

**PENJADUALAN TUGAS AHLI BOMBA MENGGUNAKAN KAEDAH PENGATURCARAAN
GOL 0-1**

LOW SIEUR CHUAN

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN**

**PROGRAM MATEMATIK DENGAN KOMPUTER GRAFIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2010

PUMSS



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENJADUALAN TUGAS AHLI BOMBA MENGGUNAKAN
KAEDAH PENGATURCARAAN GOL 0-1

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS KERUIAN
MATEMATIK DENGAN KOMPUTER GRAFIK

SAYA LOW SIEUR CHUAN
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2007-2010
2007-2010

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institutsi pengajian tinggi
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

NURULAN BINTI ISMAIL
LIBRARIAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 28-17-11, JLN
1/2P 7th SRI MURNI
SELAYANG, 68100 SELANGOR

Pn. Asdalitah Talibe
Nama Penyelia

Tarikh: 7/5/2010

Tarikh: 7/5/2010

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

PERPUSTAKAAN UMS



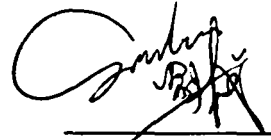
1000353636



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.



LOW SIEUR CHUAN

(BS07110489)

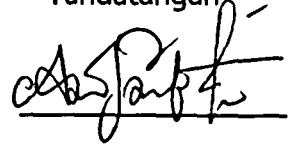
4 Mei 2010

PENGESAHAN

DIPERAKUKAN OLEH

1. **PENYELIA**
(PN. ASDALIFAH TALIBE)
2. **PEMERIKSA 1**
(PN. SUZELAWATI ZENIAN)
3. **DEKAN**
(PROF. DR. MOHD. HARUN ABDULLAH)

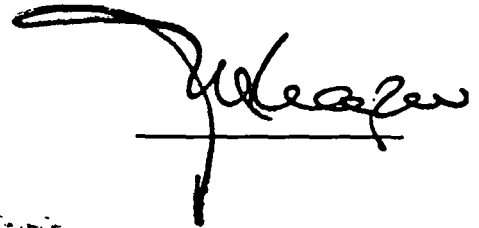
Tandatangan



Handwritten signature of PN. ASDALIFAH TALIBE, written in black ink on a horizontal line.



Handwritten signature of PN. SUZELAWATI ZENIAN, written in black ink on a horizontal line.



Handwritten signature of PROF. DR. MOHD. HARUN ABDULLAH, written in black ink on a horizontal line.

PENGHARGAAN

Persiapan disertasi ini mengambil selama setahun dengan sokongan penuh daripada beberapa insan yang telah memberi bantuan untuk menjayakan projek saya. Terlebih dahulu, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Pn Asdalifah Talibe atas sokongan penuh beliau sepanjang projek saya. Segala bimbingan, dorongan dan tunjuk ajar yang diberi amat saya hargai.

Selain itu, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Balai Bomba kawasan Sembulan atas kerjasama dan sumbangan yang diberi. Ucapan terima kasih diucapkan terutamanya kepada Ketua Balai Bomba cawangan Sembulan – TPgB Ariffin Bin Hj. Harris. Bantuan beliau amat dihargai dengan pemberian maklumat dalam kajian kes yang berkaitan dengan pengagihan tenaga kerja balai bomba.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada ketua program Pn Suzelawati Zenian yang juga pemeriksa saya. Teguran dan nasihat beliau telah memudahkan saya dalam menyiapkan projek ini.

Di samping, dorongan dan sokongan daripada ibu bapa yang amat saya kasihi. Kasih sayang dan dorongan mereka telah memberi semangat kepada saya untuk menyiapkan disertasi ini.

Akhirnya, jutaan ucapan terima kasih diucapkan sekali lagi kepada semua pihak yang telah menghulurkan bantuan kepada saya dalam menjayakan projek ini.

Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Penjadualan tugas anggota bomba merupakan perkara yang penting untuk memastikan tenaga kerja bomba digunakan sepenuhnya supaya proses atau perkhidmatan bomba dapat dilaksanakan dengan cekap, berkesan dan sistematik. Penjadualan tugas yang cekap dapat menjamin perkhidmatan bomba yang profesional untuk melindungi nyawa, harta benda dan alam sekitar. Proses penjadualan tugas melibatkan beberapa polisi yang perlu dipenuhi, iaitu bilangan minimum ahli bertugas sehari, mengelakkan ahli bomba bertugas secara berturut-turut pada hari yang sama dan mempertimbangkan bilangan hari cuti. Permintaan yang diambil kira adalah seperti bilangan hari bertugas yang sama per jadual dan bilangan hari cuti bagi setiap ahli adalah sama. Model yang dibangunkan adalah menggunakan sumber data daripada Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia di Sembulan Kota Kinabalu. Penggunaan Kaedah pengaturcaraan gol 0-1 adalah untuk menyelesaikan masalah penjadualan tugas. Jadual tugas yang akan dibina adalah untuk kegunaan selama dua minggu dan perisian LINGO akan digunakan untuk menyelesaikan model-model yang dibina. Hasil penyelesaian yang diperolehi daripada LINGO dapat memaparkan corak tugas yang sama rata di kalangan ahli bomba dari segi bilangan hari bertugas, bilangan orang ahli dalam satu syif dan bilangan cuti. Oleh itu, percubaan kaedah pengaturcaraan gol 0-1 mungkin dapat menyelesaikan masalah penjadualan tugas Balai Bomba.

An Application of 0-1 Goal Programming in Fireman Scheduling

ABSTRACT

Fireman scheduling is very important in order to fully used of manpower. A wise distribution of manpower will provide effectiveness, consistency and systematic services. However, a systematic fireman scheduling will ensure a better professionalism in saving people lives, properties and also the environment. There are few important policy which are compulsory for all firemen's to obey. The policy encompasses minimum number of fireman needed per day, to avoid fireman to work consecutively, to avoid every fireman work more than 12 hours per day and also leaves taken by the fireman. However, the demand of the fireman are the total number of working days, number of fireman and the number of leaves taken are the same. The resources are from the Fire Station of Sembulan in Kota Kinabalu. In fact, 0-1 goal Programming method were used to solve a functions with multi-objective. Besides, LINGO were used to generate the solution for the model and the duty roster being build are suitable for only 2 weeks. The output gain from LINGO shows that the work pattern are all equally distributed. In a nutshell, with the assistant of 0-1 goal programming in fireman scheduling might help the Fire Station to build a systematic and effective duty roster.

KANDUNGAN

Muka Surat

PENAKUAN		ii
PENGESAHAN		iii
PENGHARGAAN		iv
ABSTRAK		v
ABSTRACT		vi
SENARAI KANDUNGAN		vii
SENARAI JADUAL		ix
SENARAI SIMBOL		x
SENARAI SINGKATAN		xi
BAB 1	PENDAHULUAN	1
1.1	Pengenalan	1
1.2	Penjadualan Tugas Anggota Bomba	2
	1.2.1 Masalah yang Sedia Ada	2
1.3	Objektif Kajian	3
1.4	Manfaat Kajian	4
1.5	Skop Kajian	4
BAB 2	SOROTAN LITERATUR	6
2.1	Pengenalan	6
2.2	Aplikasi Model Matematik dalam Penjadualan Tugas	6
2.3	Aplikasi Pengaturcaraan Gol dalam Penjadualan Tugas	8
BAB 3	METODOLOGI	10
3.1	Pengenalan kepada Pengaturcaraan Gol	10
	3.1.1 Kaedah Berpemberat	11
	3.1.2 Kaedah Primitif	12
3.2	Formulasi Pengaturcaraan Gol	13
3.3	Model Penjadualan Tugas Ahli Bomba	14
3.4	Pembinaan Model	15

