

MEMORANDUM DAN G. MENCONTO MENYEDIA
LEMBU MENYEDIA DAN KEMERIS UNIT DENGAN
MEMORANDUM DAN G. MENCONTO MENYEDIA
(MURAZLIDA AHMAD)

MUR AZLIDA AHMAD

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGANU

2000



LP 16 FST 3 2009



1100076421

Meminimumkan bilangan pengguna tempat letak kenderaan di kampus UMT dengan menggunakan pengaturcaraan linear (kaedah simpleks) / Nur Azlida Ahmad.

PERPUSTAKAAN SULTANAH NUR ZAHIRAH
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU (UMT)
21030 KUALA TERENGGANU

1100076421		

Lihat sebelah

HAK MILIK
PERPUSTAKAAN SULTANAH NUR ZAHIRAH UMT

**MEMINIMUMKAN BILANGAN PENGGUNA TEMPAT LETAK KENDERAAN DI
KAMPUS UMT DENGAN MENGGUNAKAN PENGATURCARAAN LINEAR
(KAEDAH SIMPLEKS)**

Oleh
Nur Azlida Bt. Ahmad

Projek Ilmiah Tahun Akhir ini diserahkan untuk memenuhi
Sebahagian keperluan bagi
Ijazah Sarjana Muda Sains (Matematik Komputasi)

JABATAN MATEMATIK
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU
2009

1100076421



**JABATAN MATEMATIK
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN MAT 4499 B

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk MEMINIMUMKAN BILANGAN PENGGUNA TEMPAT LETAK KENDERAAN DI KAMPUS UMT DENGAN MENGGUNAKAN PENGATURCARAAN LINEAR (KAEDAH SIMPLEKS) oleh NUR AZLIDA BT AHMAD No.Matriks: UK 14027 telah diperiksa dan semua pembedaan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Matematik sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperolehi Ijazah Sarjana Muda Sains Matematik Komputasi, Fakulti Sains dan Teknologi, UMT.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: **SITI MADHIYAH BINTI ABD MALIK**
Pensyarah
Jabatan Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Malaysia Terengganu
21030 Kuala Terengganu

Tarikh: 4/5/09

Ketua Jabatan Matematik

Nama:

Cop Rasmi: **DR. HJ. MUSTAFA BIN MAMAT**
Ketua
Jabatan Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Malaysia Terengganu
21030 Kuala Terengganu

Tarikh: 4/5/09

PENGAKUAN

Saya mengakui Projek Ilmiah Tahun Akhir yang bertajuk Meminimumkan Bilangan Pengguna Tempat Letak Kenderaan di Kampus UMT Dengan Menggunakan Pengaturcaraan Linear (Kaedah Simpleks) adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

Tandatangan : 
Nama : Nur Azlida Bt Ahmad
No. Matrik : UK14027
Tarikh : 4 MEI 2009

PENGHARGAAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh...

Segala puji bagi Allah S.W.T. pencipta sekalian alam dan selawat serta salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W, ahli keluarga baginda, sahabat-sahabat dan sesiapa pengikut mereka yang ikhlas dan hinggalah hari kiamat.

Alhamdulillah, bersyukur ke hadrat Ilahi dengan rahmat dan hidayah yang diberikan, kajian ini dapat disempurnakan.

Dalam proses menyempurna kajian ini, penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia kajian, Cik Siti Madhiah Bt Abd Malik kerana tunjuk ajar, sokongan dan nasihat yang telah diberikan.

Kepada keluarga yang sentiasa memberi dorongan dan semangat untuk terus mencapai kejayaan dan kecemerlangan. Juga kepada rakan-rakan, walau dari mana asal usul kita, kita mempunyai matlamat yang sama. Jutaan terima kasih juga kepada para pensyarah di UMT kerana bimbingan dalam proses menimba ilmu. Semoga ilmu yang diperolehi dapat digunakan dalam membentuk Malaysia sebagai negara yang maju.

Akhir sekali ucapan penghargaan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

Wabillahi Taufik Walhidayah, Wassalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Dalam kajian ini, bilangan tempat letak kenderaan di kawasan yang banyak penggunaannya diambilkira bagi memenuhi kehendak pengguna kenderaan agar kenderaan mereka tidak menghalang lalu lintas dan berada dalam keadaan selamat. Kaedah pengaturcaraan linear dengan menggunakan perisian LINDO 6.1 digunakan untuk memperolehi penyelesaian yang sistematik untuk penambahan atau peningkatan kawasan tempat letak kenderaan di kampus Universiti Malaysia Terengganu (UMT). Hasil kajian mendapati, pengurangan bilangan pengguna tempat letak kenderaan adalah langkah yang terbaik bagi mengatasi masalah lalulintas dan kekurangan tempat letak kenderaan sekaligus dapat memaksimumkan bilangan lot tempat letak kenderaan. Dalam kajian ini, kampus UMT menjadi sasaran, khususnya di kawasan Fakulti Sains dan Teknologi (FST), kompleks kuliah dan perpustakaan(PSNZ). Kawasan-kawasan yang terpilih ini, dikenalpasti mengalami masalah kekurangan tempat letak kenderaan yang serius terutama kenderaan seperti kereta. Walau bagaimanapun, kenderaan seperti motosikal tidak mengalami sebarang masalah yang serius berbanding kereta kerana peningkatan penggunaan kenderaan seperti kereta semakin meningkat di kalangan pelajar mahupun kakitangan akibat faktor-faktor yang tidak dapat dielak seperti ketidakpastian cuaca. Oleh sebab itu, permintaan terhadap tempat letak kenderaan bertambah dan UMT dapat menampung permintaan ini berdasarkan kajian ini. Sumbangan kepada dunia ilmu pula, kajian ini boleh dijadikan rujukan atau panduan bagi permasalahan tempat letak kenderaan secara global kerana hasil kajian yang diperoleh adalah universal.

ABSTRACT

In this research, number of parking lots in places where vehicle users exceeds the number of parking lots will be taken into account so that the traffic problem will be eliminated and more safer parking lots will be provided. To achieve a systematic solution for increment of or adding parking lot spaces in University Malaysia Terengganu (UMT), linear programming method used. LINDO 6.1, software that used to derive the solution in this research. The best solution for this problem is to decrease the number of parking's users to eliminate the traffic jams, lack of parking spaces and can increase the number of parking lot. The research focuses on UMT parking problem only. Places like Faculty of Science and Technology (FST), lecture complex and the library (PSNZ) are the most problematic. This places are lack of parking lots and having the symptoms that written earlier. Car is the vehicle that involved in this problem. Motorcycle on the other hand, does not cause any serious problem to the environment of the places stated. The need of car usage is increasing nowadays among students and staffs of UMT because of certain factors that cannot be avoided like the uncertainty of the climate. So, needs for parking lots will increase and UMT should be able to provide it as this research shows the best solution. The contribution to the academic world is that the research will be used as reference or guideline to solve this kind of problems globally as the output of the research is universal.

KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN MAT 4499 B	ii
PENGAKUAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.1.1 Tempat letak kenderaan	2
1.1.2 Jenis tempat letak kenderaan	2
1.1.3 Penggunaan tempat letak kenderaan	3
1.2 Pernyataan masalah	4
1.3 Objektif	5
1.4 Batasan kajian	5
BAB 2 SOROTAN KAJIAN	
2.1 Model pengaturcaraan Linear	6
2.1.1 Pemaksimuman tempat letak kenderaan	7
2.2 Kajian lepas	7
BAB 3 METODOLOGI	
3.1 Penyediaan data	11
3.2 Pengekstrakkan data	11
3.3 Model matematik	13
3.3.1 Algoritma	13
3.3.2 Kaedah simpleks	14
3.3.3 Kaedah simpleks dalam bentuk piawai	14
3.3.4 Asas permodelan Pengaturcaraan Linear	15
3.3.5 Menilai kembali kaedah aljabar dalam kaedah Simpleks	17
3.3.6 Bentuk jadual	18
3.3.7 Paksi	19

3.4	Kaedah simpleks	19
3.4.1	Permasalahan formula	19
3.4.2	Masalah PL- kaedah penyelesaian	20
3.4.3	Permodelan PL	20
3.4.4	Pengiraan pengiraan tempat letak kenderaan	21
3.4.5	Analisis kepekaan	21
3.4.6	Analisis bagi pengoptimuman kawasan tempat letak kenderaan	21
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Jenis dan bilangan data yang diambil	23
4.2	Aplikasi ke dalam kaedah simpleks	24
4.2.1	Fungsi Objektif	24
4.2.2	Kekangan	25
4.3	Aplikasi perisian LINDO 6.1	25
4.4	Perbincangan	26
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Cadangan	30
	RUJUKAN	31
	BIODATA PENULIS	33
	LAMPIRAN	34

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
3.1	Data dari Unit Pembangunan UMT	12
3.2	Data bagi kawasan skop kajian	12
3.3	Data dari Unit Keselamatan UMT	12
4.1	Data bagi kawasan skop kajian	23
4.2.1	Fungsi Objektif	24
4.2.2	Kekangan	25
4.3	Keputusan/ hasil dari perisian LINDO 6.1	26

SENARAI RAJAH

No. Rajah

1.1 Jenis tempat letak kenderaan

Halaman

3

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Keratan Akhbar	34
B	Gambar Kawasan Skop Kajian	35
C	Gambar Jenis Tempat Letak Kenderaan	37
D	Keputusan/hasil Kajian dari Perisian LINDO 6.1	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Tempat letak kenderaan ialah suatu keadaan menghentikan sebuah kenderaan dan meninggalkan kosong untuk lebih daripada satu masa tertentu yang singkat. Tempat letak kenderaan wujud dalam bentuk garaj dan dalam bentuk petak yang dikhaskan untuk kenderaan. Ia biasanya berbentuk petak segi empat tepat yang bergarisan putih pada tar. Tempat letak kenderaan dibina di kawasan yang dikatakan ramai penggunaannya samada di kawasan yang kecil kuantiti penggunaannya seperti tempat kediaman mahupun kawasan yang besar seperti sekolah, hospital, kompleks beli-belah dan agensi perniagaan yang lain.

