

PENDEKATAN ANALISIS PENYAMPULAN DATA MENGUNAKAN MODEL ANALISIS REGRESI DI DALAM PROSES PERLANTIKAN PROFESSOR MADYA DI UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Syed Othmawi Abd. Rahman,
P. Madya Jamilin Jais,
Fakulti Sains Komputer dan Sistem Maklumat,
Universiti Teknologi Malaysia,
Kuala Lumpur

Abstrak

Analisis Penyampulan Data (APD) biasanya menggunakan model pengaturcaraan linear untuk mengukur kecekapan relatif setiap cawangan (atau dikenali juga dengan panggilan unit) di dalam sesebuah organisasi. Selain daripada model tersebut, model analisis regresi juga boleh digunakan bagi melaksanakan analisis yang sama. Menggunakan konsep yang sama, APD juga boleh dikembangkan untuk menilai prestasi kakitangan di dalam sesebuah jabatan. Dalam kertaskerja ini model regresi akan digunakan untuk mengira kecekapan pensyarah-pensyarah untuk dilantik ke jawatan Professor Madya. Kertaskerja ini membincangkan teori-teori pengenalan regresi dan sebuah kes kajian bagi menerangkan bagaimana model regresi boleh digunakan untuk tujuan tersebut. Disamping menentukan kecekapan setiap pensyarah, model ini juga menerangkan mengapa seorang pensyarah itu dianggap lebih cekap dibandingkan dengan yang lain. Pakej komputer SAS/STAT digunakan di dalam analisis kes kajian.

Katakunci: Analisis penyampulan data (APD), input, output, kecekapan, model regresi linear

Keywords: Data envelopment analysis (DEA), input, output, efficiency, linear regression model

1.0 PENGENALAN

Menggunakan Analisis Penyampulan Data (APD) kecekapan seseorang pensyarah berbanding dengan pensyarah-pensyarah yang lain boleh diukur menggunakan persamaan berikut⁴:

$$\text{kecekapan} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (M1)$$

Dari model di atas, kita boleh membuat kesimpulan bahawa kecekapan setiap pensyarah adalah *jumlah output yang dihasilkan bagi setiap input yang digunakan*. Secara ringkasnya output adalah hasil ataupun jumlah keluaran yang dihasilkan oleh setiap pensyarah tersebut iaitu seperti bilangan buku yang telah ditulis, jawatan-jawatan yang telah disandang dan sebagainya, manakala input pula terdiri dari jumlah sumber-sumber yang digunakan olehnya yang merupakan perbelanjaan kepada universiti seperti jumlah gajinya, bilangan peralatan yang digunakan dan sebagainya. Input dan output yang terlibat di dalam analisis mestilah sama bagi kesemua pensyarah tetapi mungkin berbeza dari segi kuantiti ataupun kualiti. Model M1 boleh digunakan sekiranya terdapat satu input dan satu output di dalam model. Jika sebaliknya, model pengaturcaraan linear ataupun model analisis regresi perlu digunakan. Kedua-dua kaedah ini menggunakan pendekatan yang berlainan, oleh itu analisis yang dihasilkan juga dalam format yang berbeza.

2.0 MODEL ANALISIS REGRESI

Kadangkala kita ingin mengetahui hubungan di antara suatu pembolehubah dengan pembolehubah-pembolehubah yang lain kerana nilai ini akan memberikan ukuran kadar pertukaran nilai sesuatu pembolehubah disebabkan oleh pertukaran nilai pembolehubah-pembolehubah yang lain. Dengan ini secara tidak langsung kita dapat mengawal suatu pembolehubah dengan mengawal nilai pembolehubah-pembolehubah yang lain. Nilai kekuatan hubungan ini diberikan oleh pemalar yang dipanggil *keofisien korelasi*.

Kita juga boleh mendapatkan sebuah model atau persamaan yang menghubungkan satu pembolehubah dengan pembolehubah-pembolehubah yang lain. Dengan ini kita boleh meramal nilai sesuatu pembolehubah jika nilai pembolehubah-pembolehubah lain diketahui. Persamaan ini dipanggil *persamaan regresi*. Model analisis regresi dibina berasaskan kepada satu pembolehubah merupakan suatu fungsi kepada satu atau beberapa pembolehubah yang lain. Secara umumnya fungsi ini boleh ditulis seperti berikut⁴:

$$y_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \beta_2 x_{2j} + \beta_3 x_{3j} + \beta_4 x_{4j} + \dots + \beta_k x_{kj} + e_j$$

di mana y_j merupakan nilai bagi *pembolehubah bergantung* (dependent variable) Y . Nilai β_0 , β_1 , ..., β_k merupakan koefisien-koefisien regresi bahagian (partial regression coefficients) manakala x_{1j} , x_{2j} , x_{3j} , ..., x_{kj} adalah merupakan nilai-nilai bagi *pembolehubah bebas* (independent variable) $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$. Pembolehubah Y dipanggil pembolehubah bergantung kerana nilainya ditentukan oleh nilai-nilai X_i . Manakala pembolehubah X_i dipanggil pembolehubah bebas kerana ia boleh mengambil sebarang nilai. Model ini adalah di dalam bentuk linear dan di dalam setiap model regresi hanya satu pembolehubah bergantung sahaja yang boleh wujud.

Nilai β_i juga dikenali sebagai nilai kecerunan yang menerangkan pengaruh X_i ke atas pembolehubah Y . Sebagai contohnya nilai β_1 menyatakan pertambahan nilai Y apabila pembolehubah X_1 bertambah sebanyak 1 unit dengan nilai bagi pembolehubah-pembolehubah X_i yang lain tidak berubah. β_0 pula adalah suatu konstan. e_j adalah ralat iaitu perbezaan antara nilai Y yang diukur oleh persamaan regresi (katakan Y^{ram}) dengan nilai Y yang sebenar. Oleh itu, analisis regresi adalah proses di mana kita menggunakan data yang ada untuk menjanakan sebuah model linear yang boleh digunakan untuk meramalkan nilai pembolehubah bergantung yang baru jika nilai pembolehubah-pembolehubah bebas yang baru diketahui.

