

Matematika, 2002, Jilid 18, bil. 2, hlm. 137–150
©Jabatan Matematik, UTM.

Penggunaan Kaedah Analisis Regresi Teguh untuk Menentukan Kecekapan Relatif

Nor Idayu Mahat

Sekolah Sains Kuantitatif
Universiti Utara Malaysia
06010 Sintok, Kedah

Wan Rosmanira Ismail

Pusat Pengajian Sains Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor

Abstrak Kajian ini membincangkan penggunaan analisis regresi teguh menerusi kaedah kuasa dua trim terkecil (LTS) untuk menilai kecekapan relatif unit-unit sesebuah organisasi dalam keadaan wujudnya data pencilan dan pengaruh faktor luaran yang tidak homogen. Kecekapan unit atau DMU dalam kajian ini adalah kecekapan pakar di hospital yang mengambil kira kos ke atas servis sebagai input dan jumlah pesakit kes berat dan ringan yang keluar dari hospital sebagai output. Hasil kajian menunjukkan penganggaran kecekapan unit menerusi kaedah LTS adalah lebih stabil.

Katakunci Analisis Regresi Teguh, Kaedah Kuasa Dua Trim Terkecil, Pengukuran Kecekapan.

Abstract This study discusses the use of robust regression analysis using the least trimmed of squares method to evaluate the relative efficiency of decision making units in organizations in the case of the existence of outliers and the effect of nonhomogeneous outside factor. Efficiency unit evaluated in this study is the efficiency of hospital physicians where the service cost is the input and the number of high severity discharges and low severity discharges of patients as the outputs. The results show that the estimation of the unit efficiency using LTS method is more stable.

Keywords Robust Regression Analysis, Least Trimmed of Squares Method, Efficiency Evaluation.

1 Pendahuluan

Kajian terhadap kecekapan unit kesihatan dalam sektor kesihatan awam telah bermula pada tahun 60-an dan unit kesihatan awam yang biasanya diperhatikan adalah terdiri daripada hospital-hospital dan pakar perubatan yang beroperasi dalam suatu pentadbiran persekutuan. Kajian terhadap kos yang wajar diperuntukkan kepada servis penjagaan kesihatan telah mula giat dijalankan, sejajar dengan berlakunya peningkatan kos yang tinggi dalam servis kesihatan sehingga menyebabkan penyekatan ke atas peruntukkan kos diperlukan supaya servis ini mampu beroperasi di tahap yang sewajarnya (Evans et. al[12]). Perhatian ke atas pakar atau doktor bermula atas tiga alasan utama. Pertama, masalah peningkatan kos di hospital didapati bertambah dengan pertambahan bilangan doktor dan pakar (Eisenberg[10]). Evans et. al[12] mendapati bahawa pertambahan bilangan pakar dan doktor menyebabkan kos yang diperuntukkan kepada hospital bertambah kerana volum kepelbagaian bil juga bertambah dengan pertambahan bilangan pakar dan doktor. Kedua, kuantiti sumber yang digunakan untuk merawat pesakit yang mempunyai latar belakang pemeriksaan yang sama didapati berbeza dalam satu hospital yang sama (Billings & Eddy[3]). Ketiga, variasi dalam penggunaan sumber oleh pakar dan doktor didapati terhasil akibat kesilapan dalam membuat keputusan (Eisenberg[10]).

Dalam satu kajian empirikal tentang kemahiran pakar dan doktor atau lebih umum lagi iaitu pengamal perubatan, didapati bahawa ketidakcekapan klinikal pada servis dalam suatu hospital terjadi apabila pengamal perubatan tersebut menggunakan kuantiti input secara berlebihan berbanding pengamal perubatan yang lain yang melakukan rawatan yang sama ke atas pesakit. Akibatnya, berlakulah pembaziran kos dan penurunan produktiviti hospital (Ellis & McGuire[11]). Kecekapan pakar atau doktor yang ingin diperhatikan dalam kajian ini adalah lebih tertumpu kepada untuk cuba mengenalpasti pakar yang mengamalkan kaedah bekerja yang terbaik dengan meminimumkan penggunaan input iaitu kos untuk merawat pesakit dengan berkesan. Secara teknikalnya, kecekapan pakar dinilai berasaskan kos iaitu seorang pakar itu dikatakan tidak cekap apabila ia menggunakan kuantiti kos yang lebih berbanding pakar yang lain untuk merawat sejumlah pesakit pada bilangan yang sama dengan kes yang sama. Chilingirian[8] memberikan pandangan bahawa sekiranya bilangan pesakit yang dirawat oleh pakar yang tidak cekap ini dipindah kepada pakar yang cekap, maka jumlah kos yang telah dibazirkan akan dapat dikurangkan. Dengan ini kadar penggunaan kos akan menjadi lebih baik di hospital. Kecekapan unit yang dihitung sebenarnya bergantung kepada banyak faktor antaranya faktor unit atau DMU yang dikaji, faktor input dan output dan sebagainya yang akan dibincangkan kemudian.