Terdapat dua jenis bentuk tempat letak kenderaan iaitu secara menegak dan selari. Ianya bergantung kepada bentuk sesuatu kawasan yang memerlukan tempat letak kenderaan. Walaubagaimanapun setiap pembinaan tempat letak kenderaan perlulah mengikut undang-undang yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa kerajaan seperti Majlis Perbandaran dan Jabatan Pengangkutan Jalan (JPJ). Pembinaan tempat letak kenderaan juga perlulah sesuai dengan keadaan tempat bagi mengelak berlakunya kesesakan lalulintas dan ketidakpuasan pengguna kenderaan.

Bagi kawasan seperti pusat bandar, ia memerlukan kawasan tempat letak kenderaan yang banyak bagi menampung pengguna kenderaan bermotor. Sebagai contoh di kompleks beli-belah, tempat letak kenderaan yang disediakan bertingkat-tingkat bagi memastikan penjimatan ruang pengguna kenderaan terjamin.

Oleh itu, penambahan atau peningkatan tempat letak kenderaan adalah satu bahagian terpenting bagi sistem pengangkutan bandar dan juga institusi pengajian tinggi memandangkan peratusan penggunaan kenderaan semakin meningkat dari semasa ke semasa.

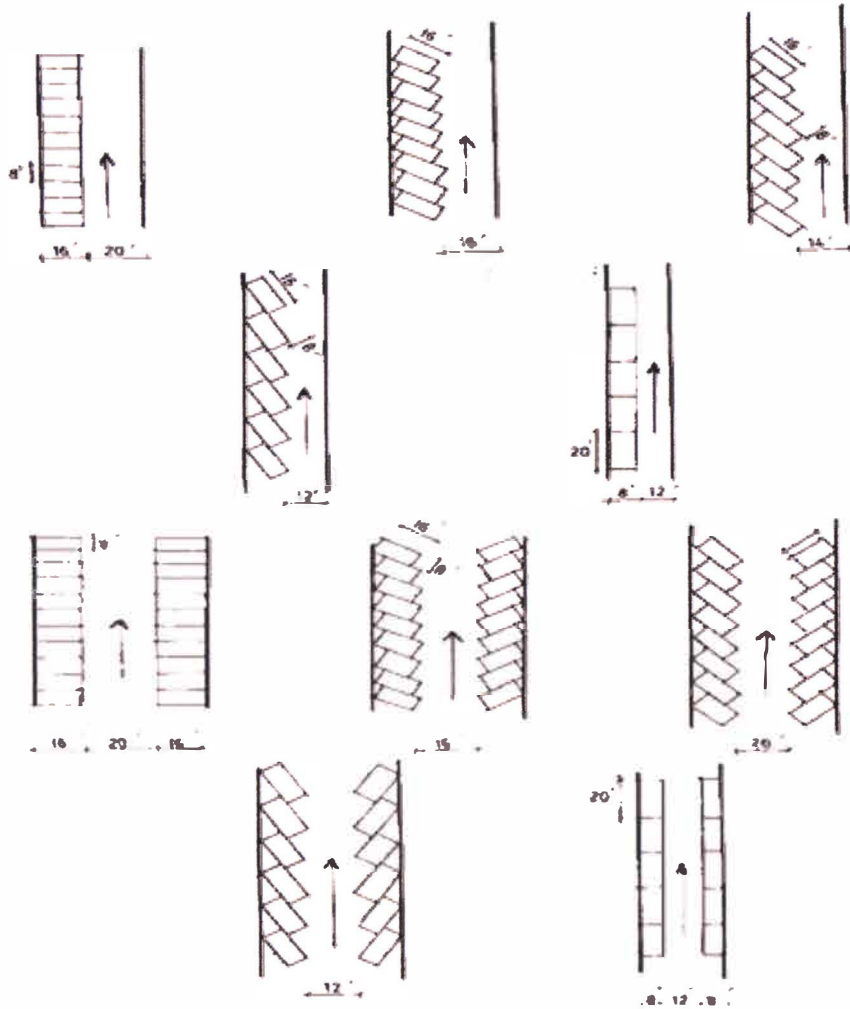
1.1.1 Tempat Letak Kenderaan

Secara amnya, masalah tempat letak kenderaan merupakan yang sering dihadapi oleh perancang-perancang dan jurutera lalu lintas. Dalam sesuatu pembinaan, data asas yang berkaitan bagi mewujudkan ruang tempat letak kenderaan seperti penggunaan dan corak permintaan pengguna perlu diambilkira dan dianalisis. Dari segi bentuk tempat letak kenderaan pula, ia bergantung kepada mekanisma pergerakan dan keperluan ruang tempat letak kenderaan.

Perjalanan yang biasanya meningkat pada waktu-waktu kemuncak juga mempengaruhi corak dan penggunaan tempat letak kenderaan seperti harga dan penahanan meletakkan kenderaan.

1.1.2 Jenis Tempat Letak Kenderaan

Dalam kawasan kajian terdapat berbagai bentuk tempat letak kenderaan yang telah dibina. Kebanyakan tempat letak kenderaan seperti kereta dan motosikal dibina dalam bentuk jenis 450, selari dan menegak. (Sila rujuk Rajah 1.1 : Jenis Tempat Letak Kenderaan).



Rajah 1.1 : Jenis tempat letak kenderaan

1.1.3 Penggunaan Ruang Tempat Letak Kenderaan

Berdasarkan kajian yang dijalankan, jelas menunjukkan bahawa masa puncak tempat letak kenderaan ialah di antara pukul 9.00 pagi dan 12.00 tengahari. Manakala pada waktu petang, masa kemuncak ialah dari pukul 2.00 petang hingga pukul 4.00 petang. Oleh itu, kawasan tempat letak kenderaan mempunyai aktiviti yang aktif semasa waktu kuliah/pejabat dan penghuninya akan berkurangan selepas waktu kuliah/pejabat. Selepas pukul 5.00 petang, tempat letak kenderaan mempunyai ruang kosong yang tinggi kerana kebanyakan pelajar dan kakitangan mulai keluar dari kampus dan hanya sebilangan kecil sahaja yang masih mempunyai waktu kuliah pada masa ini.

1.2 Pernyataan Masalah

Sekarang ini, bandaraya-bandaraya besar dan Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA) mahupun IPTS kebanyakan mempunyai kesukaran dalam mencari tempat letak kenderaan yang sesuai dan selamat bagi mengelak dari kesesakan lalulintas. Keadaan ini berlaku terutama sekali dalam kali pertama atau dalam jangka masa tertentu bagi tahap penggunaan tempat letak kenderaan yang tinggi. Kesukaran bagi orang awam mendapatkan ruang tempat letak kenderaan mungkin menyebabkan kesesakan lalulintas termasuklah gangguan bunyi bising dan pencemaran udara sekitar kawasan tempat letak kenderaan.

Bagaimanapun kawasan tertentu atau yang telah dikhaskan telah disediakan oleh institusi atau syarikat bagi mereka yang mempunyai jawatan penting di institusi atau syarikat tersebut sebagai tapak tempat letak kenderaan individu, di mana mereka boleh menggunakan satu tempat letak kenderaan tertentu pada suatu masa tertentu dan tiada had masa dalam penggunaan tempat letak kenderaan serta tiada masalah lalulintas yang wujud.

Pemandu juga sering memilih tempat letak kenderaan yang berhampiran dengan tempat yang ingin dituju bagi memudahkan pergerakan mereka. Kawasan tempat letak kenderaan yang selesa dan dilindungi panas juga salah satu faktor pemilihan untuk meletakkan kenderaan.

Kampus universiti telah menyediakan kawasan tempat letak kenderaan bagi semua kakitangan dan pelajar dengan teratur. Walau bagaimanapun ruang yang disediakan masih tidak mencukupi memandangkan peningkatan penggunaan kenderaan yang mendadak oleh kakitangan dan pelajar.

