
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

EEK 370 – EKONOMI DAN PENGURUSAN SISTEM KUASA

Masa : 3 Jam

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

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

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

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

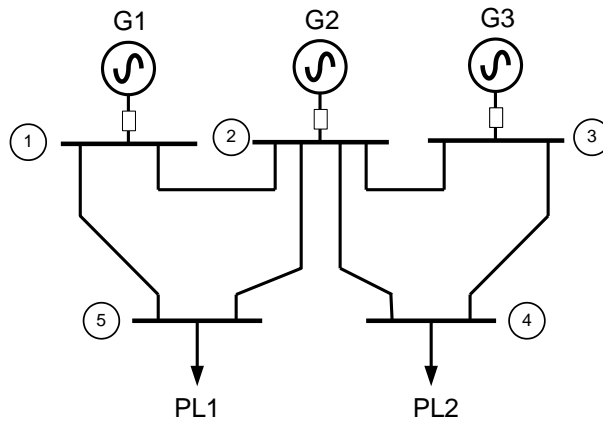
Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

1. Suatu sistem elektrik kuasa dibekalkan daripada tiga stesen Janakuasa fosil beroperasi secara ekonomik. Diagram satu-garisan daripada sistem kuasa ini seperti diperlihatkan dalam Rajah 1 berikut.

An electric power system is supplied by three fossil generating power stations operating on economic dispatch. One-line diagram of this power system is shown in Figure 1 below.



Rajah 1 : Satu garisan sistem kuasa mudah
Figure 1 : One-line diagram of a simple power system

Ciri biaya bahan api dan kuasa yang dihasilkan oleh masing-masing stesen janakuasa seperti berikut:

Characteristic fuel cost and power generated by each station generating station such as below:

$$C_1 = 0.009P_1^2 + 5.8P_1 + 200 \quad \$/h$$

$$C_2 = 0.006P_2^2 + 5.5P_2 + 400 \quad \$/h$$

$$C_3 = 0.004P_3^2 + 5.3P_3 + 500 \quad \$/h$$

Pertimbangkan had kuasa penjana-penjana adalah sebagai berikut :

Consider the power generators limit are following:

$$100 \leq P_1 \leq 225 \text{ MW}$$

$$150 \leq P_2 \leq 350 \text{ MW}$$

$$200 \leq P_3 \leq 450 \text{ MW}$$

Jika beban-beban sistem adalah $PL_1 = 600 \text{ MW}$ dan $PL_2 = 375 \text{ MW}$ dan anggap bahawa kehilangan hantaran diabaikan:

If the loads of the system are : $PL_1 = 600 \text{ MW}$ and $PL_2 = 375 \text{ MW}$ and assuming that the transmission losses are neglected:

(i) Tentukan kuasa yang dihasilkan oleh masing-masing stesen.

Determine power generated by each station.

(ii) Kira jumlah kos bahan api.

Calculate total fuel cost.

Anggap nilai awal kos penambahan bahan api ialah $\lambda = 6.0 \text{ \$/MWh}$

Assumed the initial value of incremental fuel cost is $\lambda = 6.0 \text{ \$/MWh}$

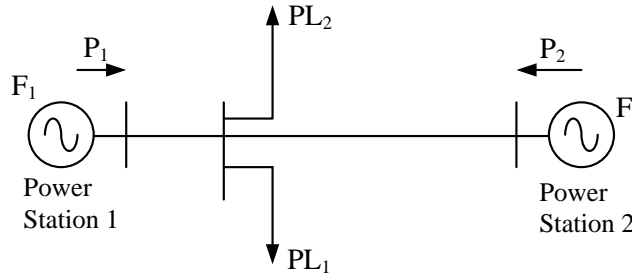
[100 markah/marks]

2. Suatu sistem kuasa elektrik yang tersambung bersamaan dibekalkan daripada dua stesen janakuasa fosil yang beroperasi secara ekonomi, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Biaya bahan api fungsi daripada kuasa yang terhasil masing-masing stesen janakuasa diberikan sebagai berikut:

An interconnection power system network is supplied by two fossil generating stations operating on economic dispatch, such as shown in Figure 2. The fuel cost function of each power stations are given below:

$$C_1 = 0.004 P_1^2 + 6.000 P_1 + 400 \text{ [$/h]}$$

$$C_2 = a P_2^2 + b P_2 + 500 \text{ [$/h]}$$



Rajah 2
Figure 2

Dimana : P_1 ialah kuasa yang dihasilkan oleh stesen janakuasa 1, dalam [MW]
 P_2 ialah kuasa yang dihasilkan oleh stesen janakuasa 2, dalam unit [MW]
 F_1 ialah kos bahan api stesen janakuasa 1, dalam [\$/h]
 F_2 ialah kos bahan api stesen janakuasa 2, dalam [\$/h]
 PL_1 ialah beban 1, dalam [MW]
 PL_2 ialah beban 2, dalam [MW]

Where: P_1 is power generated by power station 1, in [MW]
 P_2 is power generated by power station 2, in [MW]
 F_1 is fuel cost of power station 1, in [\$/h]
 F_2 is fuel cost of power station 2, in [\$/h]
 PL_1 is load 1, in [MW]
 PL_2 is load 2, in [MW]

Dalam operasi ekonomi ini, jika permintaan total beban sistem adalah 550 MW maka biaya penambahan bahan api adalah \$ 8.00/MWh dan jika permintaan beban sistem adalah 1300 MW maka biaya penambahan bahan api adalah 10.00/MWh. Jika kehilangan kuasa pada talian diabaikan, tentukan jumlah biaya bahan api yang diperlukan oleh sistem pada operasi beban 800 MW dan kira kuasa yang dihasilkan oleh masing-masing janakuasa.

