

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Gizi

Gizi tentunya bukanlah kata yang asing di telinga kita. Gizi telah banyak diartikan dengan bahasa yang berbeda dari orang yang berbeda pula.

Dalam bukunya yang berjudul "*Kamus Gizi*", Sandjaja (2009, pxvii) menjabarkan bahwa gizi berasal dari bahasa Arab Al Gizzai yang artinya makanan dan manfaatnya untuk kesehatan. Secara umum, gizi dapat diartikan sebagai hubungan / pengaruh dari konsumsi makanan terhadap penampilan atau kesehatan seseorang

Pengertian gizi terbagi secara klasik dan masa sekarang yaitu :

1. Secara Klasik : gizi hanya dihubungkan dengan kesehatan tubuh (menyediakan energi, membangun, memelihara jaringan tubuh, mengatur proses-proses kehidupan dalam tubuh).
2. Sekarang : selain untuk kesehatan, juga dikaitkan dengan potensi ekonomi seseorang karena gizi berkaitan dengan perkembangan otak, kemampuan belajar, produktivitas kerja.

2.1.1 Peranan Zat Gizi

Menurut Sari (2010, p6) zat gizi merupakan substansi yang diperoleh dari makanan dan digunakan untuk pertumbuhan, pemeliharaan dan perbaikan jaringan tubuh. Ada 5 macam zat gizi yang kita kenal yaitu karbohidrat, lemak, protein, mineral dan vitamin. Zat gizi berasal dari makanan yang dikonsumsi dan ketika

masuk ke dalam tubuh, makanan yang dimakan akan diurai menjadi zat gizi dan akan menjalankan fungsinya masing-masing

Zat gizi sangat berperan dalam 3 fungsi utamanya yaitu :

1. Zat penghasil energi atau tenaga
2. Zat pembangun dan pemelihara sel dan jaringan tubuh
3. Zat pengatur proses tubuh

2.1.2 Jenis – Jenis Zat Gizi dan Peranannya

Zat gizi secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kelompok sesuai kebutuhannya yaitu makronutrien dan mikronutrien. Sumardjo (2009, p22) menuliskan pengertian makronutrien yaitu bahan makanan yang dibutuhkan dalam jumlah cukup banyak setiap hari sedangkan mikronutrien adalah zat-zat makanan yang dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil. Makronutrien merupakan komponen terbesar dari susunan diet, yaitu karbohidrat (hidrat arang), lemak, protein, makromineral dan air. Sedangkan mikronutrien terdiri dari karbohidrat yaitu glukosa dan serat, lemak yaitu asam linoleat dan asam linolenat, protein yaitu asam amino, leusin, isoleusin ataupun lisin, mineral seperti kalsium, kalium, fosfor, dan natrium, serta vitamin yaitu A, D, E, K, B atau C, dan air.

2.1.2.1 Karbohidrat

Karbohidrat sumber kalori utama bagi manusia. Karbohidrat merupakan sumber energi bagi semua individu. Karbohidrat mudah didapatkan dan hampir semua bahan makanan mengandung karbohidrat. Adapun fungsi karbohidrat adalah : (Suhardjo dan Kusharto, 2009, p23-24)

- 1) Menyediakan keperluan energi tubuh
- 2) Diperlukan untuk kelangsungan metabolisme lemak
- 3) Sebagai energi siap pakai saat tubuh mengalami kekurangan
- 4) Penghematan terhadap protein
- 5) Mengatur peristaltik usus terutama pada usus besar

2.1.2.2 Protein

Protein bukanlah merupakan zat tunggal akan tetapi terdiri dari unsur-unsur pembentuk protein yang disebut asam amino. Protein sangat diperlukan tubuh. Protein sangat berperan sebagai zat pembangun sangat diperlukan pada masa pertumbuhan.

Pada masa bayi hingga remaja, kebutuhan protein lebih besar persentasenya dibandingkan dengan pada masa dewasa dan manula. Pada masa dewasa dan manula protein dibutuhkan untuk mempertahankan jaringan-jaringan tubuh dan mengganti sel-sel yang telah rusak.

Asam amino terbagi dua, yaitu asam amino esensial dan non esensial. Asam amino esensial merupakan asam amino yang dapat dibentuk oleh tubuh manusia, sedangkan asam amino non esensial tidak dapat dibentuk oleh tubuh manusia, sehingga didapat dari makanan sehari-hari.

Fungsi protein bagi tubuh yaitu :

- 1) Untuk membangun sel-sel jaringan tubuh manusia
- 2) Untuk mengganti sel-sel tubuh yang rusak atau aus
- 3) Menjaga keseimbangan asam basa pada cairan tubuh
- 4) Sebagai penghasil energi

2.1.2.3 Lemak

Terbentuk dari 95 % asam lemak dan gliserol. Lemak merupakan sumber energi selain karbohidrat dan protein. Konsumsi lemak yang berlebihan akan tersimpan sebagai cadangan energi di mana akan digunakan saat seseorang berada dalam kondisi kekurangan kalori.

Lemak cadangan akan disimpan di bawah kulit, di sekitar otot. Selain itu, terdapat pula simpanan lemak di sekitar paru-paru, jantung, ginjal, dan organ tubuh lainnya. Kumpulan lemak di sekitar ginjal mempunyai peranan khusus yaitu menjaga agar ginjal tidak mudah berpindah tempat. Walaupun cadangan lemak memang dibutuhkan di dalam tubuh, namun cadangan lemak yang berlebihan juga dapat berdampak pada gangguan kesehatan.

Fungsi lemak bagi tubuh adalah :

- 1) Penghasil energi
- 2) Penghasil asam lemak esensial
- 3) Sebagai pelarut vitamin
- 4) Memberi rasa kenyang
- 5) Protein sparer

2.1.3 Standar Kecukupan Gizi

Standar kecukupan gizi berdasarkan ukuran dapat dibagi ke dalam dua bagian yaitu:

1. Ukuran makro, yaitu kecukupan kalori (energi) dan kecukupan protein.
2. Ukuran mikro, yaitu kecukupan vitamin dan mineral.

Standar kecukupan gizi di Indonesia masih menggunakan makro, yaitu kecukupan kalori (energi) dan kecukupan protein. Di Indonesia belum diterapkan

standar kecukupan gizi secara mikro, seperti kecukupan vitamin dan mineral. Menurut Suhardjo dan Kusharto (2009, p138) suatu kecukupan zat gizi yang dianjurkan diharapkan dapat menjamin tercapainya status gizi yang baik.

✓ Kecukupan kalori (*energy*)

Energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan pekerjaan, tubuh memperoleh energi dari makanan yang dimakan, dan energi dalam makanan ini terdapat sebagai energi kimia yang dapat diubah menjadi energi bentuk lain.