1.3 Objektif

Objektif utama kajian ini dilakukan adalah :

- Meminimumkan penggunaan tempat letak kenderaan dan membuat perbandingan bagi bilangan sebenar tempat letak kenderaan yang tersedia ada dengan bilangan lot tempat letak kenderaan yang diperolehi hasil dari pengiraan secara model matematik (Pengaturcaraan Linear).
- memaksimumkan bilangan lot tempat letak kenderaan bagi menampung jumlah pelajar dan kakitangan yang semakin meningkat setiap tahun.

1.4 Batasan Kajian

Kajian ini dibataskan kepada kawasan tempat letak kenderaan seperti kompleks kuliah, Fakulti Sains dan Teknologi(FST) dan Perpustakaan Sultanah Nur Zahirah (PSNZ). Pemerhatian dan pemilihan telah dibuat bagi menentukan kawasan yang sesuai untuk penyelidikan ini.

BAB 2

SOROTAN KAJIAN

2.1 Model Pengaturcaraan Linear

Pengaturcaraan linear ialah satu alat untuk mengoptimumkan proses dalam membuat keputusan. Menurut Taha(1999) telah memberitahu bahawa pengaturcaraan linear akan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang mana terdiri daripada pembolehubah, kekangan dan fungsi objektif yang boleh diketahui. Selain daripada pembuatan penyelesaian masalah, pengaturcaraan linear juga boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah sumber pencatuan.

Penyediaan kawasan tempat letak kenderaan adalah salah satu masalah yang timbul di institusi pengajian tinggi di Malaysia yang harus dikurangkan penggunaannya bagi mengelak dari berlakunya kesesakan lalulintas. Terdapat beberapa fungsi-fungsi kekangan dan objektif yang telah dikenalpasti oleh penulis. Oleh itu, masalah kekurangan tempat letak kenderaan boleh diselesaikan dengan menggunakan model pengaturcaraan linear. Kita akan menganggap hanya kes khas di mana kekangan adalah suatu persamaan dan pembolehubah adalah tak negatif, tetapi lebih banyak kes-kes yang sedang diturunkan dengan mudah untuk setiap kes yang berlaku.

2.1.1 Memaksimumkan Tempat Letak Kenderaan

Memaksimumkan tempat letak kenderaan bermaksud menambahkan atau melebihi lagi ruang tempat letak kenderaan sama ada pada tempat-tempat individu, khas atau awam. Bekalan tempat letak kenderaan yang berlebihan juga akan mewujudkan suasana yang aman tanpa berlakunya kesesakan laulintas.

2.2 Kajian Lepas

Terdapat banyak penyelidikan terdahulu yang berkaitan dengan tempat letak kenderaan yang telah dibuat sebelum ini antaranya:

Shang et al. (2007) telah mengkaji masalah kawasan tempat letak kenderaan pada kampus universiti. Dalam tahun-tahun kebelakangan ini, kakitangan pihak universiti cenderung memilih kediaman-kediaman mereka di luar kampus. Hasil perubahan yang berlaku, jumlah kenderaan persendirian yang dimiliki mereka semakin meningkat dengan pesat. Komunikasi antara universiti dengan kaum serta masyarakat luar telah menjadi jauh lebih rapat daripada sebelum ini. Artikel ini telah membentangkan satu kajian kes bagi masalah tempat letak kenderaan di kampus dimana Beijing University Aeronautics dan Astronautics telah diambil sebagai contoh tempat kajian. Tinjauan dan analisis telah dilakukan seperti aliran masuk kampus dan aliran keluar bagi kenderaan, lokasi dan penggunaan bagi tempat letak kenderaan serta tingkahlaku pemandu semasa di tempat letak kenderaan.

Menurut, Arnott dan Inci (2006) juga telah mengkaji mengenai masalah tempat letak kenderaan dari segi perspektif ekonomi. Sebuah model atau kaedah tempat letak kenderaan telah dibina bagi kawasan pusat bandar yang mengintegrasikan kesesakan lalulintas. Ciri-ciri sebuah model mudah tepu (*saturated*) pada kawasan tempat letak kenderaan dan kesesakan lalulintas ditunjukkan bagi kawasan-kawasan pusat bandar

dan bandar-bandar utama sepanjang waktu perniagaan. Jumlah kawasan tempat letak kenderaan per unit kawasan serta tempoh tempat letak kenderaan per perjalanan, adalah tetap.

Teodorovic' dan Lucic'(2005), konsep asas sistem tempahan dan sistem pengurusan hasil (*output*) tempat letak kenderaan adalah amat penting. Mereka telah mencadangkan satu sistem kawalan inventori tempat letak kenderaan yang diasaskan melalui satu kombinasi logik kabur dan teknik-teknik pengaturcaraan yang dibuat secara dalam talian(*online*) bagi keputusan-keputusan sama ada untuk menerima atau menolak. Hasil yang diperolehi daripada kaedah yang dijalankan ialah satu keputusan yang dibuat dalam masa nyata(*real-time*) untuk menerima atau menolak permintaan bagi kesesuaian tempat letak kenderaan. Keputusan untuk menerima atau menolak kesesuaian tempat letak kenderaan adalah tidak tentu(*contingent*) yang mungkin berlaku di kawasan tempat letak kenderaan seperti kerja-kerja pengubahsuaian tempat letak kenderaan yang telah dilakukan pada masa itu.

Selain itu, Zhao dan Collins(2004) telah membangunkan secara eksperimen di mana mereka telah menunjukkan satu algoritma tempat letak kenderaan selari yang automatik dan teguh untuk meletak kenderaan bagi tempat-tempat yang padat. Logik kabur direka bentuk untuk mengendalikan proses yang lebih mudah. Alat kawalan yang pertama ditunjukkan oleh simulasi dengan menggunakan kinematik model kegelinciran kenderaan berautonomi(AGV). Kertas ini juga membentangkan satu sistem kabur genetik yang menggunakan satu daya pembelajaran algoritma genetik untuk menentukan parameter yang berkesan bagi logik kabur yang maju dalam memajukan tempat letak kenderaan.

Connie (2004) telah membuat kajian untuk pelajar Petra Christian University bagi memahami keperluan kemudahan yang disediakan pada pelajar. Pengaturcaraan linear

telah digunakan bagi mengira bilangan bilik dan kawasan bagi kemudahan setiap yang boleh memuaskan kekangan dan untuk mendapatkan keuntungan yang optimum. Bilangan bilik tidur, bilik mandi, dan kawasan bagi kemudahan seperti ruang tamu, bilik makan, bilik rehat, kedai makan, kedai buku, pasar mini, gerai telefon, kemudahan sukan, dan tempat letak kenderaan adalah dicadangkan untuk membuat penambahan. Pelaburan kewangan yang munasabah, membolehkan asrama dibina pada masa akan datang.

Seterusnya Shoup (1999) telah mengkaji syarat-syarat tempat letak kenderaan perlu diminimumkan bagi setiap penggunaan ruang untuk mendapat keselesaan kenderaan. Syarat-syarat tempat letak kenderaan diminimumkan bagi menambah dan mengurangkan harga tetapi bukan kos tempat letak kenderaan. Hasilnya, tempat letak kenderaan adalah percuma untuk 99% perjalanan automobil di *United State*. Perbandingan dengan meminimumkan syarat-syarat tempat letak kenderaan dan harga pasaran membolehkan peruntukkan kawasan tempat letak kenderaan dengan cekap.

Kajian oleh Merriman (1998) pula telah menyediakan bukti berdasarkan pemerhatian bukan teori (*empirical*) yang dapat meningkatkan muatan di bahagian sekatan tempat letak kenderaan pada landasan stesen komuter di kawasan Chicago. Bergantung pada tempoh masa, takrif kekangan dan pembolehubah bebas yang lain digunakan ekoran penambahan penuntut asrama menyebabkan berlakunya peningkatan bilangan tempat letak kenderaan.

Seterusnya dalam kajian Thompson dan Richardson (1996), telah membuat satu model atau kaedah yang mewakili kelakuan atau perangai pemilik kenderaan dalam mencari tempat letak kenderaan. Satu proses pencarian adalah ditakrifkan dalam satu permodelan rangka kerja yang menggunakan tatacara analisis. Perhubungan untuk menganggarkan keadaan pengguna di tempat letak kenderaan seperti semasa di jalan masuk, semasa menunggu dan di jalan keluar bagi komponen kos yang telah dimajukan.

Kesimpulan kajian telah ditunjukkan bahawa kelakuan semasa memilih tempat letak kenderaan dalam situasi secara persaingan (*competitive*) boleh digambarkan dengan satu proses pencarian.

Manakala menurut Goyal dan Gomes(1984), dalam kajiannya telah menggunakan model pengaturcaraan linear untuk menunjukkan penyelesaian pengoptimuman yang diperuntukkan bagi membangunkan kemudahan tempat letak kenderaan terhadap pembezaan kelas pengguna di kalangan masyarakat di mana universiti dijadikan sebagai contoh. Perumusan yang diperolehi bagi pengaturcaraan linear ini iaitu masalah tempat letak kenderaan boleh diselesaikan dengan kaedah-kaedah yang sesuai bagi masalah penyelesaian pengangkutan. Untuk satu huraian terperinci masalah penyelesaian pengangkutan, kajian ini menggalakkan penyelidik merujuk mana-mana buah buku teks bagi teknik-teknik penyelidikan operasi.

