
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination

2013/2014 Academic Session

June 2014

EEK 370 – Economy and Management of Power System
[Ekonomi dan Pengurusan Sistem Kuasa]

Duration : 3 hours

Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **FOURTEEN (14)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

[Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]

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

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

1. (a) Company A would like to purchase a new generator and there are two alternatives available.

Alternative X has a first cost of \$ 20,000, an operating cost of \$ 9,000 per year, and a \$ 5,000 salvage value after 5 years.

Alternative Y will cost \$ 35,000, with an operating cost of \$ 4,000 per year and a salvage value of \$ 7,000 after 5 years.

At a MARR of 12% per year, determine the better choice between these two alternatives using present worth analysis.

Syarikat A hendak membeli sebuah penjana baru dan terdapat dua pilihan.

Pilihan X mempunyai kos pertama sebanyak \$ 20,000, kos operasi sebanyak \$ 9,000 setiap tahun, dan nilai salvaj sebanyak \$ 5,000 selepas 5 tahun.

Pilihan Y mempunyai kos pertama sebanyak \$ 35,000, dengan kos operasi sebanyak \$ 4,000 setahun dan nilai salvaj sebanyak \$ 7,000 selepas 5 tahun.

Pada MARR sebanyak 12% setahun, tentukan pilihan yang lebih baik antara dua alternative dengan menggunakan analisis nilai kini.

(35 marks/markah)

- (b) A plant produces 15,000 units of energy per month. Determine breakeven level if the fixed cost is \$75,000/month, revenue is \$8/unit and variable cost is \$2.50/unit of energy.

Determine expected monthly profit or loss.

If the variable production costs increase by \$1.50/unit, what will be its breakeven output? Will the plant generate profit with the increased cost?

Loji A menghasilkan 15,000 unit tenaga sebulan. Tentukan tahap pulang modal jika kos tetap ialah \$75,000 / bulan, pendapatan ialah \$8/unit dan kos berubah ialah \$2.50/unit tenaga.

Tentukan keuntungan atau kerugian bulanan yang dijangka.

Jika kos pengeluaran berubah meningkat sebanyak \$1.50/unit, apakah keluaran pada tahap pulang modal? Adakah loji tersebut menjana keuntungan dengan kos yang meningkat?

(35 marks/markah)

- (c) A depreciable energy-generating equipment has a first cost of \$20,000 with a \$4,000 salvage value after 5 years. Determine the depreciation at the third year and book value after 3 years using Double Declining Balance depreciation.

Sebuah peralatan untuk menjana tenaga mempunyai kos yang pertama sebanyak \$20,000 dengan nilai salvaj sebanyak \$4,000 selepas 5 tahun. Tentukan susut nilai pada tahun ketiga dan nilai buku peralatan tersebut selepas 3 tahun, dengan menggunakan susut nilai baki merosot kembar.

(30 marks/markah)

2. (a) A hydro power plant is to be used as peak load plant at an annual load factor of 30%. The electrical energy obtained during the year is 750×10^5 kWh. Determine the maximum demand. If the plant capacity factor is 24%, determine reserve capacity of the plant.

Sebuah loji kuasa hidro digunakan sebagai loji beban puncak pada faktor muatan tahunan sebanyak 30%. Tenaga elektrik yang diperolehi pada tahun ini adalah 750×10^5 kWh. Tentukan permintaan maksimum. Jika faktor kapasiti loji ialah 24%, tentukan muatan simpanan loji tersebut.

(50 marks/markah)

- (b) Determine the load factor at which the cost of supplying a unit of electricity is the same in Diesel station and in a Steam station if the respective annual fixed and running charges are given as follows:

Tentukan faktor muatan di mana kos bagi membekalkan satu unit elektrik adalah sama untuk stesen diesel dan stesen steam jika caj tahunan tetap dan caj tahunan berubah masing-masing adalah seperti berikut:

Diesel: \$ (40/kW of maximum demand +0.06/kWh)

Diesel: \$ (40/kW permintaan maksimum +0.06 / kWj)

Steam: \$ (160/kW of maximum demand +0.015/kWh)

Steam: \$ (160/kW permintaan maksimum 0.015 / kWj)

(50 marks/markah)

3. A power plant has two units with the following cost characteristics:

Sebuah loji kuasa mempunyai dua unit dengan ciri-ciri kos berikut:

$$C_1 = 0.6P_1^2 + 200P_1 + 2000 \text{ \$/h}$$

$$C_2 = 1.2P_2^2 + 150P_2 + 2500 \text{ \$/h}$$

Where P_1 and P_2 are the generating powers in MW. The daily load cycle is as follows:

Di mana P_1 dan P_2 ialah kuasa penjanaan dalam MW. Kitaran beban harian adalah seperti berikut:

6am to 6pm: 150MW

6:00 pagi - 6:00 petang: 150MW

6pm to 6am: 50 MW

6:00petang - 6:00 pagi: 50 MW

The cost of taking either unit off the line and returning to service after 12 hours is \$ 5000.