Energi dalam tubuh digunakan untuk:

- a. Melakukan pekerjaan eksternal
- b. Melakukan pekerjaan internal dan untuk mereka yang masih tumbuh
- c. Keperluan pertumbuhan, yaitu untuk senyawa-senyawa baru.

Penentuan angka kecukupan kalori ini dapat dihitung dengan teori RBW (berat badan relative) dan determinasi efektif energi.

✓ Kecukupan protein

Protein sangat penting dalam tubuh kita baik sebagai zat pembangun maupun pemelihara, oleh karena itu kecukupan protein harus terpenuhi dengan baik. Menurut Santoso (2008, p54), protein adalah sumber utama pembentukan sel-sel tubuh manusia. Angka kecukupan protein ini biasa lebih dikenal dengan singkatan AKP.

✓ Kecukupan vitamin

Vitamin merupakan suatu molekul organik yang sangat diperlukan oleh tubuh untuk proses metabolisme dan pertumbuhan yang normal. Vitamin-vitamin tidak dapat dibuat oleh tubuh manusia. Oleh karena itu, harus diperoleh dari bahan pangan yang dikonsumsi, kecuali vitamin D.

✓ Kecukupan mineral

Zat gizi dapat digolongkan, yaitu golongan Makromolekul (tepatnya karbohidrat, protein dan lemak) serta mikromolekul vitamin dan mineral. Meskipun merupakan komponen yang paling vital untuk kehidupan, pada bahan pangan hewani dapat berupa daging (sapi, kerbau, kambing, ayam, unggas, kelinci dan lain-lain), sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan sumber vitamin dan mineral. Komponen-komponen anorganik tubuh manusia terutama adalah Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, Besi, Fosfor, Klorida dan Sulfur. Sebagian dari unsur-unsur tersebut adalah mineral-mineral tulang dan ion-ion dapat sebagai cairan tubuh.

2.1.4 Kandungan Gizi Pada Makanan

Setiap makanan yang berbeda memiliki kandungan gizi yang berbeda pula. Ada jenis makanan yang mengandung nilai gizi karbohidrat lebih tinggi, ada yang nilai gizi proteinnya lebih tinggi dan sebagainya. Namun tidak semua nilai gizi dapat dikandung oleh satu jenis bahan makanan. Menurut Wijayakusuma (2004, p18) setiap makanan menghasilkan jumlah kalori yang berbeda sesuai dengan komposisi lemak (1 gram = 9 kalori), karbohidrat (1 gram = 4 kalori), dan protein (1 gram = 4 kalori) yang dikandungnya.

Untuk lebih jelasnya akan ditampilkan tabel makanan beserta nilai gizi yang dikandung masing-masing jenis makanan yang akan terbagi dalam tiga kelompok yaitu tabel kandungan gizi makanan untuk sarapan (Tabel 2.1), selingan (Tabel 2.2) serta makan siang dan makan malam (Tabel 2.3)

Tabel 2.1. Kandungan Gizi Makanan Untuk Sarapan

No	Makanan	Kalori	Protein	Lemak	Karbohidrat
1	Omelet Kentang	297.4	9.7	16	29.4
2	Pisang Panggang Saus Lemon	135.4	0.6	3.7	27.7
3	Nasi Goreng	350.1	6.3	10.5	80
4	Kue Kering Havermut	124	8.5	2.2	8.9
5	Kentang Panggang Isi Ayam	169.2	3.4	6.2	21.6
6	Salad Buah Segar	112.6	0.4	0.1	24.3
7	Lemper Ayam	114.3	1.3	6.5	26.1
8	Mie Rebus Kaldu Ayam	420.1	4.9	23.6	95.8
9	Es Blewah Segar	31	1.1	0.3	7.1
10	Tim Beras Merah	276.3	11.2	5.4	41.7
11	Susu Segar	120	25.2	1.2	12
12	Party Crispbreads	70	4.2	1.1	12
13	Corny French Toast	255	13	25	69
14	Oatmeal	62	3	5	18
15	Chip Tepung beras	25	0.5	0.5	4.8
16	Pancake Kentang	190	2.5	5.2	11.8
17	Brandy Almond Cheese	102	7.1	6.7	1.1
18	Crepe rolls dengan saus chili	99	7.4	5.6	1.6
19	Garlic Bread	122	7.1	3.87	15
20	Rd ham dan nanas	232	26.2	11.3	7.5
21	Wafel oat kaya protein	196	10	3	35
22	Smoothie buah	148	4	2	32
23	Panekuk gandum utuh	261	11	3	53
24	Sereal jelai dengan buah	197	6	2	8
25	Scone oat	173	6	2	36
26	Mushroom cream soup	80	5	1	14
27	Kue bola panggang ala Italia	188	8	2	38
28	Panini asparagus dan ham vege	308	31	4	32
29	Taco lunak kacang hitam	174	10	1	33
30	Salad daging selada tomat	259	13	2	42

Tabel 2.2. Kandungan Gizi Makanan Untuk Selingan

No	Makanan	Kalori	Protein	Lemak	Karbohidrat
1	Jus Apel Wortel	141	0.08	1	33.9
2	Puding Kacang Hijau	17.9	0.8	0.6	2.3
3	Nagasari Ketan	173.5	2	1	39.6
4	Kimchi	33.3	2.2	0.5	3.3
5	Smoothie Buah Naga	182.5	0.6	1.3	14.9
6	Susu Kedelai	41	3.5	3.5	5
7	Party Crispbreads	70	4.2	1.1	12
8	Chip Tepung beras	25	0.5	0.5	4.8
9	Es Blewah Segar	31	1.1	0.3	7.1
10	Omelet Kentang	297.4	9.7	16	29.4
11	Lemper Ayam	114.3	1.3	6.5	26.1
12	Kue Kering Havermut	124	8.5	2.2	8.9
13	Pisang Panggang Saus Lemon	135.4	0.6	3.7	27.7