Akhirnya, kajian melalui penggunaan GIS(*Geographic Information Systems*, seperti satu analisis ruang dan sifat data merupakan satu alat yang cekap bagi mencari tempat yang optimum untuk tempat letak kenderaan awam). Dalam kertas ini, diperkenalkan satu kaedah optimum untuk pemilihan tapak tempat letak kenderaan dengan menggunakan GIS. Dalam masalah ini, faktor berkesan dianggap daripada dua pendapat utama termasuk kecekapan tempat letak kenderaan dan masalah menyediakan ruang untuk tempat letak kenderaan terutama sekali dalam kawasan bandar yang pusat. Kemudian, pemilihan tapak konsep model bagi tempat letak kenderaan dibentangkan. Kawasan sesuai untuk tempat letak kenderaan juga dipilih terutama kawasan-kawasan trafik yang tinggi seperti bandar Shiraz di Iran. Kaedah yang berbeza digunakan untuk maklumat dan lapisan integrasi dan akhirnya kaedah ini dibandingkan (Vahid Karimi et al. 2005).

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Penyediaan Data

Memandangkan kajian ini meliputi skop kawasan kampus UMT, penulis telah memilih data-data di kawasan Fakulti Sains dan Teknologi (FST), kompleks kuliah dan perpustakaan (PSNZ). Antara maklumat yang dikumpul berkenaan dengan bilangan penggunaan kenderaan seperti motor dan kereta bagi pelajar dan kakitangan yang diperolehi dari Unit Keselamatan UMT serta bilangan dan keluasan tempat letak kenderaan. Data yang diperolehi akan dianalisis dan akan diuji dengan menggunakan perisian LINDO 6.1.

3.2 Pengekstrakan Data

Data-data yang dikumpul akan diekstrakkan ke dalam bentuk yang lebih mudah. Dalam hal ini, kajian akan menggunakan kaedah simpleks untuk memaksimumkan kawasan tempat letak kenderaan di kampus UMT. Kaedah ini dijangka akan mendapat nilai titik ekstrim(*optimum*) yang dikehendaki. Kaedah ini mudah difahami dan salah satu kaedah yang berkesan untuk mencari nilai titik ekstremum. Data yang diperolehi dari unit pembangunan UMT adalah seperti Jadual 3.1.

Jadual 3.1 : Data dari Unit Pembangunan UMT

Bil	Kawasan/tempat	Kod Dwg	Motosikal		Kereta		Jum. kawasan (m2)
			Bil	Keluasan(m2)	Bil	Keluasan(m2)	
1	FST	47	147	560	50	1176.5	1736.5
2	FASM	45	11	42	36	850	892
3	Komplek kuliah	41	80	305	32	754.2	1059.2
4	Pusat kesihatan	37,39	4	16	5	120	136
5	ANNEX FST	55			18	425	425
6	Dataran HEP	32			5	120	120
7	Bina syarahan	31	37	150	15	360	510
8	INOS	24,25			32	760	760
9	Kompleks HEPI	18			36	850	850
10	Kompleks Malomal	19	20	80	24	570	650
11	Akuatrop	22			2	50	50
12	Dewan badminton	16	6	25	5	120	145
13	Blak C & D	7,8			7	170	170
14	PSNZ	6	57	220	48	1130	1350
15	Dataran Universiti, canseleri	5	101	390	161	3800	4190
16	DSM	3	60	230	306	7200	7430
17	TNB	57			38	900	900
18	Pos Utama	2			7	170	170

Walau bagaimana pun fokus mengoptimumkan kawasan tempat letak kenderaan ialah ditiga kawasan seperti FST, PSNZ dan kompleks kuliah seperti Jadual 3.2.

Jadual 3.2 : Data bagi kawasan skop kajian

Bil	Kawasan/tempat	Kod Dwg	Motosikal		Kereta		Jum. kawasan (m2)
			Bil	Keluasan(m2)	Bil	Keluasan(m2)	
1	FST	47	147	560	50	1176.5	1736.5
2	Komplek kuliah	41	80	305	32	754.2	1059.2
3	PSNZ	6	57	220	48	1130	1350

Data dari Unit Keselamatan UMT juga diperolehi bagi mengetahui bilangan sebenar penggunaan kenderaan di kampus pada semester 2007/2008 seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.3.

Jadual 3.3: data dari Unit Keselamatan UMT

Pengguna	Kenderaan		Jumlah
	Motor	Kereta	
Kakitangan	480	1473	1953
Pelajar	562	1511	2073
Pelawat	tiada	53	53
Jumlah	1042	3037	4079

3.3 Model Matematik

Dalam penyelidikan ini telah menggunakan model pengaturcaraan linear untuk menyelesaikan masalah bagi mengoptimumkan kawasan tempat letak kenderaan bagi menampung pengguna kenderaan bermotor untuk kakitangan dan pelajar UMT sekaligus mengelakkan kesesakan lalulintas di kampus.

Pengaturcaraan linear mengandungi semua pembolehubah yang mengambil nilai integer yang tak negatif sahaja. Bagi memulakan model pengaturcaraan linear ini tiga aspek yang perlu diketahui dalam memulakan penyelidikan ialah:

- Pembolehubah bagi (ketidaktahuan) masalah.
- Kekangan yang mesti dikenakan kepada pembolehubah untuk memenuhi penghadan sistem yang dimodelkan.
- Matlamat (tujuan) yang perlu dicapai untuk menentukan penyelesaian terbaik (*optimum*) di antara semua nilai tersaur bagi pembolehubah.

Penyelidikan ini ingin menentukan bilangan kawasan tempat letak kenderaan yang memaksimumkan jumlah kenderaan yang digunakan sementara memenuhi kekangan mengenai pengguna kenderaan seperti kereta dan motosikal.

3.3.1 Algoritma

Kaedah yang akan digunakan dalam penyelidikan ialah kaedah simpleks di bawah model pengaturcaraan linear. Kaedah simpleks menggunakan proses lelaran yang bermula pada titik penjuru tersaur biasanya titik asalan dan bergerak secara teratur dari titik ekstrem tersaur kepada satu titik ekstrem tersaur lain sehingga akhirnya titik optimum akan dicapai.

3.3.2 Kaedah Simpleks

Langkah 1:

Tentukan penyelesaian asas permulaan dengan menetapkan $n-m$ pembolehubah yang sesuai (bukan asas) pada aras sifar.

Langkah 2:

Pilih pembolehubah yang masuk daripada pembolehubah tak asas (sifar) semasa, yang bila ditingkatkan nilainya daripada sifar boleh memperbaiki nilai fungsi matlamat. Sekiranya tiada satu pun wujud, maka pengiraan tamat; penyelesaian asas semasa adalah optimum. Jika tidak, pergi ke langkah seterusnya.

Langkah 3:

Pilih pembolehubah yang sesuai daripada pembolehubah yang asas semasa dan tetapkannya sebagai sifar (tak asas) apabila pembolehubah yang masuk menjadi asas.

Langkah 4:

Tentukan penyelesaian asas baru dengan menjadikan pembolehubah yang masuk sebagai asas dan pembolehubah yang keluar sebagai bukan asas.

3.3.3 Kaedah Simpleks Dalam Bentuk Piawai

Penukaran PL dengan kekangan m ke dalam bentuk piawai. Anggapkan bentuk piawai mengandungi n pembolehubah (ditanda $x_1, x_2 \dots x_n$) bentuk piawai untuk PL adalah :

$$\text{Maks } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$\text{t.k } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

3.3.4 Asas Permodelan Pengaturcaraan Linear (PL)

Kajian ini akan membincangkan bagaimana untuk membuat penyelesaian pengaturcaraan dalam kaedah ini. Katakan ia bermula dengan bentuk biasa iaitu :

$$\begin{aligned} & \text{Maks } z = \hat{c}^T \hat{x} \\ (\hat{P}) \quad & \text{t.k } \hat{A}\hat{x} \leq b \\ & \hat{x} \geq 0 \end{aligned}$$

di mana \hat{A} ialah satu matrik $m \times n$. Dual, (\hat{D}) ialah

$$\begin{aligned} & \text{Min } z = \hat{y}^T b \\ (\hat{D}) \quad & \text{t.k } \hat{y}^T \hat{A} \leq \hat{c}^T \\ & \hat{y} \geq 0 \end{aligned}$$

Dalam penambahan simbol (\hat{P}) membentuk

$$\begin{aligned} & \text{Maks } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \text{t.k } & \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1, \dots, m \\ & x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Langkah pertama akan kembali ke sistem ini melalui sistem persamaan dari pengenalan m yang pembolehubah lalai bukan negatif (*slack variable nonnegative*), satu untuk ketaksamaan dalam $\hat{A}\hat{x} \leq b$:

$$\begin{aligned} & \text{Maks } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \text{t.k } & \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \right) + x_{n+i} = b_i, \quad i = 1, \dots, m \\ & x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n+m \end{aligned}$$