2 Analisis Kecekapan

Analisis kecekapan atau produktiviti merupakan suatu alat sukatan kawalan kecekapan pengurusan yang penting bagi seorang pengurus organisasi untuk mengenalpasti darjah input yang sesuai dalam proses penghasilan output supaya output yang dihasilkan kelak berada pada aras yang diinginkan (Boussofiane[4]). Servis penjagaan kesihatan ataupun hospital melibatkan sebilangan input dan output yang perlu dipertimbangkan serentak dalam analisis yang dilakukan supaya keputusan yang diperolehi benar-benar mencerminkan kecekapan servis yang disukat (Frank[13]). Dalam perkembangan statistik dan teknologi, terdapat banyak kaedah yang boleh diaplikasikan untuk mengukur kecekapan suatu servis dan

salah satunya adalah menerusi analisis hubungan iaitu regresi. Analisis regresi menyediakan satu instrumen untuk membandingkan kecekapan antara beberapa unit yang menggunakan satu input untuk menghasilkan satu output. Chen[7] telah menggunakan kaedah ini untuk mengkaji keberkesanan 'Federal Medicaid' di Amerika Syarikat dan seterusnya mereka bentuk semula model yang terbaik untuk merancang dan mengawal program ini. Beliau telah mempertimbangkan sebanyak 15 pembolehubah takbersandar dengan satu pembolehubah bersandar dengan pembolehubah bersandar yang dipertimbangkan adalah jumlah kos yang diperlukan bagi tujuan program tersebut. Oleh kerana wujudnya masalah multikolineariti antara pembolehubah takbersandar, analisis faktor telah digunakan dan daripada 15 pembolehubah takbersandar, telah dikurangkan kepada 5 faktor sahaja iaitu faktor pentadbiran dan polisi, demografi, kadar mortaliti, kerajaan dan pemerintahan dan juga faktor sumber kesihatan yang melibatkan doktor, hospital dan lain-lain. Di akhir analisis ini beliau kemudiannya mendapati bahawa kecekapan program ini sebenarnya disebabkan oleh faktor pentadbiran dan polisi, demografi dan sumber kesihatan. Secara teknikal, beliau mendapati kaedah ini wajar digunakan untuk menyukat kecekapan servis tetapi satu masalah besar yang mungkin dihadapi adalah timbulnya masalah multikolineariti yang begitu serius sehinggakan keputusan yang dibuat adalah palsu.

Selain menggunakan kaedah multiregresi, model translog terhadap model ekonometrik juga boleh digunakan untuk menyukat tahap kecekapan servis tetapi ia hanya sesuai untuk menganggar fungsi berasaskan kos seperti yang telah dikaji oleh Christensen et.al[9] dan Brown et.al[5]. Kaedah ini sama seperti regresi, menganggarkan fungsi pengeluaran secara purata, tetapi berbeza dengan beberapa kaedah ekonometrik terkini yang diperkenalkan oleh Aignes et. al[1] dan Jondrow et.al[15] untuk menganggarkan lengkung fungsi pengeluaran. Banker et.al[2] kemudiannya telah menggunakan pendekatan yang sama untuk mengkaji kecekapan servis bagi 15 buah hospital di Utara California. Dalam analisis ini, beliau telah menggunakan sebanyak 4 input yang telah diagregatkan iaitu (1)khidmat kejururawatan, (2)servis tambahan termasuklah makmal dan bilik pembedahan, (3)servis pentadbiran dan (4)jumlah kos penjagaan kesihatan di hospital manakala outputnya pula adalah terdiri daripada bilangan pesakit yang dipecahkan kepada tiga kumpulan mengikut kategori umur iaitu bawah 14 tahun, 14 hingga 65 tahun dan pesakit berusia lebih daripada 65 tahun. Melalui analisis, didapati fungsi translog ini mampu menyukat kos marginal dengan konsisten. Walau bagaimanapun, didapati yang jangkaan terhadap pekali model yang diperolehi adalah tidak begitu tepat memandangkan wujudnya masalah multikolineariti dan juga data pencilan yang nyata.

3 Pengukuran Kecekapan Menerusi Kaedah Kuasa Dua Trim Terkecil (LTS)

Dalam penganggaran parameter model regresi, kaedah kuasa dua terkecil biasa memberikan anggaran yang optimum apabila cerapan tertabur secara normal. Walau bagaimanapun, kaedah ini tidak lagi sesuai digunakan apabila cerapan diperoleh daripada taburan berhubung tebal yang biasanya membawa kepada kewujudan data terpencil (Mokhtar[16]). Ini kerana anggaran kaedah kuasa dua terkecil yang berasaskan min sampel amat mudah dipengaruhi oleh nilai lampau (Hampel[14]). Maka, suatu penganggaran teguh yang tidak peka kepada kewujudan data terpencil atau nilai lampau perlu digunakan bagi menggantikan

kaedah tersebut. Kadang-kala data terencil juga boleh menjadi berpengaruh iaitu apabila data yang diperolehi mempunyai nilai tuasan(hi) yang tinggi. Takrif am bagi data berpengaruh ialah sebarang cerapan sama ada secara individu atau berkumpulan yang memberi kesan yang ketara terhadap nilai anggaran kaedah kuasa dua terkecil berbanding dengan keseluruhan cerapan yang lain manakala data pencilan pula ialah cerapan atau kumpulan cerapan yang terletak jauh terpisah daripada cerapan-cerapan yang lain (Mokhtar[16]). Apabila keadaan ini berlaku, model yang diterbitkan melalui model regresi linear berganda adalah tidak lagi sesuai untuk menggambarkan hubungan antara input dan output. Langkah yang patut diambil adalah sama ada mengeluarkan data terencil ini daripada set data asal berasaskan beberapa kriteria tertentu (seperti pengujian hipotesis atau melalui diagnosis) atau menggunakan kaedah penganggaran teguh. Melalui penganggaran teguh, kesan pengaruh data terencil dikurangkan dengan memberikan pemberat yang kecil kepada nilai lampau tersebut. Salah satu kaedah regresi teguh yang sesuai berhadapan dengan masalah data pencilan dan berupaya menghalang pengaruh data ini adalah kaedah kuasa dua trim terkecil (LTS). Melalui kaedah ini kesan data pencilan dapat dibuang. Algoritma kaedah kuasa dua trim terkecil (LTS) telah diperkenalkan oleh Rousseeuw dan Leroy[18] dengan model yang ingin diperolehi adalah model yang dapat meminimumkan fungsi objektif

