit	Phase A Fasa A	Phase B Fasa B	Phase C Fasa C
Current Arus			
I_1	52.0 A	60.5 A	55.5 A
I_3	48.2 A	53.3 A	50.2 A
I_5	32.5 A	37.3 A	35.7 A
I_7	18.8 A	20.2 A	21.1 A
I_9	10.4 A	11.3 A	9.2 A
Voltage Voltan	240 V	240 V	240 V
DPF	0.85	0.73	0.82

- (i) Nilai rms arus fasa A, B dan C
rms value of the current phase A, B and C

- (ii) Nilai rms arus neutral
rms value of the neutral current

- (iii) Faktor kuasa untuk fasa A, B dan C
Power factor for phase A, B and C

- (iv) Faktor kuasa purata
Average power factor

(50%)

...14/-

6. (a) Fungsi antara kos bahan api dan kuasa yang terhasil untuk tiga stesen janakuasa thermal dalam \$/jam dinyatakan sebagai berikut:

The fuel-cost functions for power three-thermal plants in \$/h are given by :

$$F_1 = 500 + 5.3 P_1 + 0.004 P_1^2 \text{ \$/h}$$

$$F_2 = 400 + 5.5 P_2 + 0.006 P_2^2 \text{ \$/h}$$

$$F_3 = 200 + 5.8 P_3 + 0.009 P_3^2 \text{ \$/h}$$

Di sini P_1 , P_2 dan P_3 ialah kuasa dalam MW. Beban total P_T is 800 MW. Abaikan kehilangan kuasa pada hantaran dan had janakuasa. Tentukan kuasa yang dihasilkan P_1 , P_2 & P_3 oleh masing-masing stesen janakuasa untuk beroperasi secara ekonomi dan tentukan juga kos total bahan api daripada sistem dalam unit \$/h.

Where P_1 , P_2 and P_3 are power in MW. The total load P_T is 800 MW. Neglecting line power losses and generator limits, calculate the power P_1 , P_2 & P_3 generated by each power plant for the economic dispatch and the total cost in \$/h of the system.

(50%)

- (b) Tentukan kuasa P_1 , P_2 & P_3 yang dijanakan oleh setiap janakuasa untuk penghantaran secara ekonomi dan total kos bahan api dalam unit \$/jam dari pada sistem tersebut apabila total beban sistem adalah 975 MW dan kehilangan kuasa ditalian diabaikan. Diketahui had kuasa setiap janakuasa adalah seperti berikut:

Determine the power P_1 , P_2 & P_3 generated by each power plant for the economic dispatch and the total cost in \$/h of the system when the total load is 975 MW. Assume that line power losses can be neglected. Power limits for each power plant are given by :

$$200 \leq P_1 \leq 450$$

$$150 \leq P_2 \leq 350$$

$$100 \leq P_3 \leq 225$$

(50%)

ooo0ooo