Dari perbincangan di atas ralat ramalan, e diukur berdasarkan:

$$e = Y^{\text{ram}} - Y.$$

Nilai e juga dipanggil nilai residual.

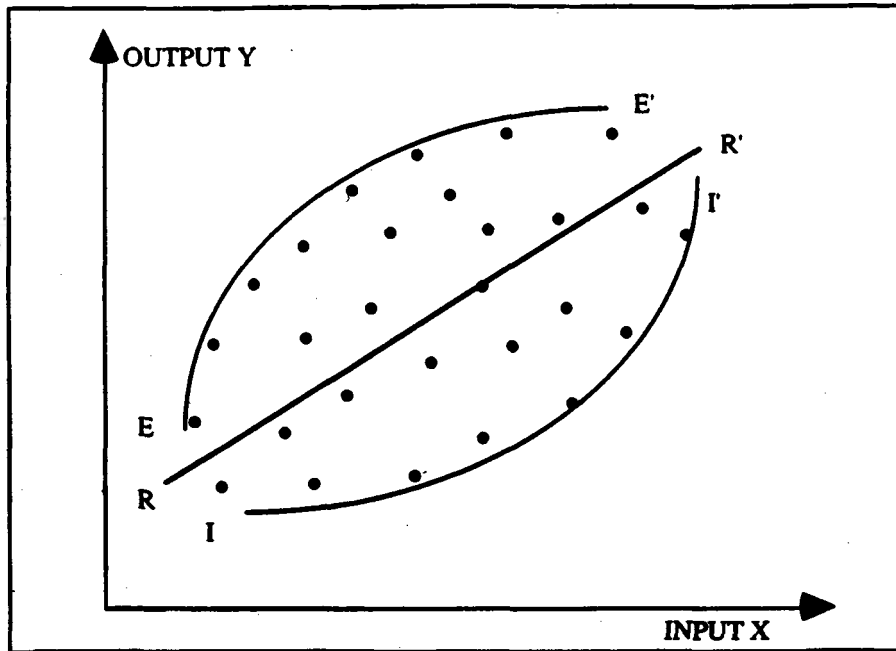
Salah satu kaedah yang digunakan untuk mendapatkan persamaan regresi adalah kaedah kuasadua terkecil. Di dalam kaedah ini keofisien persamaan regresi ditentukan dengan minimumkan nilai jumlah kuasadua e . Oleh itu garisan persamaan yang didapati dipanggil garisan persamaan regresi kuasadua terkecil bagi Y ke atas X .

2.1 Model Regresi Yang Terdiri Daripada Satu Pembolehubah Bebas

Biasanya model analisis regresi terdiri dari satu pembolehubah bergantung dengan beberapa pembolehubah bebas. Dengan ini jika model analisis regresi digunakan di dalam APD, hanya masalah yang terdiri dari satu input dan beberapa output ataupun satu output berserta dengan beberapa input sahaja yang boleh diselesaikan. Bagi masalah yang terdiri dari satu input, input merupakan pembolehubah bergantung manakala faktor-faktor output pula merupakan pembolehubah-pembolehubah bebas. Manakala bagi masalah jenis kedua, output merupakan

pembolehubah bergantung sedangkan input-input pula merupakan pembolehubah-pembolehubah bebas.

Untuk menunjukkan bagaimana model analisis regresi boleh digunakan untuk menganalisis kekesanan pensyarah, perhatikan sebuah model regresi mudah yang terdiri dari satu input dan satu output. Katakan output dijadikan pembolehubah bergantung manakala input pula merupakan pembolehubah bebas. Jika nilai-nilai gabungan input dan output ini dilakarkan di atas sebuah graf, kita dapati hubungannya adalah seperti berikut:



Rajah 1: Graf yang menunjukkan hubungan di antara faktor input dan output

Dari lakaran di atas, lengkungan EE' merupakan sempadan pengeluaran paling berkesan. Pensyarah-pensyarah yang berada di atas garisan ini merupakan pensyarah-pensyarah yang paling berkesan. Ini adalah kerana pensyarah-pensyarah tersebut menghasilkan kadar output yang paling tinggi tetapi menggunakan input yang sama atau kurang berbanding dengan pensyarah-pensyarah yang lain.

Garisan RR' pula merupakan garisan regresi linear (persamaan regresi) iaitu garisan yang terbaik mewakili hubungan antara input dan output. Garisan ini boleh digunakan untuk meramalkan paras output bagi setiap nilai input yang diberikan. Titik yang berada di atas garisan RR' merupakan pensyarah-pensyarah yang mempunyai *kekesanan purata*. Titik-titik yang berada di bahagian atas garisan RR' adalah yang mempunyai kekesanan yang lebih baik dari kekesanan purata manakala titik yang berada di bahagian bawah pula mempunyai kekesanan yang kurang daripada kekesanan purata.

Lengkungan II' pula merupakan sempadan pengeluaran yang paling kurang berkesan. Pensyarah-pensyarah yang berada di atas lengkungan ini merupakan pensyarah-pensyarah yang paling kurang berkesan kerana menghasilkan output yang kurang tetapi menggunakan input yang sama atau lebih dibanding dengan pensyarah-pensyarah yang lain.

2.2 Mentakrifkan Model Regresi

Langkah mula-mula sekali di dalam proses pembentukan model regresi adalah menentukan pembolehubah bergantung dan pembolehubah-pembolehubah bebas. Pembolehubah bergantung adalah faktor yang hendak diukur kekesanan penggunaannya (jika faktor itu berkaitan dengan input) ataupun penghasilannya (jika faktor itu adalah faktor output). Sebagai contohnya jika kekesanan penggunaan faktor input hendak diukur, faktor ini perlu menjadi pembolehubah bergantung. Model yang dibentuk digunakan untuk mengukur perbezaan di antara paras input ramalan (paras input

yang diberikan oleh persamaan regresi) dan paras input yang sebenarnya yang telah digunakan oleh pensyarah tersebut. Begitulah juga jika kita ingin mengukur kekesanan penghasilan ke atas faktor output. Kita tidak boleh mengangar kekesanan penggunaan input ataupun penghasilan output menggunakan satu persamaan regresi jika terdapat beberapa input atau output di dalam model tersebut. Ini adalah kerana model analisis regresi hanya membenarkan satu pembolehubah bergantung sahaja. Jika keadaan ini wujud, beberapa model analisis regresi perlu digunakan setiap pembolehubah bergantung.

