

Aplikasi pengaturcaraan gol bagi penstrukturan yuran fakulti

Hasnur Hidayah Kamaruddin, Wan Rosmanira Ismail

Centre for Foundation and General Studies, Universiti Selangor, Bestari Jaya Campus, Jalan Timur Tambahan, 45600 Bestari Jaya, Selangor, Malaysia

hhidayah@unisel.edu.my

Abstrak Keperluan penyemakan kadar yuran institusi pengajian tinggi semakin penting ekoran daripada pertambahan kos operasi yang meningkat setiap tahun. Walaupun sesebuah institusi pendidikan menawarkan perkhidmatan tanpa menetapkan keuntungan maksimum sebagai objektif utama, sumber kewangan yang dihasilkan seharusnya mencukupi bagi menampung perbelanjaan. Justeru itu, satu proses penetapan kadar yuran perlu distruktur secara sistematik agar menjadi garis panduan dan semakan kepada pihak universiti mahupun fakulti yang terlibat. Kajian ini menggunakan kaedah pengaturcaraan gol dalam pembinaan model penstrukturan yuran. Model yang dihasilkan menggunakan perisian LINGO 12.0 ini bertujuan mengoptimumkan kadar yuran di samping dapat menampung perbelanjaan operasi fakulti. Selain itu, struktur prioriti yang optimum turut dibangunkan untuk memenuhi had atas, had bawah dan nisbah relatif kadar yuran untuk setiap subjek yang ditawarkan oleh pihak fakulti.

Abstract The needs to revise the fees of higher education institutions have become more important due to the increase of operating cost. Eventhough these institutions do not set any maximum profit as the main objective, the financial resources generated through fees paid by students intake should be sufficient to cover all expenditures. Therefore, a systematic fees restructuring process needs to be done as guidelines to the university or faculty involved. This study uses a goal programming method in the construction of model structuring fee. The model produced using LINGO 12.0 is intended to optimize the student fees, which later can be used to cover operating expenses in the faculty. In addition, the optimal priority structure can be developed to meet the upper limit, lower limit and the relative ratio for each subject offered by the faculty.

Kata kunci: Struktur yuran, pengaturcaraan gol, institusi Pendidikan

1. PENGENALAN

Pendidikan telah menjadi hak setiap individu tanpa mengira bangsa, agama atau jantina. Tidak dinafikan bahawa peranan pendidikan amat penting untuk membina sebuah kehidupan yang berkualiti. Imazeki dan Reschovsky (2003) menyatakan bahawa individu yang rendah tahap pendidikannya lebih cenderung untuk berhadapan dengan masalah ekonomi disebabkan mereka kurang diminati oleh organisasi pekerjaan untuk diambil sebagai pekerja. Oleh yang demikian, pelbagai teori ekonomi telah menekankan bahawa pihak majikan sangat memerlukan para pekerja yang boleh membaca, mempunyai pengetahuan dalam matematik, kemahiran interpersonal yang tinggi dan pemikiran yang positif serta kreatif (Becker, 1993). Kesemua kemahiran ini boleh diperolehi semasa di sekolah atau kolej dan ia berupaya membantu individu untuk mendapatkan pekerjaan yang baik.

Disebabkan kesedaran yang semakin tinggi terhadap pengajian di peringkat tertiar, faktor kewangan dianggap penting dalam pemilihan ibu bapa dan pelajar terhadap sesebuah institusi pengajian tinggi. Berbeza dengan Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA), IPTS perlu menyediakan perancangan perbelanjaan yang lebih efisien disebabkan oleh kekurangan dana yang disalurkan oleh pihak kerajaan. Kebanyakan IPTS di Malaysia bergantung kepada bayaran yuran yang diperoleh daripada para pelajar dalam menampung kos operasi institusi. Namun, beberapa cabaran perlu dihadapi oleh IPTS termasuklah kenaikan kos pengajian, pertambahan institusi pengajian tinggi setaraf yang memberi persaingan, penurunan jumlah populasi dan lain-lain.