Maximum generation of each unit is 100 MW.

Considering 24 hour period from 6am to 6am the next morning,

Kos untuk mengeluarkan salah satu unit dan mengembalikan unit tersebut ke dalam perkhidmatan selepas 12 jam adalah \$ 5000.

Penjanaan maksimum setiap unit adalah 100 MW.

Dengan menimbangkan tempoh 24 jam dari 06:00 pagi ke 6:00 pagi hari berikutnya,

- (a) Would it be economical to keep both units in service for this 24 hour period or remove one unit from service for 12 hour period from 6pm to 6am the next morning?

Manakah yang lebih ekonomi, menjalankan kedua-dua unit dalam perkhidmatan bagi tempoh 24 jam ini atau mengeluarkan satu unit dari perkhidmatan bagi tempoh 12 jam dari 6:00 petang ke 6:00 pagi hari berikutnya?

(45 marks/markah)

- (b) Compute the economic scheduling for the peak load and off peak load conditions.

Kirakan penjadualan ekonomi untuk keadaan beban puncak dan beban luar puncak.

(25 marks/markah)

- (c) Determine the optimum operating cost per day.

Tentukan kos operasi optimum setiap hari.

(15 marks/markah)

- (d) If operating one unit during off peak load is decided, up to what cost of taking one unit off and returning to service after 12 hours will this decision be acceptable?

Jika mengendalikan satu unit semasa beban luar puncak ditentukan, sehingga kos apakah keputusan mengeluarkan satu unit dan mengembalikannya ke dalam perkhidmatan selepas 12 jam boleh diterima?

(10 marks/markah)

- (e) If the cost of taking one unit off and returning to service after 12 hours exceeds the value calculated in (d), what must be done during off peak period?

Jika kos mengeluarkan satu unit dan mengembalikannya ke dalam perkhidmatan selepas 12 jam melebihi jumlah yang dikira dalam (d), apakah yang perlu dilakukan dalam tempoh luar puncak ?

(5 marks/markah)

4. (a) Answer these questions shortly and clearly.

Jawab soalan-soalan berikut secara ringkas dan jelas.

- (i) What is the power quality in an electric power system?

Apakah yang dimaksudkan dengan kualiti elektrik kuasa pada suatu sistem elektrik kuasa ?

(10 marks/ markah)

- (ii) In modern electric power system, why are the waveform of voltage and current distorted?

Pada sistem elektrik kuasa moden, mengapa selalu dijumpai gelombang voltan dan arusnya terherot ?

(10 marks/markah)

- (iii) What are the causes for the electric power system to contain harmonics?

Apakah punca arus sistem kuasa elektrik mengandungi harmonik?

(10 marks/markah)

(iv) What are the negative effects of the harmonics in the power system?

Apa pengaruh negatif harmonik terhadap sistem kuasa elektrik?

(10 marks/markah)

(v) What are the methods which can be taken to avoid the negative effect of the harmonics?

Bagaimana kaedah yang dilakukan pada sistem kuasa elektrik untuk mengelak daripada pengaruh negatif harmonik ?

(10 marks/markah)

(b) The power available at a factory is 2000 kVA. The present load is 2000 kVA at a power factor of 0.8 lagging. If the power factor is raised to 0.85, calculate the cost savings in his electricity bill for a month of 30 days. The reactive power charge is \$0.007 per kVARh for every unit above 62% of the total kWh consumed. Assume that the factory operates at the same load for 24 hours a day and 30 days a month.

Kuasa elektrik yang tersedia pada suatu kilang ialah 3000 kVA. Beban yang ada ialah 2000 kVA pada factor kuasa 0.8 mengekor. Jika factor kuasa dinaikkan kepada 0.85, kira penjumlahan kos bayaran elektrik untuk masa sebulan iaitu 30 hari, Bayaran kuasa reaktif ialah \$0.007 per kVARh untuk setiap unit yang melebihi 62% daripada jumlah kWh yang digunakan. Anggap bahawa kilang beroperasi pada beban yang sama untuk 24 jam sehari dan 30 hari dalam sebulan.

