

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Kesehatan

Kesehatan adalah keadaan sejahtera dari badan, jiwa dan sosial yang memungkinkan hidup produktif secara sosial dan ekonomi. Dalam pengertian ini maka kesehatan harus dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh terdiri dari unsur – unsur fisik, mental dan sosial dan di dalamnya kesehatan jiwa merupakan bagian integral kesehatan (UU No.23,1992 dikutip oleh Soejoeti, 2014).

Masalah kesehatan merupakan masalah kompleks yang merupakan resultante dari berbagai masalah lingkungan yang bersifat alamiah maupun masalah buatan manusia, social budaya, perilaku, populasi penduduk, genetika, dan sebagainya.

Derajat kesehatan masyarakat yang disebut sebagai *psycho socio somatic health well being* , merupakan resultante dari 4 faktor yaitu (HL, 1972 dikutip oleh Soejoeti, 2014):

1. *Environment* atau lingkungan.
2. *Behaviour* atau perilaku, antara yang pertama dan kedua dihubungkan dengan *ecological balance*.
3. *Heredity* atau keturunan yang dipengaruhi oleh populasi, distribusi penduduk, dan sebagainya.
4. *Health care service* berupa program kesehatan yang bersifat preventif, promotif, kuratif, dan rehabilitatif.

Dari empat faktor tersebut di atas, lingkungan dan perilaku merupakan faktor yang paling besar pengaruhnya (dominan) terhadap tinggi rendahnya derajat kesehatan masyarakat (HL, 1972 dikutip oleh Soejoeti, 2014).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tubuh sebagai sumber *trigliserida* darah adalah factor genetik, kegemukan, alkohol, hormone estrogen, obat-obatan, Diabetes Melitus tidak terkontrol, Penyakit Jantung Koronik, Penyakit Hati serta asupan karbohidrat sederhana berlebihan.

2.3 Pedoman Diet

Kendati sering disalahartikan oleh orang awam sebagai pembatasan makanan pada penderita suatu penyakit, definisi istilah diet yang benar adalah pengaturan jumlah dan jenis makanan yang dimakan setiap hari agar seseorang tetap sehat (Hartono, 2013).

2.3.1 Nutrien dalam Makanan

Nutrien atau zat gizi merupakan unsur-unsur yang terdapat dalam makanan dan diperlukan oleh tubuh untuk berbagai keperluan seperti menghasilkan energi, mengganti jaringan aus serta rusak, memproduksi substansi tertentu misalnya enzim, hormone dan antibodi (Hartono, 2013). Nutrien utama, secara tradisional diklasifikasikan berdasarkan jumlah yang dibutuhkan, secara kimia, dan fungsinya dalam tubuh. Energi dihitung berdasarkan berat badan, tinggi dan umur seseorang. Konsumsi kalori bagi orang gemuk pada kondisi normal 2500 kkal, berat badan normal 2080 kkal dan kategori kurus mengkonsumsi 2300 kkal pada kondisi normal. Berikut ini merupakan kebutuhan energi seorang manusia sesuai dengan golongan umur, berat badan dan tinggi badan (Hartono, 2013):

Tabel 2.1 Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Indonesia Agar Kesehatan yang Baik dapat Diperhatikan.

Gol. Umur	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	Energi (kkal)
0-6 bulan	5,5	60	560
7-12 bulan	8,5	71	800
1-3 tahun	12	90	1250
4-6 tahun	18	110	1750
7-9 tahun	24	120	1900
Pria			
10-12 tahun	30	135	2000
13-15 tahun	45	150	2400

(Sumber : Hartono, 2013)

Tabel 2.1 Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Indonesia Agar Kesehatan yang Baik dapat Diperhatikan (Lanjutan).

Gol. Umur	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	Energi (kkal)
16-19 tahun	56	160	2500
20-59 tahun	62	165	Ringan 2800
			Sedang 3000
			Berat 3600
60 tahun	62	165	2200
Wanita			
10-12 tahun	35	140	1900
13-15 tahun	46	153	2100
16-19 tahun	50	153	2000
20-59 tahun	54	156	Ringan 2050
			Sedang 2250
			Berat 2600
>50 tahun +	54	154	1850
Hamil			+285
Menyusui			
0-6 bulan			+700
7-12 bulan			+500
13-24 bulan			+400

(Sumber : Hartono, 2013)

Nutrien dapat dibagi menjadi makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien terdiri atas hidratarang (HA), lemak serta protein (Hartono, 2013):

1. Hidratarang

Hidratarang merupakan unsur gizi atau nutrient yang diperlukan tubuh dalam jumlah besar untuk menghasilkan energi atau tenaga (Hartono, 2013). Kebutuhan yang besar akan hidratarang atau karbohidrat terjadi karena nutrient ini terpakai habis dan tidak didaur ulang. Di samping sebagai sumber utama dan panas untuk mempertahankan suhu tubuh, hidratarang juga dapat (Hartono, 2013):

- a. Dijadikan simpanan energi dalam bentuk glikogen yang ada di dalam hati dan otot
- b. Dijadikan *trigliserida* dan simpanan energi dalam bentuk lemak tubuh.
- c. Diubah menjadi *asam-asam amino nonesensial*.

2. Lemak

Lemak merupakan nutrient kedua yang digunakan tubuh sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi, lemak juga memiliki fungsi lain yang penting, yaitu untuk membentuk komponen structural membrane sel. Jadi fungsi lemak bagi tubuh adalah (Hartono, 2013):

- a. Bahan bakar metabolic untuk memberikan energi kepada (sel-sel) tubuh.
- b. Komponen structural membrane sel.
- c. Komponen pembentukan isolator untuk mengurangi kehilangan panas tubuh dan meredam dampak benturan pada organ tubuh.
- d. Komponen pembentukan hormone (*fungsi endokrin*) dan vitamin yang larut lemak.

Komposisi bahan makanan yang terdapat pada makanan sehari – hari sebagai makanan pelengkap gizi penderita *Diislipidemia* adalah seperti berikut ini (Hartono, 2013) :

Tabel 2.2 Daftar Komposisi Bahan Makanan Sehari – Hari

No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori (kkal)	Hidrat Arang (g)	Protein (g)	Lemak (g)	
Golongan Hijau: Sayuran dan Buah						
SAYURAN						
Golongan Sayuran Bebas						
1	Kangkung	29	5,4	3,0	0,3	Boleh dikonsumsi secara bebas / sesukanya dalam batas – batas yang wajar.
2	Kembang Kol	25	4,9	2,4	0,2	
3	Ketimun	12	2,7	0,7	0,1	
4	Kubis	24	5,3	1,4	0,2	
5	Labu Air	17	3,8	0,6	0,2	
6	Lobak	19	4,2	0,9	0,1	
7	Oyong	18	4,1	0,8	0,2	
8	Rebung	27	5,2	2,6	0,3	

(Sumber : Hartono, 2013)

Tabel 2.2 Daftar Komposisi Bahan Makanan Sehari – Hari (Lanjutan).

No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori (kkal)	Hidrat Arang (g)	Protein (g)	Lemak (g)	
9	Sawi Putih	22	4,0	2,3	0,3	
10	Salada	15	2,9	1,2	0,2	
11	Seledri	20	4,6	1,0	0,1	
12	Taoge	23	4,1	2,9	0,2	
13	Terong	24	5,5	1,1	0,2	
14	Tomat	20	4,2	1,0	0,3	
Golongan Sayuran Berkalori						
1	Bayam	36	6,5	3,5	0,5	
2	Buncis	35	7,7	2,4	0,2	
3	Daun Pepaya	79	11,9	8,0	2,0	
4	Daun Singkong	73	13,0	6,8	1,2	
5	Jagung Muda	33	7,4	2,2	0,1	
6	Kacang Panjang	44	7,8	2,7	0,3	
7	Kapri (Biji Segar)	98	17,7	6,7	0,4	
8	Kucai	45	10,3	2,2	0,3	
9	Lokio	42	7,8	3,8	0,6	
10	Melinjo	66	13,3	5,0	0,7	
11	Nangka Muda	51	11,3	2,0	0,4	
12	Pare	29	6,5	1,1	0,3	
13	Wortel	42	9,3	1,2	0,3	
BUAH – BUAHAN						Boleh dikonsumsi secara bebas atau sesukanya dalam batas batas yang wajar
Buah Bebas						
1	Apel	58	14,9	0,3	0,4	
2	Belimbing	36	8,8	0,4	0,4	
3	Bengkuang	53	12,8	1,4	0,2	
4	Jambu Biji	49	12,2	0,9	0,3	
5	Jambu Air	46	11,8	0,6	0,2	
6	Jambu Bol	56	14,2	0,6	0,3	
7	Jeruk local	45	11,2	0,9	0,2	
8	Jeruk bali	48	12,4	0,6	0,2	
9	Kedondong	41	10,3	1,0	0,1	
10	Nenas	52	13,7	0,4	0,2	
11	Pepaya	46	12	20,5	0	
12	Semangka	28	6,9	0,5	0,2	

(Sumber : Hartono, 2013)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.2 Daftar Komposisi Bahan Makanan Sehari – Hari (Lanjutan).

No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori (kkal)	Hidrat Arang (g)	Protein (g)	Lemak (g)	
Buah Berkalori						1 SP biasanya sekitar 50 gram untuk buah seperti durian dan nagka atau maksimal 10 butir untuk buah seperti duku dan rambutan.
1	Alpokate	85	7,7	0,9	6,5	
2	Duku	63	16,1	1,0	0,2	
3	Durian	134	28,0	2,5	3	
4	Mangga Golek	63	16,7	0,5	0,2	
5	Mangga Indramayu	72	18,7	0,8	0,2	
6	Nangka Masak	106	27,6	1,2	0,3	
7	Pisang Ambon	99	25,8	1,2	0,2	
8	Pisang Emas	127	33,6	1,4	0,2	
9	Pisang Raja	120	31,8	1,2	0,2	
10	Pisang Susu	118	31,1	1,2	0,2	
11	Pisang Uli	146	38,2	2,0	0,2	
12	Rambutan	69	18,1	0,9	0,1	
13	Salak	77	20,9	0,4	0	
14	Sawo	92	22,4	0,5	1,1	
15	Sirsak	65	16,3	1,0	0,3	
16	Srikaya	101	25,2	1,7	0,6	
Golongan Kuning Sereal, Umbi, dan Hasil Olahannya						1 SP nasi = 100 gram (3/4 gelas). Nasi putih mengandung kalori dan nutrien sekitar separuh dari beras karena mengandung air. Demikian pula dengan nasi beras merah, nasi jagung, dsb.
1	Beras Merah	359	77,6	7,5	0,9	
2	Beras Giling	360	78,9	6,8	0,7	
3	Beras Jagung	361	72,4	8,7	4,5	
4	Biskuit	458	75,1	6,9	14,4	
5	Bihun	360	82,1	4,7	0,1	
6	Kentang	83	19,1	2,0	0,1	
7	Meizena	343	85,0	0,3	0	
8	Makaroni	363	78,7	8,7	0,4	
9	Mi Kering	337	50,0	7,9	11,8	
10	Mi Basah	86	14,0	0,6	3,3	
11	Nasi putih	178	40,6	2,1	0,1	
12	Roti Putih	248	50,0	8,0	1,2	
13	Singkong	146	34,7	1,2	0,3	
14	Talas	98	23,7	1,9	0,2	
15	Tape singkong	173	42,5	0,5	0,1	
16	Tepung Beras	364	80,0	7,0	0,5	

(Sumber : Hartono, 2013)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.2 Daftar Komposisi Bahan Makanan Sehari – Hari (Lanjutan).