Setelah pembolehubah ditentukan, kita perlu mendapatkan persamaan regresi menggunakan kalkulus untuk mengira koefisien persamaan regresi atau pun menggunakan sebarang pakej statistik seperti SAS/STAT, MINITAB, LOTUS 123 dan sebagainya.

Dalam kertas kerja ini pakej SAS/STAT akan digunakan. Pemilihan pakej ini berdasarkan penggunaannya yang meluas di Malaysia serta analisis yang dihasilkan begitu lengkap.

2.3 Menguji Ketepatan Model

Sebelum hasil analisis dapat digunakan, penilaian perlu dilakukan untuk menentukan kebagusan model yang telah dihasilkan. Untuk itu nilai yang perlu diperhatikan adalah nilai R^2 (atau R-square). Nilai ini mengukur kadar variasi nilai pembolehubah bergantung disebabkan oleh variasi nilai-nilai pembolehubah bebas. Jika nilai R^2 kecil, persamaan linear yang dihasilkan tidak mewakili data dengan baik. Dengan itu ramalan ke atas nilai pembolehubah bergantung tidak dapat dilakukan dengan tepat. Sebaliknya jika nilai R^2 menghampiri 1 atau 100%, model tersebut adalah baik.

Apabila nilai darjah kebebasan kecil (bilangan data yang sedikit), nilai R^2 berkecenderungan positif iaitu nilainya bertambah besar apabila lebih banyak pembolehubah ditambah ke dalam model. Oleh itu kita memerlukan pengukuran lain yang bebas dari kecenderongan ini iaitu nilai R^2 yang telah diselaraskan, Adj R^2 .

Perkara kedua yang perlu diberikan perhatian sewaktu menilai kebagusan model adalah nilai Prob>F. Jika nilai kebarangkalian ini kecil, model tersebut dikatakan baik. Gunakan kedua-dua nilai R^2 bersama-sama dengan nilai Prob>F bagi menilai model yang telah didapati.

2.4 Menterjemahkan Parameter-parameter Model

Model regresi boleh ditulis di dalam salah satu format berikut bergantung kepada pembolehubah mana yang menjadi pembolehubah bergantung dan pembolehubah-pembolehubah bebas:

$$\text{INPUT} = B_0 + B_1 \text{ OUTPUT}(1) + B_2 \text{ OUTPUT}(2) + \dots + B_n (\text{OUTPUT}(n)) \quad (\text{M2})$$

atau

$$\text{OUTPUT} = C_0 + C_1 \text{ INPUT}(1) + C_2 \text{ INPUT}(2) + \dots + C_n \text{ INPUT}(n) \quad (\text{M3})$$

$B_0, B_1 \dots B_n$ atau $C_0, C_1 \dots C_n$ adalah parameter-parameter yang dianggarkan oleh analisis regresi.

Model (M2) adalah persamaan anggaran terbaik bagi meramal purata paras input yang patut digunakan daripada faktor-faktor output yang telah dihasilkan. Model ini mengukur kekesanan faktor input yang telah digunakan oleh seseorang pensyarah berbanding dengan pensyarah-pensyarah yang lain. Sebarang perbezaan antara nilai ramalan dengan nilai sebenar menunjukkan kekesanan yang lebih rendah atau lebih tinggi dari kekesanan purata. Pensyarah-pensyarah yang berada di atas garisan regresi dianggap mempunyai kekesanan purata. Model (M3) juga boleh

ditafsirkan dengan cara yang sama tetapi melibatkan proses meramal faktor output berdasarkan paras-paras input yang telah digunakan.

Secara asasnya pemalar B_0 di dalam Model (M2) menunjukkan paras input yang diperlukan jika tiada output dihasilkan. Pekali B_i adalah anggaran pertukaran dalam paras INPUT yang akan berlaku disebabkan pertukaran paras OUTPUT(i) sebanyak satu unit dengan paras output-output lain tidak berubah. Begitulah juga dengan nilai C_i di dalam Model (M3) merupakan anggaran pertukaran paras OUTPUT yang akan berlaku disebabkan oleh pertukaran paras INPUT(i) sebanyak satu unit dengan paras input-input lain kekal.

2.5 Menggunakan Model Regresi Untuk Membanding Unit

Katakan paras-paras output untuk pensyarah i adalah $OUTPUT_{i,1}$, $OUTPUT_{i,2}$, ..., $OUTPUT_{i,N}$ dan paras input yang digunakan adalah $INPUT_i$.

Menggunakan Model (M2), ramalan paras input daripada paras-paras output untuk unit i adalah $INPUT_i^{ram}$. Dengan ini nilai residual bagi input tersebut adalah:

$$R_i = INPUT_i - INPUT_i^{ram}$$

Nilai R_i ini memberikan pengukuran kekesanan pensyarah i . Jika $R_i > 0$ bererti pensyarah i mempunyai kekesanan yang lebih rendah daripada kekesanan purata kerana ia menggunakan input yang lebih daripada nilai ramalan. Sebaliknya jika $R_i < 0$ bererti pensyarah i mempunyai kekesanan yang lebih baik dari kekesanan purata kerana paras input yang digunakan kurang daripada nilai purata (ramalan) yang berada di atas garisan persamaan regresi. Pensyarah-pensyarah boleh disusun berdasarkan nilai residual ini untuk membanding kecekapan relatifnya.

2.6 Set sasaran untuk setiap unit

Untuk menganggarkan nilai sasaran bagi setiap pensyarah, kita perlu menentukan faktor yang ingin dikawal iaitu samada faktor input ingin dikurangkan sementara membiarkan paras faktor output tidak berubah, atau faktor output ingin ditambah sementara membiarkan faktor input tidak berubah ataupun prestasi yang ingin ditingkatkan melalui gabungan kedua-duanya serentak.