$$F_{LTS} = \sqrt{\frac{1}{h} \sum_{i=1}^k (r^2)_i : N}$$

dengan $(r^2)_i : N$ adalah nilai reja yang dikuasa duakan dan disusun secara menokok sehingga $(r^2)_1 : N \leq (r^2)_2 : N \leq \dots \leq (r^2)_N : N$. Melalui kaedah kuasa dua trim terkecil, nilai tuasan yang menunjukkan tanda berlakunya kewujudan data pencilan dalam data ialah apabila nilai tuasan h tersebut berada di luar julat berikut:

$$\frac{N}{2} + 1 \leq h \leq \frac{3N}{4} + \frac{n+1}{4}$$

dengan N adalah bilangan cerapan dan n merupakan bilangan pemboleh ubah regresi. Penyelesaian menerusi kaedah ini digunakan menerusi pakej S-PLUS.

4 Hasil Kajian

Data dalam analisis ini diambil daripada kajian selama 6 bulan oleh Chilingirian[8] yang mengkaji perbezaan penganggaran kecekapan pakar perubatan dan pakar bedah menerusi dua model analisis penyampulan data (DEA). Sampel ini diambil dari sebuah jabatan perubatan dan jabatan pembedahan di salah sebuah hospital besar. Unit atau DMU bagi kajian ini pula adalah terdiri daripada pakar-pakar perubatan dan bedah yang memberikan servis di hospital tersebut dan mereka telah dikelaskan sebagai pakar yang aktif oleh pihak pengurusan di hospital berkenaan. Sewaktu kajian ini dijalankan, Chilingirian[8] berpendapat bahawa penggunaan pakar-pakar ini di dalam kajiannya akan membantu memberi gambaran yang lebih terperinci tentang keaktifan pakar-pakar tersebut dalam memberikan servisnya di hospital berkenaan. Beliau memberikan pengertian tentang keaktifan pakar sebagai pakar-pakar yang telah merawat lebih daripada 35 orang pesakit dalam tempoh 3

bulan pemerhatiannya ke atas kesemua pakar di kedua-dua jabatan berkenaan sebelum kajian 6 bulan ini bermula. Daripada pemerhatian tersebut, seramai 24 orang pakar perubatan dan 12 orang pakar bedah telah dicam sebagai unit yang akan dikaji dalam kajiannya.

4.1 Analisis perihalan

Sebelum sebarang analisis ke atas kecekapan kos bagi setiap pakar dilakukan, kualiti data diperiksa terlebih dahulu untuk mengenalpasti kewujudan ciri-ciri yang boleh diragui. Penjeroakan data ini dilakukan supaya kepincangan dalam data dapat dikenalpasti dan pemilihan analisis yang sesuai dapat ditentukan supaya hasil yang ingin diperhatikan kelak adalah wajar (Mokhtar[16]). Salah satu kaedah yang paling mudah ialah dengan melakukan plot serakan untuk melihat serakan data dan memerhatikan secara grafik perkaitan antara pembolehubah yang terlibat dalam kajian. Bagi mengetahui sejauh mana kekuatan perkaitan linear ini berlaku, sukatan korelasi dihitung dan secara tidak langsung ia memberikan maklumat tentang perkaitan hubungan antara kos dengan bilangan pesakit yang telah dirawat mengikut tahap penyakit masing-masing serta maklumat tentang kemungkinan berlakunya masalah multikolineariti antara pembolehubah-pembolehubah output. Ringkasnya di sini, didapati analisis kecekapan kos ke atas pakar perubatan dan pakar bedah boleh dilakukan secara berasingan. Ia adalah wajar kerana pemeriksaan atau diagnos pesakit tentunya memerlukan kaedah pemeriksaan yang tertentu mengikut jenis penyakitnya. Contohnya, pesakit yang memerlukan pembedahan segera tentunya akan dikawal oleh seorang pakar bedah dan bukannya pakar perubatan. Maka output bilangan pesakit yang dirawat adalah berbeza mengikut kepakaran seseorang pakar. Maklumat ini diperolehi melalui pemahaman penyelidik terdahulu tentang proses yang berlaku di hospital berkenaan dan ia digunakan secara terus dalam analisis ini.

Perkaitan antara input-output dan di antara sesama output dikaji bagi tujuan isotonisiti (Charnes[6]). Perkaitan antara input kos dan output bilangan pesakit adalah perlu supaya gambaran tentang kecekapan pakar dalam menggunakan kos untuk merawat pesakit pada aras tertentu dapat diterangkan dengan mudah. Untuk kumpulan pakar perubatan, hubungan linear antara kos dan pesakit kes ringan adalah tinggi ($r=0.88$) tetapi hubungannya dengan pesakit kes berat adalah lemah ($r=-0.04$), manakala hubungan linear antara pembolehubah output pula menunjukkan hubungan yang sangat lemah ($r=-0.03$). Bagi kumpulan pakar bedah, hubungan linear antara kos dan pesakit kes ringan adalah tinggi ($r=0.96$) tetapi hubungan linear antara kos dan pesakit kes berat dan hubungan linear antara pesakit kes berat dan ringan adalah sederhana iaitu masing-masing pada $r=0.596$ dan $r=0.491$. Perkaitan antara pembolehubah output yang digambarkan melalui sukatan hubungan korelasi ini menunjukkan kewujudan interkolerasi yang lemah antara kes pesakit ringan dan kes pesakit berat.