No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori (kkal)	Hidrat Arang (g)	Protein (g)	Lemak (g)	
17	Tepung Gaplek	363	88,2	1,1	0,5	
18	Tepung Hunkwe	364	83,5	4,5	1,0	
19	Tepung Sagu	353	84,7	0,7	0,2	
20	Tepung Terigu	365	77,3	8,9	1,3	
21	Ubi Jalar Merah	123	27,9	1,8	0,7	
22	Ubi Jala Putih	123	27,9	1,8	0,07	
Golongan Jingga:						
Daging, Telur, Ikan, Kacang – Kacangan, Susu dan hasil olahannya						
DAGING DAN HASIL OLAHANNYA, TELUR, DAN IKAN						
1	Babat	113	0	17,9	4,2	1 SP daging, ayam & ikan = 50 gram atau 1 potong sedang.
2	Bebek	326	0	16,0	28,6	
3	Dadiah Ayam	77	0,7	13,8	1,9	
4	Dadiah Sapi	104	0	21,9	1,1	
5	Daging ayam	302	0	18,2	25,0	
6	Daging kambing	154	0	16,6	9,2	
7	Daging Kerbau	84	0	18,7	0,5	
No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori	Hidrat Arang	Protein	Lemak	
8	Daging Sapi	207	0	18,8	14,0	
9	Hati Sapi	136	6,0	3,2	6,0	
10	Ikan Asin Kering	193	0	16,0	2,0	
11	Ikan Segar	113	0	17,0	4,5	
12	Ikan Teri segar	77	0	16,0	1,0	
13	Kepiting	151	14,1	13,8	3,8	
14	Kerang	59	3,6	8,0	1,1	
15	Otak	125	0,8	10,4	8,6	
16	Telur ayam	162	0,7	12,8	11,5	
17	Telur ayam (Kuning)	361	0,7	16,3	31,9	
18	Telur ayam (Putih)	50	0,8	10,8	0	
19	Telur Bebek	189	0,8	13,1	14,3	
20	Telur Bebek (Kuning)	398	0,8	17,0	35,0	
21	Telur Bebek (Putih)	54	0,8	11,0	0	
22	Udang Basah	91	0,1	21,0	0,2	

(Sumber : Hartono, 2013)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.2 Daftar Komposisi Bahan Makanan Sehari – Hari (Lanjutan).

No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori (kcal)	Hidrat Arang (g)	Protein (g)	Lemak (g)	
23	Usus Sapi	130	1,5	14,0	7,2	
KACANG – KACANGAN, BIJI-BIJIAN DAN HASIL OLAHANNYA						
1	Kacang Hijau	345	62,9	22,2	1,3	1 SP tempe = 50 g atau 1 potong sedang.
2	Kacang Kedelai	286	30,1	30,2	15,6	
3	Kacang Merah	336	59,5	23,1	1,7	
4	Kacang Tanah Rebus	360	21,1	25,3	42,8	
5	Keju Kacang Tanah	590	20,9	27,0	49,0	
6	Oncom	187	22,6	13,0	6	
7	Tahu	68	1,6	7,8	4,6	
8	Tempe Kedelai	149	12,7	18,3	4,0	
SUSU DAN HASIL OLAHANNYA						
1	Keju	207	13,1	4,0	12,5	1 SP tepung susu = 4 atau 5 sendok makan, 1 SP susu segar = ½ hingga 1 gelas (tergantung jenis susunya)
2	Susu Sapi	61	4,3	3,2	3,5	
3	Susu kambing	64	6,6	4,3	2,3	
4	Susu Kedelai	41	5,0	3,5	2,5	
5	Susu kerbau	160	7,1	6,3	12,0	
6	Susu Kental manis	336	55,0	8,2	10,0	
7	Tepung <i>Whole Milk</i>	509	36,2	24,6	30,0	
8	Tepung susu skim	362	52,0	35,6	1,0	
9	Tepung Susu Saridele	344	43,0	30,0	20,0	
10	Yogurt	52	4,0	3,3	2,5	
Golongan Merah:						
Minyak, Lemak, Gula dan Alkohol						
MINYAK DAN LEMAK						
1	Daging Kelapa Tua	359	14,0	3,4	31,7	1 SP minyak = 5 gram atau ½ sendok makan.
2	Lemak Sapi	818	0	1,5	90	
3	Margarin	720	0,4	0,6	81	
4	Mentega	725	1,4	0,5	81,6	
5	Minyak Ikan	902	0	0	100	
6	Minyak Kelapa	870	0	1	98	
7	Minyak Kelapa Sawit	902	0	0	100	
8	Minyak Wijen	902	0	0	100	
9	Santan Kental	324	5,6	4,2	34,3	

(Sumber : Hartono, 2013)

Tabel 2.2 Daftar Komposisi Bahan Makanan Sehari – Hari (Lanjutan).

No.	Golongan makanan	Jenis Nutrien				Keterangan
		Kalori (kkal)	Hidrat Arang (g)	Protein (g)	Lemak (g)	
GULA						
1	Gula Aren	368	95,0	0	0	
2	Gula Kelapa	386	75,0	3,0	10	
3	Gula Pasir	364	94,0	0	0	
4	Madu	294	79,5	0,3	0	
5	Selai	239	64,5	0,5	0,6	
6	Sirup	213	55,0	0	0	

(Sumber : Hartono, 2013)

Catatan:

1. Kandungan nutrien di atas adalah setiap 100 gram makanan.
2. Warna hijau, kuning, jingga dan merah menunjukkan jenis-jenis makanan yang harus lebih dikonsumsi atau dikurangi. Jenis makanan dalam:
 - a. Kelompok Hijau (Sayuran dan Buah) dianjurkan untuk dikonsumsi lebih banyak dan relatif tanpa batas (kurang lebih 100-200 gram/porsi).
 - b. Kelompok Kuning (Sereal/biji-bijian utuh dan umbi sebagai makanan pokok) dimakan dalam jumlah yang banyak tetapi terbatas (biasanya kurang lebih 100 gram/porsi)
 - c. Kelompok Jingga (Daging, ikan, susu, tempe, tahu, dll) dimakan menurut kebutuhan (kurang lebih 50 gram/porsi)
 - d. Kelompok Merah (Gula, Garam, Minyak) dalam jumlah yang sangat terbatas.

Berikut ini merupakan komposisi zat gizi makanan bagi penderita *Diislipidemia* berupa Lemak Jenuh dan Serat (Mahmud, 2008) :

Tabel 2.3 Komposisi Zat Gizi Makanan Lemak Jenuh dan Serat.

No.	Jenis Bahan Makanan	Lemak Jenuh (g)	Serat (g)
1.	Beras Merah	0,165	0,3
2.	Makaroni	0,3	0
3.	Roti Putih	0,3	0
4.	Ubi Jalar Merah	0,04	0,7
5.	Singkong	0,074	0,9
6.	Kentang	0,026	0,5
7.	Nasi Putih	0,3	0,2
8.	Ikan Segar	1	0
9.	Kerang	0	0
10.	Udang Basah	0	0
11.	Daging ayam	0,9	0
12.	Telur ayam	3,7	0
13.	Ikan Teri Segar	0,2	0
14.	Yogurt	9,1	0
15.	Tepung susu skim	16,3	0
16.	Daging Sapi	5,1	0
17.	Tahu	1	0,1
18.	Tempe Kedelai	2,22	1,4
19.	Kacang Tanah	9,4	2,4
20.	Kacang Hijau	0,071	7,5
21.	Kembang Tahu	0,579	0
22.	Kacang Merah	0,154	26,3
23.	Ketimun	0,034	0,3
24.	Buncis	0,026	1,9
25.	Kangkung	0,055	2
26.	Bayam	0,063	0,7
27.	Kedondong	0,08	0
28.	Pepaya	0,043	0
29.	Rambutan	0	0
30.	Salak	0,003	0

(Sumber: Mahmud, 2008)

Berikut merupakan komposisi zat gizi makanan penderita *Dislipidemia*

berupa kandungan Kolestrol (Netzer, 1994):

Tabel 2.4 Komposisi Zat Gizi Makanan Kolesterol.

No.	Jenis Bahan Makanan	Kolestrerol (mg)
1.	Beras Merah	0
2.	Makaroni	0
3.	Roti Putih	0
4.	Ubi Jalar Merah	0
5.	Singkong	0
6.	Kentang	0
7.	Nasi Putih	0
8.	Ikan Segar	31
9.	Kerang	8,75
10.	Udang Basah	51,5
11.	Daging ayam	21,44
12.	Telur ayam	274
13.	Ikan Teri Segar	24,67
14.	Yogurt	3,625
15.	Tepung susu skim	10,375
16.	Daging Sapi	26,25
17.	Tahu	0
18.	Tempe Kedelai	0
19.	Kacang Tanah	0
20.	Kacang Hijau	0
21.	Kembang Tahu	0
22.	Kacang Merah	0
23.	Ketimun	0
24.	Buncis	0
25.	Kangkung	0
26.	Bayam	0
27.	Kedondong	0
28.	Pepaya	0
29.	Rambutan	0
30.	Salak	0

(Sumber: Netzer, 1994)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.2 Diet Dislipidemia

Ada dua jenis diet *Dislipidemia*, yaitu diet *Dislipidemia* Tahap I dan Tahap II. Diet *Dislipidemia* Tahap I mengandung kolesterol dan lemak jenuh lebih tinggi daripada diet *Dislipidemia* Tahap II (Almatsier, 2004).

Bagi yang kegemukan terlebih dahulu dilakukan pengkajian terhadap riwayat berat badan, usaha penurunan berat badan dan sikap yang berhubungan dengan makanan. Penilaian ini diperlukan untuk menentukan apakah harus dimulai dengan diet Tahap I atau langsung diberikan diet Tahap II. Apabila diet pasien ternyata sudah sesuai dengan diet Tahap I, maka dapat langsung diberikan diet Tahap II. Bila tidak, diet dimulai dari Tahap I.

Keberhasilan diet dinilai dengan mengukur kadar kolesterol darah setelah 4- 6 minggu dan 3 bulan. Jika tujuan terapi diet tidak tercapai setelah 3 bulan dengan diet Tahap I, perlu dinilai penerimaan dan kepatuhan pasien terhadap diet ini. Jika tujuan tidak tercapai meskipun patuh, pasien harus pindah ke diet Tahap II. Apabila tujuan pengobatan tidak dapat dicapai pada waktu yang telah ditentukan, pasien perlu berkonsultasi lagi dengan dietsien.

Tujuan diet *Dislipidemia* adalah untuk (Almatsier, 2004) :

1. Menurunkan berat badan bila kegemukan.
2. Mengubah jenis dan asupan serap makanan.
3. Menurunkan asupan kolesterol makanan.
4. Meningkatkan asupan karbohidrat kompleks dan menurunkan asupan karbohidrat sederhana.

Intervensi diet dimaksudkan untuk mencapai pola makan yang sehat. Dokter dan dietsien perlu menekankan pada pasien bahwa tujuannya bukan melakukan diet sementara, tetapi secara berangsur melakukan perubahan permanen pada perilaku makan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Syarat – syarat diet *Dislipidemia* adalah (Almatsier, 2004) :

1. Energi yang dibutuhkan disesuaikan menurut berat badan dan aktivitas fisik. Bila kegemukan, penurunan berat badan dapat dicapai dengan supan energi rendah dan meningkatkan aktivitas fisik. Penurunan asupan energi disertai penurunan berat badan biasanya menghasilkan penurunan kadar *trigliserida* darah yang cepat.
2. Lemak sedang, < 30 % dari kebutuhan energi total. Lemak jenuh untuk diet *Dislipidemia* Tahap I, < 10 % dari kebutuhan energi total dan untuk diet *Dislipidemia* Tahap II, < 7 % dari kebutuhan energi total. Lemak tak jenuh ganda dan tunggal untuk diet *Dislipidemia* Tahap I maupun II adalah 10 – 15 % dari kebutuhan energi total. Kolesterol < 300 mg untuk diet *Dislipidemia* Tahap I dan < 200 mg untuk diet *Dislipidemia* Tahap II.
3. Protein cukup, yaitu 10-20 % dari kebutuhan energi total. Sumber protein hewani, terutama dari ikan yang banyak mengandung lemak omega 3. Sumber protein nabati lebih dianjurkan.
4. Karbohidrat sedang, yaitu 50-60 % dari kebutuhan energi total.
5. Serat tinggi, terutama serat larut air yang terdapat dalam apel, beras tumbuk atau beras merah, havermout dan kacang – kacangan.
6. Vitamin dan mineral cukup. Suplemen multivitamin dianjurkan untuk pasien yang mengkonsumsi 1.200 kkal energi sehari.