Dalam kajian ini, model pengaturcaraan gol berdasarkan penyelidikan oleh Greenwood dan Moore (1987) telah digunakan untuk menghasilkan struktur yuran yang optimum. Pengubahsuaian kekangan dan struktur prioriti dibuat mengikut kesesuaian pihak fakulti. Model struktur yuran yang dibina oleh McClatchey (1998) di Universiti Nebraska-Lincoln dan Maxwell (2010) di Rivers State University of Science and Technology Nigeria turut dijadikan rujukan.

2. MODEL MATEMATIK

Pembentukan model bagi kajian ini adalah mengikut model asas yang dibentuk oleh Ignizio (1976, 1992). Pemboleh ubah keputusan, pemalar, pekali dan kekangan gol yang digunakan adalah seperti berikut:

i. Pemboleh ubah keputusan

x_n = Kadar yuran pengajian ($n = 1, 2, \dots, N$) per jam kredit untuk setiap subjek yang ditawarkan (RM)

ii. Pekali dan pemalar

CH_n = Purata jumlah jam kredit yang diambil oleh para pelajar
 $H_A^{(n)}$ = Had atas kadar yuran (RM)
 $H_B^{(n)}$ = Had bawah kadar yuran (RM)
 $R_{[n,n^*]}$ = Peratusan nisbah antara program pengajian
 $B_{[n,n^*]}$ = Perbezaan kadar yuran per jam kredit (RM)
 K = Jumlah kos pengajian (RM)

iii. Kekangan gol

- (a) Jumlah kos: Pendapatan yang diperoleh daripada yuran pelajar diletakkan dalam persamaan agar jumlah tersebut melebihi jumlah kos operasi yang dibelanjakan. Persamaan ditulis seperti berikut:

$$\sum_{n=1}^N [CH_n \cdot x_n] \geq K$$

atau ia ditulis dalam bentuk persamaan gol sebagai

$$\sum_{n=1}^N [CH_n \cdot x_n] + d_g^- - d_g^+ = K. \quad (1)$$

Untuk mencapai gol pada aras prioriti ini, sisihan negatif perlu diminimumkan supaya hubungan antara pendapatan dan kos ini dapat dipenuhi. Pada masa yang sama, pihak fakulti juga tidak boleh menghasilkan pendapatan yang terlalu tinggi melalui yuran pelajar disebabkan oleh had maksimum yang dibincangkan pada kekangan seterusnya.

- (b) Had atas bagi kadar yuran. Kementerian Pengajian Tinggi telah menetapkan had maksimum kadar yuran bagi setiap program pengajian. Persamaan ditulis sebagai

$$CH_n \cdot x_n \leq H_A^{(n)}$$

atau

$$CH_n \cdot x_n + d_g^- - d_g^+ = H_A^{(n)}. \quad (2)$$

Kajian cuba meminimumkan sisihan positif untuk mencapai gol yang telah ditetapkan.

- (c) Had bawah bagi kadar yuran: Bagi memenuhi jangkaan peningkatan kos operasi semasa, had minimum telah ditetapkan mengikut kategori program pengajian dan subjek servis yang ditawarkan. Persamaan ditulis sebagai

$$CH_n \cdot x_n \geq H_B^{(n)}$$

atau

$$CH_n \cdot x_n + d_g^- - d_g^+ = H_B^{(n)}. \quad (3)$$

Untuk mencapai gol, kajian cuba meminimumkan sisihan negatif.