Jika prestasi yang ingin ditingkatkan melalui proses pengurangan input, nilai residual R_i memberikan anggaran bagi pengurangan input yang perlu dilakukan oleh pensyarah i jika ingin mencapai kekesanan purata. Pengurangan seterusnya perlu dilakukan jika pensyarah tersebut ingin mencapai kekesanan yang lebih baik lagi. Jika prestasi ingin ditingkatkan melalui proses penambahan output, output yang patut diberikan tumpuan adalah yang berkemungkinan terjadinya kesalahan analisis yang paling kecil.

3.0 PROSES PEMILIHAN PENSYARAH UNTUK PERLANTIKAN KE JAWATAN PROFESSOR MADYA DI UTM

3.1 Pemilihan Input dan Output

Penilaian pensyarah untuk dilantik ke jawatan Profesor Madya di Universiti Teknologi Malaysia (UTM) sekarang ini dilakukan menggunakan borang Sistem Penilaian Calon Untuk Kenaikan Pangkat Pensyarah (DS2) ke Jawatan Profesor Madya (DS1) yang terdapat di Lampiran A mukasurat 6 kertas kerja Garis Panduan Sistem Penilaian Kenaikan Pangkat Pensyarah (DS2) ke

Jawatan Profesor Madya (DS1) yang telah diterbitkan oleh Unit Pengurusan Sumber Manusia, Pejabat Pendaftaran.

Berdasarkan lampiran tersebut penilaian perlantikan pensyarah kepada jawatan Profesor Madya dilakukan berdasarkan 5P (Pengarajan, Penyelidikan, Perundingan, Penulisan dan Perkhidmatan) yang menjadi kriteria utama dalam penilaian pensyarah di UTM. Dari lampiran tersebut faktor output yang digunakan boleh diringkaskan seperti dalam jadual di bawah :

Perkara	Pecahan	Markah Setiap Aktiviti	Markah Maksimum (%)
Laporan Penilaian Prestasi Tahunan (LPPT)			20
Pengajaran			20
	Doktor Falsafah	1	6
	Sarjana, Diploma Lepas Ijazah	1	5
	Sarjana Muda	1	3
	Diploma	1	2
	Penyelian Latihan Ilmiah	1/2	2
	Penyelian/Pemeriksa Luar	1/2	2
Penyelidikan/Perundingan			15
	Peringkat Antarabangsa	1	8
	Peringkat Kebangsaan	1	7
Penulisan/Penerbitan			15
	Buku (Karya Asli)	1	4
	Buku (Terjemahan)	1	3
	Jurnal Antarabangsa	1/2	2
	Jurnal Kebangsaan	1/2	2
	Pembentangan Antarabangsa	1/2	2
	Pembentangan Kebangsaan	1/2	2
Perkhidmatan Masyarakat			10
	TNC/Dekan/Pengarah	3	3
	Timbalan Dekan/Timbalan Pengarah/Pengetua	2	2
	Ketua Jabatan/Kursus/Panel/Ketua Makmal/Felo Asrama	1	1
	Keahlian dalam jawatankuasa/penglibatan aktiviti peringkat UTM/Daerah/Negeri/Kebangsaan	2	2
	Penglibatan aktiviti antarabangsa	2	2
Kelayakan			5
	Doktor Falsafah	3	3
	Profesional/ikhtisas	2	2
Temu duga			15

Jadual 1: Item-item yang digunakan untuk penilaian perlantikan pensyarah ke Jawatan Profesor Madya di UTM

3.2 Masalah Dalam Penilaian Sekarang

Dengan hanya menggunakan borang Sistem Penilaian Calon Untuk Kenaikan Pangkat Pensyarah (DS2) ke Jawatan Profesor Madya (DS1), penilaian ke atas setiap pensyarah tidak dapat dilakukan dengan berkesan. Keputusan yang dihasilkan penuh dengan ketidaktentuan di mana data-data dan kaedah analisis yang digunakan dirahsiakan kerana pihak penilai tidak akan dapat mempertahankan keputusannya apabila ianya dicabar. Soalan 'kenapa pensyarah A di lantik ke Jawatan Profesor Madya sementara pensyarah B tidak', tidak akan dijawab dengan tepat oleh panel penilai. Keadaan ini melahirkan ketidakpuas di hati pensyarah-pensyarah dan dipercayai akan mengurangkan produktiviti mereka. Menurut Parkinson dan Rustomji (1983), pihak pengurusan sepatutnya betul-betul adil sewaktu menilai orang bawahannya. Amalan pilih kasih perlulah dijauhi. Jika ada seorang pekerja yang perlu diberikan sesuatu kelebihan atau kenaikan pangkat, maka jangan rahsiakan. Pastikan semua orang tahu kenapa dia diberi kelebihan tersebut. Oleh itu kaedah serta kriteria yang digunakan untuk pemilihan perlu diterangkan kepada semua pensyarah. Untuk menilai pensyarah dengan adil dan saksama, model yang khusus adalah sangat diperlukan.

Kelemahan kedua dalam sistem penilaian prestasi kakitangan adalah di mana kita selalu mengabaikan faktor input. Dalam penilaian perantikan pensyarah ke jawatan Profesor Madya hanya faktor output yang diambil kira. Sepatutnya faktor input juga diambil kira kerana ianya merupakan bebanan kepada universiti. Pensyarah yang gajinya mahal tetapi menghasilkan output yang sama dengan pensyarah yang bergaji lebih rendah sepatutnya dinilai kurang kecekapannya. Antara faktor input yang boleh digunakan adalah jumlah gajinya, peralatan yang digunakan dan sebagainya.

3.3 Analisis Kajian Kes Menggunakan Model Regresi

Analisis data bagi perantikan pensyarah ke jawatan Profesor Madya boleh dilakukan secara berkumpulan atau secara individu. Analisis secara berkumpulan di mana data-data yang telah dipunggut bagi setiap pensyarah dijumlahkan mengikut kumpulan Pengajaran, Penyelidikan/Perundingan, Penulisan/Penerbitan, Perkhidmatan Masyarakat dan sebagainya. Dengan mengumpulkan data sebegini analisis menjadi lebih mudah. Data juga boleh dianalisis secara individu di mana setiap data mengenai sesuatu perkara tidak dijumlahkan malah dianalisis sebagai satu pembolehubah output. Dalam kes kedua ini analisis menjadi lebih sukar kerana terdapat banyak medan yang terlibat di dalam model. Dalam perbincangan ini, kaedah pertama digunakan iaitu data-data dijumlahkan mengikut kategori tertentu. Dengan ini terdapat tujuh medan di dalam analisis iaitu Laporan Penilaian Prestasi Tahunan (LPPT), Pengajaran (AJAR), Penyelidikan/Perundingan (LID_RUN), Penulisan/Penerbitan (TUL_TER), Perkhidmatan Masyarakat (KHIDMAT), Kelayakan (LAYAK) dan Temu duga (TDUGA).