Diet yang digunakan sebagai bagian dari pelaksanaan *Dislipidemia* dikontrol berdasarkan kandungan energi, protein, lemak dan karbohidrat. Sebagai pedoman pada diet Tahap I dipakai 4 jenis diet dan pada Tahap II dipakai 4 jenis diet *Dislipidemia* seperti tabel di bawah ini (Almatsier, 2004) :

1. Tahap I

Tabel 2.5 Nilai Gizi Jenis Diet Tahap I *Dislipidemia* menurut Kandungan Energi, Protein, Lemak dan Karbohidrat.

	Energi (kcal)			
	Diet 1 1.200	Diet 2 1.600	Diet 3 2.000	Diet 4 2.500
Energi (kcal)	1.201	1.602	2.002	2.477
Energi Maksimal (kcal)	1.602	2.002	2.477	2.500
Protein (g)	47	65	73	95
Protein Maksimal (g)	188,557	256,32	290,29	371,55
Lemak (g)	29,5	43	48	62
Lemak Maksimal (g)	265,421	384,48	430,43	544,94
Karbohidrat (g)	180	229	309	371
Karbohidrat Maksimal (g)	719,399	913,14	1.235,234	1.486,2
Lemak Jenuh (g)	12,4	13,3	14,3	16,1
Lemak Jenuh Maksimal (g)	111,693	118,548	128,128	148,62
Kolesterol (mg)	173,8	140	135	192,5
Serat (g)	22,1	23	23	25,5

(Sumber: Almatsier, 2004)

2. Tahap II

Tabel 2.6 Nilai Gizi Jenis Diet Tahap II *Dislipidemia* menurut Kandungan Energi, Protein, Lemak dan Karbohidrat.

	Energi (kcal)			
	Diet 1 1.200	Diet 2 1.600	Diet 3 2.000	Diet 4 2.500
Energi (kcal)	1.217	1.576	1.976	2.451
Energi Maksimal (kcal)	1.576	1.976	2.451	2.500
Protein (g)	51,5	64	72	94
Protein Maksimal (g)	206,89	258,464	288,496	375,003

(Sumber: Almatsier, 2004)

Tabel 2.6 Nilai Gizi Jenis Diet Tahap II *Dislipidemia* (Lanjutan).

	Energi (kkal)			
	Diet 1 1.200	Diet 2 1.600	Diet 3 2000	Diet 4 2500
Lemak (g)	34	43	48	62
Lemak Maksimal (g)	304,25	387,696	438,672	558,828
Karbohidrat (g)	176	223	303	366
Karbohidrat Maksimal (g)	705,86	893,592	1221,168	1463,247
Lemak Jenuh (g)	4,5	5,3	6,0	7,8
Lemak Jenuh Maksimal (g)	38,944	47,28	53,352	68,628
Kolesterol (mg)	121,5	133,7	133,8	168,8
Serat (g)	44	23	23,03	26,4

(Sumber: Almatsier, 2004)

Pembagian makanan pada penderita *Dislipidemia* dibagi dalam 9 kategori dengan setiap kebutuhan kalori juga membutuhkan takaran makanan yang berbeda. Satuan penukar makanan ini adalah setiap 100 gr bahan makanan, seperti berikut (Almatsier, 2004):

1. Tahap 1

Tabel 2.7 Bahan Penukar Jenis Diet Tahap I *Dislipidemia*

No.	Bahan Makanan	Energi (kkal)			
		Diet 1 1.200	Diet 2 1.600	Diet 3 2000	Diet 4 2500
1.	Nasi (SP)	2,5	3,5	5,5	6,5
2.	Ikan (SP)	2	3	3	4
3.	Daging (SP)	0,5	1	1	1,5
4.	Tempe (SP)	3,5	4	4	5,5
5.	Sayuran (SP)	2	3	3	3
6.	Buah (SP)	3	3	3	4
7.	Susu (SP)	0	0	1	2
8.	Minyak Kelapa Sawit (SP)	2,5	4	5	6
9.	Gula (SP)	10	10	10	10

(Sumber: Almatsier, 2004)

2. Tahap 2

Tabel 2.8 Bahan Penukar Jenis Diet Tahap II *Dislipidemia*

No.	Bahan Makanan	Energi (kkal)			
		Diet 1 1.200	Diet 2 1.600	Diet 3 2000	Diet 4 2500
1.	Nasi (SP)	2,5	4	5,5	6,5
2.	Ikan (SP)	2,5	2	2	4
3.	Daging (SP)	1	1,5	1,5	1,5
4.	Tempe (SP)	3	3	4	5
5.	Sayuran (SP)	2	3	3	3
6.	Buah (SP)	3	3	3	4
7.	Susu (SP)	3	3	5	6
8.	Minyak Kelapa Sawit (SP)	0	0	1	2
9.	Gula (SP)	10	10	10	10

(Sumber: Almatsier, 2004)

Adapun bahan makanan yang dianjurkan dan tidak dianjurkan untuk diet *Dislipidemia* adalah sebagai berikut (Almatsier, 2004) :

Tabel 2.9 Bahan Makanan yang Dianjurkan dan Tidak Dianjurkan.

Bahan Makanan	Dianjurkan	Tidak Dianjurkan
Sumber Karbohidrat	Beras terutama beras tumbuk/beras merah, pasta, macaroni, roti tinggi serat (<i>whole wheat bread</i>), <i>cereal</i> , ubi, kentang, kue buatan sendiri dengan menggunakan sedikit minyak/lemak tak jenuh.	Produk makanan jadi; <i>pie</i> , <i>cake</i> , <i>croissant</i> , <i>pastries</i> , biskuit, krekers berlemak, dan kue-kue berlemak lain.
Sumber Protein Hewani	Ikan, unggas tanpa kulit, daging kurus, putih telur, susu skim, <i>yoghurt</i> rendah lemak, dan keju rendah lemak.	Daging gemuk, daging kambing, daging babi, jeroan, otak, sosis, sardine, kuning telur (batasi hingga 3 butir/minggu), susu <i>whole</i> , susu kental manis, krim, <i>yoghurt</i> dari susu penuh, keju dan es krim.
Sumber Protein Nabati	Tempe, tahu dan kacang – kacangan.	Dimasak dengan santan dan digoreng dengan minyak jenuh, seperti kelapa dan kelapa sawit.

(Sumber: Almatsier, 2004)

Tabel 2.9 Bahan Makanan yang Dianjurkan dan Tidak Dianjurkan (Lanjutan).

Bahan Makanan	Dianjurkan	Tidak Dianjurkan
Sayuran	Semua sayur dalam bentuk segar, direbus, dikukus, disetup, ditumis menggunakan minyak jagung, minyak kedelai atau margarine tanpa garam yang dibuat dari minyak tidak jenuh ganda; dimasak dengan santar encer.	Sayuran yang dimasak dengan mentega, minyak kelapa atau kelapa sawit dan santan kental.
Buah	Semua buah dalam keadaan segar atau bentuk jus.	Buah yang diawet dengan gula, seperti buah kaleng dan buah kering.
Sumber Lemak	Minyak jagung, kedelai, kacang tanah, bunga matahari dan wijen; margarine tanpa garam yang dibuat dari minyak tidak jenuh ganda; mayones dan <i>salad dressing</i> tanpa garam yang dibuat dari minyak tidak jenuh ganda.	Minyak kelapa dan minyak kelapa sawit; mentega, margarin, kelapa, santan, krim, lemak babi/lard, <i>bacon</i> , cocoa mentega, mayones dan <i>dressing</i> dibuat dengan telur.

(Sumber: Almatsier, 2004)

2.4 *Operational Research*

Masalah Riset Operasi (*Operational Research*) pertama kali muncul di Inggris selama Perang Dunia II. Inggris mula-mula tertarik menggunakan metode kuantitatif dalam pemakaian radar selama perang. Mereka menamakan pendekatan itu sebagai *Operational Research* karena mereka menggunakan ilmuwan (*scientist*) untuk meneliti (*research*) masalah-masalah operasional selama perang. Ternyata pendekatan tersebut sangat berhasil dalam memecahkan masalah operasi konvoi, operasi anti kapal selam, strategi pengeboman, dan operasi pertambangan. Aplikasi ini menyebabkan Riset Operasi didefinisikan sebagai “Seni memenangkan perang tanpa perang” (Whitehouse, 1976 dikutip oleh Siang, 2011).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah perang usai, para praktisi riset operasi kemudian berkonsentrasi untuk memformalkan ilmu/pendekatan yang mereka kembangkan selama perang dan mencari aplikasinya dalam sector industry. Beberapa pendekatan sudah dimulai dalam bidang industri oleh Frederick W Taylor, yang menimbulkan ilmu tersendiri dalam bidang teknik industri. Taylor menyadari bahwa sebelum revolusi industry, kebanyakan bisnis adalah bisnis kecil-kecilan yang dikelola oleh satu orang saja. Akan tetapi dengan otomatisasi maka manajemen dan spesialisasi dapat dikembangkan. Otomatisasi tersebut menyebabkan timbulnya permasalahan baru dalam manajemen. Akibatnya, muncul disiplin ilmu baru dalam teknik industri, seperti riset pasar, keuangan, dll. Masing-masing disiplin ilmu mulai mencoba menyelesaikan permasalahannya sendiri tanpa memperhatikan organisasi secara keseluruhan.

Operation Research Society of America mendefinisikan Riset Operasi sebagai berikut: “Riset Operasi berhubungan dengan keputusan ilmiah tentang bagaimana mengoptimalkan rancangan dan operasi mesin maupun SDM, yang biasanya terjadi pada keadaan dimana sumber daya dan alokasinya terbatas”.

Beberapa masalah dalam industri sangat mirip dengan masalah-masalah yang ditemukan dalam bidang militer selama Perang Dunia II. Riset Operasi hanya menambahkan matematika yang sebelumnya tidak ada dalam pemecahan masalah. Metode Riset Operasi lebih banyak diterima sejak ditemukannya komputer pada tahun 1950-an.

2.4.1 Model-Model Riset Operasi

Model Riset Operasi terbagi dalam 3 bagian utama, yaitu (Rao, 1984 dikutip oleh Siang, 2011):

1. Teknik Pemrograman Matematika
Teknik pemrograman matematika berguna untuk mencari harga optimum fungsi beberapa variabel yang memenuhi sekumpulan kendala. Beberapa modul diantaranya melibatkan penggunaan kalkulus dan metode numerik dalam penyelesaiannya.

Model-model yang termasuk dalam teknik ini, antara lain metode kalkulus, pemrograman tak linier, pemrograman geometrik, pemrograman kuadratis, pemrograman linier, pemrograman dinamis, pemrograman bilangan bulat, metode jaringan: CPM dan PERT, teori permainan, pemrograman terpisah, pemrograman sasaran ganda, dll.