Tabel 2.3. Kandungan Gizi Makanan Untuk Makan Siang dan Makan Malam

No	Makanan	Kalori	Protein	Lemak	Karbohidrat
1	Rendang Hati	126.7	12.6	6.5	4.5
2	Tempe Woku	133.5	9.6	7.2	9.6
3	Tumis Daun Singkong Pepaya	169.3	8.7	7.1	6.4
4	Mushroom Soup	65	2.7	2.8	8
5	Cumi Masak Cabai Hijau	155.5	13.2	8.1	6.6
6	Garang Jamur	32	2.3	1.3	3.6
7	Three Fruit Jus	105	1.2	0.6	28.5
8	Tumis Pare Daging	64.9	7.1	9.5	4.3
9	Opor Tahu Tempe	143.2	7	10.6	7.1
10	Cumi Bumbu Asam Manis	232.1	25.1	8.9	11.2
11	Cah baby Kaylan	68.7	2.3	5.2	4.8
12	Tempe Plenet	139	10.4	7.3	10.3
13	Kacang Panjang Kuah Kuning	156.5	7.7	11.2	7.9
14	Sambal Kering Kerang	69.2	4	4.5	2.7
15	Cah Jagung Muda	104.5	2.4	11.5	46.5
16	Botok Hati Sapi	88.2	11.2	3	3.3
17	Tahu Kuah Kuning	75.6	4.3	4.3	17.3
18	Sup Paprika bakar	49	3.4	2.7	8.1
19	Oseng Brokoli Udang	110.2	7	7.3	5.4
20	Tempe Goreng Lengkuas	89.5	9.5	2.3	6.3
21	Haddock dengan kentang	286	35.2	5.5	6.6
22	Bening Ornyong	58.4	1	4	5
23	Penyet Telur	85.5	6.4	5.7	1.8
24	Sate Tempe Bumbu Kare	112.3	9.4	5.7	26.5
25	Sapi dengan saus kari	448	44.5	14.1	8.5
26	Gulai Kakap	217.5	22.6	12.5	4.9

Tabel 2.3 (Lanjutan) Kandungan Gizi Makanan Untuk Makan Siang dan Makan Malam

27	Sayur bayam campur oyong	205.7	12.2	14.1	8.6
28	Capcay Seafood	191	20.9	8.2	8.8
29	Kacang Panjang Tumis Tauge	218.7	33.1	16.8	6.3
30	Asem - asem Bandeng	203.7	21.2	12.3	3.4
31	Terung Cah Sapi	168.5	8.6	12.8	9.2
32	Ayam bakar	259	29.9	10.7	72.8
33	Chicken filets dengan saus mustard	182	23.8	6.8	6
34	Ayam Casserole	262	33.9	8.3	10.7
35	Chinese Chicken	241	17.2	6.6	12.1
36	Rol Ayam	324	45.2	11.6	9.3
37	Chicken fillet dengan jahe	243	32.7	8.3	5
38	Kebab Ayam	158	21.8	5.5	0.8
39	Rol Ayam dengan Bumbu rempah	320	40.4	17.08	4
40	Ikan saus lemon dan jahe	127	21.5	0.83	6
41	Ikan Curry	173	18.1	8	7.4
42	Fish Fillet dengan saus Macadamia	156	22	6.6	1.5

2.2 Penentuan Kebutuhan Gizi

2.2.1 Kebutuhan Kalori

Berbicara mengenai kebutuhan gizi seseorang, tentu tak lepas dari perhitungan kebutuhan kalori harian seseorang. Kebutuhan kalori dapat dihitung dengan berbagai cara yaitu dengan memperhitungkan berat badan ideal dikurangi atau ditambah faktor lain. Menurut Suhardjo dan Kusharto (2009, p 140), kebutuhan energi pada dasarnya tergantung dari empat faktor yang saling berkaitan yaitu kegiatan fisik, ukuran dan komposisi tubuh, umur, serta iklim dan faktor ekologi lainnya. Kebutuhan kalori harian juga dapat dihitung dengan pegangan kasar yaitu bagi orang gemuk, normal dan kurus.

Faktor-faktor yang menentukan kebutuhan kalori di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Jenis Kelamin.

Kebutuhan kalori pada wanita lebih kecil daripada pria, untuk ini dapat dipakai angka 25 kal/kg BB untuk wanita dan angka 30 kal/kg BB untuk pria.

2. Umur

- Pada bayi dan anak-anak kebutuhan kalori adalah jauh lebih tinggi daripada orang dewasa, dalam tahun pertama bisa mencapai 112 kg/kg BB.
- Umur 1 tahun membutuhkan lebih kurang 1000 kalori dan selanjutnya pada anak-anak lebih daripada 1 tahun mendapat tambahan 100 kalori untuk tiap tahunnya.
- Penurunan kebutuhan kalori di atas 40 tahun harus dikurangi 5 % untuk tiap dekade antara 40 dan 59 tahun, sedangkan antara 60 dan 69 tahun dikurangi 10 %, diatas 70 tahun dikurangi 20 %.

3. Aktivitas fisik atau pekerjaan.

Jenis aktivitas atau pekerjaan sangat berpengaruh pada kebutuhan kalori harian seseorang. Jenis aktivitas yang berbeda membutuhkan kalori yang berbeda pula. Jenis aktivitas dikelompokkan sebagai berikut :

- Keadaan istirahat : kebutuhan kalori basal ditambah 10 %.
- Ringan : pegawai kantor, pegawai toko, guru, ahli hukum, ibu rumah tangga, dan lain-lain kebutuhan harus ditambah 20 % dari kebutuhan basal.
- Sedang : pegawai di industri ringan, mahasiswa, militer yang sedang tidak perang, kebutuhan dinaikkan menjadi 30 % dari basal.
- Berat : petani, militer dalam keadaan latihan, penari, atlet, kebutuhan ditambah 40 %.
- Sangat berat : tukang beca, tukang gali, pandai besi, kebutuhan harus ditambah 50 % dari basal.

4. Kehamilan/Laktasi.

Pada permulaan kehamilan diperlukan tambahan 150 kalori/hari dan pada trisemester II dan III 350 kalori/hari. Pada waktu laktasi diperlukan tambahan sebanyak 550 kalori/hari.

5. Adanya komplikasi atau infeksi,

Trauma atau operasi yang menyebabkan kenaikan suhu memerlukan tambahan kalori sebesar 13 % untuk tiap kenaikan 1 derajat Celcius.

6. Berat badan.

Bila kegemukan/terlalu kurus, dikurangi/ditambah sekitar 20-30 % bergantung kepada tingkat/kekurusannya.

