

KEPERAWATAN MAS LUNGS BASAH
MENGUNAKAN KEDOK SYMPLEYS

HUMAIRA BINTI ABDUL LATIF

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

**MEMAKSIMUMKAN HASIL KOKO BASAH MENGGUNAKAN KAEDAH
SIMPLEKS**

Oleh
Humaira' Binti Abdul Latif

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**



**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 **Memaksimumkan Hasil Koko Basah Menggunakan Kaedah Simpleks** oleh **Humaira' binti Abdul Latif**, No. Matriks: **UK14174** telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Matematik sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh Ijazah Sarjana Muda Sains Matematik Komputasi, Fakulti Sains dan Teknologi, UMT.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: **NUR BAINI BINTI ISMAIL**
Pensyarah
Jabatan Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Malaysia Terengganu
21030-Kuala Terengganu

Tarikh: 6/5/2009

Ketua Jabatan Matematik

Nama:

Cop Rasmi:

Tarikh: 6/5/09

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

PENGAKUAN

Saya mengaku Projek Ilmiah Tahun Akhir yang bertajuk **Memaksimumkan Hasil Koko Basah Menggunakan Kaedah Simpleks** adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringksan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

Tandatangan : *HL*
Nama : Humaira' binti Abdul Latif
No. Matrik : UK 14174
Tarikh : *6/5/09*

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim...

Alhamdulillah, syukur ke hadirat Allah SWT kerana dengan rahmatNya dan inayahNya, projek ilmiah tahun akhir (PITA) ini dapat disiapkan seadanya di dalam tempoh masa yang ditetapkan.

Pertamanya, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia bagi tesis ini, Puan Nur Baini bt. Ismail di atas segala tunjuk ajar, teguran dan semangat yang beliau berikan kepada saya sepanjang menyiapkan tesis ini.

Di kesempatan ini juga saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih buat kakitangan-kakitangan di Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan, FAMA (*Federal Agricultural Marketing Authority*), Kuantan di atas bantuan dan kesudian mereka memberikan data dan informasi yang diperlukan.

Saya juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada bapa saya, Abdul Latif bin Jusoh dan ibu saya, Zalma binti Abdul Hamid yang sentiasa memberi semangat dan sokongan moral yang tidak putus-putus dari mula saya memulakan tesis ini sehinggalah sentuhan akhir tesis ini serta sentiasa mendoakan kejayaan saya sepanjang pengajian di UMT.

Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang turut sama memberi pandangan dan pendapat kepada saya serta bertukar-tukar idea ketika menghadapi kesukaran untuk menyiapkan tesis ini.

Akhir sekali, terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Jasa dan budi baik mereka akan dikenang sentiasa. Sekian, terima kasih.

MEMAKSIMUMKAN HASIL KOKO BASAH MENGGUNAKAN KAEDAH SIMPLEKS

ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun, sementara memenuhi pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat bagi mengelakkan pembaziran. Oleh itu, kaedah simpleks digunakan untuk memastikan bahan-bahan penyelenggaraan bagi setiap sistem tanaman digunakan secara maksimum atas pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat seterusnya hasil tanaman koko yang dikeluarkan sejajar dengan keperluan masa kini malah tidak berlaku pembaziran. Penggunaan pengaturcaraan linear adalah lebih cekap dan sesuai digunakan kerana ia dapat menyelesaikan masalah yang melibatkan banyak pembolehubah dan kekangan.

MAXIMIZING WET COCOA PRODUCTION USING SIMPLEX METHOD

ABSTRACT

The purpose for this study to maximize the total of production of wet cocoa beans (in ton) a year, while meet purchased of concoction things to avoid wastage. So, simplex method were applied to ensure concoction things for each plant system were used maximizationally on the purchased of concoction things which production of wet cocoa issued in line with current needs and wastage did not happen. The uses of Linear Programming are more efficient and suitable for used because it can solve a problem which have many variables and constraints.

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 SINGKATAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Koko	1
1.2.1 Status Industri Koko	2
1.2.2 Penanaman di Ladang	4
1.2.3 Sistem Penanaman	4
1.2.4 Pembajaan di Ladang	6
1.2.5 Pengutipan Hasil (Koko Basah)	6
1.3 Pernyataan Masalah	7
1.4 Objektif Kajian	8
1.5 Batasan Kajian	8
1.6 Kepentingan Kajian	9
BAB 2 SOROTAN KAJIAN	
2.1 Pengenalan	10
2.2 Kajian-Kajian Lepas	10
2.3 Kesimpulan	13
BAB 3 METODOLOGI	
3.1 Pengenalan	14
3.2 Proses dalam Menjalankan Kajian	14
3.3 Pengaturcaraan Linear Kaedah Simpleks	16
3.4 Pembentukan Persamaan	17
3.5 Bentuk Piawai bagi Model LP	20
3.6 Pengiraan Secara Manual	21

3.7	Syarat Keoptimuman dan Syarat Ketersauran	22
3.8	Perincian Pengiraan Algoritma Simpleks	23
3.9	Kesimpulan	32
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan	34
4.2	Penyelesaian Menggunakan Perisian LINDO	34
4.3	Perbandingan Keputusan Perisian LINDO dan Pengiraan Secara Manual	38
4.4	Penyelesaian Bergraf bagi Model LP	39
4.5	Analisis Kepekaan	40
4.6	Keputusan	51
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Cadangan	53
RUJUKAN		54
BIODATA PENULIS		

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
1.1	Kawasan Tanaman Mengikut Wilayah (ha)	3
1.2	Pengeluaran Biji Koko Mengikut Wilayah	3
3.1	Penggunaan tahunan bahan penyelenggaraan tanaman koko	18
3.2	Jadual penyelesaian kaedah simpleks	22
3.3A	Jadual Permulaan A	24
3.3B	Jadual Permulaan B	25
3.3C	Jadual Kedua Penyelesaian A	28
3.3D	Jadual Kedua Penyelesaian B	29
3.3E	Jadual Terakhir Penyelesaian	32
3.4	Keputusan Model	33
4.1	Keputusan LINDO A	35
4.2	Keputusan LINDO B	36
4.3	Keputusan LINDO C	37
4.4	Keputusan LINDO D	38
4.5	Keputusan Pengiraan secara Manual	38
4.6	Perbandingan Keputusan	39
4.7	Jadual penyelesaian	41
4.8	Jadual Menentukan Nilai Optimum Baris z	42
4.9	Jadual Hasil Baris z	43
4.10	Jadual Menentukan Nilai Optimum Baris z	44
4.11	Jadual Hasil Baris z	44

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Penanaman Koko Tunggal	5
1.2	Penanaman Koko di Bawah Kelapa yang Sedia Ada	6
3.1	Carta Alir Proses Menjalankan Kajian	15
4.1	Arahan Menggunakan Perisian LINDO	34
4.2	Graf Penyelesaian Model	40
4.3	Garis Nombor Perubahan Hasil Koko Basah bagi Setiap Perubahan Bilangan Hektar Tanaman Tunggal	43
4.4	Garis Nombor Perubahan Hasil Koko Basah bagi Setiap Perubahan Bilangan Hektar Tanaman Koko di Bawah Kelapa	45
4.5	Garis Nombor Perubahan Penggunaan Baja NPK	46
4.6	Garis Nombor Perubahan Penggunaan Kapur GML	48
4.7	Garis Nombor Perubahan Amaun Lebihan Penggunaan Baja NPK	49
4.8	Garis Nombor Perubahan Amaun Lebihan Penggunaan Kapur GML	50

SENARAI SINGKATAN

Singkatan

FAMA	<i>Federal Agricultural Marketing Authority</i>
BAL	<i>Borneo Abaca Ltd.</i>
RPSKK	Rancangan Pemulihan Semula Kawasan Kelapa
LINDO	Linear, Interactive, and Discrete Optimizer
PL	Pengaturcaraan Linear
∞	Tak terhingga (<i>infinity</i>)
Φ	<i>phi</i>
=	sama dengan
\geq	lebih besar dan sama dengan
\leq	lebih kecil dan sama dengan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Bab ini menerangkan tentang maklumat mengenai tanaman koko, objektif kajian, pernyataan masalah, batasan kajian dan kepentingan kajian.

1.2 Koko

Tanaman koko mula diperkenalkan dalam tahun 1920an oleh Jabatan Pertanian secara percubaan di pusat Percubaan Persekutuan di Serdang. Baka yang digunakan adalah dari jenis *Criollo* dan didapati tidak sesuai untuk ditanam. Penanaman secara komersial hanya bermula pada tahun 1950 di Jerangau, Terengganu dan diikuti oleh *Borneo Abaca Ltd.* (kini dikenali sebagai *BAL Plantations Berhad*) di Sabah pada tahun 1955 menggunakan baka daripada jenis *Trinitario* dan *Amelonado*.

Dengan penubuhan *Quoin Hill Research Station* oleh Jabatan Pertanian Sabah pada tahun 1957, baka koko jenis kacukan *Upper Amazon* yang sesuai telah dikeluarkan. Berikutan dengan perkembangan ini, dengan galakan dan sokongan kerajaan melalui Skim Rancangan Pemulihan Semula Kawasan Kelapa (RPSKK) serta dengan harga pasaran yang tinggi pada tahun 1970an dan awal 1980an, perusahaan koko Malaysia terus berkembang dengan pesatnya sehingga meletakkan tanaman koko

sebagai tanaman eksport negara yang ketiga pentingnya selepas kelapa sawit dan getah.

1.2.1 Status Industri Koko

Dasar Pertanian Negara menggariskan bahawa pertumbuhan industri tanaman koko adalah terhad kepada kawasan tanaman yang sedia ada tanpa membuka sebarang kawasan baru. Tumpuan akan diberi kepada peningkatan mutu dan pengeluaran hasil pada kawasan-kawasan yang sesuai sahaja.

Keluasan tanaman koko ialah 350,000 hektar pada tahun 1993. Daripada jumlah ini seluas 178,500 hektar ditanam di Sabah, 109,500 hektar ditanam di Semenanjung Malaysia dan 62,200 hektar di Sarawak. Agihan keluasan ini mengikut sektor menunjukkan sebanyak 46% ditanam oleh sektor ladang, manakala sebanyak 54% diusahakan oleh pekebun-pekebun kecil.

Jumlah pengeluaran koko telah berkurangan daripada 230,000 tan metrik pada tahun 1991 kepada 200,000 tan metrik pada tahun 1993. Pada tahun 1991, Malaysia telah mengeksport biji koko sebanyak 148,115 tan metrik bernilai RM 406.5 juta. Jumlah kuantiti eksport telah menurun kepada 125,400 tan metrik dengan nilai eksport sebanyak RM 314.5 juta.

Destinasi utama biji koko Malaysia pada tahun 1992 ialah Singapura (42.5%), Amerika Syarikat (17.1%), Belanda (4.5%), Republik Rakyat Cina (14.2%) dan bakinya dieksport ke negara-negara lain seperti United Kingdom, Jepun, Germany, France dan negara-negara Eropah yang lain.

Jadual 1.1 Kawasan Tanaman Mengikut Wilayah (ha)

TAHUN	KELUASAN (HA)			
	SEMENANJUNG MALAYSIA	SABAH	SARAWAK	MALAYSIA
1998	26,131	63,198	28,350	117,679
1999	16,390	56,063	28,350	100,803
2000	15,142	51,810	8,814	75,766
2001	10,509	38,640	8,814	57,963
2002	9,805	29,416	8,814	48,035
2003	9,568	26,515	8,814	44,897
2004	8,869	23,929	8,814	41,612
2005	8,894	21,591	2,913	33,398
2006	8,962	18,841	3,523	31,326
2007	6,143	17,649	4,362	28,154
2008	6,362	8,093	5,521	19,976

* Termasuk Skim Tanah Persekutuan: (Semenanjung Malaysia: 1980 - 2002), Sabah (1980 - 1995)

a: Anggaran r: Ramalan

Sumber: Jabatan Pertanian, Semenanjung Malaysia
 Jabatan Pertanian, Sarawak
 Jabatan Pertanian, Sabah
 Lembaga Koko Malaysia

Copyright © 2004 Malaysian Cocoa Board

Jadual 1.2 Pengeluaran Biji Koko Mengikut Wilayah

TAHUN	PENGELUARAN (TAN)			
	SEMENANJUNG MALAYSIA	SABAH	SARAWAK	MALAYSIA
1998	21,347	64,338	4,498	90,183
1999	15,703	64,422	3,543	83,668
2000	22,536	44,546	3,180	70,262
2001	12,663	43,462	1,583	57,708
2002	14,806	30,422	2,433	47,661
2003	14,071	19,707	2,458	36,236
2004	11,495	19,548	2,380	33,423
2005	11,121	14,570	2,273	27,964
2006	15,259	14,818	1,860	31,937
2007	21,871	11,474	1,835	35,180
2008	21,067	5,475	1,413	27,955

a: Anggaran r: Ramalan

Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia
 Lembaga Koko Malaysia

Copyright © 2004 Malaysian Cocoa Board

Walaupun Malaysia masih menjadi salah sebuah negara pengeluar koko utama dunia, ianya masih mengimport koko dalam bentuk coklat dan keluaran berasaskan coklat seperti paste koko, lemak koko dan serbuk koko.