- (d) Hubungan antara subjek fakulti: Perbezaan relatif (nisbah) diperlukan bagi menjaga hubungan kadar yuran bagi setiap program pengajian dan kategori subjek. Rasionalnya, subjek pelajar-pelajar yang mengambil program ijazah dan diploma lebih mahal berbanding subjek pelajar program tahun asas kerana perbezaan jumlah jam kredit yang perlu diambil selain kos pembelajaran yang lebih tinggi seperti pembayaran lesen perisian komputer, pembelian bahan pengajaran yang lebih mahal dan sebagainya. Persamaan yang mewakili perbezaan relatif, $R_{[n,n^*]}$ antara dua pemboleh ubah X_n dan X^* adalah seperti berikut.

$$\frac{x_n}{x_n^*} \leq R_{[n,n^*]} \quad \text{atau} \quad \frac{x_n}{x_n^*} \geq R_{[n,n^*]}$$

Ia juga boleh ditulis sebagai

$$x_n - R_{[n,n^*]} \cdot x^* + d_n^- - d_g^+ = 0. \quad (4)$$

Untuk mencapai gol, kajian cuba meminimumkan sisihan negatif untuk mencapai nisbah antara subjek pengajian pelajar diploma dan tahun asas. Manakala, sisihan positif cuba diminimumkan bagi mencapai nisbah antara subjek pengajian pelajar ijazah dan tahun asas yang dikehendaki.

Daripada data yang telah diperolehi daripada pihak fakulti pada tahun 2012, terdapat 13 pemboleh ubah keputusan yang dipertimbangkan dalam model ini. Pemboleh ubah-pemboleh ubah tersebut ialah

- x_1 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Tahun Asas Sains.
- x_2 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Diploma Akuakultur.
- x_3 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Diploma Industri Bioteknologi.
- x_4 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Diploma Teknologi Industri.
- x_5 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Ijazah Sarjana Muda (ISM) Industri Bioteknologi.
- x_6 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program ISM Bioinformatik.
- x_7 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program ISM Sains Persekitaran (Kepelbagaian Biologi dan Pemuliharaan).
- x_8 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program ISM Matematik dengan Statistik.
- x_9 = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Sarjana Bioteknologi.
- x_{10} = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk pelajar program Doktor Falsafah Bioteknologi.
- x_{11} = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk subjek servis program Tahun Asas.
- x_{12} = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk subjek servis program Diploma.
- x_{13} = Kadar yuran pengajian (per jam kredit) untuk subjek servis program Ijazah.

Berdasarkan persamaan (1), persamaan berikut diperolehi daripada kadar bayaran yuran ($x_1, \dots, x_{13}$) yang didarabkan dengan purata jumlah jam kredit. Nilai sebelah kanan adalah jumlah anggaran kos perbelanjaan fakulti termasuk penggajian staf, peruntukan menghadiri seminar, kos rawatan kesihatan, pembelian bahan-bahan makmal, susut nilai dan sebagainya.

$$\begin{aligned} & 2080x_1 + 2196x_2 + 6696x_3 + 10944x_4 + 10542x_5 + 3990x_6 + 2058x_7 \\ & + 6510x_8 + 40x_9 + 252x_{10} + 492x_{11} + 1497x_{12} + 1107x_{13} + d^- - d^+ \\ & = 9\,316\,760. \end{aligned} \quad (5)$$

Manakala, had atas bagi program Tahun Asas Sains, program diploma dan program ijazah ditetapkan dengan mendarabkan jumlah jam kredit CH_n dengan kadar yuran setiap jam kredit x_n untuk mendapatkan jumlah yang tidak melebihi kadar yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pengajian Tinggi. Bagi program Sarjana dan Doktor Falsafah pula, had atas ditetapkan mengikut kadar yuran setiap jam kredit. Persamaan gol untuk setiap program adalah seperti berikut:

$$52x_1 + d_2^- - d_2^+ = 11\,000 \quad (6)$$

$$94x_2 + d_3^- - d_3^+ = 23\,500 \quad (7)$$

$$93x_3 + d_4^- - d_4^+ = 24\,000 \quad (8)$$

$$91x_4 + d_5^- - d_5^+ = 23\,500 \quad (9)$$

$$123x_5 + d_6^- - d_6^+ = 36\,600 \quad (10)$$

$$122x_6 + d_7^- - d_7^+ = 30\,250 \quad (11)$$

$$124x_7 + d_8^- - d_8^+ = 49\,600 \quad (12)$$

$$120x_8 + d_9^- - d_9^+ = 27\,500 \quad (13)$$

$$x_9 + d_{10}^- - d_{10}^+ = 450 \quad (14)$$

$$x_{10} + d_{11}^- - d_{11}^+ = 500 \quad (15)$$

Berdasarkan persamaan (3), had bawah bagi kadar yuran bagi setiap program pengajian pula boleh ditulis sebagai