3.4.1	Tatatanda	16
3.4.2	Pembolehkan Keputusan	16
3.4.3	Kekangan Tegar	17
3.4.4	Kekangan Liut	19
3.4.5	Fungsi Objektif	21
3.4.6	Fungsi Pencapaian	22
3.5	Model Pengaturcaraan Gol 0-1	22
3.6	Perisian LINGO	24
BAB 4	HASIL KAJIAN	25
4.1	Pengenalan	25
4.2	Perbincangan	25
4.3	Perbandingan Keputusan	31
BAB 5	KESIMPULAN (DAN CADANGAN)	35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Cadangan	36
	RUJUKAN	38
LAMPIRAN A	Aturcara LINGO bagi skuad A dan B	40
LAMPIRAN B	Aturcara LINGO bagi Skuad C	42
LAMPIRAN C	Hasil Penyelesaian LINGO	44
LAMPIRAN D	Ringkasan Nilai Pembolehkan Sisihan Negatif dan Positif bagi Semua Aras Keutamaan Skuad A dan B	72
LAMPIRAN E	Ringkasan Nilai Pembolehkan Sisihan Negatif dan Positif Aras Keutamaan Skuad C	74

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Penambahan pembolehkan sisihan mengikut jenis kekangan.	13
3.2	Jenis kekangan dan tatacara meminimumkan pembolehkan sisihan.	14
4.1	Nilai pembolehkan sisihan negatif dan positif bagi matlamat pertama skuad A dan B yang diperoleh daripada hasil LINGO.	28
4.2	Nilai pembolehkan sisihan negatif dan positif bagi matlamat pertama skuad C yang diperoleh daripada hasil LINGO.	30
4.3	Jadual bertugas ahli bomba JBPM di Sembulan menggunakan kaedah pengaturcaraan gol.	33
4.4	Perbandingan antara corak penjadualan tugas menggunakan kaedah secara manual dengan kaedah pengaturcaraan gol 0-1.	34

SENARAI SIMBOL

\geq	lebih besar atau sama dengan
\leq	lebih kecil atau sama dengan
$=$	sama dengan
$+$	tambah
$-$	tolak
Σ	penambahan mengikut terma

SENARAI SINGKATAN

JBPM Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Menurut laman web rasmi Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (2007), JBPM merupakan satu agensi yang memberi khidmat pencegahan dan pemadaman kebakaran serta menyediakan perkhidmatan yang cekap, mantap dan berkesan kepada seluruh anggota masyarakat. Jabatan ini terletak di bawah pengawasan Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan. Ibu pejabat JBPM terkini adalah terletak di Putrajaya.

Kajian ini adalah berdasarkan kepada penjadualan tugas bagi pegawai bomba di Balai Bomba Sembulan di negeri Sabah. Balai Bomba di Sembulan telah lama ditubuhkan dan mempunyai bilangan ahli bomba yang ramai. Lokasi balai tersebut dipilih kerana mempunyai bilangan penduduk yang ramai. Selain itu, Sembulan merupakan kawasan yang membangun dengan pesat selaras dengan pembangunan setempat. Oleh itu perkhidmatan bomba amat penting dalam menjamin keselamatan penduduk. Risiko atau masa bersedia bagi balai bomba cawangan tersebut adalah kurang daripada 10 minit. Oleh itu, ahli bomba perlu bersikap proaktif dan bersedia pada bila-bila masa. Maka, pengagihan tugas anggota bomba adalah penting supaya pertolongan kecemasan dapat disampaikan pada masa yang singkat.

1.2 Penjadualan Tugas Anggota Bomba

Penjadualan tugas bagi anggota bomba merupakan satu perkara yang sangat penting. Proses tersebut adalah penting untuk menentukan syif bertugas bagi seseorang anggota bomba yang diperlukan pada setiap hari. Selain itu, penjadualan tugas adalah untuk memastikan setiap ahli bomba mempunyai masa rehat yang mencukupi dan bilangan hari cuti yang sama. Maka, pengagihan tugas perlu dilakukan secara adil. Tambahan pula, proses penjadualan tugas di balai cawangan Sembulan merupakan perkara yang sukar kerana bilangan ahli bomba adalah lebih daripada 60 orang. Oleh sebab itu, penjadualan tugas secara manual bagi anggota bomba Sembulan merupakan perkara yang memerlukan masa yang lama untuk diselesaikan.