Walau bagaimanapun, melalui plot serakan kos melawan bilangan pesakit mendapati wujudnya data yang tersisih agak jauh daripada kelompok data lain dan ini menggambarkan kewujudan data pencilan atau nilai lampau seperti pada contoh data bagi kumpulan perubatan yang dipaparkan pada Rajah 4.1(a) dan 4.1(b). Persoalan yang timbul di sini adalah sejauh manakah data yang diperolehi ini dapat mencerminkan model yang hendak dijana untuk mencamkan kecekapan kos pakar, serta sejauh manakah data sekunder ini dapat memenuhi andaian-andaian awal dalam pemodelan nanti. Oleh kerana set data yang diperolehi agak kecil ditambah pula dengan masalah kewujudan nilai lampau, maka satu

pemerhatian yang lebih teliti perlu diberikan dalam setiap analisis supaya satu keputusan yang wajar dapat dibuat bersesuaian dengan kekangan data yang dihadapi.

4.2 Model suaian untuk menyukat kecekapan relatif

Dalam situasi sebenar, doktor atau pakar jarang sekali menitik beratkan jumlah kos yang digunakan untuk merawat seseorang pesakit tetapi yang lebih penting baginya adalah untuk meningkatkan tahap kesihatan pesakit yang dirawat, sedangkan kos yang digunakannya mungkin tinggi dan ini menyebabkan pihak pengurusan mengambil pendekatan untuk mengawal kos supaya hospital akan terus beroperasi dengan kos yang mencukupi (Evans[12]). Di samping itu, output bagi masalah ini iaitu bilangan pesakit yang dirawat adalah faktor yang tidak boleh dikawal, maka cara yang paling baik untuk menyukat tahap kecekapan pakar adalah menerusi pengawalan kos.

Oleh kerana data yang diperolehi ini mengandungi masalah data pencilan, maka pembetulan ke atas model regresi perlu dilakukan supaya pentaabiran yang akan dilakukan terhadap model adalah sah. Salah satu kesan sekiranya model ini digunakan untuk menganggar kecekapan unit adalah ia mungkin menyebabkan unit yang sepatutnya cekap didapati tidak cekap dan sebaliknya. Dalam penganggaran parameter model regresi, andaian terhadap model perlu dipatuhi dan sebarang penyimpangan terhadap andaian ini menyebabkan berlakunya kepincangan terhadap nilai anggaran. Antara andaian model yang perlu dipatuhi adalah perlunya ketidakhadiran data pencilan. Maka, didapati andaian ini gagal dipatuhi. Masalah kewujudan data pencilan dalam data yang diperolehi ini menyebabkan hubungan ini tidak diperolehi, sebaliknya didapati pertambahan dalam kuantiti pesakit yang dirawat oleh pakar menyebabkan kos bertambah secara kuadratik akibat kewujudan nilai lampau.

Terdapat beberapa jalan keluar mengatasi masalah ini dan salah satunya adalah dengan menggunakan model regresi teguh iaitu model yang dapat memberikan penganggaran teguh yang tidak peka kepada kewujudan data pencilan (Mokhtar[16]) ataupun dengan membuang data pencilan itu berdasarkan ujian tertentu. Membuang data pencilan bermakna kita membuang maklumat dan dalam situasi seperti ini membuang data bermakna kita mengurangkan lagi bilangan data yang sememangnya sedikit untuk digunakan dalam kajian.

Model regresi teguh menerusi kaedah LTS yang diperolehi untuk menerangkan kecekapan kos bagi pakar perubatan adalah;

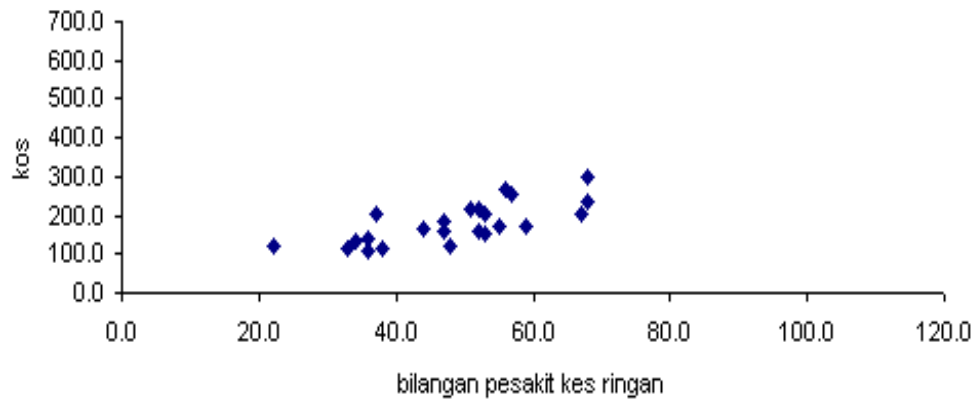
$$KOS_j = -11.456 + 3.156 RINGAN_j + 3.695 BERAT_j$$

dengan $R = 0.736$, manakala model regresi teguh LTS untuk menerangkan kecekapan kos bagi pakar bedah pula;