Ketujuh-tujuh medan ini merupakan pembolehubah bebas kepada model regresi. Ia merupakan set output yang telah dihasilkan oleh setiap pensyarah. Model analisis regresi yang digunakan juga memerlukan suatu pembolehubah bersandar yang merupakan input bagi setiap pensyarah. Dengan penambahan pembolehubah baru ini, penilaian lebih adil dapat dilakukan kerana faktor input merupakan suatu bebanan kepada universiti dan sepatutnya diambil kira di dalam penilaian. Dengan penambahan faktor ini pensyarah yang menerima gaji lebih tinggi dianggap kurang cekap jika menghasilkan output yang sama dengan pensyarah yang menerima gaji lebih rendah. Ataupun, pensyarah yang menerima gaji rendah dianggap lebih cekap jika dibandingkan pensyarah yang menerima gaji lebih tetapi menghasilkan output yang sama.

Katakan terdapat 30 pensyarah yang memohon jawatan Profesor Madya. Data-data output bagi ketujuh-tujuh medan yang terlibat ditunjukkan dalam Jadual 2 di bawah:

Pen	LPPT (20%)	Pengajaran (20%)	Penyelidikan/ Perundingan (15%)	Penulisan/ Penerbitan (15%)	Perkhidmatan Masyarakat (10%)	Kelayakan (5%)	Temu duga (15%)
1	15	18	10	9	6	4	15
2	17	19	12	9	7	5	13
3	11	14	7	9	6	4	14
4	15	17	12	12	7	3	12
5	13	16	10	9	6	5	10
6	18	19	12	9	6	4	14
7	16	20	13	15	9	5	13
8	15	18	15	12	8	4	14
9	18	20	13	12	9	4	14
10	17	19	12	15	7	5	12
11	15	18	13	12	7	5	12
12	12	14	13	6	5	5	12
13	13	16	10	6	7	3	9
14	15	18	12	6	5	5	10
15	17	20	10	12	6	4	12
16	13	16	12	12	7	4	12
17	13	16	12	12	8	4	13
18	17	19	12	15	9	5	10
19	14	18	10	12	6	4	10
20	15	18	10	9	6	4	10
21	13	16	12	9	7	4	10
22	19	20	15	9	8	5	9
23		20	15	12	9	4	9
24	17	19	12	6	10	4	13
25	15	18	12	6	9	5	14
26	14	16	12	12	7	3	15
27		16	12	15	6	3	12
28	17	20	12	12	8	4	13
29	15	19	10	15	8	4	12
30	15	18	10	12	8	5	12

Jadual 2: Contoh sampel data output pensyarah

Manakala data-data input (GAJI) bagi setiap pensyarah adalah seperti berikut:

Pen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gaji	2650	2500	2400	2600	2600	2800	2500	1870	2700	2450
Pen	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Gaji	2300	2590	2900	2900	3000	1890	2000	2900	3000	3300
Pen	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gaji	2500	3000	2500	3000	2500	2890	2000	2500	3000	2500

Jadual 3: Contoh data input bagi setiap pensyarah

Berdasarkan data yang kita ada, model regresi yang akan dibentuk adalah bagi meramalkan GAJI yang patut dibayar kepada pensyarah berdasarkan output yang dihasilkan. Format model tersebut adalah seperti Model (1) iaitu:

$$\text{GAJI} = C_0 + B_1 \text{LPPT} + B_2 \text{AJAR} + B_3 \text{LID_RUN} + B_4 \text{TUL_TER} + B_5 \text{KHIDMAT} + B_6 \text{LAYAK} + B_7 \text{TDUGA} \quad (\text{M4})$$

Menggunakan model ini, kecekapan unit-unit diukur dengan membandingkan jumlah gaji yang dibayar berdasarkan output yang dihasilkan.

3.1 Mendapatkan Persamaan Regresi

Melarikan aturcara SAS/STAT seperti dalam Lampiran 1 akan menghasilkan output yang ditunjukkan dalam Lampiran 2. Dua tatacara (procedure) SAS yang digunakan iaitu PROC CORR dan PROC REG. PROC CORR digunakan untuk mengira nilai korelasi di antara ketujuh-tujuh pembolehubah manakala PROC REG pula digunakan untuk mengira koefisien-koefisien persamaan regresi.

Nilai korelasi hubungan di antara keempat-empat pembolehubah boleh didapati dari Lampiran 2 dan diringkaskan seperti di dalam jadual di bawah:

	LPPT	AJAR	LID RUN	TUL_TER	KHIDMAT	LAYAK	TDUGA
GAJI	0.44765	0.48153	-0.29401	-0.33698	-0.02793	-0.00757	-0.41923
LPPT		0.91929	0.51787	0.20880	0.48274	0.20773	-0.05617
AJAR			0.37125	0.29861	0.51211	0.26404	-0.04345
LID_RUN				0.11415	0.41265	0.17317	-0.07792
TUL_TER					0.24577	-0.10283	0.07887
KHIDMAT						0.09213	0.10276
LAYAK							-0.14106

Jadual 4: Matrik korelasi di antara ketujuh-tujuh pembolehubah

Dari jadual di atas, tiada pembolehubah bebas yang mempunyai hubungan yang kuat dengan GAJI. Oleh itu pembolehubah GAJI perlu diramal menggunakan kesemua pembolehubah bebas dan kesemua pembolehubah ini mestilah dikekalkan di dalam model.