Menurut Gropper, Smith dan Groff (2009, p296), dengan menggunakan rumus Harris dan Benedict, BMR (kkal per hari) diformulasikan secara berbeda untuk pria dan wanita berdasarkan berat badan dalam kilogram, tinggi badan dalam cm dan usia dalam tahun yaitu :

BMR untuk pria :

$$66,5 + (13,7 \times \text{berat badan}) + (5,0 \times \text{tinggi badan}) - (6,8 \times \text{usia})$$

BMR untuk wanita :

$$644,1 + (9,2 \times \text{berat badan}) + (4,4 \times \text{tinggi badan}) - (4,4 \times \text{usia})$$

2.2.2 Kebutuhan Protein

Dari penelitian-penelitian diperoleh suatu formula yang dikenal dengan cara faktorial (*factorial method*) untuk memperoleh angka kebutuhan protein sebagai berikut:

$$R = (U_b + F_b S + G) \times 1,1$$

Keterangan

R = kebutuhan nitrogen per kg berat badan sehari

U_b = Kehilangan nitrogen basal melalui air seni per kg berat badan sehari

F_b = Kehilangan nitrogen basal melalui kotoran per kg sehari

S = Kehilangan nitrogen melalui kulit per kg berat badan sehari

G = Kebutuhan nitrogen untuk pertumbuhan per kg sehari

1,1 = tambahan 10 % untuk *safety margin*

Namun rumus yang umumnya digunakan untuk menghitung kebutuhan protein adalah :

$$\frac{\text{Kebutuhan Nitrogen}}{1,1} \times 6,25$$

2.2.3 Kebutuhan Lemak

Kebutuhan lemak harian seseorang dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\frac{\text{Kebutuhan Energi}}{9,3}$$

2.2.4 Kebutuhan Hidrat Arang

Kebutuhan hidrat arang harian dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Kebutuhan Energi}}{4}$$

2.3 Diabetes Melitus

Kencing manis atau penyakit gula sudah dikenal sejak lebih kurang dua ribu tahun yang lalu. Pada waktu itu, dua ahli kesehatan Yunani yaitu Celsus dan Aretus, memberikan sebutan **diabetes** pada orang yang menderita banyak minum dan banyak kencing. Menurut Lanywati (2001, p7), diabetes dalam bahasa Latin diartikan sebagai penerusan sedangkan mellitus diartikan sebagai manis.

Pengertian dari Bahasa Yunani dan Latin menggambarkan **diabetes** dengan tepat. Karena air melewati tubuh penderita diabetes seolah-olah dialirkan dari mulut lewat saluran kemih dan langsung keluar dari tubuh. Air seni **diabetisi** (pengidap diabetes) rasanya manis karena mengandung gula. Dulu, salah satu tes untuk diabetes ialah dengan menuangkan air seni sang pasien ke dekat sarang semut. Jika serangga itu mengerumuni air seni, hal ini menunjukkan adanya gula. Itu sebabnya **diabetes** sering disebut sebagai penyakit **kencing manis**.

Seseorang dikatakan menderita *Diabetes Mellitus* jika angka gula darahnya pada saat puasa di atas 126 mg/dL. Atau jika 2 jam setelah makan, angka gula darahnya di atas 200 mg/dL.

Diabetes Mellitus sering juga disebut sebagai *the great imitator*, karena penyakit ini dapat mengenai semua organ tubuh dan menimbulkan berbagai macam keluhan. Gejalanya sangat bervariasi. Diabetes mellitus (DM) dapat timbul secara perlahan-lahan sehingga pasien tidak menyadari akan adanya perubahan.

Penyebab penyakit kencing manis atau diabetes tergantung pada jenis diabetes yang diderita. Ada 2 jenis diabetes yang umum terjadi dan diderita banyak orang yaitu diabetes tipe 1 dan diabetes tipe 2. Perbedaannya adalah jika diabetes tipe 1 karena masalah fungsi organ pankreas tidak dapat menghasilkan insulin, sedangkan diabetes tipe 2 karena masalah jumlah insulin yang kurang bukan karena pankreas tidak bisa berfungsi baik.

Karena kekurangan insulin dan memiliki kadar gula yang tinggi dalam darah, maka beberapa gejala yang umum bagi penderita diabetes baik tipe 1 maupun tipe 2. Apabila Anda mengalami beberapa gejala tersebut, ada baiknya Anda melakukan pengecekan untuk mengetahui kadar gula darah. Secara umum, beberapa gejala yang terjadi antara lain:

- Sering buang air kecil
- Sering merasa sangat haus
- Sering lapar karena tidak mendapat cukup energi sehingga tubuh memberi sinyal lapar
- Penurunan berat badan secara tiba-tiba meski tidak ada usaha menurunkan berat badan. Hal ini karena sewaktu tubuh tidak dapat menyalurkan gula ke dalam sel-selnya, tubuh membakar lemak dan proteinnya sendiri untuk mendapatkan energi.
- Sering kesemutan pada kaki atau tangan.
- Mengalami masalah pada kulit seperti gatal atau borok.
- Jika mengalami luka, butuh waktu lama untuk dapat sembuh.

2.3.1 Komplikasi Pada Diabetes Mellitus

Diabetes Mellitus dengan karakteristik hiperglikemia atau kadar gula darah yang tinggi dapat mengakibatkan berbagai macam komplikasi yaitu berupa komplikasi akut dan komplikasi kronis.

2.3.1.1 Komplikasi Akut

Komplikasi akut terjadi jika kadar glukosa darah seseorang meningkat atau menurun tajam dalam waktu relatif singkat. Kadar glukosa darah bisa menurun drastis jika penderita menjalani diet yang terlalu ketat. Perubahan yang besar dan mendadak ini dapat membahayakan dan merugikan pasien.

Komplikasi akut diabetes mellitus berupa : (Utami dan Lentera, 2003, p 12-14)

a. Hipoglikemia

Hipoglikemia adalah suatu keadaan seseorang dengan kadar glukosa darah di bawah normal. Hipoglikemia ada 4 jenis yaitu :

- Hipoglikemia murni jika kadar glukosa darah kurang dari 50 mg/dL.
- Reaksi hipoglikemia akibat menurunnya kadar glukosa darah secara mendadak
- Koma hipoglikemia akibat kadar glukosa darah yang sangat rendah
- Hipoglikemia reaktif yang terjadi 3 – 5 jam setelah makan

Gejala umum hipoglikemia biasanya penderita merasa lapar, gemetar, mengeluarkan keringat dan berdebar-debar, pusing, gelisah, bahkan penderita bisa koma mendadak.

b. Ketoasidosis Diabetik – Koma Diabetik

Ketoasidosis Diabetik (KAD) merupakan keadaan tubuh di mana sangat kekurangan insulin dan sifatnya mendadak. Akibat dari KAD adalah darah menjadi asam, jaringan tubuh rusak, tidak sadarkan diri, dan mengalami koma.

