

BAB II

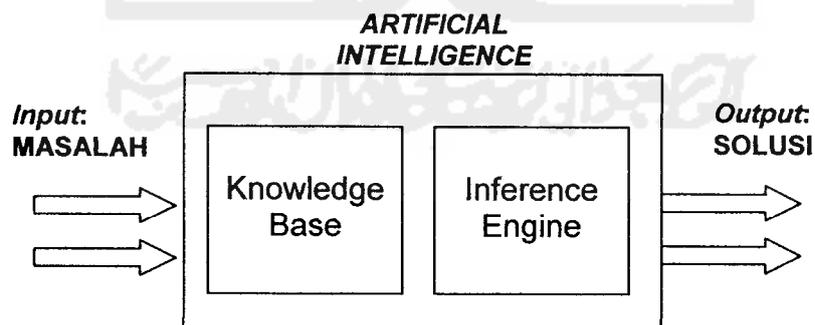
LANDASAN TEORI

2.1 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Kecerdasan buatan merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia [KUS03].

Ada 2 bagian terpenting kecerdasan buatan, yaitu:

- a. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*), berisi fakta-fakta, teori, pemikiran dan hubungan antara satu dengan lainnya.
- b. Motor Inferensi (*Inference Engine*), yaitu kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman.



Gambar 2.1. Penerapan Konsep Kecerdasan Buatan di Komputer

Lingkup utama dalam kecerdasan buatan adalah:

1. Sistem Pakar (*Expert System*). Komputer digunakan sebagai sarana untuk menyimpan pengetahuan para pakar.
2. Pengolahan Bahasa Alami (*Natural Language Processing*). Dengan pengolahan bahasa alami ini diharapkan user dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan bahasa sehari-hari.
3. Pengenalan Ucapan (*Speech Recognition*). Melalui pengenalan ucapan diharapkan manusia dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan suara.
4. Robotika dan Sistem Sensor (*Robotics and Sensory Systems*).
5. *Computer Vision*.
6. *Intelligent Computer-aided Instruction*.
7. *Game Playing*.

2.2 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar dapat menyelesaikan masalah yang biasa dilakukan oleh para ahli atau pakar [KUS03]. Pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah. Beberapa aktivitas pemecahan yang dimaksud antara lain: pembuatan keputusan (*decision making*), pemaduan pengetahuan (*knowledge fusing*), pembuatan desain (*designing*), perencanaan (*planning*), prakiraan (*forescating*), pengaturan (*regulating*), pengendalian (*controlling*), diagnosis (*diagnosing*), perumusan (*prescribing*), penjelasan

(*explaining*), pemberian nasihat (*advising*), dan pelatihan (*tutoring*). Selain itu sistem pakar juga dapat berfungsi sebagai asisten yang pandai dari seorang pakar.

2.2.1 Keuntungan Sistem Pakar

Manfaat yang dapat diambil dengan adanya sistem pakar antara lain:

1. Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli.
2. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar.
3. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian.
4. Meningkatkan *output* dan produktivitas. *Expert System* (ES) dapat bekerja lebih cepat dari manusia. Keuntungan ini berarti mengurangi jumlah pekerja yang dibutuhkan, dan akhirnya akan mereduksi biaya.
5. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar (terutama yang termasuk keahlian langka).
6. ES menyediakan nasihat yang konsisten dan dapat mengurangi tingkat kesalahan.
7. Membuat peralatan yang kompleks lebih mudah dioperasikan karena ES dapat melatih pekerja yang tidak berpengalaman.

2.2.2 Kelemahan Sistem Pakar

Sistem Pakar juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

1. Biaya yang diperlukan untuk membuat dan memeliharanya sangat mahal.
2. Sulit dikembangkan. Hal ini tentu saja erat kaitannya dengan ketersediaan pakar di bidangnya.
3. Sistem Pakar tidak 100% bernilai benar.