Dari nilai-nilai yang didapati dari Lampiran 2, kita boleh membentuk model yang menghubungkan kesemua pembolehubah seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{GAJI} = & 3125.59 + 63.18 \text{LPPPT} + 85.76 \text{AJAR} - 104.71 \text{LID_RUN} \\ & - 48.27 \text{TUL_TER} - 15.94 \text{KHIDMAT} - 98.28 \text{LAYAK} \\ & - 64.70 \text{TDUGA} \end{aligned}$$

Model ini menyatakan bahawa kita boleh meramalkan GAJI berdasarkan 63.18 Laporan Penilaian Prestasi Tahunan, 85.76 Pengajaran, -104.71 Penyelidikan/Perundingan, -48.27 Penulisan/Penerbitan, -15.94 Perkhidmatan Masyarakat, -98.28 Kelayakan dan -64.70 Temu duga.

3.2 Menganalisa Ketepatan Model

Secara umumnya, kita takrifkan varian = Sum of Squares / DF^4 . Seperti yang telah diketahui jika Y tiada kaitan (tiada regresi) ke atas X, nilai Model Mean Square dan Error Mean Square menjadi hampir sama tetapi jika sebaliknya, nilai Model Mean Square jauh lebih besar dari nilai Error Mean Square.

Ujian F yang kecil iaitu 0.0001 menunjukkan secara keseluruhan terdapat hubungan linear yang tinggi di antara GAJI dengan pembolehubah-pembolehubah bebas yang lain dalam kes data seperti dalam jadual 2 dan 3. Ini menunjukkan model regresi linear sangat berkesan mewakili data tersebut.

Nilai R-square adalah 98% iaitu menghampiri 100%, kesimpulannya model tersebut dapat mewakili data dengan baik. Nilai ini menyatakan bahawa terdapat 98% variasi nilai GAJI disebabkan oleh variasi pembolehubah-pembolehubah bebas.

Juga didapati dari Lampiran 2 nilai R-square adalah 97%. Sekali lagi nilai ini menyokong kesimpulan bahawa model regrasi dapat mewakili data dengan baik.

Nilai T for H_0 : Parameter = 0 untuk kesemua pembolehubah bebas adalah besar manakala nilai $\text{Prob}>|T|$ pula adalah kecil. Oleh itu ketujuh-tujuh pembolehubah ini memainkan peranan yang penting (sangat bererti) di dalam model dan tidak boleh digugurkan.

Lajur $\text{Prob}>|T|$ bagi pembolehubah KHHIDMAT adalah 0.0608. Ini menyatakan terdapat 6% peluang nilai Nilai T for H_0 : Parameter = 0 ini wujud walaupun jika pemalar sebenar adalah 0.

3.3 Mengukur Prestasi Pensyarah-Pensyarah

Nilai residual (= GAJI sebenar - GAJI jangkaan) bagi setiap pensyarah adalah seperti berikut:

Pen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resi	-26.27	5.85	-59.34	37.28	-3.60	-6.84	9.47	-40.74	104.70	-19.23
Pen	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Resi	2.79	13.89	6.29	47.20	-23.44	-2.32	-21.68	33.25	8.23	0.25
Pen	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Resi	23.49	-34.98	-72.52	-9.41	-30.26	30.31	-34.91	-17.44	-34.64	64.60

Jadual 5: Nilai residual untuk setiap pensyarah

Susunan kecekapan pensyarah boleh dilakukan berdasarkan nilai residual ini. Dengan mengira nilai pangkat residual bagi semua pensyarah kita dapati keputusan seperti dalam jadual di bawah:

Pensyarah	23	3	8	22	27	29	25	1	15	17	10	28	24
Pangkat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pensyarah	6	5	16	20	11	2	13	19	7	12	21	26	18
Pangkat	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Pensyarah	14	30	4	9									
Pangkat	27	28	29	30									

Jadual 6: Nilai pangkat bagi setiap pensyarah berdasarkan nilai residual

Pensyarah yang mempunyai nilai residual paling negatif merupakan pensyarah yang tercekap dan diikuti oleh pensyarah-pensyarah yang lain. Dari jadual di atas di dapati pensyarah yang paling cekap adalah pensyarah 23 dan yang paling tidak cekap adalah pensyarah 9. Enam belas pensyarah mempunyai kecekapan yang lebih dari kecekapan purata iaitu pensyarah 23, 3, 8, 22, 27, 29, 25, 1, 15, 17, 10, 28, 24, 6, 5 dan 16 manakala pensyarah-pensyarah lain sebaliknya.

Pemilihan pensyarah untuk perlantikan kepada jawatan Profesor Madya boleh dilakukan berdasarkan koata dan Jadual 6.

3.4 Set Sasaran

Sasaran untuk meningkatkan kekesan pensyarah-pensyarah boleh dilakukan secara teorinya melalui tiga cara iaitu samada mengurangkan pembayaran GAJI ataupun menambah penghasilan output ataupun kedua-duanya dilakukan serentak. Bagi kaedah pertama adalah tidak mungkin dapat dilaksanakan selagi universiti berada di bawah Badan Berkanun. Walaubagaimana pun perbincangan diteruskan untuk memotong bayaran gaji pensyarah bagi meningkatkan kekesanannya. Sebagai contohnya perhatikan pensyarah 9 yang merupakan pensyarah yang paling tidak cekap. Untuk meningkatkan kecekapannya sehingga ke paras kecekapan purata, ia patut mengurangkan pembayaran gajinya daripada \$2700.00 kepada \$2595.3 iaitu sebanyak \$104.70 (nilai residual). Pengurangan seterusnya diperlukan jika ingin mencapai kekesan yang lebih baik dari kekesan purata.

Cara lain untuk meningkatkan kecekapan adalah dengan menambah pengeluaran tetapi mengekalkan paras pembayaran gaji. Untuk menentukan pembolehubah yang mana yang patut ditingkat, perhatikan kadar nilai kesalahan piawai.