1.2.2 Penanaman di Ladang

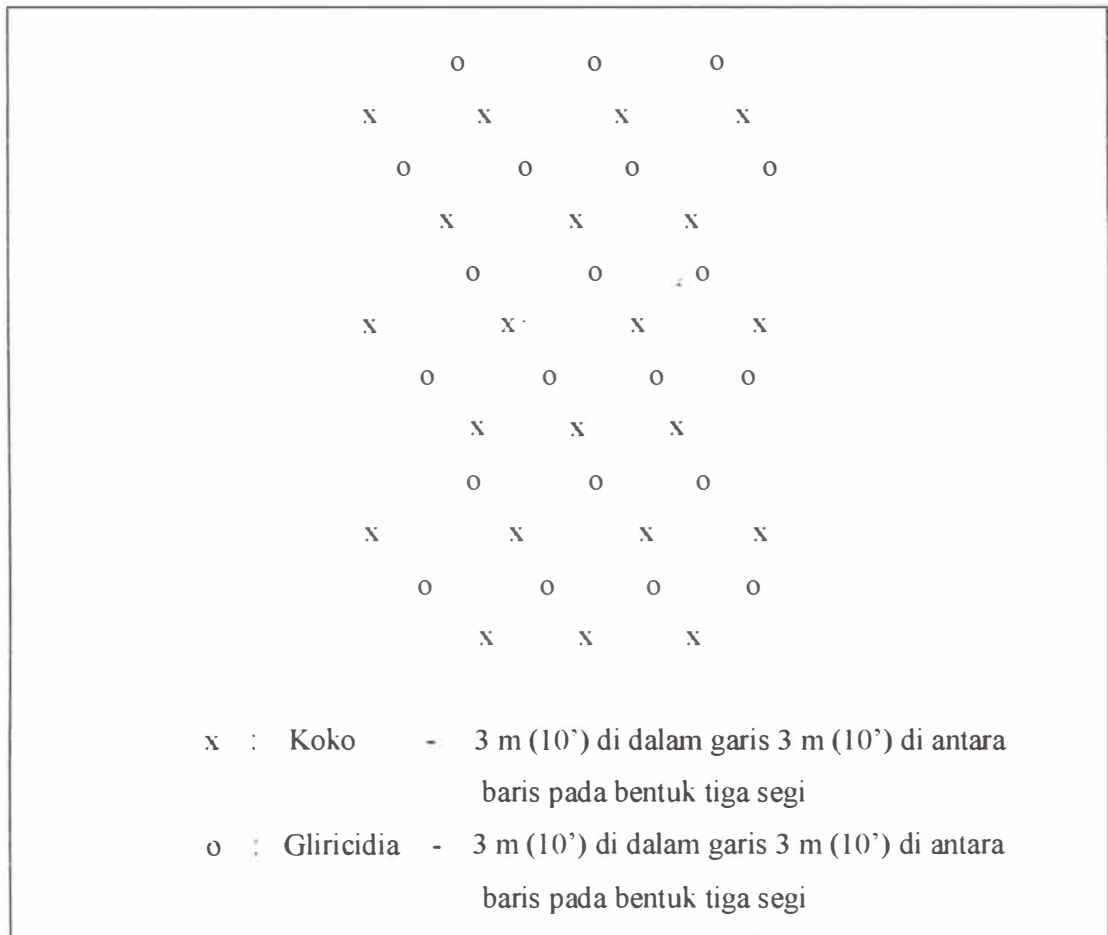
Pokok koko ditanam pada jarak 3.0 meter di antara barisan dan 3.0 meter di antara pokok dalam barisan. Biasanya penanaman di ladang dibuat apabila tiba musim hujan. Ini bertujuan untuk mengurangkan kadar kematian anak pokok apabila diubah dan memastikan pertumbuhan yang baik.

1.2.3 Sistem Penanaman

Beberapa jenis pokok lindungan digunakan dalam penanaman koko di Malaysia. Di antara yang biasa digunakan adalah *albizza*, *gliricidia*, kelapa dan petai. Sistem penanaman yang dipraktikkan di Semenanjung Malaysia adalah seperti berikut:

a. Sistem penanaman tunggal

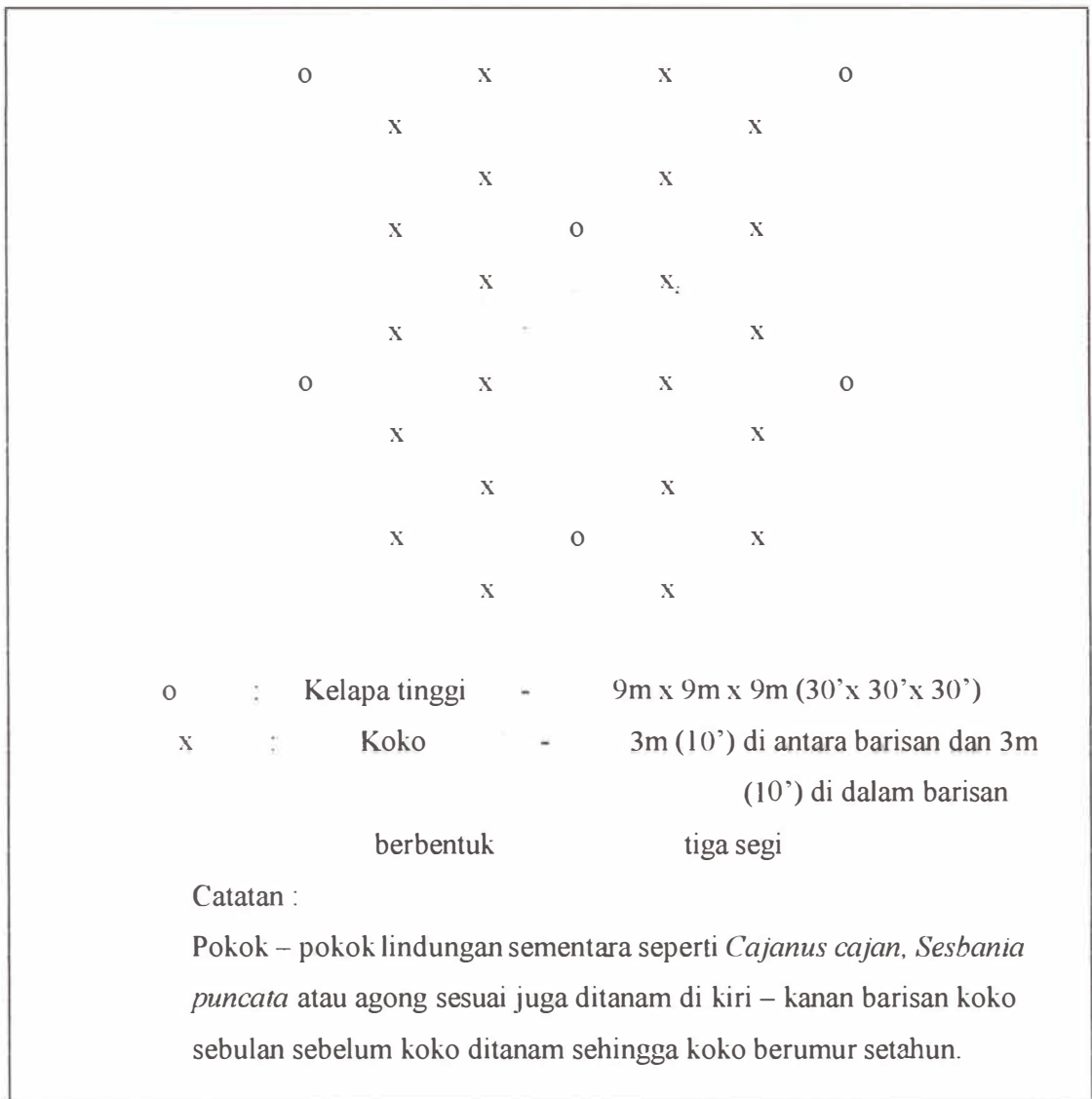
Sistem penanaman adalah seperti yang ditunjukkan dalam rajah 1.1. Pokok – pokok *gliricidia* ditanam 9 – 12 bulan lebih awal dan sistem ini memberikan kepadatan pokok koko dan *gliricidia* sebanyak 1,241 pokok sehektar.



Rajah 1.1 : Penanaman Koko Tunggal

b. Tanaman koko di bawah kelapa yang sedia ada

Sistem ini biasa digunakan di Pantai Barat Semenanjung Malaysia. Kepadatan koko ialah 815 pokok sehektar. Pokok kelapa sedia ada hendaklah berumur sekurang – kurangnya berumur 10 – 15 tahun bagi memberi naungan yang secukupnya.



Rajah 1.2 : Penanaman Koko di Bawah Kelapa yang Sedia Ada

1.2.4 Pembajaan di Ladang

Tanaman koko memerlukan pembajaan dan pengapuran yang mencukupi untuk memberikan hasil yang tinggi dan bermutu. Kerja-kerja mengapur selalunya dijalankan selepas musim hujan, manakala membaja pula dilakukan selepas kerja-kerja mencantas dan memungut hasil serta sebelum pokok koko mengeluarkan bunga.

1.2.5 Pengutipan Hasil (Koko Basah)

Buah koko yang masak dipetik dengan menggunakan alat yang tajam seperti *scatteur* atau sabit untuk memotong tangkai buah. Semasa memungut hasil, elakkan daripada memulas buah kerana ini boleh merosakkan tapak bunga. Tanda-tanda buah koko masak ialah terdapat sedikit warna kekuningan pada kulit buah atau keseluruhan kulit buah telah bertukar menjadi kuning. Memungut buah pada peringkat yang betul adalah penting kerana peratusan pertukaran koko basah ke koko kering dipengaruhi oleh peringkat kematangan buah. Buah koko yang terlalu muda menyebabkan biji koko akan menjadi kecut atau kesap. Manakala, buah koko yang terlalu masak menyebabkan biji-biji koko di dalamnya bercambah.

Pada musim buah lebat, pemungutan buah koko boleh dijalankan seminggu sekali. Buah-buah yang dipungut ini dikumpulkan ke dalam bakul dan seterusnya dibelah atau dipecahkan dengan menggunakan belatan atau melagakan dua buah koko atau cara-cara lain yang selamat. Perhatian penuh diberikan semasa memecah buah supaya tidak melukakan biji-biji koko tersebut.

Biji-biji koko basah yang dikeluarkan diramas untuk memisahkannya daripada empulur. Seterusnya biji-biji koko ini dimasukkan ke dalam beg plastik atau bekas-bekas lain yang tidak berlubang untuk dijual sebagai koko basah atau diproses (pengeringan) sendiri untuk dijual sebagai biji koko kering.

1.3 Pernyataan Masalah

Hasil daripada data yang diperolehi menunjukkan pengeluaran tanaman koko adalah semakin berkurang samada untuk tujuan eksport dan import. Namun demikian, ketiadaan panduan dalam menentukan bahan penyelenggaraan bagi menghasilkan pengeluaran koko yang bermutu antara faktor yang menyumbang kepada pembaziran jika hasil pengeluaran kurang bermutu dan rosak. Pembaziran juga akan berlaku jika pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat berlebihan dan kadar pengeluaran koko basah melebihi kadar permintaan terhadap koko. Keadaan ini tidak akan memberi keuntungan kepada pengusaha koko, sebaliknya merugikan pihak

tersebut. Secara tidak langsung, keadaan ini akan mempengaruhi kadar pengeluaran koko untuk bulan-bulan yang mendatang.

Oleh itu, kaedah simpleks digunakan untuk memastikan bahan-bahan penyelenggaraan bagi setiap sistem tanaman digunakan secara maksimum atas pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat seterusnya hasil tanaman koko yang dikeluarkan sejajar dengan keperluan masa kini malah tidak berlaku pembaziran.

1.4 Objektif Kajian

- 1) Memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang tinggi dan berkualiti yang diperoleh (dalam tan) setahun disamping memenuhi pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat bagi mengelakkan pembaziran.
- 2) Menentukan keluasan ladang (dalam hektar) bagi dua jenis sistem tanaman iaitu tanaman tunggal dan tanaman di bawah kelapa.

1.5 Batasan Kajian

Untuk kajian ini, data yang akan digunakan adalah diperolehi daripada Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan atau lebih dikenali sebagai FAMA (*Federal Agricultural Marketing Authority*), Kuantan.