Sekarang kita akan memperoleh satu masalah berbentuk:

$$\begin{aligned} & \text{Maks } c^T x \\ (P) \quad & \text{t.k } Ax = b \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

di mana $x = (\hat{x}, x_{n+1}, \dots, x_{n+m})$, $c = (\hat{c}, 0, \dots, 0)$ dan $A = [A \mid I]$ khususnya, lajur A adalah linear tidak bersandar (A mempunyai kedudukan lajur). Dual (P) ialah

$$\begin{aligned} & \min y^T b \\ (D) \quad & \text{t.k } y^T A \geq c^T \end{aligned}$$

Kita boleh tulis (P) dalam satu tablo:

A	O	b
c^T	1	0

di mana dapat memperlihatkan satu sistem iaitu:

$$\begin{bmatrix} A & O \\ c^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ -z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b \\ 0 \end{bmatrix}$$

Daripada A_j bermaksud baris ke- j pada A . Katakan $s = (j_1, \dots, j_k)$ membentuk susunan subset $\{1, \dots, n+m\}$. x_s di sini bermakna $(x_{j_1}, \dots, x_{j_n})$, begitu juga $c_s = (c_{j_1}, \dots, c_{j_k})$ dan A_s ialah matrik $m \times k$ $[A_{j_1}, \dots, A_{j_k}]$. $B \subseteq \{1, \dots, n+m\}$ ialah asas jika kardinaliti $B = m$ dan A_s adalah bukan singular submatrik $m \times m$ pada A . Jika B adalah asas (*basis*) maka pembolehubah dalam x_s dipanggil sebagai pembolehubah asas (*basis variable*) dan pembolehubah dalam x_N dipanggil pembolehubah bukan asas (*non-basis variable*) dimana $N = \{1, \dots, n+m\} \setminus B$. Diberi satu asas B , kita boleh melakukan permulaan asas operasi lajur pada tablo, jadi baris yang bergabung (*associated*) dengan B dan bentuk $-z$

adalah satu matrik identiti di dalam tablo. Jika susunan asas adalah (j_1, \dots, j_m) , maka baris pada matrik identiti muncul dalam susunan yang sama, penyelesaian wujud dengan baris $-z$. Hasil tablo tersebut dipanggil tablo asas (*basic tableau*).

\bar{A}	O	\bar{b}
\bar{c}^T	1	$-b_0$

Tablo ini menunjukkan set persamaan

$$\bar{A}x = \bar{b} \quad \rightarrow (1)$$

$$\bar{c}^T x - z = -\bar{b}_0$$

Ini adalah sama dengan set persamaan yang asal iaitu:

$$Ax = b \quad \rightarrow (2)$$

$$c^T x - z = 0$$

Maka ia memperolehi permulaan (*invertible*) operasi lajur daripada set asal. Oleh sebab itu, (x, z) memenuhi (1) jika dan hanya jika ia memenuhi (2).

3.3.5 Menilai Kembali Kaedah Aljabar Dalam Kaedah Simpleks

Secara amnya, sekiranya kita mempunyai bentuk piawai (*standard*) masalah pengaturcaraan linear mengandungi n pemboleh ubah dan m persamaan, di mana n lebih besar daripada m , penyelesaian basis boleh ditentukan dengan menetapkan $n - m$ pemboleh ubah sama dengan sifar dan menyelesaikan m persamaan kekangan untuk m pemboleh ubah yang tinggal.

Penyelesaian Basis Bolehlaksana.

Penyelesaian asas boleh jadi boleh laksana atau tak boleh laksana. Penyelesaian asas boleh laksana adalah penyelesaian di mana ke dua-dua asas memenuhi keadaan bukan negatif.

Penyelesaian asas bolehlaksana kepada sistem yang mengandungi m persamaan kekangan dan n pembolehubah memerlukan titik permulaan bagi kaedah simplek. Apabila semua kekangan telah berada di dalam bentuk itu, maka penyelesaian boleh dibuat dengan mudah dengan menetapkan semua pembolehubah keputusan sama dengan sifar. Oleh itu kaedah simplek boleh dikatakan sebagai tatacara lelaran untuk bergerak dari satu penyelesaian asas bolehlaksana (titik ekstremum) kepada yang lain sehingga penyelesaian terbaik (*optimum*) dicapai.

3.3.6 Bentuk Jadual

Kaedah simpleks biasanya bermula dengan penyelesaian asas bolehlaksana dan kemudiannya bergerak daripada satu asas bolehlaksana kepada yang lain sehingga penyelesaian asas bolehlaksana yang titik ekstremum tercapai. Untuk memulakan kaedah simpleks, kita mesti mencari permulaan penyelesaian asas bolehlaksana bagi sistem persamaan kekangan.

Oleh kerana kaedah simplek selalunya bermula dengan penyelesaian asas bolehlaksana, dan oleh kerana bentuk tablo memberikan cara yang mudah memperolehi penyelesaian asas bolehlaksana yang awal, meletakkan masalah pengaturcaraan linear ke dalam bentuk tablo merupakan langkah yang penting di dalam menyediakan masalah untuk diselesaikan dengan menggunakan kaedah simplek. Tiga langkah yang berikut adalah penting menyediakan masalah pengaturcaraan linear untuk diselesaikan dengan menggunakan kaedah simplek:

Langkah 1: Merumuskan masalah tersebut.

Langkah 2: Sediakan bentuk piawai yang mewakili masalah dengan menambah pembolehubah lalai(*slack*) dan/atau menolak pembolehubah lebihan (*surplus*).

Langkah 3: Sediakan bentuk jadual yang mewakili masalah.

3.3.7 Paksi (*Pivot*)

Untuk melakukan perbaikan jadual kita harus menentukan paksi baris dan paksi lajur pada kasus maksimum. Penentuan paksi baris pada kasus minimum berbeza dengan kasus maksimum. Pada kasus minimum, paksi baris ditentukan dengan cara memilih angka pada baris $C_j - Z_j$ yang mempunyai tanda negatif serta angka yang paling besar. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perbentukan jadual adalah seperti berikut:

- Menentukan paksi baris (pembolehkan yang akan masuk ke dalam baris basis), iaitu dengan memilih pembolehkan yang mempunyai nilai $C_j - Z_j$ negatif serta angkanya paling besar. Paksi baris ini disebut juga baris optimal atau baris kunci.
- Menentukan paksi lajur (pembolehkan yang akan keluar dari baris basis), iaitu dengan membahagikan kuantiti baris dengan baris optimal atau paksi baris kemudian pilih hasil bagi bukan negative (*non-negative*) terkecil.

Basis	C_j	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	s_4	solution
s_1								
s_2								
s_3								
s_4								
	Z_j							
	$C_j - Z_j$							

3.4 Kaedah Simpleks

3.4.1 Permasalahan formula

Teknik perumusan memerlukan satu masalah yang sesuai untuk dimasukkan ke dalam satu model matematik. Ini memerlukan satu kajian menyeluruh bagi komponen setiap masalah iaitu:

- a) Keputusan pembolehubah;
- b) Fungsi objektif
- c) Jalan tindakan alternatif;
- d) Suasana kajian. Setelah mengenal pasti komponen bagi masalah, hubungan yang wujud antara pelbagai komponen patut dianalisis bagi memastikan bahawa model itu lengkap. Ini mesti dibuat sebelum membentuk satu model.

3.4.2 Masalah PL– kaedah penyelesaian

Satu masalah pengaturcaraan linear boleh diselesaikan samaada melalui kaedah bergraf atau kaedah simplek. Kaedah graf melibatkan penggunaan bergraf. Relatif penggunaan bergraf ialah lebih mudah yang hanya dapat diaplikasikan dengan lebih berkesan. Bagi Kaedah simpleks ia berguna dalam penyelesaian masalah yang lebih rumit. Dalam kaedah simplek, pengiraan adalah satu proses berlelaran sebagai contoh, ia diulang berulang kali, sehingga mendapatkan penyelesaian optimum. Dalam kajian baru-baru ini, perisian yang dipanggil LINDO (*Linear Interactive and Discret Optimizer*) yang mudah bagi mendapatkan keputusan penyelesaian masalah. Perisian ini digunakan dengan meluas oleh pertubuhan-pertubuhan bagi membangunkan setiap penyelesaian terbaik (*optimum*). Kajian itu membina satu model Pengaturcaraan Linear (LP) dan memperolehi satu penyelesaian ekstrim (*optimum*) dengan menggunakan pakej LINDO 6.1 untuk memaksimumkan keuntungan bagi produk mereka.

3.4.3 Permodelan PL

Perumusan model pengaturcaraan linear melibatkan tiga langkah-langkah asas:

- a. Keperincian keputusan pembolehubah
- b. Keperincian fungsi objektif
- c. Keperincian kekangan

3.4.4 Pengiraan Tempat Letak Kenderaan

Keputusan pembolehubah:

bagi masalah kawasan tempat letak kenderaan

- Katakan x_1 ialah bilangan bagi kereta di mana keluasan 1 unit dikira.
- Katakana x_2 pula ialah bilangan bagi motosikal di mana keluasan untuk 1 unit dikira.