Pembolehubah	Anggaran Parameter	Kesalahan Piawai	Kadar Kesalahan Piawai
LPPT	63.179	12.567	0.199
AJAR	85.761	14.505	0.169
LID_RUN	-104.709	6.487	-0.062
TUL_TER	-48.268	3.206	-0.066
KHIDMAT	-15.940	8.065	-0.506
LAYAK	-98.278	13.595	-0.138
TDUGA	-64.696	4.819	-0.074

Jadual 7: Kadar Kesalahan Piawai Untuk Setiap Pembolehubah

Nilai kadar kesalahan piawai dikira berdasarkan kesalahan piawai dibahagikan dengan anggaran parameter. Pembolehubah yang sesuai untuk ditingkatkan pengeluarannya adalah pembolehubah yang mempunyai nilai mutlak kadar kesalahan piawai yang paling kecil. Ini adalah kerana dengan memilih pembolehubah tersebut akan mengurangkan risiko kesalahan penetapan nilai sasaran.

Pembolehubah KHIDMAT mempunyai nilai mutlak kadar kesalahan piawai paling besar, oleh itu nilai pembolehubah ini tidak sesuai untuk ditambah bagi meningkatkan kecekapan pensyarah-pensyarah. Nilai mutlak kadar kesalahan piawai yang paling kecil adalah untuk pembolehubah LID_RUN iaitu 0.062 untuk setiap markah. Oleh itu nilai pembolehubah ini patut ditingkatkan bagi meningkatkan kekesanan. Untuk mencapai kekesanan purata, pensyarah 9 sepatutnya menambah markah bagi khidmat masyarakat sebanyak lebih kurang 1 (= 104.700/-104.71) markah lagi sementara mengekalkan jumlah gajinya serta pengeluaran output-output yang lain.

Menggunakan kaedah yang sama kita juga boleh menganggar berapa markah yang patut ditambah bagi pembolehubah bebas yang lain jika ingin mencapai kekesanan purata. Pendekatan ini perlu digunakan apabila kita memerlukan gabungan-gabungan tersaur bilangan output-output patut ditambah disamping pada masa yang sama mengurangkan pembayaran gaji bagi pensyarah yang berkenaan.

4.0 KESIMPULAN

Kaedah analisis penyampulan data menggunakan model analisis regresi merupakan pendekatan lain untuk mengukur kecekapan cawangan atau kakitangan bagi organisasi yang ditubuhkan bukan atas dasar keuntungan. Penggunaan model ini dalam analisis penyampulan data masih diperingkat permulaan dan banyak bahagian yang memerlukan penyelidikan seterusnya. Salah satu daripadanya ialah menggunakan model tidak linear. Sebagaimana yang diketahui, model analisis regresi menggunakan konsep kelinearan di dalam menganalisa data. Konsep yang sama juga bersama-sama model tidak linear boleh digunakan dan perbandingan tentang kebagusan model di dalam membuat keputusan boleh dilakukan.

5.0 RUJUKAN

1. Syed Othmawi Abd Rahman, Faridah bte Maarof (1993) *Analisis Penyampulan Data*. Proceedings of the Management Science Operations Research Seminar on 'OR' For Effective Decision Making, 21 - 22 Julai 1993, ITM Shah Alam. pp. 36 - 48-b.
2. SAS/STAT User's Guide Release 6.03 Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
3. SAS User's Guide: BASIC Version 5 Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
4. Wayne W. Daniel, James C. Terrell, *Business Statistics For Management and Economics*, fifth edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1989.
5. J. Supranto, *Kaedah Penyelidikan Penggunaannya Dalam Pemasaran*, DBP, 1986
6. Richard I. Levin and David S. Rubin, *Statistics For Management*, sixth edition (1994), Prentice Hall International Editions.
7. Garis panduan sistem penilaian kenaikan pangkat pensyarah (DS2) ke jawatan Profesor Madya (DS1) dan kenaikan pangkat Profesor Madya (DS1) ke jawatan Profesor (Gred Khas C) serta peningkatan gred khas Profesor ke gred khas B dan seterusnya gred khas A, Unit Pengurusan Sumber Manusia, Pejabat Pendaftar, 12 Julai 1994.
8. Parkinson C. N. dan Rustomji M. K. (1983) *How to Get to the Top*, Faderal Publications (S) Pte. Ltd.

LAMPIRAN 1

OPTION LS=132 NODATE ;
TITLE1 'ANALISIS PRESTASI PENSYARAH';
TITLE2 'UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA';

DATA APD;
INPUT GAJI LPPT AJAR LID_RUN TUL_TER KHIDMAT LAYAK T_DUGA;

CARDS:

2650 15 18 10 9 6 4 15
2500 17 19 12 9 7 5 13
2400 11 14 7 9 6 4 14
2600 15 17 12 12 7 3 12
2600 13 16 10 9 6 5 10
2800 18 19 12 9 6 4 14
2500 16 20 13 15 9 5 13
1870 15 18 15 12 8 4 14
2700 18 20 13 12 9 4 14
2450 17 19 12 15 7 5 12
2300 15 18 13 12 7 5 12
2590 12 14 13 6 5 5 12
2900 13 16 10 6 7 3 9
2900 15 18 12 6 5 5 10
3000 17 20 10 12 6 4 12
1890 13 16 12 12 7 4 12
2000 13 16 12 12 8 4 13
2900 17 19 12 15 9 5 10
3000 14 18 10 12 6 4 10
3300 15 18 10 9 6 4 10
2500 13 16 12 9 7 4 10
3000 19 20 15 9 8 5 9
2500 19 20 15 12 9 4 9
3000 17 19 12 6 10 4 13
2500 15 18 12 6 9 5 14
2890 14 16 12 12 7 3 15
2000 14 16 12 15 6 3 12
2500 17 20 12 12 8 4 13
3000 15 19 10 15 8 4 12
2500 15 18 10 12 8 5 12

PROC CORR;

PROC REG;

MODEL GAJI = LPPT AJAR LID_RUN TUL_TER KHIDMAT LAYAK T_DUGA / P R;

Correlation Analysis

8 'VAR' Variables: SAJI LPPT AJAR LID_RUN TUL_TER KHIDMAT LAYAK T_DUGA

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
SAJI	30	2608.000000	355.948466	78240	1870.000000	3300.000000
LPPT	30	15.233333	2.045741	457.000000	11.000000	19.000000
AJAR	30	17.833333	1.763291	535.000000	14.000000	20.000000
LID_RUN	30	11.733333	1.720732	352.000000	7.000000	15.000000
TUL_TER	30	10.700000	2.914293	321.000000	6.000000	15.000000
KHIDMAT	30	7.233333	1.304722	217.000000	5.000000	10.000000
LAYAK	30	4.233333	0.678911	127.000000	3.000000	5.000000
T_DUGA	30	12.000000	1.800383	360.000000	9.000000	15.000000