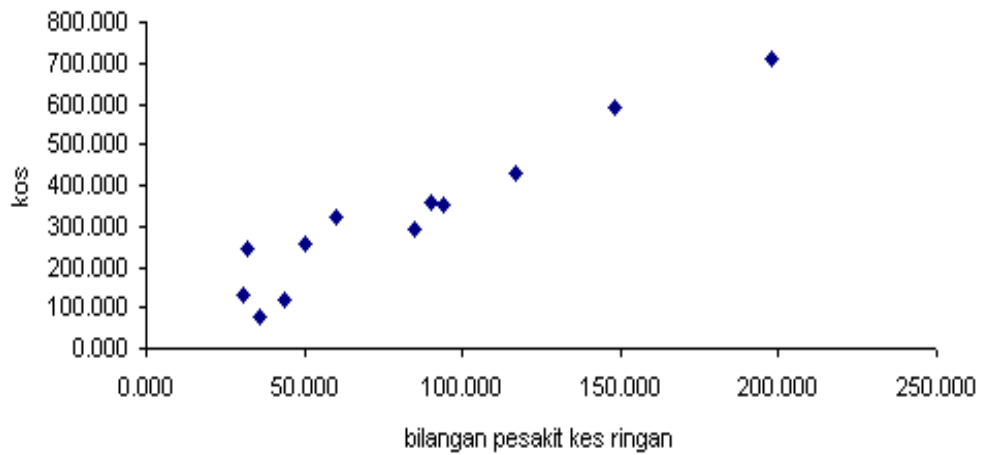
$$KOS_j = 43.120 + 2.311 RINGAN_j + 23.154 BERAT_j$$

dengan nilai $R = 0.953$.

Kedua-dua nilai R adalah besar, menunjukkan bahawa perhubungan di antara input kos servis dan output kes-kes ringan dan berat adalah tinggi. Model regresi teguh LTS dipilih berdasarkan beberapa kriteria. Pertama, suaian linear model regresi teguh LTS adalah



Rajah 4.1(a) : Plot serakan bagi kumpulan Pakar Perubatan



Rajah 4.1(b) : Plot serakan bagi kumpulan Pakar Bedah

berdasarkan jumlah isihan reja kuasa dua terisih yang sebenarnya adalah lebih baik berbanding suaian linear mudah yang menggunakan jumlah purata reja kuasa dua (Rousseeuw[17]). Dalam mengkaji kecekapan kos bagi pakar perubatan dan pakar bedah, didapati model regresi linear yang menerangkan kecekapan kos bagi pakar perubatan adalah;

$$\text{KOS}_j = -76.25 + 5.45 \text{ RINGAN}_j - 0.41 \text{ BERAT}_j$$

dengan $R = 0.8759$, manakala model regresi linear yang menerangkan kecekapan kos bagi pakar bedah pula adalah;

$$\text{KOS}_j = 22.10 + 3.16 \text{ RINGAN}_j + 11.85 \text{ BERAT}_j$$

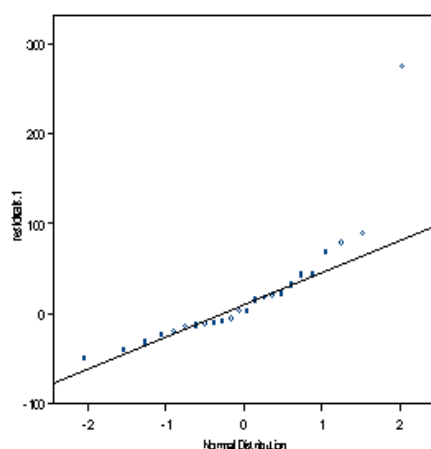
dengan nilai $R = 0.967$. Kedua, model regresi teguh LTS didapati lebih sesuai untuk menggambarkan kecekapan kos berbanding model suaian linear mudah kerana beza antara kos yang dicerap dengan jangkaan kos agak kecil.

Rajah 4.2(a) dan 4.2(b) merupakan plot kenormalan bagi reja yang cuba menggambarkan kesesuaian model yang diperolehi. Ia menunjukkan yang kebanyakan titik berada di atas garis lurus. Ini bermakna suaian model regresi teguh LTS sesuai untuk menerangkan kecekapan kos sebenar. Model LTS yang disuaikan akan diterima sebagai model terbaik untuk menerangkan kecekapan kos bagi kedua-dua kumpulan pakar. Skor kecekapan unit menerusi LTS diperolehi dengan mengambil nisbah antara nilai kos yang dijangka dengan kos yang dicerap. Jika hasil nisbah ini memberikan nilai kurang daripada 1, maka unit adalah tidak cekap dan sekiranya hasil nisbah ini memberikan nilai lebih besar atau bersamaan 1, unit adalah cekap dalam penggunaan kos. Perbezaan skor kecekapan unit (rujuk Jadual 4.1) yang disukat menggunakan data ini sebenarnya dipengaruhi oleh unsur data pencilan.

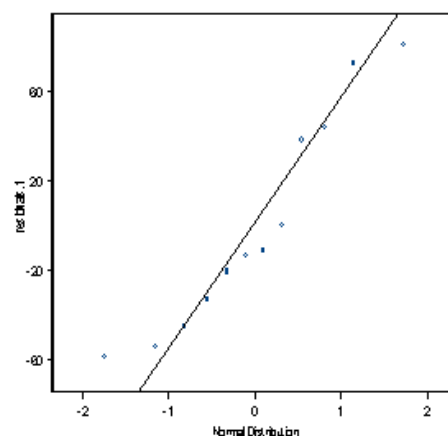
Oleh itu, kaedah DEA menyukat skor kecekapan lebih baik berbanding skor kecekapan LTS kerana DEA adalah berasaskan nilai lampau. Contohnya, untuk pakar perubatan ke-6 (M6) yang sebelum ini dikenalpasti sebagai data bernilai lampau mempunyai nilai skor kecekapan 0.43 menerusi DEA tetapi 0.56 menerusi LTS. Ini menunjukkan yang kaedah DEA memberikan skor yang rendah kepada data pencilan ini berbanding LTS. Walaupun skor kecekapan unit DEA adalah lebih sensitif berbanding LTS, namun nilai skor DEA ini adalah tidak stabil kerana apabila ditambah unit tambahan ke dalam model maka nilai skor kecekapan menerusi DEA akan berubah dan kemungkinan memberikan lengkung kecekapan yang berbeza dengan unit cekap yang berbeza daripada sebelumnya, sebaliknya LTS menyukat skor kecekapan unit secara purata, maka nilai skor kecekapan unit yang sedia ada dalam model tidak akan jauh berbeza daripada skor sebelumnya apabila unit baru ditambah ke dalam model. Walaupun begitu didapati kedua-dua ukuran ini dapat membezakan antara unit yang cekap dengan unit yang tidak cekap. Daripada Jadual 4.1, menerusi DEA hanya empat unit sahaja yang dapat dikenalpasti sebagai unit yang cekap manakala menerusi LTS sebanyak 18 unit.