Penyelidikan ini hanya tertumpu kepada penggunaan bahan-bahan penyelenggaraan bagi setiap sistem tanaman yang diperlukan meliputi baja NPK dan kapur GML berdasarkan data yang diperolehi atas pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat. Melalui penggunaan bahan penyelenggaraan yang bersesuaian, kita akan melihat tahap hasil pengeluaran dan mutu koko dengan penjagaan yang sesuai. Kajian ini menggunakan kaedah simpleks dalam menentukan keluasan ladang (dalam hektar) bagi tanaman tunggal dan tanaman di bawah kelapa

yang memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun, sementara memenuhi pembelian yang telah dibuat. Data-data yang diperoleh akan dikaji sebelum diaplikasikan ke dalam kaedah simpleks.

1.6 Kepentingan Kajian

Pengeluaran produk koko amat penting bagi penghasilan bahan-bahan kegunaan harian yang berasaskan koko. Sehubungan dengan itu, data berkaitan dengan kuantiti penggunaan bahan-bahan penyelenggaraan bagi tanaman koko penting bagi menentukan mutu dan jumlah hasil pengeluaran koko.

Hasil pengiraan bagi kuantiti penggunaan bahan-bahan penyelenggaraan yang diperlukan yang tepat membolehkan penjagaan dan pengeluaran koko dilakukan secara tersusun dan terancang serta menjimatkan. Ini adalah salah satu cara untuk menjamin bekalan koko agar mencukupi untuk memenuhi permintaan tempatan dan antarabangsa. Di samping itu, hasil kajian yang diperoleh boleh dijadikan sebagai satu jaminan dalam menjamin pengeluaran koko yang bermutu dan berterusan di masa hadapan.

BAB 2

SOROTAN KAJIAN

2.1 Pengenalan

Bab ini memberi ulasan dan kupasan berkaitan bahan bacaan dan rujukan yang digunakan. Turut dipaparkan kupasan dan alasan berkaitan kajian-kajian yang mempunyai persamaan dengan kajian yang dilakukan. Dalam penyediaan kertas kerja ini, beberapa hasil kajian yang lepas telah diambil untuk dijadikan sebagai garis panduan.

2.2 Kajian-kajian Lepas

Berdasarkan jurnal lepas yang dihasilkan oleh Paul Aondona IHOM et al (2007), kajian ini menunjukkan satu sistem baru dijangkakan menjadi alternatif kepada sistem *Urea Formaldehyde Furfuryl Alcohol* yang kebiasaannya digunakan dalam asas pembuatan simen. Faktor kos merupakan sebab utama dalam pembentukan sistem baru ini. Oleh itu, kaedah simpleks pengaturcaraan linear telah digunakan dalam penentuan kepada meminimumkan kos bahan-bahan yang diperlukan untuk menghasilkan simen seperti pasir(100%), air (2%), *Manihot Esculenta Resin* (5%) dan simen(1.5%). Hasil menunjukkan bahawa kos adalah \$1.57/ 1kg menggunakan campuran asas berbanding dengan \$5 menggunakan sistem *Urea Formaldehyde Furfuryl Alcohol*. Ini menunjukkan sebarang perubahan terhadap kuantiti kekangan (bahan) akan mempengaruhi jumlah kos yang diperlukan dalam

penghasilan simen. Jadi terbukti kaedah simpleks amat sesuai dalam meminimumkan kos sesuatu bahan.

Seterusnya, jurnal yang dihasilkan oleh Paul C Kuo et al (2003) berjudul "*Optimization of Operating Room Allocation Using Linear Programming Techniques*", membincangkan satu pendekatan baru perlu digunakan dalam memperuntukkan pulangan kewangan (pendapatan). Di dalam artikel ini menggunakan teknik pengaturcaraan linear untuk mengoptimumkan peruntukkan masa di bilik bedah berdasarkan kepada bayaran bagi golongan profesional (pakar bedah). Contoh yang digunakan ialah mengoptimumkan peruntukkan di bilik bedah akan memaksimumkan pendapatan mingguan professional sebanyak \$237,523, berkeupayaan untuk meningkat sebanyak 15% melebihi harga sebelumnya sebanyak \$207,700, atau tahunan menghampiri \$1.5 juta. Hasil keputusan menunjukkan teknik model matematik digunakan di dalam penyelidikan operasi dan sains pengurusan mungkin mengoptimumkan peruntukkan di bilik bedah untuk memaksimumkan pendapatan merupakan matlamat utama di dalam meminimumkan kos.

Selain itu, Jurnal yang ditulis oleh Frederico Rafael Moreira (2003) bertajuk "*Linear Programming Applied to Healthcare Problems*" menyatakan model matematik kaedah pengaturcaraan linear sebagai kaedah yang cekap untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pengoptimuman di dalam penjagaan kesihatan. Keputusan dalam kajian ini menunjukkan jumlah kos bagi 1.4 gelas susu/hari dan 100g salad/hari dapat diminimumkan kos sebanyak \$2.55/hari berbanding kos sebenar iaitu sebanyak \$4.50/hari. Ini menunjukkan di dalam kehidupan yang penuh dengan persaingan ini, pengaturcaraan linear ini boleh digunakan untuk mencari penyelesaian optimum untuk masalah penjagaan kesihatan.

Tambahan itu, jurnal yang ditulis oleh Reeb dan Leavengood (1998) yang berjudul "*Using the Simplex Method to Solve Linear Programming Maximization Problems*" membuktikan bahawa dengan menggunakan kaedah pengaturcaraan linear dapat menyelesaikan masalah menggunakan sesuatu peruntukan secara optimum.

Kaedah ini digunakan dengan jayanya di dalam membuat sesuatu keputusan hampir ke semua jenis industri, kewangan dan syarikat perkhidmatan. Seperti di dalam jurnal ini membincangkan satu kilang perabot menghasilkan meja dan kerusi kayu. Keuntungan bagi satu unit kerusi adalah sebanyak \$8, manakala keuntungan bagi seunit meja adalah sebanyak \$6. Untuk menghasilkan seunit meja memerlukan 30 kaki kayu dalam tempoh lima jam. Manakala, 20 kaki kayu diperlukan untuk membuat seunit kerusi dalam tempoh 10 jam. Kilang perabot ini mempunyai 300 kaki kayu yang sedia ada dan 110 jam untuk pekerja menyiapkan kerusi dan meja. Maka kilang ini berhasrat untuk memaksimumkan keuntungan yang diperolehi berdasarkan panjang kayu dan tempoh masa yang diperuntukkan. Dengan menggunakan kaedah simpleks ini, kilang tersebut dapat menghasilkan empat meja dan sembilan kerusi dengan keuntungan sebanyak \$96.

Seterusnya, jurnal yang ditulis oleh Raffensperger (2007) yang bertajuk "*The least-cost low-carbohydrate diet is expensive*". Jurnal ini menggambarkan penggunaan kaedah pengaturcaraan linear untuk mengkaji peminimuman kos satu diet karbohidrat rendah. Kajian ini membandingkan kos minimum satu diet yang mempunyai had karbohidrat dengan kos diet yang tiada had karbohidrat. Rasional untuk kajian ini adalah menentukan diet rendah karbohidrat dan menangani kos yang tinggi. Kaedah yang digunakan adalah satu pendekatan penyelidikan operasi bagi mencari satu set harga rendah diet, kepelbagaian karbohidrat yang dikehendaki. Kaedah ini telah dipilih untuk mengelak keraguan yang berkemungkinan dengan diet sebenar yang mungkin nutrisinya yang tidak mencukupi untuk satu kos rendah. Kajian ini juga mengenalpasti zat makanan mana yang memberi kesan yang besar terhadap kos untuk rendah karbohidrat dan diet lemak rendah. Hasil keputusan menunjukkan jumlah kos untuk diet dengan tiada batasan untuk karbohidrat dan sekurang-kurangnya 44.44g lemak sebanyak NZ\$0.952. Dibandingkan dengan diet kos minimum sebanyak NZ\$26.87 sehari mengandungi minimum karbohidrat di antara 0.2533g hingga 509g, 0.2533 g karbohidrat, 145 g protein, dan 156.1 g lemak. Menimbangkan satu diet tertentu yang mempunyai karbohidrat rendah dan lemak rendah diet untuk 20g lemak dan 15g karbohidrat, diet ini berharga sekurang-kurangnya sehari NZ\$14.15. Jika diabaikan tenaga, kos dapat dikurangkan kepada NZ\$4.15, dapat membuat simpanan sebanyak \$10 sehari.

2.3 Kesimpulan

Dalam bab ini, menunjukkan belum ada pengkaji yang membuat kajian berkenaan dengan menggunakan kaedah simpleks dalam memaksimumkan hasil tanaman koko. Walau bagaimanapun, kaedah simpleks ini didapati boleh diaplikasikan dengan berkesan dan merupakan kaedah yang sesuai dalam menentukan jumlah hasil tanaman koko. Bab ini juga turut menunjukkan kaedah pengaturcaraan linear kaedah simpleks diaplikasikan dalam pelbagai bidang yang lain seperti dalam masalah diet, masalah di dalam industri seperti pembuatan bahan-bahan dan perabot.

BAB 3

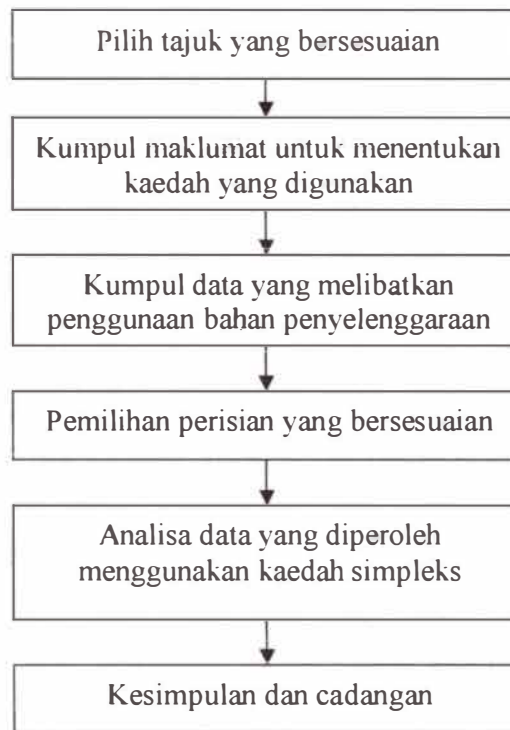
METODOLOGI

3.1 Pengenalan

Bab ini menghuraikan secara mendalam mengenai kaedah simpleks yang digunakan dalam menjalankan kajian ini. Turut diterangkan secara ringkas tentang proses pengaturcaraan linear kaedah simpleks dan perincian pengiraan algoritma simpleks.

3.2 Proses dalam Menjalankan Kajian

Carta alir berikut merupakan ringkasan dalam penghasilan kajian.



Rajah 3.1 : Carta Alir Proses Menjalankan Kajian

Untuk menjalankan kajian ini, terdapat beberapa prosedur yang perlu dilakukan. Pertamanya, pemilihan tajuk yang sesuai dipilih. Tajuk ini diperoleh dengan melihat beberapa kajian lepas yang telah dilakukan oleh pelajar-pelajar lepas. Selain itu, dengan bertanya kepada pelajar master yang telah melakukan kajian untuk meminta pandangan serta perbincangan dengan penyelia sedikit sebanyak telah memberi idea di dalam pemilihan tajuk. Tajuk yang dipilih iaitu memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh dengan menggunakan kaedah simpleks pengaturcaraan linear.

Seterusnya, pengumpulan maklumat dijalankan untuk menentukan kaedah yang sesuai. Rujukan diambil dari jurnal-jurnal lepas, internet, buku, dan artikel. Hasil perbincangan dengan penyelia, kaedah simpleks pengaturcaraan linear didapati paling sesuai dijalankan dipilih. Hal ini kerana, data yang diperoleh bersesuaian dengan masalah untuk memaksimumkan hasil koko basah (dalam tan) setahun beserta beberapa kekangan yang terlibat.

Selain itu, pemilihan data juga mempengaruhi dalam menentukan pemilihan sesuatu tajuk dan kaedah yang sesuai. Saya telah berkunjung ke Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan atau lebih dikenali sebagai FAMA (*Federal Agricultural Marketing Authority*), Kuantan untuk mendapatkan data yang diperlukan beserta maklumat yang berkaitan dengan tanaman koko. Data yang diperoleh seperti kuantiti bahan penyelenggaraan yang diperlukan, sistem tanaman koko yang digunakan dan bilangan hektar tanah yang terlibat.

Untuk menyelesaikan masalah kajian, perisian LINDO dipilih kerana bahasa pengaturcaraannya yang senang digunakan dan mudah difahami. Seterusnya, analisa dibuat berdasarkan data yang diperoleh. Hal ini bertujuan untuk memastikan kajian yang dibuat mencapai objektif yang dikehendaki dan berkesan. Akhirnya, kesimpulan dan cadangan dapat dibuat berdasarkan semua prosedur yang telah dilakukan secara menyeluruh beserta hasil kajian yang diperoleh.