Fungsi objektif

- Keputusan utama adalah untuk menentukan bilangan tempat letak kenderaan bagi dua jenis kenderaan yang dapat memenuhi ruang atau keluasan kawasan yang ada untuk dijadikan tempat letak kenderaan.
- Alternatif-alternatif yang munasabah adalah ditetapkan bagi nilai-nilai x_1 dan x_2 di mana $x_1, x_2 \geq 0$.

Objektif adalah bagi memaksimumkan jumlah tempat letak kenderaan yang perlu dihasilkan di kawasan kajian.

3.4.5 Analisis kepekaan

Terdapat tiga aspek analisis kepekaan antaranya ialah:

- Menukar pekali fungsi objektif pembolehubah bukan asas.
- Menukar pekali fungsi objektif pembolehubah asas.
- Menambah bekalan dan permintaan tunggal dengan perubahan.

3.4.6 Analisis bagi pengoptimuman kawasan tempat letak kenderaan

Daripada analisis yang dapat dibuat ialah terdapat 1736.5 m^2 keluasan yang kosong di kawasan FST manakala keluasan bagi kompleks kuliah ialah 1059.2 m^2 dan bagi PSNZ sebanyak 1350 m^2 kekosongan keluasan yang perlu dikhaskan untuk

pembinaan tempat letak kenderaan. Sebelum membina suatu kekangan, kajian telah menghadkan bilangan kenderaan motosikal mengikut kawasan-kawasan skop kajian. Ini adalah kerana kenderaan seperti motosikal lebih banyak bilangan penggunaannya berbanding kereta.

Setelah membuat pengiraan dengan menggunakan perisian LINDO 6.1, keputusan yang diperolehi menunjukkan perbezaan sebenar bilangan tempat letak kenderaan yang patut dibangunkan berbanding dengan yang sedia ada. Analisis menunjukkan berlakunya penambahan bilangan lot tempat letak kenderaan apabila kajian meminimumkan penggunaan tempat letak kenderaan dalam pengiraan dengan menggunakan model Pengaturcaraan Linear (PL) melalui kaedah simpleks.

BAB 4

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Jenis dan Bilangan Data yang Diambil

Pemilihan jenis nombor dan format data input yang akan digunakan untuk algoritma pengesanan kejadian adalah sangat penting dan perlulah jitu. Dalam kajian ini, tiga kawasan tempat letak kenderaan dijadikan sebagai tempat kajian seperti perpustakaan (PSNZ), kompleks kuliah dan Fakulti Sains dan Teknologi (FST).

Jadual 4.1 di bawah menunjukkan data bilangan tempat letak kenderaan yang diperolehi dari bahagian pembangunan UMT.

Jadual 4.1 : Data bagi kawasan skop kajian

Bil	Kawasan/tempat	Kod Dwg	Motosikal		Kereta		Jum. kawasan (m ²)
			Bil	Keluasan(m ²)	Bil	Keluasan(m ²)	
1	FST	47	147	560	50	1176.5	1736.5
2	Komplek kuliah	41	80	305	32	754.2	1059.2
3	PSNZ	6	57	220	48	1130	1350

4.2 Aplikasi ke dalam Kaedah Simpleks

Pengiraan secara berasingan telah dibuat bagi memastikan ketiga-tiga kawasan pilihan mendapat nilai ekstrim yang lebih tepat. Faktor keluasan diutamakan bagi membentuk satu persamaan yang tepat dan ideal. Di sini ditunjukkan pengiraan keluasan per petak lot.

Rumus:

Keluasan 1 petak = jumlah keluasan ÷ jumlah petak

MOTOSIKAL:

$$\begin{aligned} \text{FST} &= 560 \div 147 \\ &= 3.81 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kompleks kuliah} &= 305 \div 80 \\ &= 3.81 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSNZ} &= 220 \div 57 \\ &= 3.83 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

KERETA:

$$\begin{aligned} \text{FST} &= 1176.5 \div 51 \\ &= 23.53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kompleks kuliah} &= 754.2 \div 35 \\ &= 23.57 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSNZ} &= 1130 \div 48 \\ &= 23.54 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.2.1 Fungsi Objektif

Setelah keluasan per petak diperolehi, maka pembentukan fungsi objektif dapat diketahui seperti dalam Jadual 4.2.1 di bawah di mana X_1 mewakili kereta dan X_2 mewakili motosikal:

Jadual 4.2.1: Fungsi Objektif

TEMPAT	MAXIMUM
FST	$23.53x_1 + 3.81x_2$
KOMPLEKS KULIAH	$23.57x_1 + 3.81x_2$
PSNZ	$23.54x_1 + 3.83x_2$

4.2.2 Kekangan

Kekangan yang akan dibuat bergantung pada data yang di analisis serta memenuhi fungsi objektif asal kajian ini seperti dalam jadual 4.2.2 di bawah.

Jadual 4.2.2: Kekangan

TEMPAT	TERTAKLUK KEPADA
FST	$23.53x_1 + 3.81x_2 \leq 1736.5$ $2x_2 - x_1 \geq 0$ $x_1 + x_2 \leq 200$ $x_1, x_2 \geq 0$
KOMPLEKS KULIAH	$23.57x_1 + 3.81x_2 \leq 1059.2$ $x_2 - x_1 \geq 0$ $x_1 + x_2 \leq 120$ $x_1, x_2 \geq 0$
PSNZ	$23.54x_1 + 3.83x_2 \leq 1350$ $x_2 - x_1 \geq 0$ $x_1 + x_2 \leq 150$ $x_1, x_2 \geq 0$

4.3 Aplikasi Perisian LINDO 6.1

LINDO (*Linear, Interactive and Discret Optimizer*) adalah sesuai bagi penyelesaian linear, integer, dan masalah kuadratik program. Masalah-masalah ini berlaku dalam bidang perniagaan, industri, penyelidikan dan kerajaan. Kawasan aplikasi-aplikasi khusus di mana LINDO telah terbukti menjadi penggunaan yang hebat akan termasuk pengedaran produk, pengadunan ramuan, pengeluaran dan kakitangan menjadualkan, pengurusan inventori.

Terdapat 5 langkah memasukkan data ke dalam perisian LINDO 6.1:

1. Perasmian satu kekosongan baru *Model Window*
2. Membangun Satu Objektif
3. Penentu Kekangan
4. Penyelesaian model
5. Pemaknaan mengakibatkan *Reports Window*

Dalam jadual 4.3 di bawah menunjukkan hasil atau keputusan yang telah diuji dengan menggunakan perisian LINDO 6.1. Walaubagaimana pun, keputusan penuh yang diperolehi melalui perisian LINDO 6.1 dilampirkan di lampiran D.

Jadual 4.3: Keputusan/ hasil dari perisian LINDO 6.1

Kawasan\ Jenis kenderaan	Kereta	Motosikal
FST	49	151
KOMPLEKS KULIAH	30	90
PSNZ	39	111

4.4 Perbincangan

Keputusan atau hasil yang diperolehi dari perisian LINDO 6.1 seperti dalam Lampiran D membawa maksud tertentu seperti:

- a) Nilai fungsi optimum PL pada langkah ke 2 (*LP optimum function value at step 2*)
Ini menunjukkan LINDO mendapat penyelesaian optimum selepas dua lelaran (atau pangsi) bagi algoritma simpleks.
- b) Fungsi objektif (*Objective function*)
Ini menunjukkan nilai optimum z.

c) Nilai (*value*)

Untuk setiap pembolehubah, lajur nilai (*value*) memberi nilai pembolehubah dalam penyelesaian optimum PL. Maka, penyelesaian optimum bagi FST menghasilkan jumlah tempat letak kenderaan bagi kereta sebanyak 49 lot dan motosikal sebanyak 151 lot. Manakala bagi kompleks kuliah sebanyak 30 lot untuk kereta dan 90 lot untuk motosikal. Bagi kawasan perpustakaan (PSNZ) pula diperolehi lot untuk kereta sebanyak 39 dan lot untuk motosikal sebanyak 111.

d) Lalai atau lebihan (*Slack or surplus*)

Untuk setiap kekangan, lajur *slack* atau *surplus* memberi nilai lalain atau lebihan (pembolehubah lebihan (*surplus*) adalah nama lain untuk pembolehubah lebihan (*excess*) dalam penyelesaian optimum).

e) Kos pengurangan (*Reduced cost*)

Untuk setiap pembolehubah (dalam satu masalah maksimum), lajur ini memberi pekali pembolehubah dalam baris 0 bagi tablo optimum. Dalam output LINDO untuk masalah ini kos terkurang adalah sifar untuk setiap pembolehubah asas iaitu kereta dan motosikal.

f) Pekali objektif (*Objective coefficient*)

Jumlah di mana setiap pembolehubah pekali fungsi objektif boleh ditukar sebelum asas semasa menjadi suboptimum (anggapan semua parameter PL adalah tetap malar).

g) Pekali semasa (*Current coefficient*)

Memberi nilai semasa bagi pembolehubah fungsi objektif.

h) Penambahan yang dibenarkan (*Allowable increase*)