Penyebab komplikasi ini umumnya adalah infeksi. Di samping itu, KAD dapat disebabkan oleh lupa suntik insulin, pola makan yang terlalu bebas, atau stress. Gejala komplikasi akut ini adalah poliuria, polidipsia, dan nafsu makan menurun akibat rasa mual.

c. Koma Hiperosmoler Non Ketotik (KHNK)

Gejala dari KHNK adalah dehidras yang berat, hipotensi, dan menimbulkan shock. Pada percobaan laboratorium ditemukan adanya kadar glukosa penderita yang sangat tinggi, pH darah normal, kadar natrium (Na) tinggi, dan tidak ada ketonemia.

d. Kemo Laktat Asidosis

Komplikasi ini merupakan suatu keadaan tubuh di mana asam laktat tidak dapat diubah menjadi bikarbonat. Akibatnya kadar asam laktat di dalam darah meningkat atau biasa dikenal dengan hiperlaktatemia, dan akhirnya mengakibatkan koma. Komplikasi ini dapat terjadi karena infeksi, shock, gangguan faal hepar, ginjal, diabetes melitus yang mendapat pengobatan phenormin.

2.3.1.2 Komplikasi Kronis Diabetes Mellitus

Komplikasi kronis biasanya terjadi pada penderita DM yang tidak terkontrol dalam jangka waktu kurang lebih 5 tahun. Komplikasi kronis pada penderita DM cenderung mengakibatkan berbagai hal seperti pembekuan darah di bagian otak, jantung koroner, gagal ginjal kronis, kebutaan dan gangren g.

Komplikasi kronis DM dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu:

a. Komplikasi Spesifik

Komplikasi spesifik adalah komplikasi akibat pembuluh darah kecil atau mikroangiopati dalam jaringan. Jenis-jenis komplikasi spesifik adalah sebagai berikut :

- Retinopati diabetika (RD) dengan gejala penglihatan mendadak buram atau seperti berkabut.
- Nefropati diabetika (ND), gejalanya ada protein dalam air kencing, terjadi pembengkakan, hipertensi dan kegagalan fungsi ginjal yang menahun.
- Neuropati diabetika (Neu.D) dengan gejala seperti kurang peka terhadap rangsang berupa getaran, panas pada ujung tubuh, nyeri, kesemutan, serta kurang peka terhadap panas dan dingin.

- Diabetik foot (DF) dan kelainan kulit seperti tidak berfungsinya kulit, adanya gelembung berisi cairan di bagian kulit, dan kulit mudah terinfeksi.

b. Komplikasi Tak Spesifik

Penyakit yang termasuk komplikasi tak spesifik pada penderita diabetes mellitus adalah :

- Kelainan pembuluh darah besar atau makroangiopati diabetika (Ma.DM)
- Kekeruhan pada lensa mata atau katarakta lentis
- Adanya infeksi seperti infeksi saluran kencing dan tuberkulosis (TBC) paru

2.4. Penentuan Kebutuhan Gizi Pada Penderita Diabetes

a. Protein

Hanya sedikit data ilmiah untuk membuat rekomendasi yang kuat tentang asupan protein orang dengan diabetes. ADA pada saat ini menganjurkan mengkonsumsi 10 % sampai 20 % energi dari protein total. Menurut konsensus pengelolaan diabetes di Indonesia tahun 2006 kebutuhan protein untuk penyandang diabetes adalah 10 – 20 % dari kebutuhan energi. Perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 g/kg berat badan perhari atau 10% dari kebutuhan energi dengan timbulnya nefropati pada orang dewasa dan 65 % hendaknya bernilai *biologic* tinggi.

b. Lemak

Asupan lemak dianjurkan 7lt ; 7 % energi dari lemak jenuh dan tidak jenuh 10% dari lemak tidak jenuh ganda, sedangkan selebihnya dari lemak

tidak jenuh tunggal. Anjuran asupan lemak di Indonesia adalah 20-25 % energi.

c. Karbohidrat dan Pemanis

Rekomendasi ADA tahun 1994 lebih memfokuskan pada jumlah total karbohidrat daripada jenisnya. Rekomendasi untuk sukrosa lebih liberal. Buah dan susu sudah terbukti mempunyai respon glikemik yang lebih rendah dari pada sebagian besar tepung-tepungan. Walaupun berbagai tepung-tepungan mempunyai respon glikemik yang berbeda, prioritas hendaknya lebih pada jumlah total karbohidrat yang dikonsumsi daripada sumber karbohidrat. Anjuran konsumsi karbohidrat untuk orang dengan diabetes di Indonesia adalah 45-65 % energi.

2.5 Algoritma Genetika

2.5.1 Pengertian Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Wilkinson dan Allen (2010, p450) menjelaskan bahwa algoritma genetika adalah pendekatan komputasional untuk penyelesaian masalah yang dimodelkan setelah proses evolusi biologis.

Algoritma genetika pertama kali diperkenalkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. Setiap masalah yang berbentuk adaptasi dapat diformulasikan dalam terminologi genetika.

Algoritma genetika merupakan teknik pencarian yang dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan istilah kromosom. Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara

acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi fitness. Nilai fitness dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas dari kromosom dalam populasi tersebut. Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (*offspring*) terbentuk dari gabungan dua kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk (*parent*) dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*).

Selain operator penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai fitness dari kromosom induk (*parent*) dan nilai fitness dari kromosom anak (*offspring*), serta menolak kromosom-kromosom yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik.

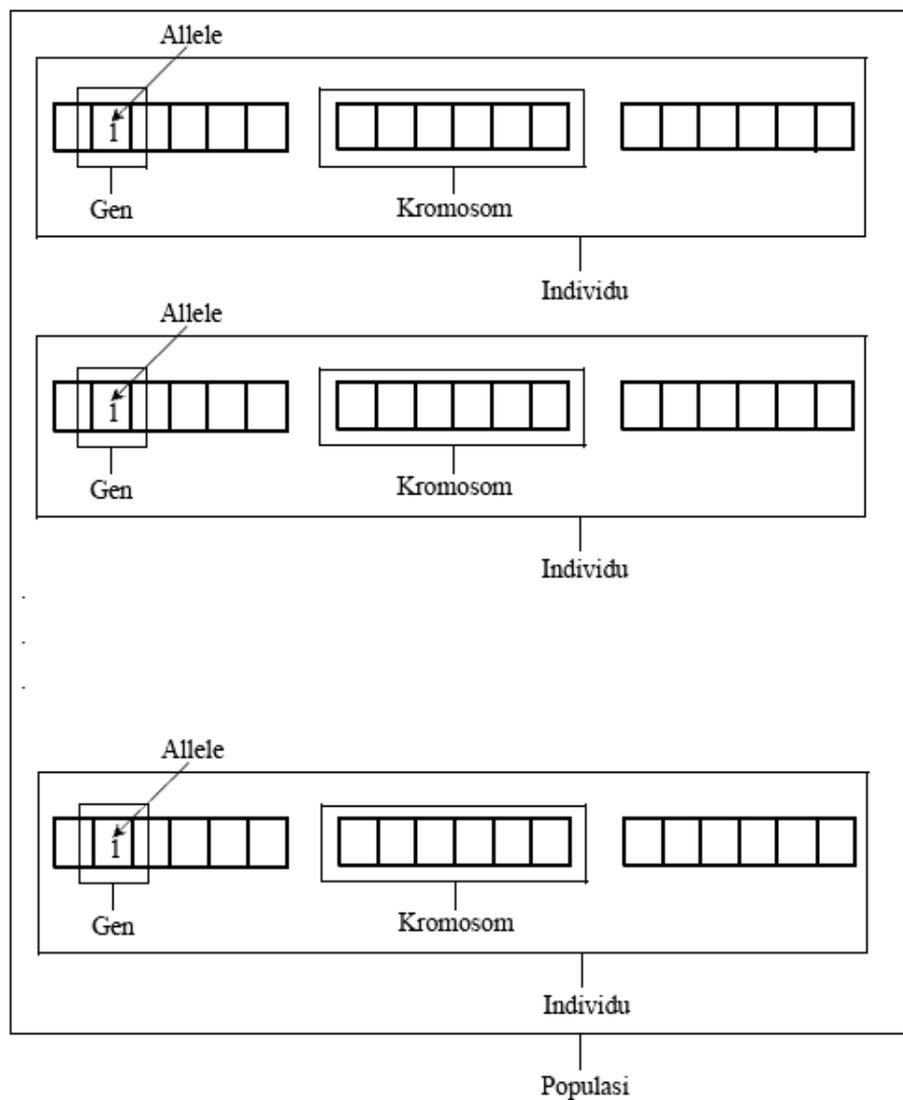
2.5.2 Istilah – Istilah Dalam Algoritma Genetika