Selain itu, penjadualan tugas anggota bomba perlu dilakukan selaras dengan polisi penjadualan tugas yang disediakan oleh Ibu pejabat JBPM di Putrajaya. Salah satu polisi JBPM adalah untuk memastikan tenaga kerja bomba digunakan sepenuhnya supaya proses atau perkhidmatan kebombaanan dapat dilaksanakan dengan cekap, berkesan dan bersistematik. Penjadualan tugas yang berkesan dan cekap dapat menjamin perkhidmatan kebombaanan yang profesional dan unggul untuk melindungi nyawa, harta benda dan alam sekitar serta memberikan perkhidmatan dalam semua keadaan bencana.

1.2.1 Masalah yang Sedia Ada

Proses penjadualan tugas bagi Balai Bomba Sembulan adalah dilakukan secara manual. Terdapat beberapa perkara yang akan merumitkan proses penyediaan jadual tugas. Contohnya, kekurangan bilangan ahli bomba yang disebabkan oleh menghadiri kursus, sakit, mengalami kecederaan, ataupun memberi taklimat di kempen-kempen tertentu. Disebabkan masalah tersebut, pegawai yang menyediakan jadual bertugas perlu mencari pengganti dengan secepat mungkin. Kebiasaannya, beberapa orang

ahli bomba dari syif lain atau ahli bomba sukarela akan diberitahu untuk bersiap sedia jika berlaku masalah di atas.

Selain itu, permintaan peribadi bagi ahli bomba untuk meminta cuti perlu dipertimbangkan dalam mengatur jadual tugas pada hari tersebut. Disebabkan jadual penugasan dijalankan secara manual dan melibatkan seramai 63 orang ahli bomba, kemungkinan besar pegawai penjadualan tugas hanya mempertimbangkan cuti yang dipohon oleh pegawai bomba tertentu tanpa mengambil perhatian terhadap permintaan pegawai lain yang ingin bercuti pada hari tertentu. Masalah ini sejurus akan menyebabkan corak pengagihan kerja yang tidak adil.

Semua masalah yang dinyatakan di atas secara tidak langsung akan menjejaskan semangat kerjasama di kalangan ahli bomba. Ini seterusnya akan memberi impak yang besar kepada tugas mereka. Oleh itu, kajian disertasi ini adalah untuk memperbaiki jadual tugas yang sedia ada kepada jadual tugas dengan penggunaan komputer, supaya proses penjadualan tugas dapat dijalankan dengan lebih cepat dan bersistematik.

1.3 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk membina model pengaturcaraan gol 0-1 yang mengambil kira polisi Balai Bomba dan kehendak anggota bomba. Aplikasi pengaturcaraan gol 0-1 dalam kajian ini adalah untuk membina jadual tugas bagi anggota bomba supaya dapat memudahkan proses pengagihan tugas.

1.4 Manfaat Kajian

Kajian disertasi ini bertujuan untuk membina jadual tugas dengan menggunakan pendekatan pengaturcaraan gol. Jadual yang dihasilkan dapat memudahkan, mempercepatkan seterusnya menjimatkan masa pegawai yang menyediakan jadual tugas tersebut. Melalui model tersebut, masalah yang timbul disebabkan oleh permohonan cuti mahupun kekurangan tenaga bomba dapat diminimumkan.