2. Teknik Pemrosesan Stokastik

Teknik pemrosesan stokastik dapat dipakai untuk menganalisis masalah yang dinyatakan oleh variabel random yang diketahui distribusi probabilitasnya. Model yang termasuk dalam teknik ini antara lain: proses Markov, teori antrian, simulasi, teori rehabilitas, dll.

3. Metode Statistik

Metode statistic berguna untuk menganalisis data eksperimental dan membuat model empiris untuk mendapatkan representasi yang paling akurat tentang suatu system fisis. Karena pemakaian yang sangat luas, metode statistic kemusian menjadi cabang ilmu tersendiri. Model yang termasuk dalam bagian ini adalah: analisis regresi, analisis *cluster*, *prngrnslsn* pols (*Pattern Recognition*), rancangan percobaan, analisis diskriminan, dll.

2.4.2 Pembuatan Model Riset Operasi

Dalam riset operasi, pembuatan model melibatkan 3 komponen dasar yang penting yaitu (Siang, 2011):

1. Variabel keputusan, yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tujuan. Untuk dapat menentukan tindakan – tindakan yang mungkin dilakukan itu haruslah diidentifikasi variabel- variabel sistem yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan, yang keberhasilannya dalam mengidentifikasi variabel-variabel ini pun akan sangat bergantung pada bias dan pelatihan si pengambil keputusan.
2. Tujuan, yaitu suatu fungsi atau persamaan yang menghubungkan variabel dan membentuk kesatuan tentang apa yang ingin dicapai. Dalam riset operasi kita mengoptimalkan harga fungsi tujuan. Artinya, kita mencari nilai-nilai variabel yang akan meminimumkan atau memaksimumkan fungsi tujuan.

3. Kendala, yaitu sekumpulan persamaan atau pertidaksamaan yang membatasi harga suatu variabel. Harga variabel yang mengoptimalkan fungsi tujuan harus memenuhi semua kendala yang ditetapkan.

2.5 Optimasi

Optimasi adalah salah satu disiplin ilmu dalam matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi, peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus (Rambe, 2014). Optimasi sangat berguna di hampir segala bidang dalam rangka melakukan usaha secara efektif dan efisien untuk mencapai target hasil yang ingin dicapai.

Ternyata hal ini akan sangat sesuai dengan prinsip ekonomi yang berorientasikan untuk senantiasa menekan pengeluaran untuk menghasilkan output yang maksimal. Optimasi ini juga penting karena persaingan sudah sangat ketat disegala bidang yang ada.

Seperti yang dikatakan sebelumnya, bahwa optimasi sangat berguna bagi hampir seluruh bidang yang ada, maka berikut ini adalah contoh-contoh bidang yang sangat terbantu dengan adanya teknik optimasi tersebut. Bidang tersebut, anatar lain: Arsitektur, Data Mining, Jaringan Komputer, *Signal and Image Processing*, Telekomunikasi, Ekonomi, Transportasi, Perdagangan, Pertanian, Perikanan, Perkebunan, Perhutanan, dan sebagainya.

Suatu permasalahan optimasi disebut nonlinear jika fungsi tujuan dan kendalanya mempunyai bentuk nonlinear pada salah satu atau keduanya. Optimasi merupakan masalah yang berhubungan dengan keputusan yang terbaik, maksimum, minimum dan memberikan cara penentuan solusi yang memuaskan.

Masalah optimisasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimal atau maksimal dari suatu fungsi nyata. Banyak masalah dalam dunia nyata yang dapat direpresentasikan dalam kerangka permasalahan ini, misal pendapatan yang maksimum, biaya yang minimum dan lain sebagainya. Apabila hal yang dioptimumkan ternyata kuantitatif, maka masalah optimum akan menjadi masalah maksimum dan minimum.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Persoalan yang berkaitan dengan optimisasi sangat kompleks dalam kehidupan sehari-hari. Nilai optimal yang didapatkan dalam optimisasi dapat berupa besaran panjang, waktu, dan lain-lain. Optimisasi mempunyai beberapa persoalan diantaranya (Susanta, 1994 dikutip oleh Nurhayanti, 2013):

1. Menentukan lintasan terpendek dari suatu tempat ke tempat yang lain.
2. Menentukan jumlah pekerja seminimal mungkin untuk melakukan suatu proses produksi agar pengeluaran biaya pekerja dapat diminimalkan dan hasil produksi tetap maksimal.
3. Mengatur jalur kendaraan umum agar semua lokasi dapat dijangkau.
4. Mengatur routing jaringan kabel telepon agar biaya pemasangan kabel tidak terlalu besar dan penggunaannya tidak boros.

2.6 Program Linear (*Linear Programming*)

Program linier yang diterjemahkan dari *Linear Programming* (LP) adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktivitas yang bersaing, dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan (Tarliah, 2011). Sedangkan menurut Wu & Coppins (1981) Program Linear (LP) adalah teknik matematika untuk memilih program (serangkaian kegiatan) terbaik dari sehimpunan alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi linear (Wiyanto, 2012). Umumnya, masalah PL didefinisikan sebagai masalah optimasi (memaksimumkan atau meminimumkan) fungsi linear dari variabel – variabel bebas, terhadap serangkaian kendala linear yang menyangkut variabel-variabel bebas tersebut (Wu & Coppins, 1981 dikutip oleh Wiyanto, 2012).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terhadap kendala-kendala. Kuliah Kantorovich pada saat menerima hadiah Nobel, 11 Desember 1975 adalah *Mathematical in Economics: Achivements, Difficulties, Perspectives*. Di sisi yang lain, Koopmans sejak awal sudah bergelut dengan matematika ekonomi dan ekonometri. Dia mengembangkan teknik *Activity Analysis* yang sekarang dikenal dengan Program Linear. Makalah-makalah yang dipublikasikan Koopmans selama tahun 1960-an mengupas masalah tentang bagaimana membagi pendapatan nasional antara konsumsi dan investasi secara optimal. Kuliah Koopmans pada saat menerima hadiah Nobel, 11 Desember 1975 adalah *Concepts of Optimality and Their Uses*.

Leonid Vitaliyevich Kantorovich dan Tjalling Charles Koopmans telah member kontribusi pada teori optimasi alokasi sumber dan memperoleh hadiah Nobel di bidang Economics pada tahun 1975. Namun demikian juga ada nama-nama lain yang berperan di dalam pengembangan model ini, yaitu J. Von Neuman. Bahkan dia yang mengembangkan “*Activity Analysis of Production Set*” sebelum dilanjutkan oleh Koopmans. Pada saat itu, teknik yang mereka kembangkan dikenal dengan istilah “*Programming of Independent Activities in a Linear Structure*”. Istilah Pemrograman Linear diusulkan oleh Koopmans ketika mengunjungi Dantzig di *RAND Corporation* pada tahun 1948. Istilah ini menjadi populer hingga sekarang.

2.6.2 Model Program Linear

Masalah yang dapat diselesaikan dengan model program linier memiliki cirri-ciri sebagai berikut (Siang, 2011):

1. Semua variabel penyusunannya bernilai tidak negatif.
2. Fungsi objektif dapat diselesaikan sebagai fungsi linier variabel-variabelnya.
3. Kendala dapat dinyatakan sebagai suatu system persamaan linier.

Secara matematis, bentuk standar model program linier adalah sebagai berikut (Tarlih, 2011):

Tabel 2.10 Model Program Linier

Sumber \ Aktivitas	Penggunaan Sumber/unit				Banyaknya Sumber yang Dapat Digunakan
	1	2	...	n	
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
.			.		.
.			.		.
.			.		.
M	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m
$\Delta z/\text{Unit}$	c_1	c_2	...	c_n	
Tingkat	x_1	x_2	...	x_n	

(Sumber: Tarlih, 2011)

Untuk menjelaskan persoalan di atas, terlebih dahulu kita beri nomor (1, 2, ..., m) untuk sumber, dan nomor (1, 2, ..., n) untuk aktivitas. Tentukan x_j sebagai tingkat aktivitas $j = 1, 2, \dots, n$ dan tentukan z sebagai ukuran keefektifan yang terpilih. Koefisien c_j adalah koefisien keuntungan (ongkos) per unit. Kemudian tentukan b_i sebagai banyaknya sumber I yang dapat digunakan dalam pengalokasian ($i = 1, 2, \dots, m$). Akhirnya, definisikan a_{ij} sebagai banyaknya sumber I yang digunakan atau dikonsumsi oleh masing-masing unit aktivitas j (untuk $i = 1, 2, \dots, m$ dan untuk $j = 1, 2, \dots, n$). Seluruh data di atas digambarkan seperti pada Tabel 2.7.

Dengan demikian, sekarang kita dapat membuat formulasi model matematis dari persoalan pengalokasian sumber-sumber pada aktivitas-aktivitas sebagai berikut (Tarlih, 2011):

$$\text{Maksimumkan } z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \dots \dots \dots (2.1)$$

Berdasarkan pembatas:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1$$

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

$$\dots$$

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

dan

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tentu saja yang harus kita cari adalah harga-harga x_1, x_2, \dots, x_n .

Formulasi diatas dinamakan sebagai bentuk standar dari persoalan Program Linear, dan setiap situasi yang formulasi matematisnya memenuhi model ini adalah persoalan Program Linear (Tarliah, 2011).

Istilah yang lebih umum dari model Program Linear ini adalah sebagai berikut (Tarliah, 2011):

1. Fungsi yang dimaksimumkan yaitu, $c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$, disebut sebagai fungsi tujuan.
2. Pembatas – pembatas atau konstrain.
3. Sebanyak m buah konstrain pertama sering disebut dengan konstrain fungsional atau pembatas teknologis.
4. Pembatas $x_j \geq 0$ disebut sebagai konstrain nonnegatif.
5. Variabel x_j adalah variabel keputusan.
6. Konstanta – konstanta a_{ij}, b_i , dan c_i adalah parameter-parameter model.

Selain model Program Linear dengan bentuk seperti yang telah digormulasikan di atas, ada pula model Program Linear dengan bentuk yang lain, seperti (Tarliah, 2011):

1. Fungsi tujuan bukan maksimumkan, melainkan minimumkan.
2. Beberapa konstrain fungsionalnya mempunyai ketidaksamaan dalam bentuk lebih besar atau sama dengan.
3. Beberapa konstrain fungsionalnya mempunyai bentuk persamaan.
4. Menghilangkan konstrain nonnegative untuk beberapa variabel keputusan.

Ciri pertama dipenuhi oleh banyak masalah karena pada umumnya variabel yang digunakan (x_1, x_2, \dots, x_n) menyatakan suatu kuantitas (misalnya jumlah barang, lama waktu, dll) yang hendak dioptimalkan. Jelas bahwa nilai kuantitas tersebut tidak negatif. Akan tetapi bila diinginkan ada variabel yang boleh negatif, model program linier tetap bias diselesaikan dengan suatu transformasi.

Ciri kedua berarti bahwa setiap variabel memiliki koefisien konstan (Siang, 2011). Tidak boleh ada variabel yang berpangkat selain 1, dan tidak boleh ada pergandaan variabel. Ciri linier ini juga berlaku pada semua kendalanya. Dalam beberapa kasus ada kemungkinan bentuk fungsi atau kendala yang tidak linier dapat ditransformasikan ke bentuk linier. Apabila demikian, model program linier dapat digunakan.

2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan Program Linear

Sebagai alat kuantitatif untuk melakukan pemrograman, program linier mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan-kelebihan program linier yaitu (Gultom, 2012):

1. Mudah dilaksanakan terutama jika menggunakan alat bantu komputer.
2. Dapat menggunakan banyak variabel sehingga berbagai kemungkinan untuk memperoleh pemanfaatan sumberdaya yang optimal dapat dicapai.
3. Fungsi tujuan dapat difleksibelkan sesuai dengan tujuan penelitian atau berdasarkan data yang tersedia.