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |RI| under Ho: Rho=0 / N = 30

	SAJI	LPPT	AJAR	LID_RUN	TUL_TER	KHIDMAT	LAYAK	T_DUGA
SAJI	1.00000 0.0	0.30326 0.1033	0.32799 0.0768	-0.27226 0.1455	-0.27684 0.1386	-0.06801 0.7210	0.01341 0.9439	-0.31962 0.0851
LPPT	0.30326 0.1033	1.00000 0.0	0.91929 0.0001	0.51787 0.0034	0.20880 0.2682	0.48274 0.0069	0.20773 0.2707	-0.35617 0.7681
AJAR	0.32799 0.0768	0.91929 0.0001	1.00000 0.0	0.37125 0.0434	0.29861 0.1090	0.51211 0.0038	0.26404 0.1586	-0.34345 0.8197
LID_RUN	-0.27226 0.1455	0.51787 0.0034	0.37125 0.0434	1.00000 0.0	0.11415 0.5481	0.41265 0.0234	0.17317 0.3501	-0.37792 0.6824
TUL_TER	-0.27684 0.1386	0.20880 0.2682	0.29861 0.1090	0.11415 0.5481	1.00000 0.0	0.24577 0.1905	-0.10283 0.5387	0.37887 0.6787
KHIDMAT	0.01341 0.9439	0.48274 0.0069	0.51211 0.0038	0.41265 0.0234	0.17317 0.3501	1.00000 0.0	0.09213 0.6282	0.10276 0.5890
LAYAK	0.01341 0.9439	0.48274 0.0069	0.51211 0.0038	0.41265 0.0234	0.17317 0.3501	0.09213 0.6282	1.00000 0.0	-0.14106 0.4572
T_DUGA	-0.31962 0.0851	-0.35617 0.7681	-0.34345 0.8197	-0.37792 0.6824	0.37887 0.6787	-0.10276 0.5890	-0.14106 0.4572	1.00000 0.0

ANALISIS PRESTASI PENYAKAH
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Model: MODEL1
Dependent Variable: GAJI

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	7	2118428.5915	302632.65593	4.279	0.0040
Error	22	1555851.4085	70720.518569		
C Total	29	3674280			
Root MSE	265.93330	R-square	0.5766		
Dep Mean	2608.00000	Adj R-sq	0.4418		
C.V.	10.19683				

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	3311.780605	759.01475749	4.363	0.0002
LPPT	1	69.088339	73.45040318	0.941	0.3572
AJAR	1	67.036022	84.79423526	0.791	0.4376
LID_KUN	1	-108.981440	37.92287929	-2.874	0.0088
TUL_TER	1	-45.194374	18.74083433	-2.412	0.0247
KHIDMAT	1	-21.019471	47.14850971	-0.446	0.6601
LAYAK	1	-73.250098	79.47474140	-0.922	0.3667
T_DUGA	1	-60.606145	28.17322981	-2.151	0.0427

ANALISIS PRESTASI PENYAKAH
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Obs	Dep Var SAJI	Predict Value	Std Err Predict	Residual	Std Err Residual	Student Residual	-2-1-0 1 2	Cook's J
1	2650.0	2733.0	128.663	-79.9809	232.737	-0.344		0.005
2	2500.0	2744.2	103.040	-244.2	245.160	-0.996		0.022
3	2400.0	2573.0	178.412	-173.0	197.205	-0.877		0.079
4	2600.0	2543.6	109.962	56.5520	242.134	0.234		0.001
5	2600.0	2687.5	119.746	-87.5128	237.747	-0.369		0.004
6	2800.0	2845.9	156.943	-46.9252	214.684	-0.219		0.003
7	2500.0	2313.9	152.811	180.1	217.645	0.827		0.042
8	1870.0	2068.1	156.221	-198.1	215.210	-0.920		0.055
9	2700.0	2609.3	108.950	93.6617	242.591	0.386		0.004
10	2450.0	2533.5	131.388	-83.6134	231.209	-0.362		0.005
11	2300.0	2355.3	99.179	-55.0223	246.747	-0.223		0.001
12	2590.0	2192.8	177.551	397.2	197.980	2.006		0.435
13	2900.0	3009.2	175.276	-109.2	199.997	-0.546		0.023
14	2900.0	2893.4	155.321	1.5987	215.861	0.007		0.003
15	3000.0	3048.5	135.993	-48.4650	228.531	-0.212		0.002
16	1890.0	2265.0	90.569	-375.0	250.035	-1.500		0.037
17	2000.0	2183.4	105.272	-183.4	244.209	-0.751		0.013
18	2900.0	2612.9	158.197	287.2	213.762	1.344		0.124
19	3000.0	2828.3	129.748	171.7	232.134	0.739		0.021
20	3300.0	3033.0	107.411	267.0	243.276	1.097		0.029
21	2500.0	2521.8	106.485	-21.7806	243.683	-0.089		0.003
22	3000.0	2843.9	150.910	156.2	218.967	0.713		0.033
23	2500.0	2763.5	156.184	-260.5	215.237	-1.210		0.096
24	3000.0	2889.9	170.110	110.1	204.409	0.538		0.025
25	2500.0	2571.9	153.240	-71.8988	217.343	-0.331		0.007
26	2890.0	2225.5	137.650	554.5	227.537	2.920		0.393
27	2000.0	2292.9	149.317	-292.8	220.057	-1.330		0.102
28	2500.0	2727.9	96.913	-227.9	247.646	-0.920		0.015
29	3000.0	2665.5	127.367	334.4	233.448	1.432		0.075
30	2500.0	2663.9	116.800	-160.9	238.911	-0.674		0.014

Sum of Residuals 0
Sum of Squared Residuals 155851.4085
Predicted Resid Ss (Press) 3101473.5966