Selain itu, keadilan dalam aspek pengagihan tugas dapat dicapai supaya semua ahli bomba akan mendapat bilangan cuti yang sama. Di samping itu, cara penjadualan yang ditentukan oleh pengiraan komputer dapat menjamin perkhidmatan kebombaannya yang berkesan, cekap dan bersistematik. Pegawai penjadualan tugas tidak perlu menyemak semula jadual tugas pada setiap hari kerana model yang dibina adalah berguna untuk tempoh dua minggu. Proses kerumitan dalam membuat jadual tugas dapat diminimumkan. Pegawai tersebut hanya perlu memastikan dan mengawasi semua ahli bomba bertugas mengikut syif masing-masing berdasarkan jadual yang dihasilkan oleh pendekatan pengaturcaraan gol.

1.5 Skop Kajian

Kajian ini telah dilakukan di Balai Bomba Sembulan Kota Kinabalu Sabah yang melibatkan seramai 63 orang ahli bomba. Segala maklumat yang berkaitan dengan anggota bomba dan data penjadualan tugas yang disediakan secara manual diperolehi melalui proses menemuramah Penolong Peribadi Ketua Bomba di Sembulan iaitu En. Lucius Dambarat.

Secara am, ahli-ahli bomba akan ditugaskan secara berpasukan untuk menjalankan tugas. Mereka akan dipecahkan kepada 21 orang dalam skuad atau

kumpulan A, B dan C masing-masing. Setiap skuad tersebut akan bertugas mengikut syif tertentu, iaitu syif 1 yang bermula pada waktu pagi (0800-2000) atau syif 2 yang bertugas pada waktu petang (2000-0800) dan setiap syif adalah sebanyak 12 jam. Selain itu, berdasarkan polisi JBPM, bilangan ahli Bomba yang diperlukan bagi setiap kumpulan adalah sekurang-kurangnya 16 orang. Manakala, bilangan maksimum boleh mencapai sehingga 21 orang ahli bomba.

Oleh itu, daripada semua data yang diperoleh, suatu model pengaturcaraan gol akan dibina dengan mempertimbangkan beberapa perkara seperti bilangan ahli bomba, bilangan hari bekerja, bilangan hari bercuti, dan sebagainya. Pembinaan model ini akan dibincangkan dengan lebih lanjut dalam Bab 3.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Penjadualan tugas merupakan perkara yang amat penting bagi pengagihan kerja. Penyediaan jadual tugas yang menggunakan perumusan model matematik merupakan pendekatan yang amat berkesan, terutamanya kepada organisasi yang mempunyai bilangan pekerja yang ramai. Tambahan pula, Blöhliger (2004) telah membuat kajian dan analisis yang jelas terhadap elemen-elemen asas pembinaan model penjadualan tugas yang praktikal. Selain itu, aplikasi tersebut telah menyumbang banyak kebaikan dalam kehidupan sebenar. Contohnya, mempercepatkan proses pembinaan jadual tugas dan membantu dalam aspek membuat keputusan. Perkembangan perumusan model matematik kebanyakan melibatkan kaedah daripada penyelidikan operasi, pengaturcaraan matematik dan statistik. Manakala, terdapat banyak cara bagi menyelesaikan masalah model penjadualan tugas seperti penggunaan pengaturcaraan gol, pengaturcaraan linear, pengaturcaraan tak linear, pengaturcaraan integer dan sebagainya.

2.2 Aplikasi Model Matematik dalam Penjadualan Tugas

Pada tahun 1982, Saladin mengaplikasikan pengaturcaraan gol dan teori aturan dalam penjadualan tugas bagi penempatan pengawai polis peronda. Saladin (1982) memperkembangkan beberapa kaedah bagi pembuat keputusan untuk membantu

pegawai yang membina jadual tugas. Kaedah yang dikembangkan adalah mementingkan saiz bilangan pegawai peronda dan syarat perlu bagi kenderaan peronda. Keputusan utama yang diberikan adalah berdasarkan kepada keperluan masa penempatan kenderaan dalam satu hari dan pencapaian perkhidmatan mengikut sistem pengurusan.