Kekurangan - kekurangan dari program linier yaitu (Gultom, 2012):

1. Apabila alat bantu komputer tidak tersedia, maka program linier dengan menggunakan banyak variabel akan menyulitkan analisisnya bahkan mungkin tidak dapat dikerjakan secara manual. Metode ini tidak dapat digunakan secara bebas dalam setiap kondisi, tetapi dibatasi oleh asumsi-asumsi.
2. Metode ini hanya dapat digunakan untuk satu tujuan misalnya hanya untuk maksimisasi keuntungan atau minimisasi biaya.

2.6.4 Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan prosedur aljabar yang bersifat iterative, yang bergerak selangkah demi selangkah, dimulai dari suatu titik ekstrem pada daerah fisibel (ruang solusi) menuju ke titik ekstrem yang optimum (Tarliah, 2011).

Algoritma simpleks adalah sebuah prosedur matematis berulang untuk menemukan penyelesaian optimal soal pemrograman linear dengan cara menguji titik-titik sudutnya (Siswanto, 2007).

Metode simpleks adalah metode yang paling sering digunakan untuk menyelesaikan masalah PL. Metode simpleks merupakan metode iteratif dengan menggunakan prosedur aljabar, yang dikembangkan oleh George B. Dantzig pada tahun 1947 (Wu & Coppins, 1981 dikutip oleh Wiyanto, 2012). Setiap iterasi pada metode simpleks adalah serangkaian proses untuk mendapatkan sehimpunan variabel yang memenuhi solusi basis sehingga dapat memperbaiki nilai fungsi tujuan. Sedangkan prosedur aljabar yang digunakan dalam metode simpleks adalah proses operasi baris dasar yang selanjutnya disebut *pivoting*.

2.6.4.1 Bentuk Standar Simpleks

Sebelum melakukan proses iterasi model simpleks, masalah harus terlebih dahulu dibawa ke bentuk standar metode simpleks (Siang, 2011).

Untuk dapat lebih memahami uraian selanjutnya, berikut ini diberikan pengertian dari beberapa terminologi dasar yang banyak digunakan dalam membicarakan metode simpleks. Untuk itu, perhatikan kembali model program linier berikut ini (Tarliah, 2011):

$$\text{Maksimumkan atau minimumkan: } z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \dots (2.2)$$

Berdasarkan:

$$\begin{aligned} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n &= b_1 \\ a_{12} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n &= b_m \\ x_i &\geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

Jika kita definisikan (Tarliah, 2011):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}; \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}; \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$

maka pembatas dari model tersebut dapat dituliskan ke dalam bentuk sistem persamaan $AX = b$.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Perhatikan suatu sistem $AX = b$ dari m persamaan linier dalam n variabel ($n > m$).

Definisi (Tarliah, 2011):

1. Solusi basis

Solusi basis untuk $AX = b$ adalah solusi di mana terdapat sebanyak-banyaknya m variabel berharga bukan nol.

Untuk mendapatkan solusi basis dari $AX = b$ maka sebanyak $(n - m)$ variabel harus dinolkan. Variabel-variabel yang dinolkan ini disebut variabel nonbasis (NBV). Selanjutnya, dapatkan harga dari $n - (n - m) = m$ variabel lainnya yang memenuhi $AX = b$, yang disebut variabel basis (BV).

2. Solusi basis fisibel

Jika seluruh variabel pada suatu solusi basis berharga nonnegatif, maka solusi itu disebut solusi basis fisibel (BFS).

3. Solusi fisibel titik ekstrem

Yang dimaksud dengan solusi fisibel titik ekstrem atau titik sudut ialah solusi fisibel yang tidak terletak pada suatu segmen garis yang menghubungkan dua solusi fisibel lainnya.

Sebagai ringkasan dari ide metode simpleks ini ialah bahwa metode ini selalu dimulai pada suatu titik sudut fisibel, dan selalu bergerak melalui titik sudut fisibel yang berdekatan, menguji masing-masing titik mengenai optimalitasnya sebelum bergerak pada titik lainnya.

Untuk mengekspresikan ide ini dalam konteks metode simpleks, diperlukan suatu korespondensi antara metode grafis dan metode simpleks mengenai ruang solusi dan titik-titik sudut sebagai berikut (Tarliah, 2011):

Tabel 2.11 Korespondensi Metode Grafis Dengan Metode Simpleks

Defenisi Geometris (Metode Grafis)	Defenisi Aljabar (Metode Simpleks)
Ruang solusi	Pembatas-pembatas dalam bentuk standar
Titik-titik sudut/ekstrem	Solusi-solusi basis dari bentuk standar

(Sumber: Tarliah, 2011)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dalam bentuk standar metode simpleks, ada dua hal yang harus diperhatikan (Siang, 2011):

1. Semua kendala harus berbentuk persamaan. Apabila kendala berbentuk pertidaksamaan, maka harus diubah kebentuk persamaan dengan penambahan variabel *slack* secukupnya. Koefisien variabel *slack* dalam fungsi sasaran = 0.
2. Semua ruas kanan kendala tidak boleh negatif. Apabila ada kendala yang ruas kanannya negatif maka harus diubah dulu menjadi tak negatif dengan mengalikan kendala tersebut dengan (-1).

Berikut ini langkah-langkah penyelesaian persoalan program linier dengan tujuan memaksimalkan nilai fungsi pendapatan sesuai dengan metode simpleks (Suparno, 2009):

1. Mengubah semua kendala ke Bentuk Kanonik (yang semula menggunakan tanda pertidaksamaan menjadi persamaan) dengan menambah perubah (variabel) *Slack* s. Perubah-perubah *slack* yang ada dimasukkan (ditambahkan) ke fungsi sasaran dan diberi koefisien 0. Langkah 1 menyebabkan matriks A menjadi berukuran $m \times (n+m)$ dan memuat matriks identitas berordo m, kemudian lanjutkan menyusun tabel awal Simpleks sesuai tabel berikut (Suparno, 2009):

Tabel 2.12 Tabel Simpleks Awal

	C_j								
Basis	X_j	X_1	X_2	S_1	S_2	B_i	R_i
0	S_1								
0	S_2								
0	S_3								
	Z_j								
	$Z_j - C_j$								

(Sumber: Suparno, 2009)

2. Menentukan kolom kunci yaitu menentukan perubah yang masuk menjadi perubah basis yang baru. Kolom j adalah kolom kunci $\leftrightarrow (Z_j - C_j) > 0$ terkecil.

3. Menentukan baris kunci yaitu menentukan perubah basis lama yang harus keluar digantikan oleh perubah basis yang baru. Baris I adalah baris kunci \leftrightarrow Index $i > 0$ terkecil.
4. A_{ij} disebut elemen kunci, lakukan operasi baris : baris I baru = baris I lama : A_{ij} .
5. Lakukan operasi baris pada baris yang lain sehingga elemen-elemen yang sekolom dengan elmen kunci menjadi 0.
6. Tabel optimal \leftrightarrow untuk semua j nilai $(Z_j - C_j) > 0$.
7. Jika tabel belum optimal kembali kelangkah 2.

Masalah-masalah yang dihadapi tidak selalu dapat diformulasikan menjadi bentuk standar. Berikut ini akan dibahas cara-cara mengatasi penyimpangan-penyimpangan dari bentuk standar agar bisa diselesaikan dengan menggunakan metode simpleks (Suparno, 2009):

1. Batasan dengan tanda “sama dengan”.
 Jika suatu batasan memakai tanda kesamaan, maka cara mengatasinya dengan menambahkan variabel buatan (*artificial variabel*).
2. Minimisasi
 Fungsi tujuan dari persamaan program linier yang bersifat minimisasi, harus dirubah menjadi maksimisasi, agar sesuai dengan bentuk standar, yaitu maksimisasi. Caranya dengan mengganti tanda positif dan negatif pada fungsi tujuan.
3. Fungsi pembatas bertanda .
 Bila suatu fungsi pembatas bertanda , maka harus dirubah menjadi danakhirnya menjadi = agar dapat diselesaikan dengan metode simpleks.
4. Bagian kanan persamaan bernilai negatif.
 Bila bagian kanan persamaan bertanda maka harus dirubah menjadi positif. Caranya dengan merubah tanda positif negatif dari tiap-tiap koefisien, kemudian ditambah dengan variabel buatan.
5. Bila minimum nilai X_j boleh negatif.
 Pada bentuk standar, nilai X_j harus selalu positif (dengan batasan $X_j \geq 0$).
6. Bila nilai X_j boleh negatif atau negatif.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pokok pikiran utama dalam Program Integer adalah merumuskan masalah dengan jelas dengan menggunakan sejumlah informasi yang tersedia. Sesudah masalah terumuskan dengan baik, maka langkah berikut ialah menerjemahkan masalah ke dalam bentuk model matematika.

Pada masalah Program Integer untuk pola memaksimalkan, nilai tujuan dari Program Integer tidak akan pernah melebihi nilai tujuan dari program linier (Wahyujati, 2009 dikutip oleh Simatupang, 2014).

Programan bilangan bulat atau *integer programming* (IP) adalah bentuk lain dari program linier (LP) dimana asumsi divisibilitasnya melemah atau hilang sama sekali (Tarliah, 2011). Bentuk ini muncul karena dalam kenyataannya tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan. Misalnya, jika variabel keputusan yang dihadapi berkaitan dengan jumlah mesin yang diperlukan pada suatu horizon perencanaan, maka jawaban $10/3$ mesin sangat tidak realistis dalam konteks keputusan yang nyata. Dalam hal ini harus ditentukan, apakah akan menggunakan 3 atau 4 mesin.

Asumsi divisibilitas melemah, artinya sebagian dari nilai variabel keputusan harus berupa bilangan bulat (*integer*) dan sebagian lainnya boleh berupa bilangan pecahan (Tarliah, 2011). Persoalan IP dimana hanya sebagian dari variabel keputusannya yang harus integer disebut sebagai persoalan IP campuran.

Pembulatan atau pemotongan hasil yang didapat dari penyelesaian optimal program linier secara umum tidak dapat dilakukan karena mungkin terdapat beberapa penyelesaian pembulatan dan pembulatan atau pemotongan tersebut belum tentu tetap merupakan penyelesaian optimalnya.

Penyelesaian program linier yang mensyaratkan semua variabel bulat dilakukan dengan model program bilangan bulat. Program bilangan bulat merupakan perluasan bilangan linier dengan penambahan kendala semua variabel penyusunnya harus merupakan bilangan bulat (Siang, 2011).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.7.1 Jenis – Jenis *Integer Programming*

Terdapat tiga jenis Program Integer, yaitu sebagai berikut (Susanta, 1994 dikutip oleh Simatupang, 2014):

1. Program Integer Murni (*Pure Integer Programming*), yaitu program linier yang menghendaki semua variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat non-negatif. Bentuk umum dari masalah Program Integer Murni adalah sebagai berikut:

$$\text{Menentukan } x_j, j = 1, 2, \dots, n \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\text{Memaksimumkan atau Meminimumkan: } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Kendala:

$$\sum a_j x_j \left\{ \begin{array}{l} \leq \\ \geq \\ = \end{array} \right. b$$

$$x_j \geq 0 \text{ dan } x_j \in \text{bilangan bulat}$$

Untuk $j = 1, 2, \dots, n$

Dimana:

Z = Fungsi sasaran atau fungsi tujuan

x_j = Variabel keputusan

c_j = Koefisien fungsi tujuan

a_j = Koefisien kendala

b = Nilai ruas kanan

2. Program Integer Campuran (*Mixed Integer Programming*), yaitu program linier yang menghendaki beberapa, tetapi tidak semua variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat non-negatif. Jika dari bentuk 2.1 di atas x_j bilangan bulat, untuk $j= 1, 2, \dots, k$ dengan $k < n$, maka dinamakan bentuk umum dari Program Integer Campuran (*Mixed Integer Programming*). Program Integer Campuran merupakan Program Integer tapi variabel keputusannya tidak semua merupakan bilangan bulat ada variabel keputusan yang bernilai pecahan (Yamit, 1991 dikutip oleh Simatupang, 2014).