Memberi jumlah maksimum di mana pekali fungsi objektif boleh ditambah dengan asas semasa tetap optimum (anggapan semua parameter PL adalah tetap

malar). Sebagai contoh dalam kajian di kawasan kompleks kuliah bagi kereta ditambah melebihi $1059.2 + 583.6 = 1642.8$, asas semasa tidak lagi optimum.

i) Pengurangan yang dibenarkan (*Allowable decrease*)

Memberi jumlah maksimum di mana pekali fungsi objektif bagi satu pembolehubah boleh dikurangkan dengan asas semasa tetap optimum (anggapan semua parameter PL adalah tetap malar). Contoh dalam kajian di kawasan kompleks kuliah bagi kereta jatuh di bawah $1059.2 - 602 = 457.2$, asas semasa tidak lagi optimum. Ringkasnya dilihat daripada output LINDO bahawa jika pekali fungsi objektif untuk kereta (kompleks kuliah) bertukar asas semasa tetap optimum jika:

$$457.2 = 1059.2 - 602 \leq \text{pekali objektif untuk kereta} \leq 1059.2 + 583.6 = 1642.8$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan

Daripada keputusan kajian, kaedah yang diguna menunjukkan kecekapan dalam memperlengkapkan keputusan berdasarkan pengiraan pengaturcaraan linear dengan menggunakan perisian LINDO 6.1 untuk memperolehi penyelesaian yang sistematik untuk penambahan atau peningkatan kawasan tempat letak kenderaan di kampus Universiti Malaysia Terengganu (UMT). Pengiraan dibuat berdasarkan pada keluasan setiap lot tempat letak kenderaan di mana kawasan berbeza mempunyai keluasan lot yang berbeza bergantung pada jenis tempat letak kenderaan yang dibina.

Dalam kajian ini telah membuktikan bahawa pengiraan secara pengaturcaraan linear dapat menyelesaikan masalah anggaran tempat letak kenderaan yang sepatutnya perlu ada di kawasan skop kajian. Walau bagaimanapun, data yang di perolehi dari pihak pembangunan hanyalah digunakan untuk membuat perbandingan setelah pengiraan secara matematik diuji. Dan ini menunjukkan bahawa, jumlah atau bilangan tempat letak kenderaan di dalam data adalah berbeza dengan pengiraan yang dibuat. Oleh sebab itu,

pengiraan secara kaedah simpleks ini lebih berkesan untuk dibuat penganggaran pembinaan sesuatu kawasan.

Justeru itu, dalam kajian ini andaian kekosongan tempat letak kenderaan bagi kawasan skop kajian telah dilakukan bagi membuktikan pengiraan matematik secara pengaturcaraan linear lebih tepat dan mudah serta berkesan dalam semua pembangunan yang dilakukan. Oleh itu, kajian ini telah menunjukkan bahawa dengan mengurangkan penggunaan tempat letak kenderaan maka sekaligus dapat memaksimumkan bilangan lot tempat letak kenderaan secara pengiraan matematik dengan menggunakan kaedah pengaturcaraan linear.

5.2 Cadangan

Kajian ini perlu diperkembangkan lagi melalui kaedah yang sedia ada dengan menambahkan lagi kekangan-kekangan lain bergantung pada faktor-faktor tertentu yang berkaitan dalam membuat keputusan dan pengiraan. Ia memerlukan kajian terperinci tentang peraturannya dan kebolehan untuk berfungsi di lokasi-lokasi yang berbeza.

RUJUKAN

- Connie Susilawati. 2001. Application of Linear Programming For Dormitory Development Plan At Petra Christian University. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sipil dan Perencanaan: Universitas Kristen Petra.
- Dusan Teodorovic & Panta Lucic, 2005. Intelligent parking systems. *European Journal of Operational Research* 175(2006) 1666-1681.
- Donald C. Shoup, 1999. The trouble with minimum parking requirements. *Journal of Transportation Research Part A : Policy and Practice* 37(8): 549-574.
- David Merriman, 1998. How many parking spaces does it take to create one additional transit passenger. *Regional Science and Urban Economics* 28 (1998) 565-584.
- Huayan Shang, Wenji Lin and Haijun Huang. 2007. Empirical study of parking problem On university campus. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* 7(2) : 135-40.
- Richard Arnott & Eren Inci, 2006. An integrated model of downtown parking and traffic Congestion. *Journal of urban Economics* 60 (2006) 418-442.
- Russell G. Thompson & Anthony J. Richardson, 1996. A parking search model. *Transpn Res.-A*, Vol 32, No. 3, pp. 159-170, 1998.
- S. K. Goyal & L. F. A. M. Gomes, 1983. a model for allocating car parking space in universities. *Transpn Res.-B*, Vol 18B, No. 3, pp. 267-269, 1984.
- Taha, H. 1999. *Operation Research : an Introduction*, 5th Edition, Prentice-Hall International.

Vahid Karimi, Hamid Ebadi & Salman Ahmadi. 2005. Public parking site selection using GIS. *Journal of Science and Technology*.

Wayney L. Winston, 1998. *Penyelidikan operasi penggunaan dan algoritma*, Terj. Faridah Maarof et al. Edisi ke-2. Johor : Universiti Teknologi Malaysia.

Yanan Zhao and Emmanuel G. Collins, Jr. 2004. Robust automatic parallel parking in tight Spaces via fuzzy logic. *Journal of Department of Mechanical Engineering*.

BIODATA PENULIS

Nama : Nur Azlida Bt Ahmad.
Alamat Tetap : A-9-1 Kampung Che Wall,
18500 Machang, Kelantan.
Nombor telefon : 012-9097390.
Email : azmida_84@yahoo.com.my
Tarikh Lahir : 30 Ogos 1984.
Tempat Lahir : Hospital Besar Kota Bharu.
Kewarganegaraan : Malaysia
Bangsa : Melayu
Jantina : Perempuan
Agama : Islam
Pendidikan : S.M.sc(Matematik Komputasi), UMT,
Diploma Sains, UiTM.
Anugerah : -
Lain-lain(jika ada) : -

Kekurangan tempat letak kereta kritikal

Masalah kekurangan tempat meletak kenderaan di kampus UTM Skudai semakin kritikal berikutan pertambahan kenderaan di kalangan staf dan pelajar.

Mengikut statistik yang dikeluarkan oleh Pejabat Keselamatan, bagi Sesi 1998/99, bilangan kereta pelajar sebanyak 4,500 buah dan motosikal 7,800 buah.

Kenderaan pelajar separuh masa bagi kereta ialah 913 buah dan motosikal 365 buah.

Manakala kenderaan staf bagi kereta ialah 2,835 buah dan motosikal 1,109 buah.

Bagi kenderaan orang luar atau pekerja kontrak, jumlah kereta ialah 355 buah dan motosikal 668 buah.

Pegawai Keselamatan UTM En. Halim Adam berkata, tempat letak kereta untuk staf di seluruh kampus adalah mencukupi.

Bagaimanapun katanya, kekurangan yang berlaku disebabkan bilangan pelajar yang memiliki kenderaan semakin bertambah.

"Masalah timbul apabila staf terpaksa berkongsi ruang letak kereta dengan pelajar terutama di kawasan akademik.

Masalah ini bertambah kerana jumlah pelajar melebihi angka yang

ditetapkan.

Bagi mengatasi masalah tersebut katanya, pihaknya mengesyorkan supaya ruang meletak kenderaan ditambah dan sebagai tindakan awal, sistem serta peraturan meletak kenderaan yang lebih efisien dan berkesan hendaklah dilaksanakan dengan ruang yang sedia ada.

Tindakan staf, pelajar dan pelayar yang meletakkan kenderaan dikiri dan kanan jalan telah menimbulkan masalah dan sangat berbahaya.

Sementara itu, Presiden Persatuan Pegawai-Pegawai Pentadbir dan Iktisad (PERTISAS) En. Omar Bakar berkata, kekurangan tempat letak kereta paling ketara berlaku di dalam kawasan lingkaran.

Walaupun bagaimanapun katanya, antara faktor kekurangan ruang meletak kenderaan ialah tempat yang sedia ada tidak digunakan secara maksimum.

Katanya, tempat letak kenderaan berhampiran Fakulti Ajan Bina tidak digunakan sepenuhnya kerana kakitangan ingin meletakkan kenderaan mereka berhampiran tempat kerja.

Beliau menyarankan supaya satu kajian dibuat sebelum sesebuah tempat letak kereta yang baru dibina.