3.3 Pengaturcaraan Linear Kaedah Simpleks

Pengaturcaraan linear adalah satu cabang algebra linear yang bertujuan untuk memaksimumkan atau meminimumkan fungsi linear $f(\bar{x})$ bagi n pembolehubah $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ di atas keluasan tersaur R yang mana batasnya ditafsirkan oleh ketidaksamaan dan persamaan. Fungsi $f(\bar{x})$ ini mempunyai bentuk

$$f(\bar{x}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3.1)$$

Bentuk piawai masalah pengaturcaraan linear kaedah simpleks

Bentuk piawai masalah pengaturcaraan linear untuk memaksimumkan $f(\bar{x})$ bagi n pembolehubah $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

(1) Maksimumkan

$$z = F(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (3.2)$$

$$z = F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n c_jx_j \quad \text{di mana } c_j \geq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n. \quad (3.3)$$

(2) Tertakluk kepada m kekangan

$$a_{i,1}x_1 + a_{i,2}x_2 + \dots + a_{i,n}x_n \leq b_i \quad \text{di mana } b_i \geq 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.4)$$

Dengan kekangan utama $x_j \geq 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, n$. Pekali $\{c_j\}$ dan $\{a_{i,j}\}$ boleh menjadi nombor nyata. Ini adalah untuk kes $m > n$, tetapi kes $m = n$ atau $m < n$ boleh berlaku.

3.4 Pembentukan Persamaan

Di dalam kajian ini untuk mengaplikasikan kaedah simpleks yang telah dipilih, terdapat dua sistem tanaman koko, iaitu tanaman koko tunggal dan tanaman koko di bawah kelapa. Dua jenis bahan penyelenggaraan digunakan iaitu baja NPK dan kapur GML untuk menghasilkan koko basah (dalam tan). Kajian ini bertujuan untuk menentukan keluasan ladang (dalam hektar) bagi tanaman tunggal dan tanaman di bawah kelapa yang memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperolehi (dalam tan) setahun, sementara memenuhi pembelian yang telah dibuat.

Pembolehubah : Oleh kerana kita ingin menentukan keluasan ladang (dalam hektar) bagi setiap jenis sistem tanaman koko, pembolehubah model ini boleh ditakrifkan sebagai :

- x_1 = bilangan hektar tanaman tunggal yang diperlukan
- x_2 = bilangan hektar tanaman di bawah kelapa yang diperlukan

Hasil koko basah yang diperolehi setahun sebanyak lapan tan bagi tanaman tunggal dan lima tan bagi tanaman di bawah kelapa.

Bagi membina persamaan fungsi matlamat, kita mengadaikan z mewakili jumlah hasil koko basah yang diperoleh setahun (dalam tan), fungsi matlamat boleh ditulis secara matematik seperti menentukan nilai tersaur bagi x_1 dan x_2 yang akan memaksimumkan hasil koko basah sebanyak lapan tan bagi tanaman tunggal dan lima tan bagi tanaman di bawah kelapa seperti :

$$z = 8x_1 + 5x_2. \quad (3.5)$$

Pembelian telah dibuat bagi baja NPK sebanyak lima tan, manakala untuk kapur GML sebanyak tiga tan bagi tempoh setahun. Penggunaan tahunan bahan penyelenggaraan per tan baja NPK dan kapur GML ditunjukkan di dalam jadual 3.1 berikut :

Jadual 3.1 Penggunaan tahunan bahan penyelenggaraan tanaman koko

	Kuantiti bahan Penyelenggaraan (tan)		Pembelian (tan)
	Tanaman Tunggal	Di bawah Kelapa	
Baja NPK	0.98864	0.68182	5
Kapur GML	0.56	0.35	3

Untuk menentukan kekangan, kekangan boleh dibentuk dengan belian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat. Kekangan bagi belian yang telah dibuat ini boleh diungkapkan seperti berikut:

$$\left(\begin{array}{l} \text{penggunaan bahan - bahan} \\ \text{penyelenggaraan bagi} \\ \text{setiap sistem tanaman} \end{array} \right) \leq \left(\begin{array}{l} \text{pembelian bahan - bahan} \\ \text{penyelenggaraan yang} \\ \text{telah dibuat} \end{array} \right)$$

Dengan berpandukan maklumat di dalam jadual 3.1, persamaan kekangan penggunaan baja NPK dan kapur GML dengan belian yang telah dibuat dapat dihasilkan seperti berikut :

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 \leq 5 \quad (3.6)$$

$$0.56x_1 + 0.35x_2 \leq 3 \quad (3.7)$$

Keperluan baja NPK tahunan bagi tanaman tunggal tidak melebihi keperluan baja NPK tahunan bagi tanaman di bawah kelapa sebanyak lebih dari 0.30682 tan. Manakala, keperluan kapur GML tahunan bagi tanaman tunggal tidak melebihi keperluan kapur GML tahunan bagi tanaman di bawah kelapa sebanyak lebih dari 0.21 tan.

Untuk membina persamaan kekangan penggunaan bahan penyelenggaraan bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa boleh diungkapkan seperti berikut :

$$\left(\begin{array}{l} \text{amaun lebihan baja NPK bagi} \\ \text{tanaman tunggal daripada} \\ \text{tanaman di bawah kelapa} \end{array} \right) \leq 0.30682 \text{ tan/tahun}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{amaun lebihan kapur GML bagi} \\ \text{tanaman tunggal daripada} \\ \text{tanaman di bawah kelapa} \end{array} \right) \leq 0.21 \text{ tan/tahun}$$

Oleh itu, kekangan-kekangan ini boleh diungkapkan seperti berikut :

$$x_1 - x_2 \leq 0.30682 \quad (3.8)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.21 \quad (3.9)$$

Satu kekangan tersirat merupakan amaun setiap bahan-bahan penyelenggaraan yang digunakan tidak boleh negatif. Oleh itu, kekangan ketaknegatifan digunakan seperti di bawah :

$$x_1 \geq 0 \text{ (tanaman tunggal)} \quad (3.10)$$

$$x_2 \geq 0 \text{ (tanaman di bawah kelapa)} \quad (3.11)$$

Oleh itu, model matematik yang lengkap untuk masalah kajian ini boleh dinyatakan seperti berikut:

Tentukan keluasan ladang (dalam hektar) bagi tanaman tunggal, x_1 dan tanaman di bawah kelapa, x_2 yang diperlukan untuk memaksimumkan

$$z = 8x_1 + 5x_2 \quad \text{(fungsi matlamat)} \quad (3.12)$$

terhadap

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 \leq 5 \quad (3.13)$$

$$0.56x_1 + 0.35x_2 \leq 3 \quad (3.14)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.30682 \quad (3.15)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.21 \quad (3.16)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (3.17)$$

3.5 Bentuk Piawai bagi Model PL

Model PL boleh mengandungi kekangan jenis \leq , $=$ dan \geq . Untuk menyelesaikan kaedah penyelesaian am, masalah PL hendaklah ditukar ke dalam bentuk piawai. Bentuk PL piawai terdiri daripada :

1. semua kekangan hendaklah bersifat persamaan dengan sisi sebelah kanan yang tak negatif.
2. semua pembolehubah bersifat positif.
3. fungsi matlamat mungkin masalah pemaksimuman atau peminimuman.

Kekangan

1. Kekangan jenis $\leq (\geq)$ ditukarkan kepada persamaan dengan pembolehubah lalai kepada sisi kiri persamaan kekangan ditambah. Contohnya, $0.98864x_1 + 0.68182x_2 \leq 5$. Pembolehubah lalai $y_1 \geq 0$ ditambah kepada sisi kiri persamaan kekangan untuk mendapatkan persamaan $0.98864x_1 + 0.68182x_2 + y_1 = 5$, $y_1 \geq 0$. Manakala, bagi kekangan $3x_1 + 2x_2 - 3x_3 \geq 5$, pembolehubah lebihan $y_2 \geq 0$ ditolak daripada sisi kiri untuk mendapatkan persamaan $3x_1 + 2x_2 - 3x_3 - y_2 = 5$.
2. Sisi kanan persamaan hendaklah bernilai positif. Oleh itu, persamaan hendaklah didarab dengan -1 pada kedua-dua sisi. Contohnya, dari segi matematik persamaan $2x_1 + 3x_2 - 7x_3 = -5$ sama dengan $-2x_1 - 3x_2 + 7x_3 = 5$.
3. Selain itu, arah sesuatu ketaksamaan hendaklah dibalikkan apabila kedua-dua sisi didarab dengan -1 . Contohnya $2x_1 - x_2 \leq -5$ kepada $-2x_1 + x_2 \geq 5$.

3.6 Pengiraan Secara Manual

Memaksimumkan

$$z = 8x_1 + 5x_2 \quad (3.18)$$

Terhadap

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 \leq 5 \quad (3.19)$$

$$0.56x_1 + 0.35x_2 \leq 3 \quad (3.20)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.30682 \quad (3.21)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.21 \quad (3.22)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (3.23)$$

Bentuk piawai bagi model kajian ini :

Memaksimumkan

$$z = 8x_1 + 5x_2 \quad (3.24)$$

Terhadap

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 + y_1 = 5 \quad (3.25)$$

$$0.56x_1 + 0.35x_2 + y_2 = 3 \quad (3.26)$$

$$x_1 - x_2 + y_3 = 0.30682 \quad (3.27)$$

$$x_1 - x_2 + y_4 = 0.21 \quad (3.28)$$

$$x_1, x_2, y_1, y_2, y_3, y_4 \geq 0 \quad (3.29)$$

Jadual 3.2 Jadual penyelesaian kaedah simpleks

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian
z	-8	-5	0	0	0	0	0
y_1	0.98864	0.68182	1	0	0	0	5
y_2	0.56	0.35	0	1	0	0	3
y_3	1	-1	0	0	1	0	0.30682
y_4	1	-1	0	0	0	1	0.21
z	0	-13	0	0	0	8	1.68
y_1	0	1.67046	1	0	0	-0.98864	4.7923856
y_2	0	0.91	0	1	0	-0.56	2.8824
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682
x_1	1	-1	0	0	0	1	0.21
z	0	0	7.7822875	0	0	0.3061193	38.975723
x_2	0	1	0.5986375	0	0	-0.591837	2.8689017
y_2	0	0	-0.544760	1	0	-0.021428	0.2716994
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682
x_1	1	0	0.5986375	0	0	0.4081630	3.0789017

3.7 Syarat Keoptimuman dan Syarat Ketersauran

Syarat keoptimuman ialah bagi masalah pemaksimuman (peminimuman), pembolehubah yang masuk merupakan pembolehubah bukan asas yang mempunyai pekali yang paling negatif (positif) di dalam persamaan z . Jika terdapat sesuatu nilai yang seri, nilai tersebut boleh dipilih secara sebarang. Apabila semua pekali bukan

asas di dalam persamaan z bernilai positif (negatif), penyelesaian optimum telah tercapai.

Syarat ketersauran ialah bagi masalah pemaksimuman dan peminimuman, pembolehubah yang keluar merupakan pembolehubah asas yang mempunyai nisbah yang terkecil dengan penyebut positif. Jika terdapat sesuatu nilai yang seri, nilai tersebut boleh dipilih secara sebarangan.

3.8 Perincian Pengiraan Algoritma Simpleks

Perincian algoritma di subtajuk 3.5 adalah seperti berikut :

Langkah I:

Fungsi matlamat dan semua kekangan ditukar ke dalam bentuk piawai seperti berikut:

Memaksimumkan

$$z = 8x_1 + 5x_2 \quad (3.30)$$

Terhadap

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 + y_1 = 5 \quad (3.31)$$

$$0.56x_1 + 0.35x_2 + y_2 = 3 \quad (3.32)$$

$$x_1 - x_2 + y_3 = 0.30682 \quad (3.33)$$

$$x_1 - x_2 + y_4 = 0.21 \quad (3.34)$$

$$x_1, x_2, y_1, y_2, y_3, y_4 \geq 0 \quad (3.35)$$

Langkah 2 :

Penyelesaian permulaan boleh ditentukan daripada persamaan kekangan dengan menetapkan enam ditolak dengan empat bersamaan dengan dua pembolehubah sama dengan sifar.

Langkah 3:

Kemudian y_1, y_2, y_3 dan y_4 pembolehkan lalai dimasukkan pada setiap kekangan. Seperti di dalam model kajian ini, $x_1 = x_2 = 0$, secara tidak langsung kita memperoleh $y_1 = 5$, $y_2 = 3$, $y_3 = 0.30682$ dan $y_4 = 0.21$. Maka, nilai ini boleh digunakan sebagai penyelesaian tersaur permulaan. Nilai bagi z adalah sifar kerana x_1 dan x_2 bernilai sifar.