Selain itu, Millar dan Kiragu (1998) menggunakan analisis rangkaian untuk menyelesaikan masalah model matematik penjadualan tugas jururawat dengan syif 12 jam. Tambahan pula, kajian tersebut memperkenalkan konsep *stint*, iaitu merupakan satu corak bertugas setiap permulaan hari bekerja, tempoh, kos dan bagaimana syif dijalankan. Selain itu, menurut Topaloglu (2009), pengaturcaraan linear, pengaturcaraan integer, dan pengaturcaraan gol juga diaplikasikan dalam penjadualan tugas jururawat. Manakala, Jaumard *et al.* (1998) memperkenalkan model pengaturcaraan linear yang mengaplikasikan lajur generasi dan cabang kepada penjadualan tugas bagi jururawat.

Pada tahun 2003, Bard *et al.* memperkenalkan kajian terhadap masalah penjadualan tugas yang dihadapi oleh perkhidmatan pos di Amerika Syarikat. Senario yang dipertimbangkan dalam kajian tersebut adalah bertujuan untuk mengurangkan saiz bilangan tenaga pekerja. Manakala, senario yang dititikberatkan adalah seperti keperluan bekerja secara dua hari berturut-turut, pembolehkan setiap masa permulaan kerja, penggunaan pekerja sambilan, dan syarat-syarat polisi kepada pekerja sepenuh masa dan sambilan. Model masalah yang terbentuk adalah berdasarkan kepada pekerja bertugas secara sepenuh masa dan sambilan, serta polisi yang perlu dipatuhi oleh setiap pekerja dalam organisasi tersebut. Penyelesaian masalah model kajian tersebut adalah menggunakan pengaturcaraan linear integer dan diselesaikan dengan menggunakan CPLEX.

2.3 Aplikasi Pengaturcaraan Gol dalam Penjadualan Tugas

Kaedah pengaturcaraan gol telah diaplikasikan secara meluas dalam pelbagai bidang (Wan Rosmanira Ismail *et al.*, 2009), seperti sistem pengangkutan, bahagian membuat panggilan, sistem penjagaan kesihatan, perkilangan, bahagian keselamatan, perkhidmatan awam, dan sebagainya (Topaloglu, 2009).

Menurut Saad dan Sharif (2004), pendekatan pengaturcaraan gol sangat berguna dalam penyelesaian masalah pembinaan jadual tugas dan penting dalam kajian-kajian yang berkaitan dengan pemodelan, penyelesaian dan analisis pengaturcaraan matematik bagi multi-objektif.

Pada tahun 2007, Mathirajan dan Ramanathan menggunakan pengaturcaraan gol 0-1 dalam penyelesaian masalah penjadualan tugas jurujual oleh sebuah syarikat perkilangan elektronik yang besar di India. Penjadualan tugas tersebut mengambil kira beberapa jenis situasi seperti, penjadualan lawatan pegawai pemeriksa, lawatan pegawai politik apabila kempen pilihan raya diadakan dan sebagainya.

Penjadualan jururawat merupakan tugas mencabar yang dinamik dan perlu ditangani dari masa ke semasa (Wan Rosmanira Ismail *et al.*, 2009). Menurut Warner (1976), sistem penjagaan kesihatan yang berkait dengan penetapan jururawat boleh dibahagikan kepada 4, iaitu:

- a. Menentukan bilangan jururawat mengikut kepakaran di setiap unit supaya seimbang.
- b. Menentukan masa bagi setiap jururawat bertugas dan bercuti dalam tempoh penjadualan dan bilangan minimum jururawat mengikut kepakaran yang diperlukan pada setiap syif dan hari.

- c. Menyediakan jururawat yang bersedia untuk menampung ketidakhadiran jururawat lain (seperti permohonan cuti tahunan, sakit dan kecemasan).
- d. Penetapan tugas jururawat bagi syif tertentu.

Selain itu, Lee dan Schniederjans (1983) telah membangunkan model pengaturcaraan gol untuk menyelesaikan masalah berkaitan dengan pengagihan guru-guru ke 22 buah sekolah persendirian di sebuah daerah di Amerika. Manakala, Schniederjans dan Kim (1987) juga mengaplikasikan pengaturcaraan gol dalam pengagihan kursus pengajaran berdasarkan fakulti universiti.