$$x_1 + d_{12}^- - d_{12}^+ = 130 \quad (16)$$

$$x_2 + d_{13}^- - d_{13}^+ = 250 \quad (17)$$

$$x_3 + d_{14}^- - d_{14}^+ = 200 \quad (18)$$

$$x_4 + d_{15}^- - d_{15}^+ = 150 \quad (19)$$

$$x_5 + d_{16}^- - d_{16}^+ = 250 \quad (20)$$

$$x_6 + d_{17}^- - d_{17}^+ = 250 \quad (21)$$

$$x_7 + d_{18}^- - d_{18}^+ = 250 \quad (22)$$

$$x_8 + d_{19}^- - d_{19}^+ = 200 \quad (23)$$

$$x_9 + d_{20}^- - d_{20}^+ = 350 \quad (24)$$

$$x_{10} + d_{21}^- - d_{21}^+ = 420 \quad (25)$$

$$x_{11} + d_{22}^- - d_{22}^+ = 150 \quad (26)$$

$$x_{12} + d_{23}^- - d_{23}^+ = 180 \quad (27)$$

$$x_{13} + d_{24}^- - d_{24}^+ = 200 \quad (28)$$

Mengikut persamaan (4), perbezaan relatif antara kadar yuran bagi subjek program pengajian tertentu telah ditetapkan seperti berikut:

- (a) Kadar yuran setiap jam kredit bagi subjek program Ijazah Sarjana Muda Bioteknologi Industri adalah sekurang-kurangnya 15% lebih tinggi daripada kadar yuran setiap jam kredit bagi subjek program Diploma Industri Bioteknologi.

$$x_5 - 1.15x_3 + d_{25}^- - d_{25}^+ = 0 \quad (29)$$

- (b) Kadar yuran setiap jam kredit bagi subjek program Diploma Akuakultur, Diploma Industri Bioteknologi dan Diploma Teknologi Industri adalah sekurang-kurangnya 50% lebih tinggi daripada kadar yuran setiap jam kredit bagi subjek program Tahun Asas Sains.

$$x_2 - 1.5x_1 + d_{26}^- - d_{26}^+ = 0 \quad (30)$$

$$x_3 - 1.5x_1 + d_{27}^- - d_{27}^+ = 0 \quad (31)$$

$$x_4 - 1.5x_1 + d_{28}^- - d_{28}^+ = 0 \quad (32)$$

- (c) Kadar yuran setiap jam kredit bagi subjek program ISM Industri Bioteknologi, ISM Bioinformatik, ISM Sains Persekitaran (Kepelbagaian Biologi dan Pemuliharaan) dan ISM Matematik dengan Statistik adalah tidak melebihi dua kali ganda lebih besar daripada kadar yuran setiap jam kredit bagi subjek program Tahun Asas Sains.

$$x_5 - 2.0x_1 + d_{29}^- - d_{29}^+ = 0 \quad (33)$$

$$x_6 - 2.0x_1 + d_{30}^- - d_{30}^+ = 0 \quad (34)$$

$$x_7 - 2.0x_1 + d_{31}^- - d_{31}^+ = 0 \quad (35)$$

$$x_8 - 2.0x_1 + d_{32}^- - d_{32}^+ = 0 \quad (36)$$

Kesemua kekangan gol dipangkatkan ke dalam 4 aras prioriti dengan mengikut kepentingan prioriti masing-masing. Persamaan bagi empat prioriti yang terlibat ialah

- Prioriti 1: Mendapatkan hasil pendapatan yuran pengajian pelajar yang dapat menampung kos operasi fakulti. Untuk mencapai gol, sisihan negatif dalam persamaan (5) perlu diminimumkan.
- Prioriti 2: Memenuhi had atas bagi kadar yuran setiap program pengajian yang ditawarkan oleh pihak fakulti. Sisihan positif dalam persamaan (6) hingga (15) cuba diminimumkan bagi mencapai gol yang dikehendaki.