3. Program Integer Biner (*Zero One Integer Programming*), yaitu program linier yang menghendaki semua variabel keputusan harus bernilai 0 dan 1. Bentuk umum dari masalah Program Integer Biner adalah sebagai berikut (Simatupang, 2014):

$$\text{Memaksimumkan atau Meminimumkan: } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \dots\dots\dots(2.4)$$

Kendala:

$$\sum a_j x_j \left\{ = \right\} b$$

$$x_j \geq 0 \text{ dan } x_j \in \{0,1\}$$

2.7.2 Sifat Umum Program Integer

Semua persoalan Program Integer mempunyai empat sifat umum yaitu, sebagai berikut (Susanta, 1994 dikutip oleh Simatupang, 2014):

1. Fungsi Tujuan (*objective function*)
 Persoalan Program Integer bertujuan untuk memaksimumkan atau meminimumkan pada umumnya berupa laba atau biaya sebagai hasil yang optimal.
2. Adanya kendala atau batasan (*constrains*) yang membatasi tingkat sampai di mana sasaran dapat dicapai. Oleh karena itu, untuk memaksimumkan atau meminimumkan suatu kuantitas fungsi tujuan bergantung kepada sumber daya yang jumlahnya terbatas.
3. Harus ada beberapa alternatif solusi layak yang dapat dipilih.
4. Tujuan dan batasan dalam permasalahan Program Integer harus dinyatakan dalam hubungan dengan pertidaksamaan atau persamaan linier.

2.7.3 Model Integer Programming

Dalam bentuk matematika model program bilangan bulat sebagai berikut (Siang, 2011):

Maksimumkan atau Minimumkan:

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan kendala:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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

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

...

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

$$x_1, x_2, \dots, x_n \text{ bulat} \geq 0$$

Metode yang sering dipakai untuk menyelesaikan model program bilangan bulat adalah metode cabang-batas (*Branch-Bound*). Secara umum, algoritma penyelesaian model program bilangan bulat adalah sebagai berikut (Siang, 2011):

2. Selesaikan model program bilangan bulat dengan program linier (grafik ataupun simpleks). Abaikan semua syarat variabel penyusunnya bilangan bulat.
3. Jika penyelesain langkah (1) merupakan bilangan bulat, maka penyelesaiannya tersebut merupakan penyelesaian program bilangan bulat, jika tidak lanjut ke langkah 3.
4. Ubah soal semula dengan menambahkan kendala atau variabel baru sesuai dengan algoritma cabang atau batas.
5. Kembali ke langkah (1).

2.7.4 Sifat Umum Program Integer

Semua persoalan Program Integer mempunyai empat sifat umum yaitu, sebagai berikut (Susanta, 1994 dikutip oleh Simatupang, 2014):

1. Fungsi Tujuan (*objective function*)
 Persoalan Program Integer bertujuan untuk memaksimumkan atau meminimumkan pada umumnya berupa laba atau biaya sebagai hasil yang optimal.
2. Adanya kendala atau batasan (*constrains*) yang membatasi tingkat sampai di mana sasaran dapat dicapai. Oleh karena itu, untuk memaksimumkan atau meminimumkan suatu kuantitas fungsi tujuan bergantung kepada sumber daya yang jumlahnya terbatas.

3. Harus ada beberapa alternatif solusi layak yang dapat dipilih.
4. Tujuan dan batasan dalam permasalahan Program Integer harus dinyatakan dalam hubungan dengan pertidaksamaan atau persamaan linier.

2.7.5 Metode *Branch and Bound* (Cabang-Batas)

Prinsip kerja metode cabang-batas (*Branch and Bound*) adalah mencabangkan soal yang tidak memiliki penyelesaian bulat (Siang, 2011). Percabangan dilakukan terus hingga diperoleh penyelesaian bulat.

Untuk menyelesaikan suatu masalah LP agar memperoleh hasil yang optimal dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya yaitu menggunakan metode simpleks yang dikembangkan oleh Dantzig tahun 1947. Metode ini merupakan metode iteratif dalam penyelesaian masalah *linear programming* (Nurhayanti, 2013). Secara sederhana model LP dengan pembatas tambahan berupa variabelnya yang bernilai bilangan bulat (*integer*) disebut sebagai *integer programming* (IP) (Nurhayanti, 2013).

LP yang diperoleh dari IP tersebut dengan menghilangkan kendala bilangan bulat atau kendala 0-1 pada variabelnya disebut *linear programming* relaksasi (LP relaksasi) (Winston, 1995 dikutip oleh Nurhayanti, 2013).

Untuk memperoleh solusi optimal dalam masalah *integer programming* (IP) dapat dipecahkan dengan menggunakan metode *branch and bound*. Keunggulan metode *branch and bound* terletak pada tingkat keefektifitasnya dalam memecahkan masalah dengan hasil yang akurat.

Prinsip dasar dari metode *branch and bound* adalah memecah daerah *feasible* dari masalah LP dengan cara membuat *subproblem* baru sehingga IP dapat terpecahkan (Nurhayanti, 2013). Daerah *feasible* suatu LP adalah daerah yang memuat titik-titik yang dapat memenuhi semua kendala linear masalah LP (Taha, 2007 dikutip oleh Nurhayanti, 2013).

Setiap *subproblem* dibatasi dengan tiga cara (Nurhayanti, 2013):

1. Batas dari *subproblem* solusi optimum yang didapat (z^*)
2. LP-relaksasi tidak memiliki solusi *feasible*

3. Solusi optimum dari LP-relaksasi berupa integer. Jika solusi ini lebih baik dari optimum yang didapat sebelumnya maka solusi ini menjadi solusi optimum yang baru dan cara pertama digunakan kembali untuk semua *subproblem* dengan nilai z^* baru yang lebih besar.

Metode dasar yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *IP* adalah dengan metode *branch and bound*. Metode ini disebut metode *branch* karena metode ini akan membagi permasalahan *IP* menjadi cabang-cabang permasalahan yang akan membentuk program linear. Metode ini juga membatasi (*bound*) pencarian pada percabangan yang pasti (Nurhayanti, 2013).

Cara ini mula-mula dipakai untuk menyelesaikan program bilangan bulat. Ternyata cara ini tidak saja hanya dapat digunakan untuk program bilangan cacah, tetapi juga dapat digunakan untuk program matematika yang lain.

Teknik pencabangan dan pembatasan (*Branch and Bound*) mencari solusi optimal dari suatu persoalan Program Integer dengan menumerasi titik-titik dalam daerah fisibel dari suatu subpersoalan. *Branch and bound* adalah metode yang umum digunakan untuk mendapatkan solusi yang dibatasi ke integer, baik dalam linear dan program yang nonlinear (Umami, 2016).

Namun, metode ini mengakibatkan proses yang panjang. Hal ini karena mencari solusi untuk ditelusuri terus sampai hasilnya adalah sepenuhnya integer. Kemudian, itu menghasilkan efisiensi dalam waktu penyelesaian.

Keuntungan dari cara pencabangan dan pembatasan adalah cara yang efisien untuk mendapatkan seluruh jawaban layak (fisibel), sedangkan kerugian cara ini adalah akan mencari seluruh jawaban program linier pada setiap titik (Simatupang, 2014). Pada persoalan yang besar akan memerlukan waktu yang cukup lama, terutama bila yang dibutuhkan hanya keterangan mengenai nilai objektif yang optimum.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.7.5.1 Langkah – Langkah Metode *Branch and Bound*

Langkah-langkah Metode *Branch and Bound* (Taha, 2007 dikutip oleh Simatupang, 2014):

1. Pembatasan (*Bound*)

Pada algoritma *branch and bound* terdapat dua batas yaitu batas atas (*upper bound*) dan batas bawah (*lower bound*).

2. Pencabangan (*Branching*)

Pencabangan dilakukan jika masih terdapat variabel keputusan yang harus bernilai bulat namun memiliki solusi yang tidak bulat. Pencabangan dilakukan dengan cara menambahkan pembatas pada masalah asli. Penambahan pembatas ini ditujukan untuk membuat variabel keputusan yang belum bernilai *integer* supaya bernilai *integer*.

3. Penghentian pencabangan (*Fathoming*)

Pencabangan atau pencarian solusi pada suatu submasalah dihentikan jika:

- a. *Infeasible* atau tidak mempunyai daerah layak.
- b. Semua variabel keputusan yang harus bernilai bulat sudah bernilai bulat.
- c. Pada masalah maksimisasi, penghentian pencabangan pada suatu submasalah dilakukan jika batas atas dari submasalah tersebut tidak lebih besar atau sama dengan batas bawah.

Pada masalah minimisasi penghentian pencabangan pada suatu submasalah dilakukan jika batas bawah tidak lebih kecil atau sama dengan batas atas.

2.7.5.2 Pencabangan (*Branching*)

Pencabangan merupakan langkah yang dilakukan pada persoalan yang tidak *integer* menjadi subpersoalan yang *integer* (Taha, 2007 dikutip oleh Simatupang, 2014). Pencabangan berarti memecah soal menjadi 2 soal baru (masing-masing ditambah dengan kendala baru) dan menyelesaikan keduanya (Siang, 2011).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Misalkan penyelesaian optimal program bilangan bulat memuat variabel x_j yang tidak bulat dengan $i_1 < x_j < i_2$ (i_1 dan i_2 merupakan 2 bilangan bulat berurutan). Maka program dicabangkan menjadi 2 soal baru. Cabang kiri ditambah dengan kendala $x_j \leq i_1$, sedangkan cabang kanan ditambah dengan kendala $x_j \geq i_2$. Perhatikan penambahan kendalanya agar tidak terbalik.

2.7.5.3 Pembatasan (*Bounding*)

Pembatasan merupakan pembatasan setiap subpersoalan yang dibuat dengan pencabangan. Batas ini penting untuk tingkatan jawab optimal dari subpersoalan dan penemuan jawab optimal bilangan bulat (Taha, 2007 dikutip oleh Simatupang, 2014). Misalkan soal adalah memaksimumkan (Siang, 2011).

Percabangan dilakukan terus hingga ditemukan penyelesaian bilangan bulat (misal X^* dengan nilai maksimum $f(X^*)$). X^* menjadi batas bawah. X^* belum tentu merupakan penyelesaian optimal masalah mula-mula. Akan tetapi apabila X_a adalah penyelesaian lain (bulat ataupun tidak) dengan $f(X_a) < f(X^*)$ maka pencabangan dari titik X_a pasti tidak akan menghasilkan penyelesaian bilangan bulat yang optimal sehingga percabangan tidak perlu dilakukan.

Jika masalahnya adalah meminimumkan maka penyelesaian bulat X^* yang pertama kali ditemukan menjadi batas atas. Semua penyelesaian lain (bulat ataupun tidak) yang memiliki fungsi lebih besar dari $f(X^*)$ diabaikan dan tidak perlu dicabangkan.