LAMPIRAN B: Gambar Kawasan Skop Kajian



Kompleks kuliah

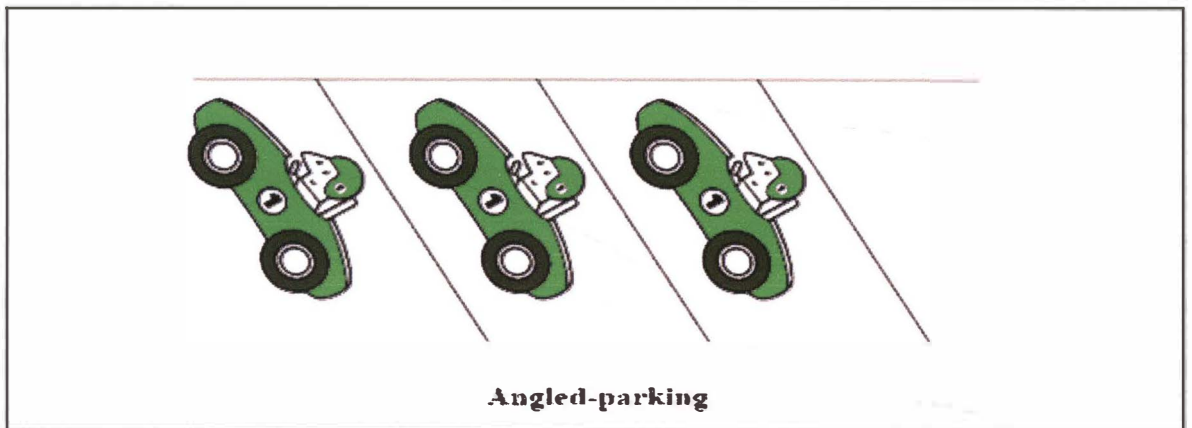
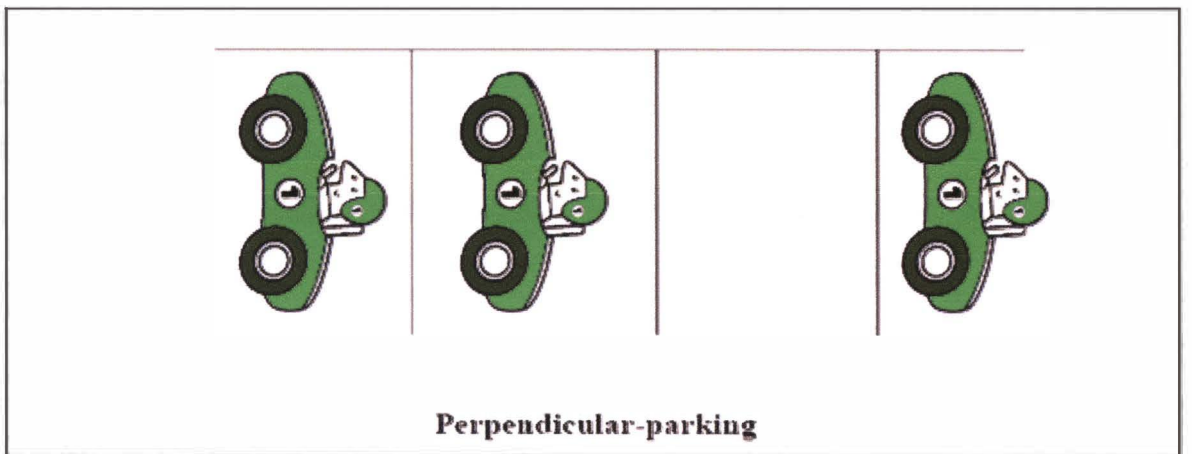
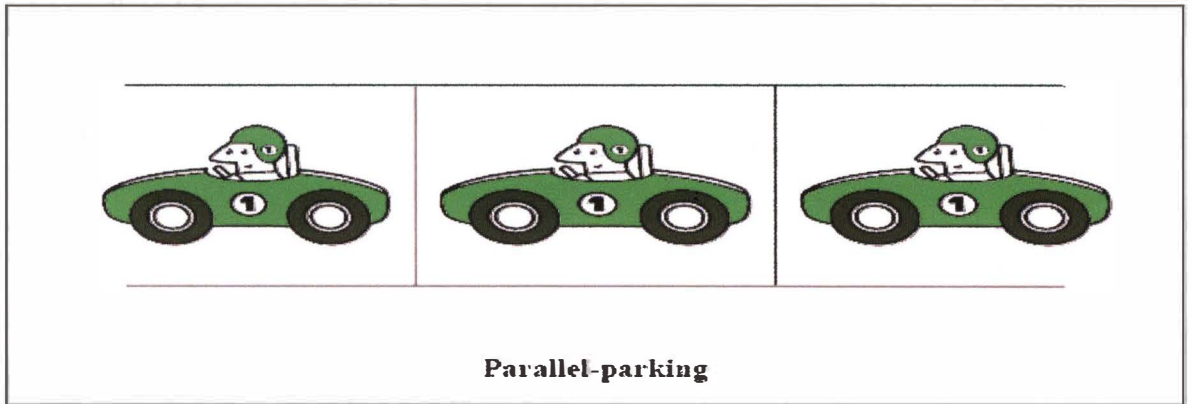


Perpustakaan Sultanah Nur Zaharah (PSNZ)



Kawasan Fakulti Sains dan Teknologi (FST)

LAMPIRAN C : Gambar Jenis Tempat Letak Kendaraan



Jenis- jenis tempat letak kendaraan

LAMPIRAN D: Keputusan/hasil Kajian dari Perisian LINDO 6.1

FST FUNGSI OBJEKTIF

```

<untitled>
MAX 23.53 x1 + 3.81 x2

SUBJECT TO

    23.53 x1 + 3.81 x2 <= 1736.5
    2 x2 - x1 >= 0
    x1 + x2 <= 200

END
    
```

FST KEPUTUSAN

```

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      2

    OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      1736.500

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X1           49.416836      0.000000
X2          150.583160      0.000000

ROW  SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
 2)      0.000000      1.000000
 3)     251.749496      0.000000
 4)      0.000000      0.000000
    
```

```

Reports Window

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE      CURRENT      OBJ COEFFICIENT RANGES
                COEF      ALLOWABLE INCREASE      ALLOWABLE DECREASE
X1           23.530001      0.000000      19.719999
X2           3.810000      19.719999      0.000000

ROW  CURRENT      RIGHTHAND SIDE RANGES
                RHS      ALLOWABLE INCREASE      ALLOWABLE DECREASE
 2    1736.500000      1654.833374      974.500000
 3      0.000000      251.749496      INFINITY
 4    200.000000      255.774277      97.591904
    
```


FST TABLO

Reports Window

THE TABLEAU

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK2	SLK3	SLK4	
1	ART	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1736.500
2	X1	1.000	0.000	0.051	0.000	-0.193	49.417
3	SLK3	0.000	0.000	-0.152	1.000	2.580	251.749
4	X2	0.000	1.000	-0.051	0.000	1.193	150.583

KOMPLEKS KULIAH FUNGSI OBJEKTIF

<untitled>

MAX 23.57 x1 + 3.81 x2

SUBJECT TO

23.57 x1 + 3.81 x2 <= 1059.2

x2 - x1 >= 0

x1 + x2 <= 120

END

KOMPLEKS KULIAH KEPUTUSAN

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1059.200

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	30.465588	0.000000
X2	89.534416	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	59.068825	0.000000
4)	0.000000	0.000000

Reports Window

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	23.570000	0.000000	19.760000
X2	3.810000	19.760000	0.000000

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1059.199951	583.599976	602.000000
3	0.000000	59.068825	INFINITY
4	120.000000	158.005249	42.629658

KOMPLEKS KULIAH TABLO

Reports Window

THE TABLEAU

ROW (BASIS)		X1	X2	SLK2	SLK3	SLK4	
1 ART		0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1059.200
2 X1		1.000	0.000	0.051	0.000	-0.193	30.466
3 SLK3		0.000	0.000	-0.101	1.000	1.386	59.069
4 X2		0.000	1.000	-0.051	0.000	1.193	89.534

PSNZ FUNGSI OBJEKTIF

```

<untitled>
MAX 23.54 x1 + 3.83 x2

SUBJECT TO

23.54 x1 + 3.83 x2 <= 1350
x2 - x1 >= 0
x1 + x2 <= 150

END

```

PSNZ KEPUTUSAN

Reports Window		
LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2		
OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	1350.000	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	39.345509	0.000000
X2	110.654488	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	71.308983	0.000000
4)	0.000000	0.000000

Reports Window			
RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
VARIABLE	CURRENT	OBJ COEFFICIENT RANGES	
	COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	23.540001	0.000000	19.709999
X2	3.830000	19.709999	0.000000
ROW	CURRENT	RIGHTHAND SIDE RANGES	
	RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1350.000000	702.750000	775.500000
3	0.000000	71.308983	INFINITY
4	150.000000	202.480408	51.351849

PSNZ TABLO

Reports Window						
THE TABLEAU						
ROW (BASIS)	X1	X2	SLK2	SLK3	SLK4	
1 ART	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1350.000
2 X1	1.000	0.000	0.051	0.000	-0.194	39.346
3 SLK3	0.000	0.000	-0.101	1.000	1.389	71.309
4 X2	0.000	1.000	-0.051	0.000	1.194	110.654

MEMINIMUMKAN BILANGAN PENGGUNA TEMPAT LETAK KENDERAAN DI KAMPUS UMT DENGAN MENGGUNAKAN PENGATUCARAAN LINEAR (KAEDAH SIMPLEKS) - NUR AZLIDA AHMAD