Langkah 4 :

Maklumat di atas membentuk jadual :

Jadual 3.3A Jadual Permulaan A

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian
z	-8	-5	0	0	0	0	0
y_1	0.98864	0.68182	1	0	0	0	5
y_2	0.56	0.35	0	1	0	0	3
y_3	1	-1	0	0	1	0	0.30682
y_4	1	-1	0	0	0	1	0.21

Langkah 5 :

Pembolehkan yang masuk dipilih berdasarkan pembolehkan bukan asas yang merupakan pekali paling negatif. Dengan menggunakan syarat keoptimuman ke atas jadual 3.3A, x_1 dipilih sebagai pembolehkan yang masuk dengan nilai -8.

Langkah 6 :

Kemudian, dengan menggunakan syarat ketersauran, y_4 dipilih sebagai pembolehkan yang keluar yang mempunyai nisbah yang paling minimum. Nisbah diperoleh dengan membahagikan unsur penyelesaian dengan unsur di bawah

pembolehubah yang masuk. Bagi nisbah hasil unsur penyelesaian yang dibahagi dengan unsur di bawah pembolehubah yang masuk yang bernilai negatif dan sifar tidak diambil kira.

Langkah 7 :

Selepas syarat ketersauran dikenakan, lajur di bawah pembolehubah yang masuk, x_1 dipilih sebagai **lajur yang masuk**. Baris yang berkaitan dengan pembolehubah yang keluar dipanggil **persamaan pivot**, iaitu baris bagi pembolehubah y_4 dan unsur pada persilangan lajur yang masuk dan persamaan pivot akan dipanggil **unsur pivot**, iaitu unsur pada baris y_4 dan lajur x_1 yang bernilai 1.

Lajur yang masuk

Jadual 3.3B Jadual Permulaan B

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian	
z	-8	-5	0	0	0	0	0	nisbah
y_1	0.98864	0.68182	1	0	0	0	5	$5/0.9886 = 5.1$
y_2	0.56	0.35	0	1	0	0	3	$3/0.56 = 5.357$
y_3	1	-1	0	0	1	0	0.30682	$0.307/1 = 0.31$
y_4	1	-1	0	0	0	1	0.21	$0.21/1 = 0.21$

Persamaan pivot Unsur pivot

Langkah 8 :

Kemudian, lelaran berikutnya ditentukan dengan menggunakan kaedah Gauss-Jordan/operasi baris. Berdasarkan jadual di atas, kita ungkapkan maklumat tersebut ke dalam bentuk matrik.

Untuk mendapatkan *nilai pivot y_4 baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai pivot } y_4 \text{ lama} = [1 \quad -1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0.21] \quad (3.36)$$

$$\text{nilai pivot } y_4^T \text{ baru} = \frac{1}{1} \text{nilai pivot } y_4^T \text{ lama} \quad (3.37)$$

$$\text{nilai pivot } y_4^T \text{ baru} = \frac{1}{1} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0.21 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0.21 \end{bmatrix} \quad (3.38)$$

Untuk mendapatkan *nilai z baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } z \text{ lama} = [-8 \quad -5 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0] \quad (3.39)$$

$$\text{nilai } z^T \text{ baru} = \text{nilai } z^T \text{ lama} - (-8) \text{nilai pivot } y_4^T \text{ baru} \quad (3.40)$$

$$\text{nilai } z^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} -8 \\ -5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - (-8) \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0.21 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -13 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 8 \\ 1.68 \end{bmatrix} \quad (3.41)$$

Untuk mendapatkan *nilai y₁ baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } y_1 \text{ lama} = [0.989 \quad 0.682 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 5] \quad (3.42)$$

$$\text{nilai } y_1^T \text{ baru} = \text{nilai } y_1^T \text{ lama} - (0.989) \text{nilai pivot } y_4^T \text{ baru} \quad (3.43)$$

$$\text{nilai } y_1^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 0.989 \\ 0.682 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 5 \end{bmatrix} - (0.989) \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0.21 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1.670 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -9.89 \\ 4.792 \end{bmatrix} \quad (3.44)$$

Untuk mendapatkan *nilai y₂ baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } y_2 \text{ lama} = [0.56 \quad 0.35 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 3] \quad (3.45)$$

$$\text{nilai } y_2^T \text{ baru} = \text{nilai } y_2^T \text{ lama} - (0.56) \text{nilai pivot } y_4^T \text{ baru} \quad (3.46)$$

$$\text{nilai } y_2^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 0.56 \\ 0.35 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix} - (0.56) \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0.21 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.91 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0.56 \\ 2.882 \end{bmatrix} \quad (3.47)$$

Untuk mendapatkan *nilai y₃ baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } y_3 \text{ lama} = [1 \quad -1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0.307] \quad (3.48)$$

$$\text{nilai } y_3^T \text{ baru} = \text{nilai } y_3^T \text{ lama} - (1) \text{nilai pivot } y_3^T \text{ baru} \quad (3.49)$$

$$\text{nilai } y_3^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0.307 \end{bmatrix} - (1) \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0.21 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0.097 \end{bmatrix} \quad (3.50)$$

Jadual baru terhasil seperti berikut :

Jadual 3.3C Jadual Kedua Penyelesaian A

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian
z	0	-13	0	0	0	8	1.68
y_1	0	1.67046	1	0	0	-0.9886	4.7923856
y_2	0	0.91	0	1	0	-0.56	2.8824
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682
x_1	i	-i	0	0	0	1	0.21

Penyelesaian baru menghasilkan $x_1 = 0.21$ dan $x_2 = 0$. Nilai z telah meningkat daripada 0 kepada 1.68. Disebabkan masih terdapat unsur negatif di baris z , maka pembinaan jadual yang baru diperlukan. Untuk membina jadual yang baru, langkah 5 hingga langkah 8 diulang.

Langkah 5 :

Dengan memeriksa jadual terakhir, syarat keoptimuman memilih x_2 sebagai pembolehubah yang masuk kerana pekali z -nya sama dengan -13.

Langkah 6 :

Kemudian, syarat ketersauran menunjukkan y_1 sebagai pembolehubah yang keluar. Nisbah yang ditunjukkan di dalam jadual 3.3D menunjukkan bahawa x_2 memasuki penyelesaian asas dengan nilai 2.87 sebagai nisbah paling minimum.

Langkah 7 :

Lajur di bawah pembolehubah x_2 dipanggil sebagai **lajur yang masuk**. Baris bagi pembolehubah y_1 dipanggil **persamaan pivot** dan unsur pada baris y_1 dan lajur x_2 iaitu 1.67046 dipanggil **unsur pivot**.

Lajur yang masuk

Jadual 3.3D Jadual Kedua Penyelesaian B

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian	
z	0	-13	0	0	0	8	1.68	nisbah
y_1	0	1.67046	1	0	0	-0.9886	4.7923856	$4.8/1.7 = 2.87$
y_2	0	0.91	0	1	0	-0.56	2.8824	$2.9/0.9 = 3.17$
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682	-
x_1	1	-1	0	0	0	1	0.21	-

persamaan pivot
unsur pivot

Langkah 8 :

Dengan mengungkapkan maklumat di jadual 3.5 ke dalam bentuk matrik, menggunakan operasi Gauss-Jordan berikut akan menghasilkan jadual baru.

Untuk mendapatkan *nilai pivot y_1 baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai pivot } y_1 \text{ lama} = [0 \quad 1.67046 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad -0.9886 \quad 4.7923856] \quad (3.51)$$

$$\text{nilai pivot } y_1^T \text{ baru} = \frac{1}{1.67046} \text{ nilai pivot } y_1^T \text{ lama} \quad (3.52)$$

$$\text{nilai pivot } y_1^T \text{ baru} = \frac{1}{1.67046} \begin{bmatrix} 0 \\ 1.67046 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.9886 \\ 4.7923856 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0.5986375 \\ 0 \\ 0 \\ -0.5918370 \\ 2.8689017 \end{bmatrix} \quad (3.53)$$

Untuk mendapatkan *nilai z baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } z \text{ lama} = [0 \quad -13 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 8 \quad 1.68] \quad (3.54)$$

$$\text{nilai } z^T \text{ baru} = \text{nilai } z^T \text{ lama} - (-13) \text{ nilai pivot } y_1^T \text{ baru} \quad (3.55)$$

$$\text{nilai } z^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 0 \\ -13 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 8 \\ 1.68 \end{bmatrix} - (-13) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0.5986375 \\ 0 \\ 0 \\ -0.5918370 \\ 2.8689017 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 7.7822875 \\ 0 \\ 0 \\ 0.3061193 \\ 38.975723 \end{bmatrix} \quad (3.56)$$

Untuk mendapatkan *nilai y₂ baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } y_2 \text{ lama} = [0 \quad 0.91 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad -0.56 \quad 2.8824] \quad (3.57)$$

$$\text{nilai } y_2^T \text{ baru} = \text{nilai } y_2^T \text{ lama} - (0.91) \text{ nilai pivot } y_1^T \text{ baru} \quad (3.58)$$

$$\text{nilai } y_2^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.91 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0.56 \\ 2.8824 \end{bmatrix} - (0.91) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0.5986375 \\ 0 \\ 0 \\ -0.5918370 \\ 2.8689017 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -0.5447601 \\ 1 \\ 0 \\ -0.0214283 \\ 0.2716994 \end{bmatrix} \quad (3.59)$$

Untuk mendapatkan *nilai y₃ baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } y_3 \text{ lama} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0.09682] \quad (3.60)$$

$$\text{nilai } y_3^T \text{ baru} = \text{nilai } y_3^T \text{ lama} - (0) \text{nilai pivot } y_1^T \text{ baru} \quad (3.61)$$

$$\text{nilai } y_3^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0.09682 \end{bmatrix} - (0) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0.5986375 \\ 0 \\ 0 \\ -0.5918370 \\ 2.8689017 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0.09682 \end{bmatrix} \quad (3.62)$$

Untuk mendapatkan *nilai x₁ baru* kita menggunakan operasi seperti berikut :

$$\text{nilai } x_1 \text{ lama} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0.09682] \quad (3.63)$$

$$\text{nilai } x_1^T \text{ baru} = \text{nilai } x_1^T \text{ lama} - (-1) \text{nilai pivot } y_1^T \text{ baru} \quad (3.64)$$

$$\text{nilai } x_1^T \text{ baru} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0.09682 \end{bmatrix} - (-1) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0.5986375 \\ 0 \\ 0 \\ -0.5918370 \\ 2.8689017 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0.5986375 \\ 0 \\ 0 \\ 0.4081630 \\ 3.0789017 \end{bmatrix} \quad (3.65)$$

Pengiraan ini menghasilkan jadual berikut :

Jadual 3.3E Jadual Terakhir Penyelesaian

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian
z	0	0	7.7822875	0	0	0.3061193	38.975723
x_2	0	1	0.5986375	0	0	-0.5918370	2.8689017
y_2	0	0	-0.5447601	1	0	-0.0214283	0.2716994
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682
x_1	1	0	0.5986375	0	0	0.4081630	3.0789017

Penyelesaian menghasilkan $x_1 = 3.07890174$ dan $x_2 = 2.86890174$. nilai z telah meningkat daripada 1.68 di dalam jadual sebelumnya kepada 38.97572262.

Jadual 3.3E adalah optimum kerana tiada lagi pembolehubah-pembolehubah bukan asas yang mempunyai pekali negatif di dalam persamaan z . Oleh itu, pengiraan ini telah melengkapkan pengiraan kaedah simpleks.

3.9 Kesimpulan

Hasil pengiraan pada jadual terakhir menunjukkan pembolehubah yang tidak disenaraikan di dalam lajur asas semestinya bernilai sifar. Yang lain, mempunyai nilai di dalam lajur penyelesaian. Dalam sebutan penyelesaian optimum bagi model tanaman koko, perhatian kita tertumpu khusus kepada campuran hasil koko basah bagi

tanaman tunggal dan tanaman di bawah kelapa, iaitu pembolehubah keputusan x_1 dan x_2 . Daripada jadual optimum kita mempunyai kesimpulan berikut :

Jadual 3.4 Keputusan Model

Pembolehubah Keputusan	Nilai Optimum	Keputusan
x_1	3.07890174	Ladang seluas 3.08 hektar bagi tanaman tunggal diperlukan
x_2	2.86890174	Ladang seluas 2.87 hektar bagi tanaman di bawah kelapa diperlukan
z	38.97572262	hasil koko basah yang diperoleh sebanyak 38.98 tan

Perhatian bahawa $z = 8x_1 + 5x_2 = 8(3.07890174) + 5(2.86890174) = 38.97572262$ seperti yang diberi dalam jadual optimum.