Logikanya adalah sebagai berikut (Siang, 2011):

Dalam soal memaksimumkan, misalnya titik X memiliki fungsi $f(X) = A$. semua percabangan dari titik X pasti memberikan nilai fungsi yang lebih kecil dari A (ingat bahwa percabangan dilakukan dengan penambahan kendala baru. Semakin banyak kendala, nilai fungsinya semakin kecil). Jika X merupakan penyelesaian bulat dan X_a adalah penyelesaian lain dengan $f(X_a) < f(X)$, maka X_a pastilah bukan penyelesaian optimal masalah semula. Apalagi jika X_a memiliki cabang X_b , maka pastilah $f(X_b) < f(X_a) < f(X)$ sehingga X_b pasti lebih tidak optimal lagi. Ini berarti bahwa pencabangan X_a percuma jika dilakukan.

Kasusnya berbeda jika X merupakan penyelesaian bulat dan X_a adalah penyelesaian lain dengan $f(X_a) > f(X)$. percabangan dari X_a akan menghasilkan X_b dengan $f(X_a) > f(X_b) > f(X)$.

2.7.5.4 Pemilihan Titik dan Variabel yang Dicabangkan

Misalkan X_a dan X_b merupakan 2 titik penyelesaian optimalnya bukan merupakan bilangan bulat sehingga keduanya perlu dicabangkan (Siang, 2011). Apabila soalnya memaksimalkan, pilihan titik yang nilai fungsinya lebih besar. Sebaliknya, jika soalnya meminimumkan, pilihlah titik yang nilai fungsinya lebih kecil.

Misalkan $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ adalah penyelesaian soal dengan beberapa di antara x_1, x_2, \dots, x_n bukan merupakan bilangan bulat sehingga perlu dicabangkan (Siang, 2011). Untuk mempercepat proses, percabangan dilakuakn pada variabel x_j yang pecahannya paling dekat dengan 0,5 (paling jauh dari bilangan bulat). Jika ada beberapa x_j yang pecahannya sama dekatnya dengan 0,5 maka pilihlah salah satunya secara sembarang.

2.7.5.5 Penyelesaian Optimal

Dalam *integer programming*, penyelesaian optimal terjadi apabila kombinasi seluruh variabel keputusan membuat nilai fungsi tujuan menjadi ekstrem dan memenuhi seluruh kendala dan seluruh variabel harus integer (berupa bilangan bulat).

2.8 Analisis Sensitivitas

Seorang analis jarang dapat menentukan parameter model Program linier seperti (m, n, C_j, a_{ij}, b_i) dengan pasti karena nilai parameter ini adalah fungsi dari beberapa *uncontrolable variabel*. Sementara itu solusi optimal model Program linier didasarkan pada parameter tersebut. Akibatnya analis perlu mengamati pengaruh perubahan parameter tersebut terhadap solusi optimal. Analisa perubahan parameter dan pengaruhnya terhadap solusi Program linier disebut analisis pasca optimal (Montaria, 2009).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Istilah *post optimality* menunjukkan bahwa analisa ini terjadi setelah diperoleh solusi optimal, dengan mengasumsikan seperangkat nilai parameter yang digunakan dalam model atau analisis pasca optimal (disebut juga analisis pasca optimal atau analisis setelah optimal, atau analisis kepekaan dalam suasana ketidaktahuan) merupakan suatu usaha untuk mempelajari nilai-nilai dari peubah-peubah pengambilan keputusan dalam suatu model matematika jika satu atau beberapa atau semua parameter model tersebut berubah atau menjelaskan pengaruh perubahan data terhadap penyelesaian optimal yang sudah ada (Montaria, 2009).

Dapat diketahui bahwa dunia nyata yang diabstraksikan dan disimplifikasikan ke dalam model PL, tidak sederhana seperti rumusan PL sederhana tersebut. Oleh karena itu dalam dunia pengelolaan dan kehidupan dunia nyata, selalu dihadapkan pada pertanyaan-pertanyaan keraguan seperti apa yang akan terjadi, jika ini dan itu berubah? Persoalan peluang dan ketidakpastiaan pertanyaan-pertanyaan tersebut harus dapat dijawab dalam rangka meyakinkan pendirian terhadap sesuatu yang akan diputuskan kelak. Dengan demikian hasil yang diharapkan tersebut adalah hasil yang memang paling mungkin dan paling mendekati, atau perkiraan yang paling tepat.

Uji kepekaan hasil dan pasca optimal (sebut saja selanjutnya analisis *post optimal*) yang dapat memberikan jawaban terhadap persoalan-persoalan tersebut diatas. Analisis *post optimal* sangat berhubungan erat dengan atau mendekati apa yang disebut Program Parametrikal atau Analisis Parametrisasi. Perubahan atau variasi dalam suatu persoalan Program linier yang biasanya dipelajari melalui analisis pasca optimal dapat dipisahkan ke dalam tiga kelompok umum, yaitu (Montaria, 2009):

1. Analisa yang berkaitan dengan perubahan diskrit parameter untuk melihat berapa besar perubahan dapat ditolerir sebelum solusi optimal mulai kehilangan optimalitasnya, ini dinamakan *Analisis Sensitivitas*. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan drastis dalam solusi, dikatakan bahwa solusi adalah sangat sensitif terhadap nilai parameter itu. Sebaliknya, jika perubahan parameter tidak mempunyai pengaruh besar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terhadap solusi dikatakan solusi relatif insensitif terhadap nilai parameter tersebut.

2. Analisa yang berkaitan dengan perubahan struktural. Masalah ini muncul bila persoalan Program linier dirumuskan kembali dengan menambahkan atau menghilangkan kendala dan atau variabel untuk menunjukkan operasi model alternatif. Perubahan struktural ini dapat dimasukkan dalam analisa sensitivitas.
3. Analisa yang berkaitan dengan perubahan kontinu parameter untuk menentukan urutan solusi dasar yang menjadi optimal jika perubahan ditambah lebih jauh, ini dinamakan program *Parametric*.

Analisis sensitivitas atau kepekaan adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat atau pengaruh dari perubahan yang terjadi pada parameter-parameter *linear programming* terhadap solusi optimal yang telah dicapai. (Tarlih, 2011).

Berdasarkan Model Matematika Persoalan Program linier analisis sensitivitas dapat dikelompokkan berdasarkan perubahan-perubahan parameter (Montaria, 2009):

1. Perubahan koefisien fungsi tujuan (C_j).
2. Perubahan Koefisien teknologi (a_{ij}) (koefisien *input-output*).
3. Perubahan Nilai-Sebelah-Kanan (NSK) (fungsi kendala) (b_i).
4. Adanya tambahan fungsi kendala baru (perubahan nilai m).
5. Adanya tambahan perubahan (variabel) pengambilan keputusan (X_j) (perubahan nilai n).

Analisis sensitivitas berkaitan dengan perubahan koefisien fungsi tujuan terhadap solusi optimal. Analisis ini terbagi dua yaitu pertama *reduced cost* dan kelayakan penambahan produk baru, yang kedua menjelaskan tentang perubahan koefisien fungsi tujuan agar solusi masih tetap optimal (Montaria, 2009).

2.8.1 Analisis Sensitivitas dengan *Software LINDO*

Analisis sensitivitas terdiri atas dua tipe, yaitu analisis perubahan nilai koefisien dari fungsi tujuan dan analisis ruas kanan dari fungsi tujuan (*Right Hand Side*). Analisis perubahan koefisien fungsi tujuan dilakukan untuk mengetahui efek perubahan tanpa mengubah solusi optimal dengan parameter lain dipertahankan konstan. Tujuan dari analisis *Right Hand Side* (RHS) adalah untuk menentukan berapa banyak nilai ruas kanan dari fungsi kendala (b_j) dapat ditingkatkan atau diturunkan tanpa mengubah nilai *shadow price*-nya dengan parameter lain dipertahankan konstan (Taha, 1996 dikutip oleh Gultom, 2012).

Analisis sensitivitas berguna untuk mengetahui seberapa jauh solusi optimal awal tidak akan berubah jika terjadi perubahan pada harga jual setiap produk, biaya per satuan produk, dan ketersediaan sumberdaya yang dimiliki. Apabila perubahan-perubahan yang terjadi masih dalam selang yang diperbolehkan, maka solusi optimal awal tidak akan berubah. Selang dalam program linier terdiri atas batas penurunan (*allowable decrease*) dan batas peningkatan (*allowable increase*). Batas penurunan memperlihatkan besarnya nilai penurunan parameter fungsi tujuan atau nilai penurunan ketersediaan sumberdaya yang tidak mengubah solusi optimal awal. Batas atas memperlihatkan nilai peningkatan yang tidak akan mengubah solusi optimal awal. Solusi awal akan berubah apabila perubahan yang terjadi di luar selang perubahan yang diperbolehkan (Taha, 1996 dikutip oleh Gultom, 2012).

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, apabila alat bantu komputer tidak tersedia, maka program linier dengan menggunakan banyak variabel akan menyulitkan analisisnya bahkan mungkin tidak dapat dikerjakan secara manual. LINDO (*Linear Interactive Discrete Optimizer*) adalah *software* yang dapat digunakan untuk mencari penyelesaian dari masalah pemrograman linier (Gultom, 2012). Dengan menggunakan *software* ini memungkinkan perhitungan masalah pemrograman linier dengan n variabel.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI No. 13/2007
Sultan Syarif Kasim Riau

Prinsip kerja utama LINDO adalah memasukkan data, menyelesaikan, serta menaksirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya (Scharge, 1991 dikutip oleh Gultom, 2012). Perhitungan yang digunakan pada LINDO pada dasarnya menggunakan metode simpleks.

Untuk menentukan nilai optimal dengan menggunakan LINDO diperlukan beberapa tahapan yaitu (Gultom, 2012):

1. Menentukan model matematika (program linier).
2. Menentukan formulasi program untuk LINDO.
3. Membaca hasil *report* yang dihasilkan oleh LINDO.

Perintah yang biasa digunakan untuk menjalankan program LINDO adalah (Gultom, 2012):

1. MAX :digunakan untuk memulai data dalam masalah maksimasi.
2. MIN : digunakan untuk memulai data dalam masalah minimasi.
3. END : digunakan untuk mengakhiri data.
4. GO : digunakan untuk pemecahan dan penyelesaian masalah.
5. LOOK: digunakan untuk mencetak bagian yang dipilih dari data yang ada.
6. GIN : digunakan untuk variabel keputusan agar bernilai bulat.
7. INTE : digunakan untuk menentukan solusi dari masalah biner.
8. INT : sama dengan INTE.
9. SUB : digunakan untuk membatasi nilai maksimumnya.
10. SLB : digunakan untuk membatasi nilai minimumnya.
11. FREE : digunakan agar solusinya berupa bilangan real.

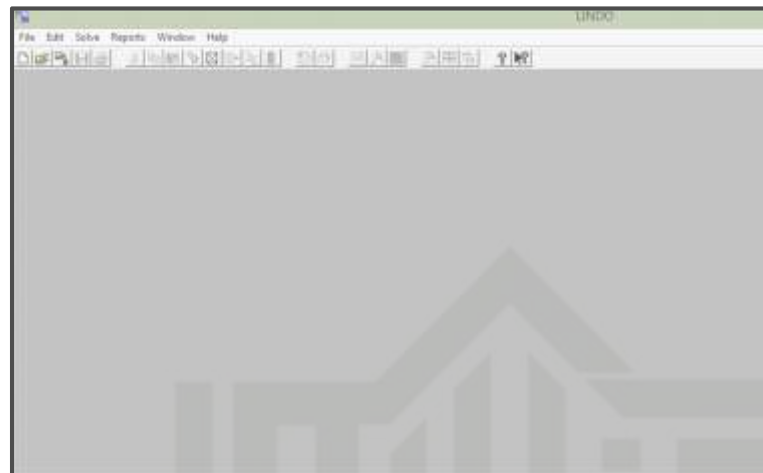
Kegunaan utama dari LINDO adalah untuk mencari penyelesaian dari masalah linier dengan cepat dengan memasukkan data yang berupa rumusan dalam bentuk linier (Gultom, 2012). LINDO memberikan banyak manfaat dan kemudahan dalam memecahkan masalah optimasi.