(50 marks/markah)

5. (a) A heavy factory has two main plants that supplied from a 1500 kVA, 415V, 50Hz three-phase transformer. From the energy audit result show that electrical power can be reduced by replacing the main mixing and spinning three-phase induction motors of the plants (plant 1 and 2) installation with the newer and, more efficient motors of the same horse-power (hp) rating.

Suatu kilang berat mempunyai dua loji utama yang dibekalkan dari sebuah transformer tiga-fasa 500 kVA, 415 V, 50 Hz. Dari hasil audit tenaga menunjukkan bahawa kuasa elektrik dapat dikurangkan dengan mengganti motor-motor aruhan tiga fasa pencampur utama dan pemintal daripada loji-loji (loji 1 dan 2) tersebut dengan memasang motor baru dan mempunyai taraf kecekapan pada kadaran kuasa kuda (hp) yang sama.

In plant 1: there are two sets of main mixing three-phase induction motors and two sets of spinning three-phase induction motors. All the motors operate continuously for 12 hours per day. Each main mixing spinning motor is rated at 75 hp with efficiency 70% and power factor 0.6 lagging, and each spinning motor has rated at 50 hp with efficiency 73% and power factor 0.7 lagging.

Pada loji 1: Terdapat dua set motor aruhan tiga fasa pencampur utama dan dua set motor aruhan tiga fasa pemintal. Keseluruhan motor beroperasi secara terus-menerus untuk 12 jam dalam sehari. Masing-masing motor pencampur terkadar pada 75 hp dengan kecekapan 70% dan faktor kuasa 0.60 mengekor, dan masing-masing motor pemintal terkadar pada 50 hp dengan kecekapan 73% factor kuasa 0.7 mengekor.

In plant 2: there is one set of main mixing three-phase induction motor and one sets of spinning three-phase induction motors. All the motors operate continuously for 12 hours per day. The main mixing motor is rated at 100 hp with efficiency 70% and power factor 0.60 lagging, and spinning motor is rated at 75 hp with efficiency 80% and power factor 0.75 lagging.

Pada loji 2: Terdapat satu set motor aruhan tiga fasa pencampur utama dan satu set motor aruhan tiga fasa pemintal. Keseluruhan motor beroperasi secara terus-menerus untuk 12 jam dalam sehari. Motor pencampur utama terkadar pada 100 hp dengan kecekapan 70% dan faktor kuasa 0.60 mengekor, dan motor pemintal terkadar pada 75 hp dengan kecekapan 80% dan faktor kuasa 0.75 mengekor.

If the all new motors have an efficiency of 90% and power factor 0.8 lagging. Calculate the annual savings in the power electricity consumed, where the electricity charge is :

Jika semua motor-motor baru mempunyai kecekapan 90% dan faktor kuasa 0.8 mengekor. Kira penjimatan tahunan dalam penggunaan kuasa elektrik, di mana caj elektrik ialah :

- Active power charge = \$0.08 per kWh
- *Caj kuasa aktif = \$0.08 per kWh*

- *Reactive power charge = \$0.01 per kVARh for power factor less than 0.85.*
- *Caj kuasa ketara = \$0.01 per kVARh untuk faktor kuasa kurang dari 0.85.*

(50 marks/markah)

- (b) To avoid the reactive power charge penalty, a capacitor bank installed. If the capacitor bank connected in star (wye), determine the size of each capacitor in microfarads required.

Untuk mengelakkan denda caj kuasa reaktif, penyuap bank dipasangkan. Jika penyuap-penyuap bank disambung secara bintang (wye), tentukan saiz setiap penyuap yang diperlukan dalam mikrofarad.

(50 marks/markah)

6. The measurement data from a power quality audit on a utility system in computer center buildings shown in Table 6.

The power supply system for that computer center building is three-phase four-wire system 415 Volt, 50 Hz such as shown in Figure 6.

Data pembacaan pengukuran daripada hasil audit kualiti kuasa pada suatu utiliti elektrik di bangunan pusat komputer sebagaimana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.

Pembekalan sistem kuasa pada bangunan pusat komputer tersebut adalah sistem tiga fasa-empat wayar, 415 volt, 50 Hz sepertimana ditunjukkan dalam Rajah 6.