- Prioriti 3: Memenuhi had bawah bagi kadar yuran setiap subjek yang ditawarkan oleh pihak fakulti dengan meminimumkan sisihan negatif dalam persamaan (16) hingga (28).
- Prioriti 4: Mendapatkan hubungan relatif yang seimbang antara kadar yuran per jam kredit program pengajian tahun asas, diploma dan ijazah. Untuk mencapai gol, sisihan negatif bagi persamaan (29) hingga (32) diminimumkan. Bagi persamaan (33) hingga (36) pula, sisihan positif perlu diminimumkan.

Ringkasnya, prioriti bagi model pengaturcaraan gol (PaG) boleh dirumuskan seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \text{Minimum } (d_1^-) \\
 P_2 &= \text{Minimum } (d_2^+ + d_3^+ + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+ + d_7^+ + d_8^+ + d_9^+ + d_{10}^+ + d_{11}^+) \\
 P_3 &= \text{Minimum } (d_{12}^- + d_{13}^- + d_{14}^- + d_{15}^- + d_{16}^- + d_{17}^- + d_{18}^- + d_{19}^- + d_{20}^- + d_{21}^- + d_{22}^- + d_{23}^- + d_{24}^-) \\
 P_4 &= \text{Minimum } (d_{25}^- + d_{26}^- + d_{27}^- + d_{28}^- + d_{29}^- + d_{30}^- + d_{31}^+ + d_{32}^+)
 \end{aligned}$$

Dalam kajian ini, struktur keutamaan diberikan kepada prioriti 1 dan prioriti selebihnya diubah-ubah untuk mencari kedudukan keutamaan prioriti yang memberi keputusan yang paling optimum terhadap matlamat yang dicari. Terdapat 6 susunan struktur prioriti yang boleh dicari untuk mendapatkan keputusan yang optimum kepada model PaG. Struktur-struktur tersebut adalah $\{P_1, P_2, P_3, P_4\}$, $\{P_1, P_2, P_4, P_3\}$, $\{P_1, P_3, P_2, P_4\}$, $\{P_1, P_3, P_4, P_2\}$, $\{P_1, P_4, P_2, P_3\}$ dan $\{P_1, P_4, P_3, P_2\}$.

3. HASIL KAJIAN

Keenam-enam struktur prioriti yang dibina memberikan keputusan yang berlainan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Nilai sifar yang terhasil pada P_1 bagi semua struktur prioriti menunjukkan bahawa nilai pembolehubah yang terhasil telah memenuhi kekangan gol tunggal yang pertama iaitu menghasilkan pendapatan yang mampu menampung kos operasi di fakulti. Untuk aras prioriti yang kedua, kajian ini mendapati bahawa kesemua sisihan positif bernilai sifar. Maka, had atas bagi kesemua sepuluh program pengajian yang ditawarkan oleh pihak fakulti tercapai sepenuhnya.

Manakala, nilai bukan sifar seperti sisihan yang memberikan nilai 2.049 180 pada aras prioriti yang ketiga menunjukkan bahawa kadar yuran yang ditawarkan adalah lebih rendah daripada had bawah yang ditetapkan. Oleh yang demikian, pemilihan dibuat berdasarkan nilai sisihan yang paling minimum bagi menentukan struktur yang optimum. Daripada keenam-enam struktur prioriti yang dikenalpasti, struktur prioriti yang paling optimum adalah struktur kedua $\{P_1, P_2, P_4, P_3\}$ dan kelima $\{P_1, P_4, P_2, P_3\}$. Hasil keputusan kadar yuran yang diperolehi daripada struktur kedua dan kelima model pengaturcaraan gol ini dibandingkan dengan kadar yuran yang digunakan pada tahun 2012. Nilai-nilai tersebut telah dibundarkan kepada nilai ringgit yang hampir dan ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 1: Ringkasan nilai pemboleh ubah sisihan bagi kekangan-kekangan gol