Beberapa definisi penting dalam algoritma genetika adalah :

- ✓ **Genotype (Gen)**, sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen yang dinamakan kromosom. Dalam algoritma genetika, gen ini bisa berupa nilai biner, float, integer maupun karakter.
- ✓ **Allele**, nilai dari gen.
- ✓ **Kromosom**, gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu.
- ✓ **Individu**, menyatakan satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat

- ✓ **Populasi**, merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi.
- ✓ **Generasi**, menyatakan satu-satuan siklus proses evolusi.
- ✓ **Nilai Fitness**, menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan

Pada Gambar 2.1 akan diberikan ilustrasi penyelesaian masalah dengan algoritma genetika.



Gambar 2.1 Ilustrasi Representasi Penyelesaian Permasalahan dalam Algoritma Genetika

2.5.3 Hal - Hal Penting Dalam Algoritma Genetika

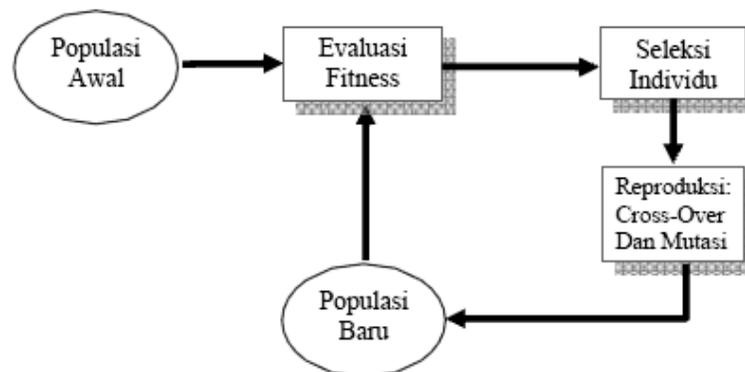
Hal-hal yang harus dilakukan untuk menggunakan algoritma genetika adalah :

- ✓ Mendefinisikan individu di mana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
- ✓ Mendefinisikan nilai fitness, yang merupakan ukuran baik tidaknya sebuah individu atau baik tidaknya solusi yang didapatkan.
- ✓ Menentukan proses pembangkitan populasi awal. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan pembangkitan acak seperti *random – walk*
- ✓ Menentukan seleksi yang akan digunakan
Menurut Sivanandam dan Deepa (2007, p30), seleksi merupakan langkah pertama dalam menyeleksi individu untuk proses reproduksi.
- ✓ Menentukan proses perkawinan silang (*cross – over*) dan mutasi gen yang akan digunakan

2.5.4 Siklus Algoritma Genetika

Siklus Algoritma Genetika pertama kali diperkenalkan oleh David Goldberg.

Gambar 2.2 merupakan siklus algoritma genetika oleh David Goldberg.



Gambar 2.2 Siklus Algoritma Genetika oleh David Goldberg

2.5.5 Komponen – Komponen Utama Algoritma Genetika

Beberapa komponen penting dalam algoritma genetika adalah :

a. Teknik *Encoding* atau Pengkodean

Teknik *encoding* merupakan bagaimana caranya mengkodekan gen dari kromosom di mana gen adalah bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. Gen dan Cheng (2001, p2) menjelaskan bahwa bagaimana mengkodekan suatu solusi dari sebuah masalah ke dalam suatu kromosom adalah kunci dari penggunaan algoritma genetika.

Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk bit, pohon, array, bilangan *real*, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika.

b. Pembangkitan Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak atau melalui prosedur tertentu. Ukuran untuk populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, kemudian dilakukan pembangkitan populasi awal. Teknik pembangkitan populasi awal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti random generator, pendekatan tertentu, ataupun permutasi gen.

c. Perhitungan Nilai Fitness

Perhitungan nilai fitness merupakan proses evaluasi yang dilakukan setelah inisialisasi dilakukan. Nilai fitness merupakan alat ukur yang digunakan untuk menunjukkan kualitas kromosom dalam suatu populasi.

Rumus nilai fitness untuk setiap kromosom adalah sebagai berikut :

$$\text{nilai fitness} = \sum_{i=1}^n \frac{f_i \cdot b_i}{b_i}$$

di mana n adalah jumlah kandungan zat gizi yang akan diperhitungkan ditambah satu.

Pada penulisan skripsi ini, penulis akan memperhitungkan 3 zat gizi yaitu protein, lemak dan karbohidrat. Jadi rumus nilai fitness akan menjadi :

$$\text{nilai fitness} = \sum_{i=1}^3 \frac{f_i \cdot b_i}{b_i}$$

Jika dijabarkan akan menjadi :

$$\text{nilai fitness} = \frac{f_1 \cdot b_1 + f_2 \cdot b_2 + f_3 \cdot b_3 + f_4 \cdot b_4}{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}$$

di mana :

f1 adalah fitness kalori, b1 adalah bobot kalori ;

f2 adalah fitness protein, b2 adalah bobot protein ;

f3 adalah fitness lemak, b3 adalah bobot lemak ;

f4 adalah fitness karbohidrat, b4 adalah bobot karbohidrat .