BAB 4

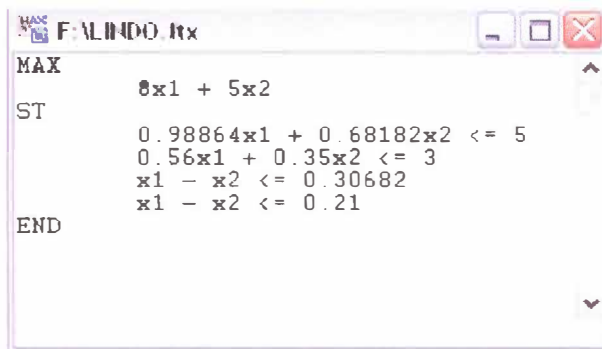
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Pengenalan

Bab ini menerangkan dan membincangkan tentang keputusan yang diperoleh menggunakan Perisian LINDO dan penyelesaian secara bergraf beserta analisis kepekaan terhadap kajian ini.

4.2 Penyelesaian Menggunakan Perisian LINDO

Rajah 4.1 menunjukkan arahan yang diberikan kepada perisian LINDO untuk menyelesaikan masalah kajian.



```
MAX      0x1 + 5x2
ST       0.98864x1 + 0.68182x2 <= 5
         0.56x1 + 0.35x2 <= 3
         x1 - x2 <= 0.30682
         x1 - x2 <= 0.21
END
```

Rajah 4.1 : Arahan Menggunakan Perisian LINDO

Keputusan penyelesaian menggunakan perisian LINDO adalah seperti di jadual 4.1. Turut disertakan sekali penerangan bagi setiap keputusan yang dikeluarkan. Hasil keputusan menunjukkan bahawa terdapat dua lelaran yang diperlukan untuk mendapatkan penyelesaian optimum yang dijumpai di langkah kedua. Nilai fungsi objektif adalah sebanyak 38.97572 tan mewakili hasil koko basah yang diperoleh setahun. 'ROW 1' merujuk kepada baris fungsi matlamat, manakala 'ROW 2' merujuk kepada fungsi bagi setiap kekangan.

Bagi kajian ini, empat pembolehubah lalai dimasukkan mewakili satu pembolehubah lalai bagi setiap kekangan, iaitu y_1, y_2, y_3 dan y_4 . Bagi penyelesaian LINDO, pembolehubah lalai ini dikemukakan dengan diberi nama 'slack or surplus'. Oleh itu, penyelesaian optimum bagi setiap pembolehubah kekangan dan pembolehubah lalai ialah $(x_1, x_2, y_1, y_2, y_3, y_4) = (3.078902, 2.868902, 0, 0.271699, 0.096820, 0)$.