In this economic operation, if the total power demand is 550 MW the incremental fuel cost is \$ 8.00/MWh, and if the total power demand is 1300 MW than the fuel incremental cost is 10.00/MWh. If line power loss is negligible, determine.

- (i) Kos bahan api yang diperlukan oleh sistem apabila sistem beroperasi pada beban total 800 MW.

Total fuel cost need of the system when the system operated on total load of 800 MW.

- (ii) Kuasa yang dihasilkan oleh masing-masing stesen janakuasa.

The power that generated by each power stations.

[100 markah/marks]

- 3. Dari hasil pembacaan data pengukuran pada sebuah penyuap kuasa elektrik di industri moden, ditemukan bahawa tercatat data pengukuran sebagai berikut: Sistem penyuap adalah sistem tiga fasa-empat wayar, 415 volt, 50 Hz. Data untuk arus yang mengalir melalui penghantar setiap fasa ditunjukkan dalam Jadual 1 berikut:

From measurement data reading results on a modern industry power feeder, found that the measurement data recorded as below:

Feeder system is three-phase four wires, 415 Volt, 50 Hz. Data of currents flow through each phase conductors shown in Table 1 below:

Jadual 1 : Data untuk arus fasa
Table 1 : Data of phase current

Harmonics Order h	Current Component on phase-A [Amp]	Current Component on phase-B [Amp]	Current Component on phase-C [Amp]
Fundamental	51.75	52.77	52.05
3	41.23	32.34	42.32
5	32.15	25.11	33.87
7	15.09	12.20	21.05
9	6.55	3.17	5.17
11	2.43	1.89	1.21
Displacement Power factor	0.76	0.54	0.73

- (a) Tentukan nilai rms arus pada setiap fasa.
Determine rms value of each phase.
[20 markah/marks]
- (b) Kira faktor kuasa purata sistem penyuar tersebut.
Calculate average power factor of that feeder system.
[20 markah/marks]
- (c) Tentukan herotan jumlah arus harmonik pada setiap fasa.
Determine total harmonic current distortion of each phase.
[20 markah/marks]
- (d) Tentukan arus neutral sistem penyuar tersebut.
Determine neutral current of that feeder system.
[20 markah/marks]
- (e) Apa usulan-usulan yang harus diberikan untuk memperbaiki kecekapan sistem penyuar tersebut? merujuk kepada Piawaian -IEEE-159 untuk Kualiti Kuasa Elektrik.

What the suggestion must be given for improving the performance of feeder system? refer to IEEE-Standard 159 for Electric Power Quality.
[20 markah/marks]

4. Ada suatu beban pengguna adalah 350 kW pada faktor kuasa 0.7 mengekor. Bekalan elektrik diambil dari sebuah transformer 500 kVA, 6.6 kV/400V. Transformer tersebut disambungkan kepada bekalan 6.6 kV, 3-phase, 50 Hz. Sebuah enjin ditambahkan. Enjin yang baru ini mempunyai kapasiti kadaran 110 kW pada faktor kuasa 0.8 terbelakang. Transformer yang sedia ada boleh membekalkan kenaikan beban ini jika faktor kuasa beban yang baru ini ditingkatkan dengan menambahkan kapasitor statik (bank kapasitor), kapasitor-kapasitor bebas kehilangan. Kira:

The present load of a consumer is 350 kW at power factor 0.7 lagging. The electricity supply is taken from a 500 kVA, 6.6 kV/400V transformer. The transformer is connected to 6.6 kV, 3-phase, 50 Hz supply. A new machine is to be added. This new machine has a rated capacity of 110 kW at power factor 0.8 legging. The existing transformer can supply this increasing in load if the power factor of the new total load is raised by adding static capacitor (capacitor bank), loss-free capacitors. Calculate:

- (i) Kadaran kVA dan faktor kuasa daripada beban yang baru sebelum penambahan kapasitor.

The kVA rating and power factor of the new total load before the adding of the capacitors.

[25 markah/marks]

- (ii) Minimum faktor kuasa untuk jumlah beban yang baru harus dihasilkan agar supaya kadaran kVA transformer tidak terlampau.

The minimum power factor to which the new total load must be raised to so that the kVA rating of the transformer is not exceeded.