Secara keseluruhan, terdapat banyak kaedah pengaturcaraan matematik dan penyelidikan operasi diaplikasikan dalam kajian-kajian tersebut. Terutama, kepada kajian penjadualan tugas kerana biasanya terdapat banyak matlamat yang perlu dicapai.

Dalam kajian ini, pengaturcaraan gol akan digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadualan tugas bagi balai bomba. Hal ini kerana, pengaturcaraan gol dapat menangani matlamat yang perlu dicapai oleh kajian dan dapat mencari penyelesaian yang optimum. Di samping itu, pengaturcaraan gol merupakan pendekatan yang paling sesuai digunakan untuk menyelesaikan masalah pengaturcaraan matematik yang mempunyai pelbagai objektif.

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Pengenalan kepada Pengaturcaraan Gol

Pengaturcaraan gol merupakan satu teknik yang lebih efisien berbanding dengan pengaturcaraan linear, ini kerana pengaturcaraan gol boleh menangani lebih daripada satu matlamat (Kim & Emery, 2000). Perbezaan di antara pengaturcaraan linear dengan pengaturcaraan gol adalah model pengaturcaraan gol tidak mengoptimumkan fungsi objektif, manakala ia cuba meminimumkan pembolehubah sisihan antara matlamat yang ingin dipenuhi. Di samping itu, matlamat-matlamat tersebut perlu disusun mengikut aras keutamaan sebagai contohnya matlamat tersebut diberikan keutamaan yang perlu diselesaikan terlebih dahulu berdasarkan kepada kepentingan matlamatnya.

Pengaturcaraan gol mempunyai dua jenis pembolehubah sisihan, iaitu pembolehubah sisihan positif dan pembolehubah sisihan negatif. Pembolehubah positif diwakili sebagai d^+ yang bermaksud matlamat tersebut adalah lebih pencapaian, manakala pembolehubah negatif ditulis seperti d^- dengan mewakili matlamat tersebut di bawah capaian (Kim & Emery, 2000).

Selain itu, d^+ dan d^- juga diberikan definisi sebagai pembolehubah bersandar. Kedua-dua pembolehubah tersebut boleh bernilai positif. Jika kekangan asal yang

mempunyai ketaksamaan (\leq) dan $d^- > 0$, maka matlamat tersebut mencapai matlamat yang diperlukan, sebaliknya jika terdapat $d^+ > 0$ maka bermaksud matlamat tersebut tidak dapat dicapai. Di samping itu, biasanya nilai yang lebih daripada kosong akan dipilih (Taha, 2007).

Pengaturcaraan gol mengandungi 2 jenis set kekangan, iaitu set kekangan tegar dan set kekangan liut (Taha, 2007). Set kekangan tegar merupakan kekangan yang mesti dipatuhi dan set kekangan liut merupakan kekangan yang mungkin boleh tidak dipatuhi (Wan Rosmanira Ismail *et al.*, 2009). Dalam kajian ini, set kekangan tegar merupakan polisi yang telah ditetapkan oleh ibu pejabat balai bomba dan kehendak pegawai balai bomba merupakan set kekangan liut.

Selain itu, terdapat 2 kaedah penyelesaian dalam pengaturcaraan gol, iaitu kaedah berpemberat dan kaedah primitif (Taha, 2007).

3.1.1 Kaedah Berpemberat

Kaedah berpemberat adalah membentuk satu fungsi objektif tunggal yang merangkumi jumlah penambahan pemberat bagi fungsi-fungsi matlamat suatu masalah. Penyelesaian menggunakan kaedah berpemberat merupakan pengaturcaraan linear yang biasa. Katakan model pengaturcaraan gol mempunyai n matlamat dan matlamat ke- i diberikan sebagai berikut:

$$\text{Minimum } G_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.1)$$

Oleh itu, fungsi matlamat bagi kaedah berpemberat adalah ditulis sebagai berikut:

$$\text{Minimum } z = \sum_{i=1}^n w_i G_i \quad (3.2)$$

dengan parameter w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) merupakan pemberat bernilai positif yang dipilih oleh pembuat keputusan dengan merujuk kepada kepentingan setiap matlamat.