Jadual 4.1 Keputusan LINDO A

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      2

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      38.97572

      VARIABLE            VALUE            REDUCED COST

      X1                  3.078902            0.000000

      X2                  2.868902            0.000000

      ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES

    2)          0.000000            7.782288

    3)          0.271699            0.000000

    4)          0.096820            0.000000

    5)          0.000000            0.306119

      NO. ITERATIONS=          2
  
```


Untuk menerangkan lajur bagi ‘*reduce cost*’ dan ‘*dual price*’, jadual penyelesaian diperlukan. Jadual terakhir penyelesaian adalah seperti di jadual 4.2. Nilai yang dikeluarkan di dalam lajur ‘*reduce cost*’ diambil daripada pekali x_1 dan x_2 di ‘*ROW 1*’ di dalam jadual terakhir penyelesaian. Hasil menunjukkan x_1 dan x_2 tidak mengalami penurunan harga.

Kemudian, nilai yang ditunjukkan di dalam lajur ‘*dual price*’ pula menunjukkan setiap unit peningkatan terhadap penggunaan baja NPK, akan meningkatkan hasil koko basah yang diperoleh sebanyak 7.782288 tan. Begitu juga, dengan setiap unit peningkatan terhadap amaun lebihan penggunaan kapur GML bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa akan meningkatkan hasil koko basah sebanyak 0.3061193 tan. Bagi penggunaan kapur GML dan amaun lebihan penggunaan baja NPK tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa menunjukkan nilai sifar. Ini bermakna, kedua-dua kekangan ini telah melebihi penggunaan kapur GML yang diperlukan sebanyak 0.271699 tan dan melebihi amaun lebihan penggunaan baja NPK yang diperlukan sebanyak 0.096820 tan.

Jadual 4.2 Keputusan LINDO B

THE TABLEAU

ROW	(BASIS)	X1	x2	SLK	2	SLK	3	SLK	4
1	ART	0.000	0.000	7.782	0.000	0.000			
2	x2	0.000	1.000	0.599	0.000	0.000			
3	SLK 3	0.000	0.000	-0.545	1.000	0.000			
4	SLK 4	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000			
5	X1	1.000	0.000	0.599	0.000	0.000			

ROW	SLK	5
1	0.306	38.976
2	-0.592	2.869
3	-0.021	0.272
4	-1.000	0.097
5	0.408	3.079

Rujuk jadual 4.3, ‘*ranges in which the basis is unchanged*’ mewakili nilai bagi analisis kepekaan. ‘*Obj coefficient ranges*’ bermaksud selang pekali fungsi objektif

dan ‘*righthand side ranges*’ bermaksud selang persamaan di sebelah kanan. ‘*Current coef*’ menunjukkan hasil semasa koko basah dan ‘*current RHS*’ mewakili nilai pekali semasa persamaan di sebelah kanan. Manakala ‘*allowable increase*’ dan ‘*allowable decrease*’ bermaksud had tertinggi dan had terendah bagi sesuatu perubahan penyelesaian optimum.

Bagi perubahan pekali di fungsi objektif, keputusan LINDO bagi masalah kajian ini menunjukkan, hasil koko basah semasa bagi x_1 , tanaman tunggal adalah sebanyak lapan tan dan hasil koko basah semasa bagi x_2 , tanaman di bawah kelapa sebanyak lima tan. Kemudian, perubahan nilai bagi keluasan ladang bagi tanaman tunggal mengakibatkan perubahan hasil koko basah dalam selang $[-0.749992, \infty]$. Manakala, perubahan nilai bagi keluasan ladang bagi tanaman di bawah kelapa mengakibatkan perubahan hasil koko basah dalam selang $[-13, 0.517236]$.

Jadual 4.3 Keputusan LINDO C

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	8.000000	INFINITY	0.749992
X2	5.000000	0.517236	13.000000

Keputusan di jadual 4.4 menunjukkan, belian baja NPK semasa adalah sebanyak lima tan. Kemudian, jika berlaku perubahan pekali persamaan di sebelah kanan, iaitu berlaku perubahan nilai bagi belian baja NPK, mengakibatkan perubahan hasil koko basah dalam selang $[-4.792386, 0.498751]$. Begitu juga belian semasa kapur GML adalah sebanyak tiga tan. Perubahan nilai ini mengakibatkan perubahan hasil koko basah dalam selang $[-0.271699, \infty]$. Seterusnya, penggunaan semasa baja NPK bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa sebanyak 0.306820. Perubahan pada nilai ini mengakibatkan perubahan hasil koko basah sebanyak dalam selang $[-0.096820, \infty]$. Dan akhir sekali, penggunaan semasa kapur GML bagi

tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa sebanyak adalah sebanyak 0.21 tan. Perubahan pada nilai ini mengakibatkan perubahan hasil koko basah sebanyak dalam selang $[7.543314, 0.096820]$.

Jadual 4.4 Keputusan LINDO D

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	5.000000	0.498751	4.792386
3	3.000000	INFINITY	0.271699
4	0.306820	INFINITY	0.096820
5	0.210000	0.096820	7.543314

4.3 Perbandingan Keputusan Perisian LINDO dan Pengiraan Secara manual

Perbandingan keputusan yang ditunjukkan di dalam sub tajuk ini hanya melibatkan keputusan jadual terakhir penyelesaian dan penyelesaian LINDO seperti di Jadual 4.1 dan jadual 4.5 berikut merupakan jadual terakhir hasil keputusan secara manual.

Jadual 4.5 Keputusan Pengiraan secara Manual

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian
z	0	0	7.7822875	0	0	0.3061193	38.975723
x_2	0	1	0.5986375	0	0	-0.5918370	2.8689017
y_2	0	0	-0.5447601	1	0	-0.0214283	0.2716994
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682
x_1	1	0	0.5986375	0	0	0.4081630	3.0789017

Hasil perbandingan keputusan di antara penyelesaian menggunakan perisian LINDO dan penyelesaian secara manual adalah sama. Ini menunjukkan ketepatan pengiraan manual yang dibuat dan dapat dibuktikan dengan melihat jadual 4.6 perbandingan keputusan di bawah.

Jadual 4.6 Perbandingan Keputusan

Penyelesaian Perisian LINDO	Penyelesaian Secara Manual
<i>Objective Function Value</i> 1) 38.97572	Penyelesaian 38.975723
<i>Value</i> <i>Variable X</i> = 3.0789017 <i>Variable Y</i> = 2.868902	Penyelesaian $x_1 = 3.0789017$ $x_2 = 2.8689017$
<i>Slack or Surplus</i> 3) 0.2716999 4) 0.096820	Penyelesaian $y_2 = 0.2716994$ $y_3 = 0.09682$
<i>Dual Prices</i> 2) 7.782288 5) 0.306119	Nilai z $y_1 = 7.7822875$ $y_4 = 0.3061193$

4.4 Penyelesaian Bergraf bagi Model LP

Model kajian ini boleh diselesaikan secara bergraf kerana mengandungi hanya dua pembolehubah sahaja. kaedah bergraf adalah tak praktik digunakan, bagi model yang mengandungi tiga atau lebih pembolehubah. Walaubagaimanapun, kita boleh membuat kesimpulan am dari kaedah bergraf ini. Kajian ini menyelesaikan model ini dengan menggunakan perisian Maple. Penyelesaian optimum boleh ditentukan dengan memerhatikan arah peningkatan fungsi matlamat $z = 8x_1 + 5x_2$ sehingga ke titik yang menyebabkan sebarang peningkatan hasil koko basah dan selanjutnya akan menyebabkan penyelesaian tak tersaur. Rajah 4.2 menunjukkan bahawa penyelesaian optimum berlaku di titik persilangan garis (3.9) dan (3.12).

Arahan menggunakan Maple 9 :

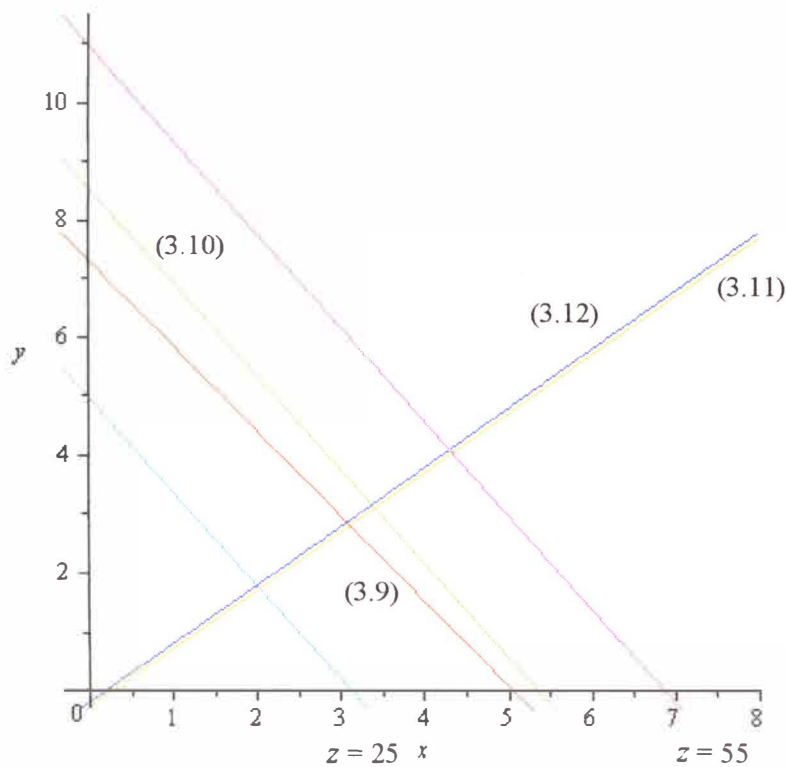
```
> restart:
> plot([7.33331-1.45*x, 8.571429-1.6*x, x-0.30682, x-
0.21, 11-1.6*x, 5-1.6*x], x=-0.3..8, y=-0.3..11.5);
```

Hasil keputusan Maple 9 seperti di rajah 4.2. Oleh kerana persilangan garis (3.9) dan (3.12) nilai x_1 dan x_2 ditentukan dengan menyelesaikan kedua-dua persamaan tersebut secara serentak.

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 = 5 \quad (4.1)$$

$$x - x_2 = 0.21 \quad (4.2)$$

Kedua-dua persamaan ini menghasilkan $x_1 = 3.07890174$ dan $x_2 = 2.86890174$. Oleh itu, penyelesaian ini mengatakan bahawa ladang seluas 3.07890174 hektar bagi tanaman tunggal diperlukan dan ladang seluas 2.86890174 hektar bagi tanaman di bawah kelapa diperlukan. Hasil koko basah yang dihasilkan setahun sebanyak $z = 8(3.07890174) + 5(2.86890174) = 38.97572262$ tan.



Rajah 4.2 : Graf Penyelesaian Model

4.5 Analisis Kepekaan

Analisis kepekaan merupakan satu teknik menentukan bagaimana penyelesaian optima pengaturcaraan linear berubah sekiranya masalah data seperti pekali fungsi matlamat atau nilai di sebelah kanan persamaan berubah. Analisis kepekaan juga dikenali sebagai analisis lepas optimum.

Di bawah menunjukkan persamaan bagi kajian ini.

memaksimumkan

$$z = 8x_1 + 5x_2 \quad (\text{fungsi matlamat}) \quad (4.3)$$

terhadap

$$0.98864x_1 + 0.68182x_2 \leq 5 \quad (4.4)$$

$$0.56x_1 + 0.35x_2 \leq 3 \quad (4.5)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.30682 \quad (4.6)$$

$$x_1 - x_2 \leq 0.21 \quad (4.7)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (4.8)$$

Di bawah ini pula merupakan jadual penyelesaian bagi kajian ini. Untuk menjalankan analisis kepekaan, maklumat pada jadual terakhir penyelesaian diperlukan.

Jadual 4.7 Jadual penyelesaian

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	penyelesaian
z	0	0	7.7822875	0	0	0.3061193	38.975723
x_2	0	1	0.5986375	0	0	-0.5918370	2.8689017
y_2	0	0	-0.5447601	1	0	-0.0214283	0.2716994
y_3	0	0	0	0	1	-1	0.09682
x_1	1	0	0.5986375	0	0	0.4081630	3.0789017

Pada jadual penyelesaian menunjukkan $x_1 = 3.0789017$ iaitu bilangan hektar tanaman tunggal yang diperlukan dan $x_2 = 2.8689017$ merupakan bilangan hektar tanaman di bawah kelapa yang diperlukan. Jumlah hasil tahunan koko basah yang diperoleh adalah sebanyak 38.975723.

Pembolehubah dual

Satu pembolehubah dual ditambah untuk setiap kekangan persamaan. Untuk kajian ini terdapat empat pembolehubah dual y_1, y_2, y_3 dan y_4 iaitu,

$$y_1 = 7.7822875 \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 0 \quad y_4 = 0.3061193 \quad (4.9)$$

Setiap pembolehubah ini mewakili perubahan hasil setiap unit koko basah untuk setiap perubahan nilai di sebelah kanan persamaan kekangan

$y_1 = 7.7822875 \rightarrow$ untuk setiap unit yang berubah terhadap penggunaan baja NPK, hasil koko basah akan berubah sebanyak 7.7822875 tan

$y_2 = 0 \rightarrow$ tiada perubahan yang berlaku terhadap hasil koko basah

$y_3 = 0 \rightarrow$ tiada perubahan yang berlaku terhadap hasil koko basah

$y_4 = 0.3061193 \rightarrow$ untuk setiap unit perubahan amaun lebih kapur GML bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa, hasil koko basah akan berubah sebanyak 0.3061193 tan

Perubahan Pekali Fungsi Matlamat

Untuk menentukan perubahan hasil koko basah yang diperoleh untuk setiap bilangan hektar tanaman tunggal, analisa berikut dibuat.

Fungsi hasil koko basah menjadi

$$(8+c_1)x_1 + 5x_2 \quad (4.10)$$

Untuk menentukan nilai optimum baris z ,

Jadual 4.8 Jadual Menentukan Nilai Optimum Baris z

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4
z	0	0	7.7822875	0	0	0.3061193
x_1	1	0	0.5986375	0	0	0.4081630

Baris z menjadi

Jadual 4.9 Jadual Hasil Baris z

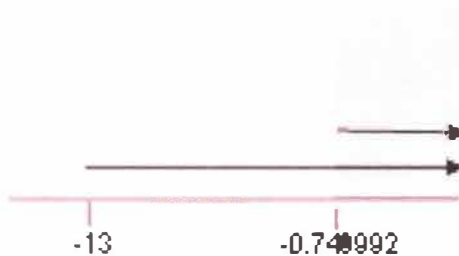
	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4
z	0	0	$7.7822875 + 0.5986375c_1$	0	0	$0.3061193 + 0.4081630c_1$

Penyelesaian adalah optimum apabila tiada lagi unsur negatif di baris z iaitu bagi masalah pemaksimuman.

$$7.7822875 + 0.5986375c_1 \geq 0 \rightarrow c_1 \geq -13 \quad (4.11)$$

$$0.3061193 + 0.4081630c_1 \geq 0 \rightarrow c_1 \geq -0.749992 \quad (4.12)$$

Garis nombor seperti di dalam rajah 4.3 digunakan.



Rajah 4.3 : Garis Nombor Perubahan Hasil Koko Basah bagi Setiap Perubahan Bilangan Hektar Tanaman Tunggal

Garis nombor pada rajah 4.3 menunjukkan perubahan hasil koko basah yang diperoleh untuk setiap perubahan bilangan hektar tanaman tunggal seperti di selang (4.13).

$$-0.749992 \leq c_1 \leq \infty \quad (4.13)$$

$$7.250008 \leq 8 \leq \infty \quad (4.14)$$

Manakala, perubahan hasil koko basah untuk setiap bilangan hektar tanaman koko di bawah kelapa :

Fungsi hasil koko basah menjadi

$$8x_1 + (5+c_2)x_2 \quad (4.15)$$

Untuk menentukan baris z yang optimum :

Jadual 4.10 Jadual Menentukan Nilai Optimum Baris z

	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4
z	0	0	7.7822875	0	0	0.3061193
x_2	0	1	0.5986375	0	0	-0.5918370

Baris z bertukar menjadi :

Jadual 4.11 Jadual Hasil Baris z

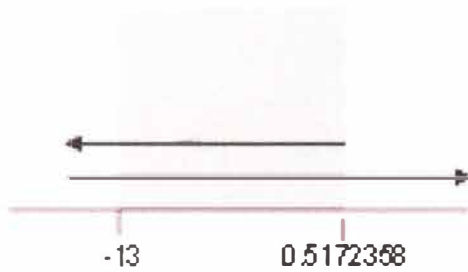
	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4
z	0	0	$7.7822875 + 0.5986375c_2$	0	0	$0.3061193 - 0.591837c_2$

Penyelesaian adalah optimum apabila tiada lagi unsur negatif di baris z iaitu bagi masalah pemaksimuman.

$$7.7822875 + 0.5986375c_2 \geq 0 \rightarrow c_2 \geq -13 \quad (4.16)$$

$$0.3061193 - 0.5918370c_2 \geq 0 \rightarrow c_2 \leq 0.5172358 \quad (4.17)$$

Garis nombor seperti di dalam rajah 4.4 digunakan.



Rajah 4.4 : Garis Nombor Perubahan Hasil Koko Basah bagi Setiap Perubahan Bilangan Hektar Tanaman Koko di Bawah Kelapa

Garis nombor menunjukkan perubahan hasil koko basah yang diperoleh untuk setiap perubahan bilangan hektar tanaman koko di bawah kelapa seperti di selang (4.18).

$$-13 \leq c_2 \leq 0.5172358 \quad (4.18)$$

$$-8 \leq 5 \leq 5.5172358 \quad (4.19)$$

Perubahan Nilai di Sebelah Kanan Persamaan

Jika penggunaan baja NPK yang berubah, pengiraan secara matematiknya boleh dibuat seperti yang berikut :

Vektor b diperoleh dengan memasukkan nilai di sebelah kanan persamaan ke dalam matrik seperti di (4.20)