Berikut ini cara memulai menggunakan program LINDO adalah dengan membuka file LINDO kemudian klik dua kali pada LINDO, tunggu sampai muncul dialog lalu klik OK, LINDO siap untuk dioperasikan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pada layar akan muncul untitled baru yang siap untuk tempat mengetikkan formulasi.



Gambar 2.1 Tampilan Menu LINDO

Model LINDO minimal memiliki tiga syarat (Gultom, 2012):

1. Memerlukan fungsi objektif
2. Variabel
3. Batasan (fungsi kendala)

Cara menggunakan LINDO dijabarkan sebagai berikut (Gultom, 2012):

1. Untuk syarat pertama adalah fungsi objektif, bisa juga dikatakan fungsi tujuan.

Tujuan disini memiliki dua jenis tujuan yaitu maksimasi (*MAX*) dan minimasi (*MIN*). Kata pertama untuk mengawali pengetikan formula pada LINDO adalah *MAX* atau *MIN*. Formula yang diketikkan ke dalam *untitled* (papan *editor* pada LINDO) setelah *MAX* atau *MIN* disebut fungsi tujuan.

Misalkan Fungsi tujuan model matematika,

$$\text{Min / Maks } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Maka diketikkan ke dalam *untitled* menjadi:

$$\text{MIN } C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n, \text{ atau } \text{MAX } C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

2. Untuk syarat kedua adalah variabel. Variabel ini sangat penting, LINDO tidak dapat dijalankan tanpa memasukkan variabel dalam formula.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Untuk syarat ketiga setelah fungsi objektif dan variabel selanjutnya adalah batasan.

Dalam kenyataannya variabel tersebut pasti memiliki batasan, batasan itu misalnya keterbatasan bahan, waktu, jumlah pekerja, biaya operasional. Setelah fungsi objektif diketikkan selanjutnya diketikkan *Subject to* atau ST untuk mengawali pengetikkan batasan dan pada baris berikutnya baru diketikkan batasan yang ada di akhir batasan akhiri dengan kata END. Secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1j}X_j &= b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2j}X_j &= b_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3j}X_j &= b_3 \\ X_1, X_2, \dots, X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

untuk pengetikkan fungsi kendala ke dalam *untitled* adalah sebagai berikut.

SUBJECT TO

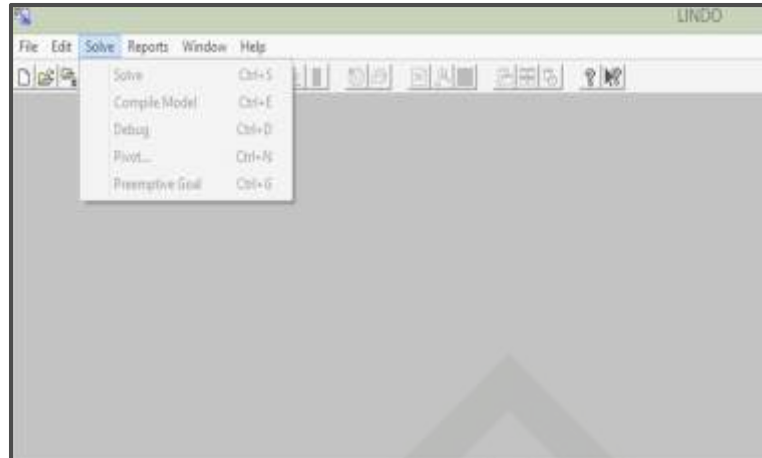
$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1j}X_j &\leq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2j}X_j &\leq b_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3j}X_j &\leq b_3 \\ X_1 &\geq 0 \\ X_2 &\geq 0 \\ X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

END

4. Setelah formula diketikkan siap dicari solusinya dengan memilih perintah *solve* atau mengklik tombol *solve* pada *toolbar*. LINDO akan mengkompil (mengoreksi kesalahan) pada formula terlebih dahulu. Jika terjadi kesalahan dalam pengetikkan (tidak dapat dibaca oleh komputer) akan muncul kotak dialog dan cursor akan menunjukkan pada baris yang salah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Menu *Solve*

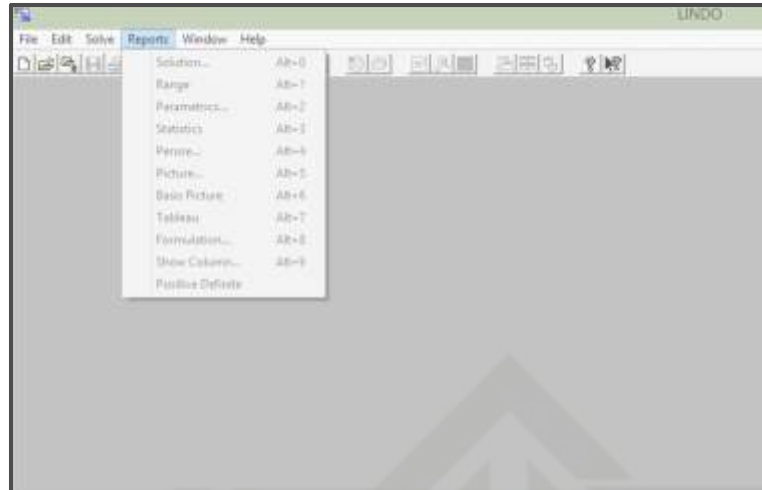
Menu *solve* digunakan untuk menampilkan hasil secara lengkap dengan beberapa pilihan berikut:

- a. *Solve-Solve*, digunakan untuk menampilkan hasil optimasi dari data pada papan *editor* dan secara lengkap. Pada tampilan hasil mencakup nilai variabel keputusan serta nilai *dual price*-nya.
- b. *Solve-Compile Model*, digunakan untuk mengecek apakah struktur penyusunan data pada papan editor data sudah benar. Jika penulisannya tidak benar, maka akan ditampilkan pada baris ke-beberapa kesalahan tersebut terdapat. Jika tidak ada kesalahan, maka proses dapat dilanjutkan untuk mencari jawaban yang optimal.
- c. *Solve Pivot*, digunakan untuk menampilkan nilai *slack*.
- d. *Solve Debug*, digunakan untuk mempersempit permasalahan serta mencari pada bagian mana yang mengakibatkan solusi tidak optimal, selanjutnya ada pertanyaan untuk menentukan tingkat kesensitifitasan solusi.

5. *Report* juga tersedia pada LINDO.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.3 Tampilan perintah *Report* LINDO

Dalam menu *report* terdapat beberapa pilihan sebagai berikut:

- a. *Report Solution*, digunakan untuk mendapatkan solusi optimal dari permasalahan program linier yang tersaji pada papan *editor data*.
- b. *Report Range*, digunakan untuk menayangkan hasil penyelesaian analisis sensitivitas. Pada analisis sensitivitas yang ditayangkan mencakup aspek *Allowable Increase* dan *Allowable Decrease*.
- a. *Report Parametrics*, digunakan untuk mengubah dan menampilkan hasil hanya pada baris kendala tertentu saja.
- c. *Report Statistics*, digunakan untuk mendapatkan laporan kecil pada papan *editor report*.
- d. *Report Peruse*, digunakan untuk menampilkan sebagian dari model atau jawaban.
- e. *Report Picture*, digunakan untuk menampilkan (*display*) model dalam bentuk matriks.
- f. *Report Basis Picture*, digunakan untuk menampilkan *text format* dari nilai basis, dan disajikan sesuai urutan baris dan kolom.
- g. *Report Table*, digunakan untuk menampilkan tabel simplek dari model yang ada.
- h. *Report Formulation*, digunakan untuk menampilkan model pada papan *editor data* ke papan *editor report*.
- i. *Report Show Coloum*, digunakan untuk menampilkan koefisien peubah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Untuk menyimpan *file*, arahkan kursor pada papan *editor* yang diaktifkan.
7. Menu menyimpan *file* ada dua macam yakni *File Save*, dan *File Save*.

Output dari *lindo* untuk melihat sensitivitas dapat dilihat pada nilai-nilai berikut (Nachrowi, 2004 dikutip oleh Fitriani, 2015):

1. *Slack or Surplus variabels*. Pada nilai *output*:

Misal:

Row	Slack or Surplus	Dual Prices
A	0	X
B	Y	0

Jika nilai *slack or surplus* pada *output* bernilai 0 (nol), maka dikatakan bahwa strategi optimal untuk menghasilkan sebuah produk tersebut menghabiskan seluruh persediaan A. Sedangkan nilai Y yang ditunjukkan pada *Slack* untuk persediaan B berarti bahwa ada sisa persediaan B yang digunakan untuk menghasilkan produk yang dimaksud.

2. *Dual Prices*

Harga dual menunjukkan kontribusi kenaikan keuntungan bila kapasitas suatu *input* dinaikkan. Pada contoh *output* poin 1 (satu) diatas, nilai X pada *dual prices* merupakan nilai keuntungan pada produk yang dihasilkan terhadap kenaikan jumlah A setiap 1 unitnya. Sedangkan nilai 0 pada *surplus dual prices* menyatakan bahwa apabila input B dinaikkan atau diturunkan dengan nilai Y, hal ini tidak akan mempengaruhi nilai keuntungan. Oleh sebab itu, nilai *surplus dual prices* yang ditunjukkan B adalah 0. Harga dual sangat berkaitan erat dengan nilai *surplus dual prices*, yaitu “bila dual berharga nol, *slack* berharga tidak nol. Sebaliknya bila dual berharga tidak nol, nilai *slack* berharga nol”.

3. *Objective Function Coefficient Ranges*

Poin ini akan memperlihatkan nilai kemungkinan penurunan atau kenaikan keuntungan pada fungsi tujuan, namun angka ini masih dikatakan optimal apabila terjadi penurunan atau kenaikan yang ditunjukkan oleh *output* pada LINDO. Hasil *output* pada LINDO,

Misal:

Variabels	Current Coef	Allowable Increase	Allowable Decrease
X	A	P_1	Q_1
Y	B	P_2	Q_2

Nilai A merupakan keuntungan dari X, apabila keuntungan dinaikkan sebesar P_1 menjadi $(A + P_1)$ atau diturunkan sebesar Q_1 menjadi $(A - Q_1)$ masih dapat ditolerir dengan tidak mengubah nilai optimal X dan Y. begitu juga dengan Y, jika nilai keuntungan meningkat sebanyak P_2 atau berkurang sebanyak Q_2 solusi optimumnya masih tetap pada nilai X dan Y.

4. *Righted Sides Ranges*

Poin ini merupakan kemungkinan perubahan pada nilai batas ruas kanan pada fungsi pembatas model. Jika hasil *output* pada LINDO adalah:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
Input A	K	m	N
Input B	L	Infinity	P

Output diatas dapat diartikan bahwa jika nilai input A sebanyak K, lalu dinaikkan sebanyak m ($K+m$) atau diturunkan sebanyak n ($K-n$) keuntungannya akan berubah sebanyak X (*Surplus dual prices* poin 1) setiap 1 unit perubahan, sedangkan untuk *input* B, dengan jumlah *input* sebesar L apabila dinaikkan sebesar apapun maka hal itu tidak akan mempengaruhi nilai keuntungan terhadap fungsi objektif, sebab nilai *dual prices*nya tidak bernilai 0 (nol).

Berdasarkan penjelasan diatas dapat dilihat bahwa LINDO memberikan informasi yang dapat digunakan untuk menganalisis dual dan informasi ini dapat digunakan untuk analisis sensitivitas.