3.1.2 Kaedah Primitif

Kaedah primitif pula mengoptimumkan matlamat yang mempunyai aras keutamaan tertinggi terlebih dahulu seterusnya diikuti dengan aras keutamaan rendah. Selain itu, kaedah primitif mempunyai penambahan algoritma yang serasi dengan kaedah simpleks. Dalam kaedah primitif, pembuat keputusan perlu memberikan aras keutamaan berdasarkan kepentingan matlamat bagi masalah tersebut dengan mengikut urutan. Jika diberi suatu matlamat n atau objektif masalah, maka ia boleh ditulis seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimum } G_1 &= p_1 \\ \text{Minimum } G_2 &= p_2 \\ &\vdots \\ \text{Minimum } G_n &= p_n \end{aligned} \quad (3.3)$$

Dalam kaedah ini, pembolehubah p_i merupakan komponen bagi pembolehubah sisihan d_i^+ atau d_i^- bagi matlamat i . Manakala, cara model matlamat dan aras keutamaan adalah ditulis dalam urutan seperti:

$$G_1 = p_1 > G_2 = p_2 > \dots > G_n = p_n \quad (3.4)$$

RUJUKAN

- Bard, J. F., Binicia, C. & Desilva, A. H. 2003. Staff scheduling at the United States Postal Service. *Computers & Operations Research*, **30**: 745-771.
- Blöhliger, I. 2004. Modeling staff scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, **158**: 533-542.
- Jabatan Bomba dan Penyelamat, Malaysia, 2007. *Sejarah*.
<http://www.bomba.gov.my/>.
- Jaumard, B., Semet, F., Vovor, T. 1998. A generalized linear programming model for nurse scheduling. *European Journal of Operational Research*, **107**: 1-18.
- Kim, G. C. & Emery, J. 2000. An application of zero-one goal programming in project selection and resource planning – A case study from the Woodward Governor Company. *Computers & Operations Research*, **27**: 1389-1408.
- Lee, S. M. & Schniederjans M. J. 1983. A multicriteria assignment problem: A goal programming approach. *Interfaces*, **13** (4): 75-81.
- Mathirajan, M. & Ramanathan, R. 2007. A (0–1) goal programming model for scheduling the tour of a marketing executive. *European Journal of Operational Research*, **179**: 554-566.
- Millar, H. H. & Kiragu, M. 1998. Cyclic and non-cyclic scheduling of 12 h shift nurses by network programming. *European Journal of Operational Research*, **104**: 582-592.
- Saad, O. M. & Sharif, W. H. 2004. Stability set for integer linear goal programming. *Applied Mathematics and Computation*, **153**: 743-750.

- Saladin, B. A. 1982. Goal programming applied to police patrol allocation. *Journal of Operations Management*, **2** (4): 239-249.
- Schniederjans, M. J. & Kim, G. C. 1987. A goal programming model to optimize departmental preference in course assignments. *Computer & Operations Research*, **14** (2): 87-96.
- Taha, H. A. 2007. *Operations Research: An Introduction*. Ed. ke-8. Pearson Education Inc, New Jersey.
- Topaloglu, S. 2009. A shift scheduling model for employees with different seniority levels and an application in healthcare. *European Journal of Operational Research*, **198**: 943-957.
- Wan Rosmanira Ismail, Ruzzakiah Jenal, Liong, C. Y. & Mohd. Khairi Muda. 2009. Penjadualan kerja berkala jururawat menggunakan kaedah pengaturcaraan gol 0-1. *Sains Malaysiana*, **38** (2): 233-239.
- Warner, D. M. 1976. Scheduling nursing personnel according to nursing preference: A mathematical programming approach. *Operations Research*, **24** (5): 842-856.