4.3 Pempartisian model

Skor kecekapan unit yang disukat sebelum ini menyukat kecekapan setiap unit tanpa mengambil kira faktor luaran lain yang mungkin mempengaruhi suatu unit itu untuk menjadi



Rajah 4.2(a): Plot kenormalan reja bagi model LTS bagi kumpulan Pakar Perubatan



Rajah 4.2(b): Plot kenormalan reja bagi model LTS bagi kumpulan Pakar Bedah

Jadual 4.1 : Jadual skor kecekapan unit (pakar) yang dihitung menerusi kaedah analisis penyampulan data (DEA) dan kaedah kuasa dua trim terkecil (LTS)

Pakar Perubatan	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
DEA	0.65	0.57	0.82	0.61	0.63	0.43	0.77	0.72	0.58	0.81	0.45	1.00
LTS	0.88	0.77	1.10	0.83	0.85	0.56	1.06	0.98	0.81	1.08	0.62	0.99
Pakar Perubatan	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
DEA	0.91	0.81	0.64	0.87	0.88	0.75	0.63	0.82	1.00	0.72	0.81	0.52
LTS	1.22	1.09	0.85	1.23	1.13	1.06	0.88	1.16	1.42	0.93	1.04	0.67
Pakar Bedah	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
DEA	0.75	1.00	0.76	0.61	0.63	0.59	0.81	0.72	0.83	1.00	0.94	0.56
LTS	0.95	1.54	1.00	0.88	0.82	0.73	1.00	1.00	1.09	1.63	1.41	0.86

cepat atau tidak cepat. Untuk melihat kaitan antara skor kecekapan unit dengan faktor kekompleksan kes yang dihadapi oleh seseorang pakar, Chilingierian[8] mengagihkan setiap pakar dalam kumpulan masing-masing kepada dua bahagian lagi mengikut kekompleksan kes yang telah diselesaikannya. Bagi pakar perubatan, kumpulan 1 adalah terdiri daripada pakar-pakar perubatan dengan nilai skor kekompleksan kes kurang daripada 1.03 dan kumpulan 2 dengan nilai skor melebihi 1.03. Kumpulan 1 bagi pakar bedah pula terdiri daripada pakar bedah dengan nilai skor kekompleksan kes kurang daripada 1.5 sementara kumpulan 2 pula terdiri daripada pakar bedah dengan skor kekompleksan kes melebihi 1.5. Tujuan pempartisian kumpulan ini adalah untuk meminimakan kesan pengaruh kekompleksan kes terhadap kecekapan unit. Menurut Chilingierian[8], kekompleksan kes yang ditangani oleh pakar ini mungkin mengaburi sukatan kecekapan yang dihitung sebelum ini. Sukatan sebelum ini hanya mengambil kira jumlah kos yang digunakan terhadap jumlah bilangan kes, bermakna lebih banyak kes berjaya diselesaikan oleh seseorang pakar dengan kos yang minima, maka pakar tersebut adalah cepat. Namun dalam situasi sebenar bilangan pesakit yang dirawat oleh pakar biasanya lebih bergantung kepada sejauh mana tahap kekompleksan kes pesakit tersebut. Bilangan kes yang banyak dihadapi oleh seseorang pakar mungkin mencerminkan yang kebanyakan pesakitnya tidak memerlukan pemerhatian yang lebih darinya. Oleh itu, maklumat tentang kekompleksan kes dari setiap pakar perlu diketahui. Oleh kerana mempartisikan pakar ke dalam kumpulan yang lebih kecil menyebabkan kuantiti data dalam setiap kumpulan semakin berkurangan dan memberi kesan ke atas penganggaran parameter dalam model regresi teguh LTS, maka model LTS diubahsuai dengan memperkenalkan pembolehubah patung. Dengan cara ini, maklumat yang sama masih dapat dikekalkan dan mengurangkan kesan tersalah anggar. Model yang cuba dihasilkan adalah seperti berikut;

$$\hat{Y}_j = b_0 + b_1X_{1j} + b_2X_{2j} + b_3X_{3j} + \varepsilon_j; \quad j = 1, 2, \dots, p$$

di mana

$$X_3 = \begin{cases} 0 & \text{jika pakar adalah dari kumpulan 1} \\ 1 & \text{jika pakar adalah dari kumpulan 2} \end{cases}$$

Keputusan skor kecekapan unit menerusi LTS setelah unit dipartisi dipaparkan pada Jadual 4.2. Kesan mempartisikan pakar mengikut pemberat kekompleksan kes menyebabkan lebih ramai lagi pakar yang cepat dapat dikenalpasti dalam kumpulan masing-masing dan jumlah keseluruhan peratus pakar perubatan dan bedah yang cepat meningkat kepada 56% menerusi LTS. Keputusan ini menyokong dakwaan Chilingierian[8] bahawa sukatan kecekapan unit sebelum ini telah dikaburi oleh kekompleksan kes, bermakna jika diketahui unit ujikaji mempunyai faktor luaran yang berbeza maka seharusnya unit ini dinilai secara berasingan kerana faktor luaran adalah penting untuk membantu menentukan kepersisan kecekapan.