Nilai bobot kalori, protein, lemak dan karbohidrat sudah ditetapkan oleh penulis dan bersifat tetap. Nilai bobot berkisar dari satu hingga tiga dengan nilai tiga adalah bobot tertinggi. Nilai bobot kalori dan protein adalah tiga sedangkan nilai bobot lemak dan karbohidrat adalah satu.

Nilai fitness kalori (f1) dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{fitness kalori} = \frac{\text{nilai kalori}}{\text{jumlah kebutuhan kalori}}$$

Sedangkan untuk perhitungan fitness protein (f2) dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\text{fitness protein} = \frac{\text{nilai protein}}{\text{jumlah kebutuhan protein}}$$

Selanjutnya untuk menghitung nilai fitness lemak (f3) digunakan rumus :

$$\text{Fitness lemak} = \frac{\text{total lemak}}{\text{jumlah kebutuhan lemak}}$$

Yang terakhir adalah nilai fitness karbohidrat (f4) , dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Fitness karbohidrat} = \frac{\text{total karbohidrat}}{\text{jumlah kebutuhan karbohidrat}}$$

d. Seleksi

Seleksi dilakukan untuk mendapatkan calon induk yang baik. “Induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik”. Semakin tinggi nilai fitness suatu individu semakin besar kemungkinannya untuk terpilih.

Sri (2003, p229 – 232) menuliskan bahwa beberapa metode dalam proses seleksi adalah *rank-based fitness assignment*, *roulette wheel selection* dan *tournament selection*. Metode seleksi sangat bervariasi, namun yang paling sering digunakan adalah metode mesin roulette dan turnamen. Metode mesin roulette merupakan metode yang paling sederhana, sering dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Sedangkan pada metode seleksi dengan turnamen, ditetapkan suatu nilai tour untuk individu-individu yang dipilih secara random dari suatu populasi. Untuk *rank-based fitness assignment* (biasa disebut juga *rank-based selection*) merupakan seleksi yang mengambil langsung dari nilai fitness yang paling baik.

e. Pindah Silang (*Crossover*)

Pindah silang adalah operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru. Operasi ini tidak selalu dilakukan

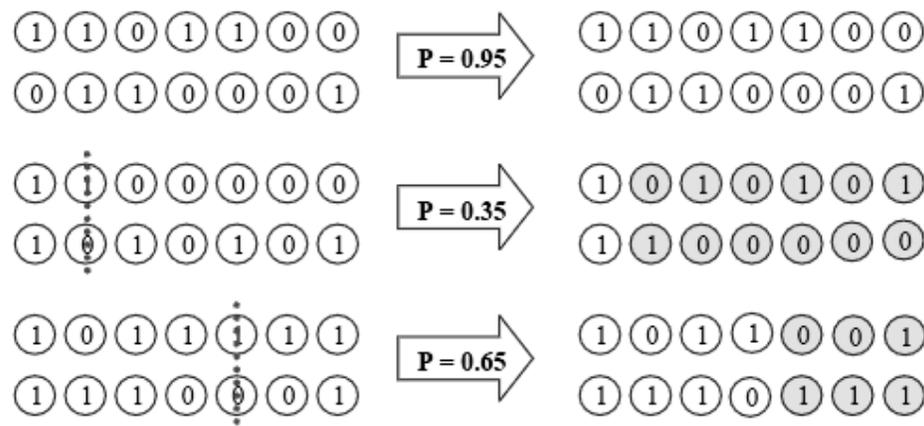
pada semua individu yang ada. Individu dipilih secara acak untuk crossing dengan peluang *crossing* (P_c).

Prinsip dari pindah silang adalah melakukan operasi pada gen-gen yang bersesuaian dari dua induk untuk menghasilkan individu baru.

Crossover dengan rekombinasi bernilai biner dapat dikelompokkan menjadi crossover satu titik, crossover banyak titik, dan crossover seragam.

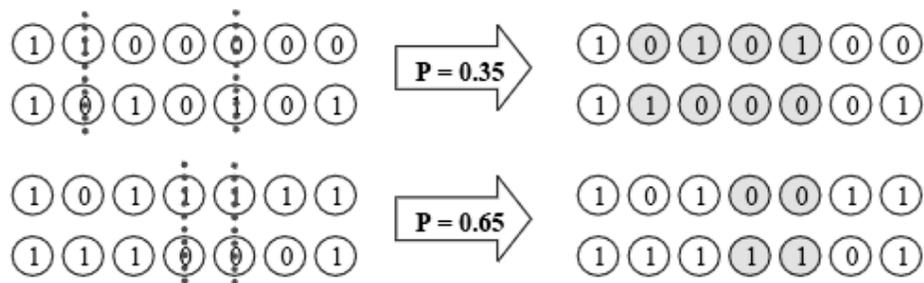
Pada crossover satu titik, posisi crossover k ($k=1,2,\dots,N-1$) dengan N adalah panjang kromosom diseleksi secara random. Variabel – variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak.

Contoh crossover satu titik dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi Crossover Satu Titik

Sedangkan pada crossover banyak titik, m posisi penyilangan k_i ($k=1,2,\dots,N-1$; $i=1,2,\dots,m$) dengan N panjang kromosom diseleksi secara random dan tidak diperbolehkan ada posisi yang sama, serta diurutkan naik. Variabel – variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak. Pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5 merupakan contoh crossover banyak titik sebanyak n .



Gambar 2.4 Ilustrasi Crossover 2 Titik

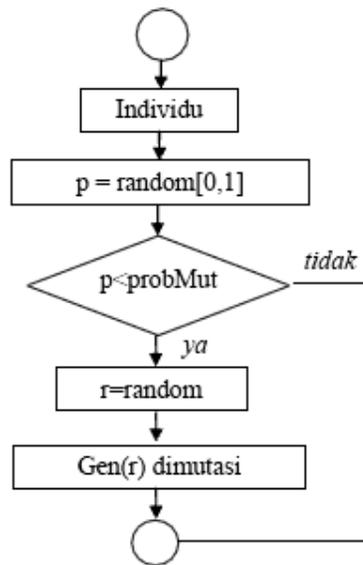


Gambar 2.5 Ilustrasi Crossover Banyak Titik

f. Mutasi

Operator berikutnya pada algoritma genetika adalah mutasi gen. Mutasi gen merupakan operator yang menukar nilai gen dengan nilai inversinya, misalnya gen bernilai 0 menjadi 1. Setiap individu mengalami mutasi gen dengan probabilitas mutasi yang ditentukan. Probabilitas mutasi atau peluang mutasi didefinisikan sebagai persentase dari jumlah total gen pada populasi yang mengalami gen. Mutasi dilakukan dengan memberikan nilai inversi atau menggeser nilai gen pada gen yang terpilih untuk dimutasikan.