[25 markah/marks]

- (iii) Nilai kapasitor yang diperlukan dalam kVAR untuk menghasilkan faktor kuasa pada nilai yang baru.

The value of capacitors in kVAR required to raise the power factor to the new value.

[25 markah/marks]

- (iv) Nilai kapasitor dalam μF untuk sebuah bank kapasitor yang tersambung secara delta.

The value of the capacitors in μF for a capacitor bank connected in delta.

[25 markah/marks]

5. (a) Apakah perbezaan di antara asas tarif bagi tenaga dan asas tarif bagi permintaan?

What is the difference between tariff based upon energy and tariff based upon demand?

[20 markah/marks]

- (b) Plat nama pada meter watt jam menunjukkan $K_h = 2.5$. Jika cakera menghasilkan 30 pusingan dalam masa 2 minit, kirakan tenaga yang digunakan oleh beban semasa jeda ini dan purata kuasa bagi beban tersebut.

The name plate of a watthourmeter shows $K_h = 2.5$. If the disc makes 30 turns in 2 minutes, calculate the energy consume by the load during this interval and the average power of the load.

[20 markah/marks]

- (c) Sebuah kilang kecil beroperasi malam dan siang, 7 hari seminggu, menggunakan 300 000 kWj sebulan. Permintaan maksima adalah 1500 KWj dan permintaan kVA maksima adalah 1800 kVA. Untuk makluman, permintaan bagi kilang ini diukur untuk kedua-dua kuasa aktif (kW) dan kuasa ketara (kVA).

A small factory operating night and day, 7 days a week consumes 300 000 kWh per month. The maximum demand (MD) is 1500 kWh, the maximum kVA is 1800 kVA. Note that the demand in this factory is measured for both active power (kW) and apparent power (kVA).

- (i) Kirakan bil elektrik menggunakan kadar jadual diberi dalam Jadual 1.

Calculate the electricity bill using the rate schedule given in Table 1.

- (ii) Apakah purata kos tenaga?
What is the average cost of energy?

- (iii) Mengapakah bil permintaan berbeza daripada bil meter?
Why is the billing demand different than the metered demand?

- (iv) Jelaskan tindakan yang boleh diambil oleh pengurusan kilang untuk memastikan permintaan maksiman adalah serendah mungkin supaya kilang dapat menjimatkan kos elektrik.

Explain the measures that can be taken by the management of the factory to keep the maximum demand as low as possible so that factory can save on electricity cost.

[60 markah/marks]

Jadual 1
Table 1

Harga permintaan <i>Demand charge</i>	RM 5.00 sebulan per kW bil permintaan. <i>RM 5.00 per month per kW of billing demand.</i>
Caj tenaga <i>Energy charge</i>	5 sen/kWj bagi 100 jam permulaan bil permintaan. 3 sen/kWj bagi 50 000kWh jam seterusnya bagi bil permintaan. 1.5 sen/kjh bagi tenaga seterusnya. <i>5 sen/kWh for the first 100 hours of billing demand 3 sen/kWh for the next 50 000kWh of billing demand 1.5 sen/kWh for the remaining energy</i>
Fasa kontrak <i>Contract clause</i>	Jika 90% daripada purata tertinggi kVA diukur semasa mana-mana tempoh 30 minit adalah lebih tinggi daripada permintaan maksima, jumlah tersebut digunakan sebagai bil permintaan. <i>If 90% of the highest average kVA measured during any 30 minute period is higher than the maximum demand, such amount will be used as the billing demand.</i>

6. (a) Jelaskan secara ringkas kepentingan peramalan beban dan tenaga untuk ekonomi sesuatu negara.

Expain briefly the importance of energy and load forecasting for the economy of a country.

[25 markah/marks]

- (b) Permodelan faktor tunggal adalah salah satu teknik yang digunakan untuk meramal penggunaan tenaga.

The single factor modeling is one technique used for forecasting energy consumption.

- (i) Nyatakan sebarang DUA aliran atau pembolehubah yang digunakan dalam membuat ramalan untuk sektor industri.

Name any TWO trends or factors used in making the forecast for the industrial sector.

- (ii) Apakah kelemahan teknik ini dalam memberikan ramalan yang tepat?

What is the weakness of this technique of giving an accurate forecast?

[25 markah/marks]

- (c) Sebuah kilang elektronik yang kecil menyerap kuasa ketara sebanyak 400 kVA pada faktor kuasa 60% mengekor.

A small electronic factory draws an apparent power of 400 kVA at a power factor of 60% lagging.

- (i) Kirakan kapasiti kVAR bagi bank kapasitor yang perlu dipasang pada masukan perkhidmatan untuk mendapat keseluruhan faktor kuasa kepada unit dan kepada 85 peratus susulan.

Calculate the kVAR capacity of the capacitor bank that must be installed at the service entrance to bring the overall power factor to unity and to 85 percent lagging.

- (ii) Bincangkan kesan perubahan faktor kuasa kepada kos yang terlibat.

Discuss the effect of changes in power factor to the cost incurred.

[50 markah/marks]