Diperhatikan juga bahawa data pencilan, M6 masih lagi dikenalpasti sebagai unit tidak cepat dengan skor bagi M6 adalah rendah. Model LTS bagi kumpulan pakar perubatan dan pakar bedah masing-masing adalah seperti;

$$KOS_j = 19.53 + 2.86 RINGAN_j + 0.87 BERAT_j + 27.36X_{3j}$$

dan

$$KOS_j = -17.18 + 2.62 RINGAN_j + 22.95BERAT_j + 76.43X_{3j}.$$

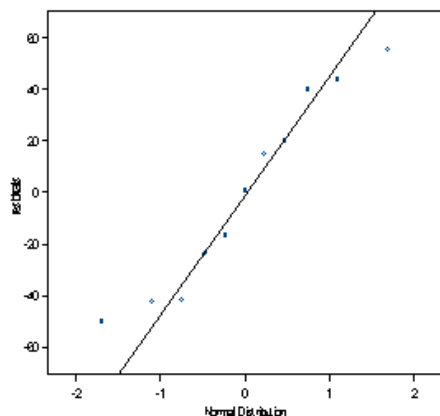
Jadual 4.2 : Skor kecekapan unit (pakar) menerusi LTS setelah pempartisian pakar mengikut kekompleksan kes dilakukan

Pakar Perubatan	M1	M5	M8	M10	M13	M14	M15	M17	M18	M19	M24	M2
Kumpulan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Skor kecekapan	0.92	0.90	1.04	1.09	1.19	1.08	0.85	1.16	0.95	0.87	0.68	0.83
Pakar Perubatan	M3	M4	M6	M7	M9	M11	M12	M16	M20	M21	M22	M23
Kumpulan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Skor kecekapan	1.41	0.86	0.57	1.18	0.91	0.77	1.04	1.29	1.21	1.60	0.95	1.11
Pakar Bedah	S2	S3	S5	S7	S9	S10	S11	S1	S4	S6	S8	S12
Kumpulan	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Skor kecekapan	1.16	0.91	0.71	1.00	1.00	1.00	1.02	1.07	1.00	0.70	1.10	0.97

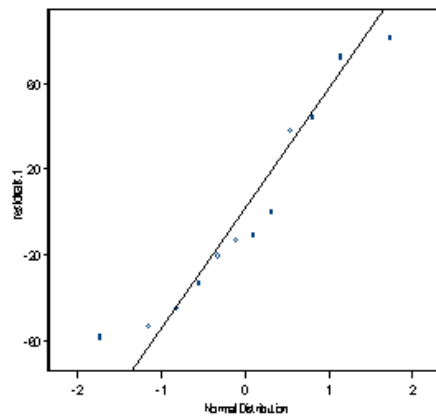
Melalui plot kenormalan reja yang diplotkan seperti pada Rajah 4.3(a) dan 4.3(b), didapati pempartisian pakar ini memberikan keputusan yang lebih baik daripada analisis sebelum ini kerana kebanyakan titik berada di atas garis lurus dan ini menunjukkan ralat tertabur normal. Ujian diagnostik terutamanya plot reja melawan jangkaan kos pula menunjukkan tiada corak khusus yang mencirikan penyimpangan andaian model. Maka, pempartisian model ini membantu menghasilkan model yang lebih baik.

4.4 Model Regresi Teguh LTS dalam penentuan sasaran kos unit

Penentuan sasaran ke atas kos unit merupakan sebahagian perkara penting selain daripada menyukat tahap kecekapan unit dalam penggunaan kos. LTS boleh digunakan untuk menganggarkan kos yang minima bagi pakar dalam merawat pesakit pada aras tertentu. Bagi menganggarkan kos yang minima untuk setiap pakar yang tidak cekap, model yang telah mempartisikan unit kepada kelompok yang kecil (bahagian 4.3) digunakan. LTS menganggar kos menerusi garis suaian yang telah dibentuk. Jadual 4.3 memaparkan penentuan sasaran bagi semua unit dengan unit yang cekap mengambil nilai cerapannya manakala unit tidak cekap mengambil nilai sasaran kos yang dihitung. Lajur beza dengan cerapan sebenar dalam Jadual 4.3 memberikan hasil tolak antara kos sebenar yang digunakan oleh pakar perubatan dan pakar bedah dengan kos minima yang dianggarkan. Hasil perbezaan nilai ini sebenarnya menggambarkan jumlah lebihan kos yang digunakan oleh pakar-pakar berkenaan. Apabila jumlah lebihan kos bagi setiap pakar ini dijumlahkan, maka jika kesemua pesakit yang dirawat oleh pakar tidak cekap yang dicam menerusi LTS dialihkan kepada pakar-pakar yang cekap bagi set kumpulan pakar perubatan maka sejumlah \$602,947US dapat dijimatkan. Begitu juga untuk kumpulan pakar bedah yang mana sukatan daripada LTS menunjukkan lebihan sebanyak \$300,508 dan jika pesakit-pesakit ini dirujuk kepada pakar bedah yang cekap maka dengan jumlah yang sama dapat dijimatkan.