$$\begin{bmatrix} 5 + \Phi_1 \\ 3 \\ 0.30682 \\ 0.21 \end{bmatrix} \quad (4.20)$$

Di dalam jadual optimum, dengan menambah nilai penyelesaian jadual optimum dengan lajur y_1 vektor b berubah menjadi :

$$\begin{bmatrix} 2.8689017 + 0.5986375\Phi_1 \\ 0.2716994 - 0.5447601\Phi_1 \\ 0.09682 + 0\Phi_1 \\ 3.0789017 + 0.5986375\Phi_1 \end{bmatrix} \quad (4.21)$$

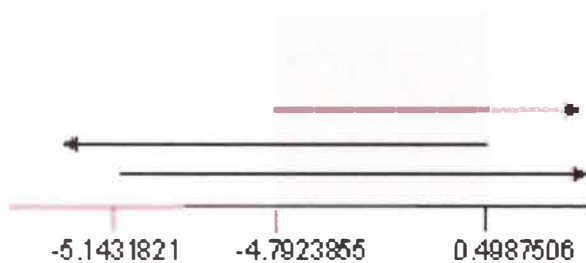
Unsur b mestilah tidak negatif, oleh itu setiap persamaan di (4.21) hendaklah lebih besar daripada sifar. Seterusnya, dengan menyelesaikan persamaan tersebut seperti di bawah:

$$\begin{aligned} 2.8689017 + 0.5986375\Phi_1 &\geq 0 \\ 0.5986375\Phi_1 &\geq -2.8689017 \\ \Phi_1 &\geq -4.7923855 \end{aligned} \quad (4.22)$$

$$\begin{aligned} 0.2716994 - 0.5447601\Phi_1 &\geq 0 \\ -0.5447601\Phi_1 &\geq -0.2716994 \\ \Phi_1 &\leq 0.4987506 \end{aligned} \quad (4.23)$$

$$\begin{aligned} 3.0789017 + 0.5986375\Phi_1 &\geq 0 \\ 0.5986375\Phi_1 &\geq -3.0789017 \\ \Phi_1 &\geq -5.1431821 \end{aligned} \quad (4.24)$$

Garis nombor seperti di dalam rajah 4.5 digunakan.



Rajah 4.5 : Garis Nombor Perubahan Penggunaan Baja NPK

Selang bagi penggunaan baja NPK adalah seperti di bawah. Ini bermakna had penambahan bagi penggunaan baja NPK adalah sebanyak 5.4987506 dan had pengurangan adalah sebanyak 0.2076145.

$$-4.7923855 \leq \Phi_1 \leq 0.4987506 \quad \text{atau} \quad (4.25)$$

$$0.2076145 \leq 5 \leq 5.4987506 \quad (4.26)$$

Kemudian, bagi penggunaan kapur GML yang berubah, pengiraan boleh dibuat seperti :

Vector b menjadi

$$\begin{bmatrix} 5 \\ 3 + \Phi_2 \\ 0.30682 \\ 0.21 \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

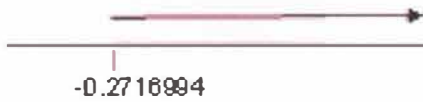
Di dalam jadual optimum b menjadi seperti matrik di bawah dengan menambah nilai penyelesaian dengan nilai lajur y_2 :

$$\begin{bmatrix} 2.8689017 + 0\Phi_2 \\ 0.2716994 + 1\Phi_2 \\ 0.09682 + 0\Phi_2 \\ 3.0789017 + 0\Phi_2 \end{bmatrix} \quad (4.28)$$

Unsur b mestilah tidak negatif. Dengan memastikan setiap persamaan di dalam vektor di atas lebih besar daripada sifar, nilai bagi setiap persamaan tersebut boleh diperoleh seperti di bawah :

$$0.2716994 + 1\Phi_2 \geq 0 \quad \rightarrow \quad \Phi_2 \geq -0.2716994 \quad (4.29)$$

Garis nombor seperti di dalam rajah 4.6 digunakan.



Rajah 4.6 : Garis Nombor Perubahan Penggunaan Kapur GML

Selang bagi penggunaan kapur GML adalah seperti di bawah.

$$-0.2716994 \leq \Phi_2 \leq \infty \quad \text{atau} \quad (4.30)$$

$$2.7283006 \leq \Phi_3 \leq \infty \quad (4.31)$$

Berikut merupakan pengiraan yang perlu dibuat jika terdapat perubahan terhadap amaun lebih penggunaan baja NPK bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa :

Vektor b dari persamaan kajian menjadi

$$\begin{bmatrix} 5 \\ 3 \\ 0.30682 + \Phi_3 \\ 0.21 \end{bmatrix} \quad (4.32)$$

Di dalam jadual optimum, vektor b menjadi seperti matrik di bawah dengan menambah nilai lajur daripada jadual penyelesaian yang optimum dengan nilai lajur

y_3 .

$$\begin{bmatrix} 2.8689017 + 0\Phi_3 \\ 0.2716994 + 0\Phi_3 \\ 0.09682 + 1\Phi_3 \\ 3.0789017 + 0\Phi_3 \end{bmatrix} \quad (4.33)$$

Unsur b mestilah tidak negatif. Dengan memastikan setiap persamaan di dalam vektor di atas lebih besar daripada sifar, nilai bagi setaip persamaan tersebut boleh diperoleh seperti di persamaan (4.34) :

$$0.09682 + 1\Phi_3 \geq 0 \rightarrow \Phi_3 \geq -0.09682 \quad (4.34)$$

Garis nombor seperti di dalam rajah 4.7 digunakan.



Rajah 4.7 : Garis Nombor Perubahan Amaun Lebihan Penggunaan Baja NPK

Oleh itu, selang bagi bagi amaun lebihan penggunaan baja NPK bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa yang berubah diperoleh :

$$-0.09682 \leq \Phi_3 \leq \infty \quad \text{atau} \quad (4.35)$$

$$0.21 \leq 0.30682 \leq \infty \quad (4.36)$$

Berikut merupakan pengiraan yang perlu dibuat jika terdapat perubahan terhadap amaun lebihan penggunaan kapur GML bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa :

Vektor b dari persamaan kajian menjadi

$$\begin{bmatrix} 5 \\ 3 \\ 0.30682 \\ 0.21 + \Phi_4 \end{bmatrix} \quad (4.37)$$

Di dalam jadual optimum, vektor b menjadi seperti matrik di bawah dengan menambah nilai lajur daripada jadual penyelesaian yang optimum dengan nilai lajur y_4 .

$$\begin{bmatrix} 2.8689017 & - & 0.5918370\Phi_4 \\ 0.2716994 & - & 0.0214283\Phi_4 \\ 0.09682 & - & 1\Phi_4 \\ 3.0789017 & + & 0.4081630\Phi_4 \end{bmatrix} \quad (4.38)$$

Unsur b mestilah tidak negatif. Dengan memastikan setiap persamaan di dalam vektor di atas lebih besar daripada sifar, nilai bagi setaip persamaan tersebut boleh diperolehi seperti di bawah :

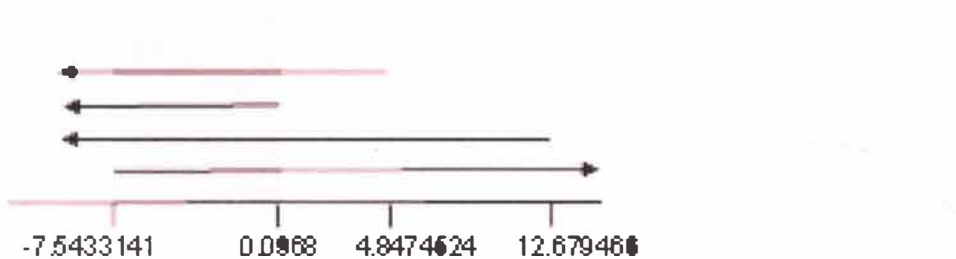
$$2.8689017 - 0.5918370\Phi_4 \geq 0 \quad \rightarrow \quad \Phi_4 \leq 4.8474524 \quad (4.39)$$

$$0.2716994 - 0.0214283\Phi_4 \geq 0 \quad \rightarrow \quad \Phi_4 \leq 12.679466 \quad (4.40)$$

$$0.09682 - 1\Phi_4 \geq 0 \quad \rightarrow \quad \Phi_4 \leq 0.09682 \quad (4.41)$$

$$3.0789017 + 0.4081630\Phi_4 \geq 0 \quad \rightarrow \quad \Phi_4 \geq -7.5433141 \quad (4.42)$$

Garis nombor seperti di dalam rajah 4.8 digunakan.



Rajah 4.8 : Garis Nombor Perubahan Amaun Lebihan Penggunaan Kapur GML

Oleh itu, selang bagi bagi amaun lebihan penggunaan kapur GML bagi tanaman tunggal melebihi tanaman di bawah kelapa yang berubah diperolehi :

$$-7.5433141 \leq \Phi_4 \leq 0.09682 \quad (4.43)$$

$$-7.3333141 \leq 0.21 \leq 0.30682 \quad (4.44)$$

Di sini dapat disimpulkan bahawa, setiap perubahan unit pada pekali fungsi matlamat dan nilai di sebelah kanan persamaan akan memberi kesan terhadap perubahan hasil koko basah.

4.6 Keputusan

Kaedah yang telah dibincangkan menggunakan perisian LINDO untuk menghasilkan model pengaturcaraan linear menggunakan kaedah simpleks dalam bab ini terbukti kebolehan untuk memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun disamping memenuhi pembelian bahan-bahan penyelenggaraan yang telah dibuat bagi mengelakkan pembaziran. Penggunaan pengaturcaraan linear ini adalah sesuai dan tepat diaplikasikan kerana ia dapat menyelesaikan masalah yang melibatkan pembolehubah dan kekangan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulannya, dalam kajian ini, didapati bahawa kaedah simpleks pengaturcaraan ini dapat memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun, sementara memenuhi pembelian bahan penyelenggaraan yang telah dibuat. Dalam peringkat analisis data, berat (dalam tan) penggunaan baja NPK dan kapur GML yang diperlukan bagi setiap sistem tanaman, tanaman tunggal dan tanaman di bawah kelapa dikenal pasti. Selain itu, faktor jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun juga diambil kira. Faktor-faktor yang penting ini dimasukkan ke dalam persamaan kaedah simpleks ini untuk menentukan keluasan ladang (dalam hektar) bagi setiap jenis kaedah tanaman koko seterusnya dapat memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun.

Secara asasnya (teorinya), kajian ini telah berjaya mencapai objektif utamanya iaitu memaksimumkan jumlah hasil koko basah yang diperoleh (dalam tan) setahun, sementara memenuhi pembelian yang telah dibuat menggunakan kaedah simpleks pengaturcaraan linear ini berdasarkan data-data yang diperolehi. Kaedah ini didapati mempunyai pendekatan yang baik untuk digunakan sebagai alat untuk mengoptimumkan (memaksimumkan) hasil koko basah. Walau bagaimanapun, masih terdapat kekurangan dalam kaedah ini kerana hasil koko basah yang diperoleh tidak mengambil kira masalah-masalah yang dihadapi dalam perusahaan tanaman koko ini

seperti diserang penyakit, mengalami bencana seperti banjir dan serangan serangga perosak yang menyebabkan kekurangan kepada hasil koko basah yang diperoleh. Namun, kekurangan ini dapat diatasi sekiranya nilai anggaran bagi hasil koko basah yang rosak diperoleh.

5.2 Cadangan

Bagi tujuan memaksimumkan hasil koko basah ini, terdapat banyak unsur yang perlu diberi pertimbangan kerana kajian ini melibatkan tanaman koko yang memerlukan kajian yang lebih terperinci dari segi biologinya. Oleh itu, saya mencadangkan agar unsur biologi seperti unsur jenis iklim, sifat tanah, penyakit, bencana dan serangan serangga perosak yang mempengaruhi hasil pengeluaran koko basah diambilkira untuk pengkaji-pengkaji yang berminat menjalankan penyelidikan dan kajian yang berkaitan kajian ini. Hal ini kerana, tanaman koko sedikit sebanyak ada kaitannya dengan unsur biologi.

Saya juga mencadangkan keputusan yang diperoleh menggunakan perisian LINDO dalam kajian ini juga boleh digunakan menggunakan perisian matematik yang lain seperti menggunakan perisian MATLAB pada kajian yang akan datang.

Akhir sekali, cadangan yang ingin diketarakan adalah penggunaan kaedah simpleks di dalam kajian ini juga boleh diaplikasikan kepada semua jenis tanaman. Contohnya seperti tanaman kontan iaitu tanaman kelapa sawit dan getah, mungkin untuk tanaman sayur-sayuran dan buah-buahan yang melibatkan dua atau lebih sistem tanaman yang dapat memaksimumkan hasil pengeluaran disamping dapat mengurangkan kadar pembaziran terhadap bahan penyelenggaraan yang digunakan. Walau bagaimanapun kajian hendaklah dilakukan dengan penuh ketelitian untuk memahami masalah kajian.

RUJUKAN

- Answers Corporation. 2009. Sensitivity Analysis. <http://www.answers.com/topic/sensitivity-analysis>. [28 Mac 2009].
- Hamdy A. Taha. 1994. Penyelidikan Operasi Pengenalan, Terj. Muhamad Jantan. Kuala Lumpur : Dewan Bahasa dan Pustaka.
- IHOM, P.A., JATAU, J. & MUHAMMAD, H. 2007. The Use of LP Simplex Method in the Determination of the Minimized Cost of a Newly Developed Core Binder. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*. ISSN 1583-1078 : 155-162.
- Kuo, P.C., Schroeder, R.A., Mahaffey, S., Bollinger, R.R.. 2003. Linear Optimization of Operating Room Allocation Using Linear Programming Techniques. *Journal of American College of Surgeons*. Vol. 200, No. 6: 861-868.
- Linear Programming – Simplex and Sensitivity Analysis. 1-4. <http://www.computing.dcu.ie/~lkillen/teach/ca427sensanalexample.pdf>. [30 Mac 2009].
- Module for Linear Programming - The Simplex Method. <http://math.fullerton.edu/mathews/n2003/LinearProgrammingMod.html>. [28 Mac 2009].
- Moreira, F.R. 2003. Linear Programming Applied To Healthcare Problems. *Proceedings of Clinical Research Center of Hospital Israelita Albert Einstein* p.105-109.
- Noorsalwa Hanim Binti Salleh. 2007. Peramalan Harga Saham Dengan Menggunakan Kaedah Rangkaian Neural Tiruan. Tesis Program Sarjana Muda Sains (Matematik Kewangan), Universiti Malaysia Terengganu.
- Raffensperger, J.F. 2008. The Least Cost Low Carbohydrate Diet is Expensive. *Nutrition Research* 28 (2008) : 6-12.
- Reeb, J. & Leavengood, S. 1998. Using the Simplex Method to Solve Linear Programming Maximizations Problems. *Performance Excellence in The Wood Products Industry Operations Research*. EM 8720-E : 1-28.

Sensitivity Analysis: A Sample LINDO Output. [http://74.6.146.127/search/cache?ei=UTF-8&p=lindo+for+maximization+result&rd=r1&meta=vc%3Dmy&fr=yfp-501&fp_ip=MY&u=https://www.utdallas.edu/%7Escniu/OPRE6201/documents/LP13-LINDO Analysis.pdf&w=lindo+maximization+maximize+maximizing+result+results&d=ZWslLa52uSX3l&icp=1&.intl=us.1-6.\[30 Mac 2009\]](http://74.6.146.127/search/cache?ei=UTF-8&p=lindo+for+maximization+result&rd=r1&meta=vc%3Dmy&fr=yfp-501&fp_ip=MY&u=https://www.utdallas.edu/%7Escniu/OPRE6201/documents/LP13-LINDO%20Analysis.pdf&w=lindo+maximization+maximize+maximizing+result+results&d=ZWslLa52uSX3l&icp=1&.intl=us.1-6.[30%20Mac%202009]).

Zainal Abidin Said, W.Darman W.Abdullah, Kamariah Ismail, Nasir Warris, Esa Sulaiman, Wahid Omar, Ngah Nordiniah. 1999. Pakej Teknologi Koko. Ishak Sharif. ISBN 983-047-071-7. Kuala Lumpur: Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia.

BIODATA PENULIS

Nama : Humaira' binti Abdul Látif
Alamat Tetap : PB240, Kampung Baru Permatang Badak,
25150 Kuantan, Pahang.
Nombor Telefon : 017-9859562
Email : humaira.abdlatif@gmail.com
Tarikh Lahir : 24 Julai 1987
Tempat Lahir : Kuantan, Pahang.
Kewarganegaraan : Malaysia
Bangsa : Melayu
Jantina : Perempuan
Agama : Islam
Pendidikan : 2006 – 2009
Ijazah Sarjana Muda Sains (Matematik Komputasi)
Universiti Malaysia Terengganu,
Terengganu Darul Iman, Malaysia.

2005 – 2006
Program Matrikulasi Kementerian Pengajian Tinggi
Kolej Matrikulasi Pahang
Kuantan, Pahang Darul Makmur, Malaysia.

2003 – 2004
Sijil Pelajaran Malaysia (SPM)
Sek. Men. Keb. Agama Pahang (SMKAP)
Mudzam, Pahang, Malaysia.

2000 – 2002
Penilaian Menengah Rendah (PMR)
Sek. Men. Agama Al-Ihsan (SMAI)
Kuantan, Pahang, Malaysia.

MEMAKSIMUMKAN HASIL KOKO BASAH MENGGUNAKAN KAEDAH SIMPLEKS- HUMAIRA' BINTI
ABDUL LATIF