Struktur	Prioriti	Nilai pemboleh ubah sisihan
1	P ₁	0
	P ₂	0
	P ₃	2.049 180
	P ₄	0.327 869 x 10 ⁻⁶ (Tak tersaur)
2	P ₁	0
	P ₂	0
	P ₄	0
	P ₃	2.049 180
3	P ₁	0
	P ₃	0
	P ₂	250
	P ₄	0
4	P ₁	0
	P ₃	0
	P ₄	0
	P ₂	250
5	P ₁	0
	P ₄	0
	P ₂	0
	P ₃	2.049 180
6	P ₁	0
	P ₄	0
	P ₃	0
	P ₂	250

Jadual 2: Perbezaan kadar yuran semasa dan model PaG mengikut program pengajian

Program Pengajian	Kadar yuran semasa (RM)	Kadar yuran PaG (RM)	Peratus penambahan/penurunan (%)
Tahun Asas Sains	150.00	149.00	(0.667)
Diploma Akuakultur	200.00	250.00	25.00
Diploma Industri Bioteknologi	210.00	258.00	22.86
Diploma Teknologi Industri	180.00	258.00	43.33
Ijazah Sarjana Muda Industri Bioteknologi	280.00	298.00	6.43
Ijazah Sarjana Muda Bioinformatik	280.00	248.00	(11.43)
Ijazah Sarjana Muda Sains Persekitaran (Kepelbagaian Biologi dan Pemuliharaan)	280.00	298.00	6.43
Ijazah Sarjana Muda Matematik dengan Statistik	235.00	229.00	(2.55)
Sarjana Bioteknologi	450.00	450.00	0.00
Doktor Falsafah Bioteknologi	500.00	500.00	0.00

4. KESIMPULAN

Model pengaturcaraan gol ini berupaya meramalkan struktur yuran yang mencukupi untuk menampung kos perbelanjaan institusi. Oleh kerana kajian ini hanya melibatkan kekangan berkaitan kos operasi, had atas, had bawah dan perbezaan relatif kadar, penilaian secara praktikal amatlah diperlukan dalam penetapan kadar yuran sesebuah institusi tersebut. Pihak universiti dan fakulti boleh meneruskan usaha dalam mencapai bilangan pelajar yang lebih ramai supaya pendapatan yang dijana dapat ditingkatkan. Seterusnya, struktur yuran boleh disemak semula pada masa akan datang untuk menghasilkan pembelajaran berkualiti dengan pembayaran yuran yang optimum.

5. RUJUKAN

- Becker, G.S. (1993). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. Chicago: University of Chicago Press.
- Greenwood, A.G. & Moore, L. J. (1987). An inter-temporal multi-goal linear programming model for optimizing university tuition and fee structures. *The Journal of the Operational Research Society* 38(7), 599-613.
- Ignizio, J. P. (1976). *Goal Programming and Extension*. Lexington, Mass: Lexington Books.
- Ignizio, J. P. (1992). *Pengaturcaraan Linear dalam Sistem Matlamat Tunggal dan Berbilang*. Terj. Bidin Yatim & Ahmad Shukri Yahaya. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Imazeki, J. & Reschovsky, A. (2003). Financing adequate education in Rural Settings. *Journal of Education Finance* 29, 137-156.
- Maxwell, A. A. (2010). Application of Goal Programming Model for Budgeting in Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt. *Continental J. Social Sciences* 3, 65-70.
- McClatchey, C.A. (1998). A multi-criteria model for optimizing university tuition structures. *Journal of Applied Business Research* 14(2), 117-128.