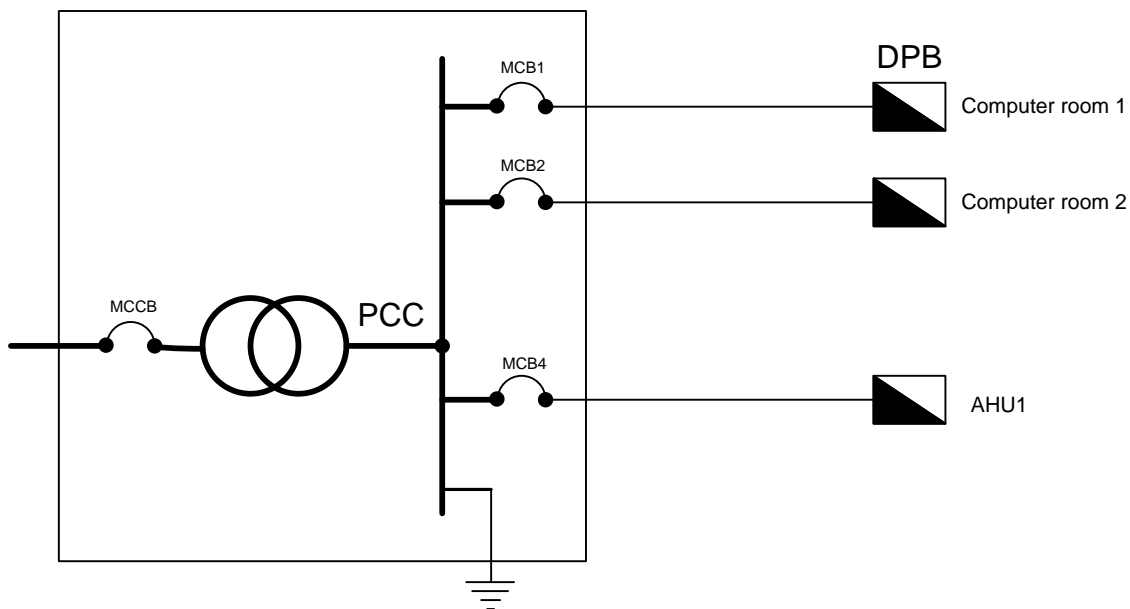


Figure 6
Rajah 6

Table 6. Measurement Data/*Jadual 6*

DPB	Parameters	Phase		
		Red	Yellow	Blue
Computer room 1	Real Power : P [kW]	4.81	10.40	18.60
	Apparent Power : S [kVA]	5.36	11.20	16.80
	Reactive power : Q [kVAR]	2.47	4.10	9.90
	DPF	0.97	1.00	0.83
	Fundamental current : I ₁ [A]	20.09	41.40	66.30
	Rms current : I [A]	25.52	55.48	90.17
	Voltage : V [volt]	247.00	248.90	248.40
	Frequency : f [Hz]	50.00	50.01	50.01
Computer room 2	Real Power : P [kW]	40.90	30.40	8.90
	Apparent Power : S [kVA]	41.20	34.50	9.50
	Reactive power : Q [kVAR]	4.60	16.40	3.40
	DPF	0.97	0.89	0.98
	Fundamental current : I ₁ [A]	140	117.70	136.70
	Rms current : I [A]	191.70	174.19	49.55
	Voltage : V [volt]	244.00	244.00	248.40
	Frequency : f [Hz]	50.00	50.00	50.00
AHU1	Real Power : P [kW]	5.41	5.41	5.41
	Apparent Power : S [kVA]	6.94	6.94	6.94
	Reactive power : Q [kVAR]	5.52	5.52	5.52
	DPF	0.78	0.78	0.78
	Fundamental current : I ₁ [A]	28.91	28.92	28.91
	Rms current : I [A]	28.91	28.92	28.91
	Voltage : V [volt]	240.00	240.00	240.00
	Frequency : f [Hz]	50.00	50.00	50.00

- (a) Determine total harmonic distortion (THD) for current for each phase in that utility system.

Tentukan herotan harmonik total (HHT) daripada arus untuk masing-masing fasa pada sistem utiliti tersebut.

(30 marks/markah)

- (b) Evaluate the power factor and unbalanced load of electric utility system on that computer center.

Nilaikan faktor kuasa dan ketidak seimbangan beban sistem utiliti elektrik pada bangunan pusat komputer tersebut.

(30 marks/markah)

- (c) What is your opinion about the power quality at the computer center building and what is your suggestion for the improvement by referring to IEEE - standard 159 for Electric Power Quality.

Apa pendapat anda mengenai kualiti kuasa di bangunan pusat komputer tersebut, dan apakah cadangan anda untuk memperbaiki kualiti kuasa berdasarkan kepada Piawaian - IEEE-159 untuk Kualiti Kuasa Elektrik.

(20 marks/markah)

- (d) Determine a capacitor bank in kVAR and passive filters that should be installed in order the power factor of system to be more than 0.85.

Tentukan kapasitor bank dalam kVAR dan penapis pasif yang harus dipasang agar faktor kuasa sistem lebih daripada 0.85.

(20 marks/markah)