Untuk lebih jelasnya, diagram alir proses mutasi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram Alir Proses Mutasi

2.5.6 Keunggulan Algoritma Genetika

Menurut Sivanandam dan Deepa (2007, p34-35), keunggulan dari algoritma genetika meliputi :

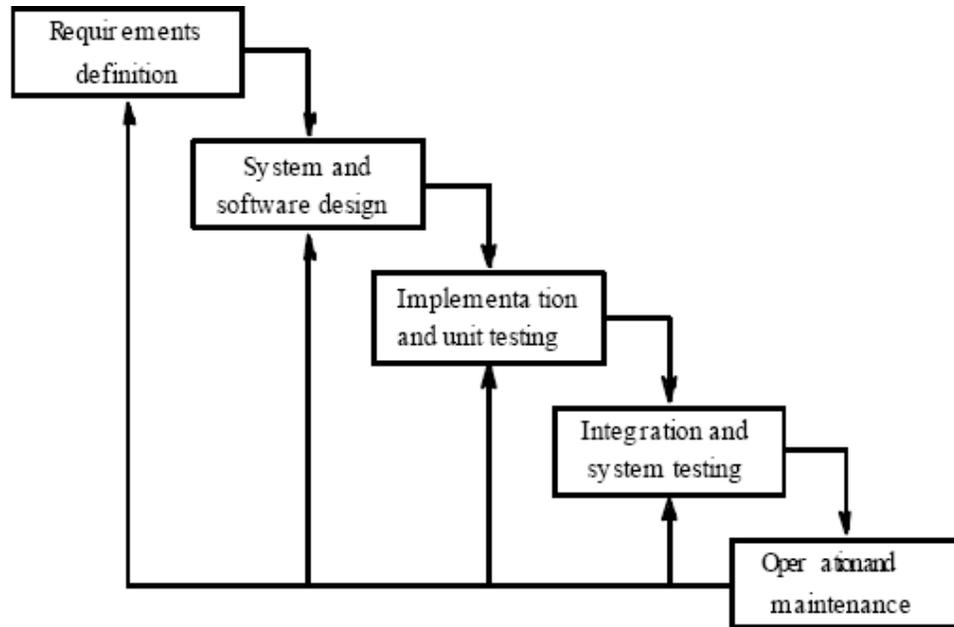
- a) Paralelisme
- b) *Liability*
- c) Ruang solusi yang lebih luas
- d) Fungsi fitness yang kompleks
- e) Mudah ditemukannya optimum global
- f) Masalahnya mempunyai multi fungsi objektif
- g) Hanya menggunakan fungsi evaluasi
- h) Dapat dimodifikasi dengan mudah untuk permasalahan yang berbeda
- i) Menangani fungsi noise secara baik
- j) Menangani ruang pencarian yang luas dan sulit dipahami dengan mudah

- k) Baik untuk masalah multi modal dengan mengembalikan solusi yang sesuai
- l) Sangat baik untuk evaluasi fungsi tujuan yang sulit
- m) Tidak dibutuhkan pengetahuan atau informasi khusus
- n) Terhindar dari jebakan optimum lokal
- o) Kinerja sangat baik untuk masalah optimalisasi untuk skala besar
- p) Dapat digunakan pada variasi masalah optimalisasi yang luas

2.6 Rekayasa Piranti Lunak

Pada bukunya yang berjudul "Sistem Informasi Geografis Konsep – konsep Dasar", Prahasta (2005, p223), menuliskan bahwa rekayasa piranti lunak adalah sekumpulan aktifitas-aktifitas yang berkaitan erat dengan perancangan dan implementasi produk-produk dan prosedur-prosedur yang dimaksudkan untuk merasionalkan produksi perangkat lunak berikut pengawasannya.

Untuk model yang digunakan dalam rekayasa piranti lunak ini adalah model *waterfall*. Menurut Casteley n (2009, p61), model *waterfall* menyarankan organisasi yang sekuensial / berurutan dalam pembangunan sebuah kegiatan. *Waterfall model* biasa juga disebut dengan *linear sequential model*. Untuk lebih jelasnya gambaran tahapan model *waterfall* dapat dilihat dari Gambar 2.7.



(Sumber : <http://lecturer.ukdw.ac.id/othie/softwareprocess.pdf>)

Gambar 2.7 Model Waterfall

Berikut adalah penjelasan dari masing – masing fase pada model *waterfall* :

1. *Requirements analysis and definition* yaitu mengumpulkan kebutuhan secara lengkap kemudian dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh program yang akan dibangun. Fase ini harus dikerjakan secara lengkap untuk bisa menghasilkan desain yang lengkap.
2. *System and software design* yaitu mengerjakan desain setelah kebutuhan selesai dikumpulkan secara lengkap.
3. *Implementation and unit testing* yaitu desain program diterjemahkan ke dalam kode-kode dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah ditentukan. Program yang dibangun langsung diuji baik secara unit.
4. *Integration and system testing* yaitu penyatuan unit-unit program kemudian diuji secara keseluruhan (*system testing*).

5. *Operation and maintenance* yaitu mengoperasikan program di lingkungannya dan melakukan pemeliharaan, seperti penyesuaian atau perubahan karena adaptasi dengan situasi sebenarnya.

2.7 Interaksi Manusia dan Komputer

Interaksi manusia dan komputer (IMK) merupakan komunikasi dua arah antara pengguna (*user*) dengan sistem komputer yang saling mendukung untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Santoso (2009, p5) mendefinisikan interaksi manusia komputer sebagai sebuah disiplin ilmu yang mempelajari perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem komputasi interaktif dan berbagai aspek terkait.

Pada prinsipnya tujuan dari IMK adalah menghasilkan sebuah sistem yang dapat dioperasikan secara mudah oleh *user*. Menurut Shneiderman (2005, p74-75) terdapat delapan aturan dalam merancang sistem interaksi manusia dan komputer yang baik, antara lain :

1. Bertahan untuk konsisten.
2. Memperbolehkan user untuk memakai short cut.
3. Memberikan umpan balik yang informatif.
4. Pengorganisasian yang baik sehingga user mengetahui kapan awal dan akhir dari suatu action.
5. Pengguna mampu mengetahui dan memperbaiki kesalahan dengan mudah.
6. Dapat dilakukan pembalikan action.
7. User mampu aktif dalam mengambil langkah selanjutnya bukan hanya merespon pesan yang muncul.
8. Mengurangi beban ingatan jangka pendek bagi pemakai sehingga perancangannya harus sederhana.