Rajah 4.3(a): Plot kenormalan reja bagi kumpulan Pakar Perubatan setelah pempartisian dilakukan



Rajah 4.3(b): Plot kenormalan reja bagi kumpulan Pakar Bedah setelah pempartisian dilakukan

5 Kesimpulan

Menerusi keputusan analisis didapati bahawa model analisis regresi teguh menerusi kaedah kuasa dua trim terkecil (LTS) dapat menyukat skor kecekapan pakar dan boleh memberikan intepretasi tentang kos dalam mengenalpasti kecekapan bagi seseorang pakar. Kecekapan pakar didapati tidak dipengaruhi oleh penggunaan kos yang tinggi mahupun bilangan aktiviti rawatan yang banyak, sebaliknya kestabilan antara kedua-dua faktor ini memainkan peranan dalam menentukan cara bekerja yang baik untuk pakar perubatan dan bedah. Dalam menghadapi data yang bermasalah dengan kewujudan data pencilan, didapati analisis regresi linear mudah dipengaruhi oleh kewujudan data ini dan memerlukan penggunaan regresi teguh untuk mengurangkan kesan kewujudan nilai pencilan yang boleh menyebabkan kepincangan pada parameter anggaran model. Kehadiran faktor luaran yang tidak homogen juga didapati boleh mengaburi persepsi penganalisis terhadap nilai skor kecekapan yang dihitung. Oleh itu pertimbangan yang wajar ke atas faktor ini adalah perlu sebelum sebarang keputusan dibuat berhubung dengan membezakan antara unit cekap dan tidak cekap.

Rujukan

- [1] D. Aignes, C. A. K. Lovell & P. Schmidt, *Formulation and estimation of stochastic frontier production models*, Journal of Econometrics, Amsterdam, 6 (1977), 21-37.
- [2] R. D. Banker, R. F. Conrad & R. P. Strauss, *A comparative application of data envelopment ana lysis and translog methods: An illustrative study of hospital production*, Management Science, 32, (1986), 30-43.

Jadual 4.3: Penentuan sasaran mengikut kumpulan pakar .

Pakar Perubatan	Sasaran kos	Beza dengan cerapan sebenar	Pakar Bedah	Sasaran kos	Beza dengan cerapan sebenar
M1	126.840	10.404	S1	427.960	0.000
M2	247.460	49.476	S2	134.297	0.000
M3	109.716	0.000	S3	321.340	31.615
M4	220.330	34.916	S4	259.329	0.000
M5	121.120	13.107	S5	205.930	84.615
M6	358.140	264.723	S6	417.180	176.679
M7	160.282	0.000	S7	709.052	0.000
M8	113.546	0.000	S8	320.693	0.000
M9	198.840	19.916	S9	356.733	0.000
M10	159.000	0.000	S10	77.313	0.000
M11	157.920	47.714	S11	119.148	0.000
M12	118.534	0.000	S12	235.030	7.659
M13	113.201	0.000	Jumlah		300.508
M14	168.943	0.000			
M15	175.460	30.005			
M16	174.939	0.000			
M17	150.297	0.000			
M18	225.310	11.778			
M19	160.040	24.388			
M20	204.082	0.000			
M21	119.450	0.000			
M22	207.770	10.860			
M23	165.598	0.000			
M24	183.180	85.660			
Jumlah		602.947			

- [3] J. Billings & D. Eddy, *Physician decision making limited by medical evidence*, Business and Health November, (1987), 23-28.
- [4] A. Boussofiane, R. G. Dyson & E. Thanasoullis, *Applied data envelopment analysis*, European Journal of Operational Research, 52, (1991), 1-15.
- [5] R. S. Brown, D. W. Caves & L. R. Christensen, *Modelling the structure of production for multiproduct firms*, Southern Economic Journal, (1979), 256-273.
- [6] A. Charnes, W. W. Cooper & E. Rhodes, *Measuring the efficiency of decision making units*, European Journal of Operational Research, 2(1978), 429-444.
- [7] M. M. Chen, *Partitioning variance in regression analyses for developing policy impact models : the case of the federal medicaid program*, Management Science, 30(1984), 25-35.
- [8] J. A. Chilingirian, *Evaluating physician efficiency in hospitals: A multivariate analysis of best practices*, European Journal of Operational Research, 80(1995), 548-574.
- [9] L. R. Christensen, D. W. Jorgensen & L. J. Lau, *Transcendental Logarithmic Production Frontiers*, Rev. Economic Statistic, 1973.
- [10] J. Eisenberg, *Doctors Decisions and Cost of Medical Care*, Health Administration Press, Ann Arbor, 1986.
- [11] R. P. Ellis & T. G. McGuire, *Provider behavior under prospective reimbursement*, Journal of Health Economics, 5(1986), 129-155.
- [12] R. G. Evans, M. L. Barer & C. Hertzman, *The 20-year experiment : Accounting for, explaining, and evaluating health care cost containment in Canada and the United States*, Annu. Rev. Publ. Health, 12(1991), 481-518.
- [13] R. G. Frank, *On making the illustration illustrative: a comment on Banker, Conrad and Strauss*, Management Science, 34(1988), 1026-1028.
- [14] F. R. Hampel, E. M. Ronchetti, P. J. Rousseeuw & W. A. Stahel, *Robust Statistics, The Approach Based on Influence Functions*, New York: Wiley, 1986.
- [15] J. Jondrow, C. A. K. Lovell, I. S. Materov & P. Schmidt, *On the estimation of technical in efficiency in the stochastic frontier production function model*, Journal of Econometric, 19(1982), 233-238
- [16] Mokhtar Abdullah, *Analisis Regresi*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, 1994.
- [17] P. J. Rousseeuw, *Least Median of Squares Regression*, Journal of the American Statistical Association, 79(1984), 871-880.
- [18] P. J. Rousseeuw & A. M. Leroy, *Robust Regression and Outlier Detection*, New York: Wiley, 1987.