2.2.3 Arsitektur Sistem Pakar

Sistem pakar memiliki beberapa komponen utama, yaitu antarmuka pengguna (*user interface*), basisdata sistem pakar (*expert system database*), fasilitas akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition facility*), dan mekanisme inferensi (*inference mechanism*) [KUS06]. Selain itu ada satu komponen yang hanya ada pada beberapa sistem pakar, yaitu fasilitas penjelasan (*explanation facility*).

Antarmuka pengguna adalah perangkat lunak yang menyediakan media komunikasi antara pengguna dengan sistem.

Basis data sistem pakar berisi pengetahuan setingkat pakar pada subyek tertentu. Berisi pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, merumuskan, dan menyelesaikan masalah. Basis data ini terdiri dari 2 elemen dasar:

1. Fakta, situasi masalah dan teori yang terkait.



Kesehatan merupakan hal yang mutlak diperlukan setiap manusia. Berbagai jenis penyakit menyerang manusia, salah satunya adalah penyakit Diabetes Melitus (DM). DM adalah suatu penyakit gangguan kesehatan karena gula dalam darah tidak dapat digunakan oleh tubuh. DM dikenal juga dengan sebutan penyakit gula darah atau kencing manis yang mempunyai jumlah penderita cukup banyak di Indonesia juga di seluruh dunia. Penderita DM dikenal dengan nama *Diabetesi*. DM diartikan pula sebagai penyakit metabolisme yang termasuk dalam kelompok gula darah yang melebihi batas normal. Jumlah diabetesi dari tahun ke tahun semakin bertambah. Oleh karena itu diperlukan pengendalian terhadap penyakit ini. Diet dan olahraga memegang peranan utama dalam pengobatan DM. Diabetesi tidak dapat mengkonsumsi semua jenis makanan, pola makan penderita harus selalu teratur berdasarkan kebutuhan kalori tiap penderita per hari. Dengan melakukan diet secara benar, diabetesi dapat hidup sehat kembali.

Sistem pakar dibutuhkan untuk mengidentifikasi kebutuhan kalori penderita tiap hari sehingga dapat menentukan menu diet harian diabetesi dari mulai makan pagi sampai makan malam beserta makanan selingannya. Dengan dibuatnya sistem ini diharapkan dapat membantu mengendalikan penyakit DM.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang dan membangun sistem pakar untuk mengidentifikasi kebutuhan kalori tiap hari dan menentukan menu diet harian

pada penderita Diabetes Melitus sehingga membantu penderita Diabetes Melitus dalam hal pola makan yang teratur untuk dapat hidup sehat.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada beberapa masalah:

- a. *Input* berupa data penderita DM seperti tinggi badan, berat badan, umur, jenis kelamin, dan jenis aktivitas.
- b. Sistem dibangun untuk menentukan menu diet harian untuk makan pagi, siang, malam dan makanan selingan beserta ukuran kalornya.
- c. Proses perhitungan kebutuhan kalori tiap hari penderita DM berdasarkan data penderita dengan menggunakan *Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto*.
- d. Sistem pakar ini dirancang dan dibangun untuk penderita DM dewasa tanpa komplikasi.
- e. Sistem ini dirancang dan dibangun menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan *MySQL* untuk database-nya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membangun Sistem Pakar yang dapat menentukan menu diet harian dan membantu penderita Diabetes Melitus dalam mengatur pola makan berdasarkan kebutuhan kalori tiap hari.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Mempermudah mengetahui menu diet harian berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan kalori per hari penderita Diabetes Melitus sesuai dengan pengetahuan dari pakar.
- b. Membantu penderita mengendalikan penyakit Diabetes Melitus yang dideritanya sehingga dapat hidup sehat dan teratur.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu:

- a. Metode Pengumpulan Data

Metode ini meliputi studi pustaka yaitu pengumpulan data dengan cara melakukan studi, analisis dan dokumentasi literatur para pakar, dan sumber catatan lain yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas.

- b. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem disusun berdasarkan hasil dari data yang sudah diperoleh. Metode ini meliputi:

- Analisa Data

Analisa ini dilakukan untuk mengolah data yang sudah didapat dan mengelompokkan data sesuai dengan kebutuhan perancangan.

2. Heuristik khusus atau *rules*, yang langsung menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah khusus.

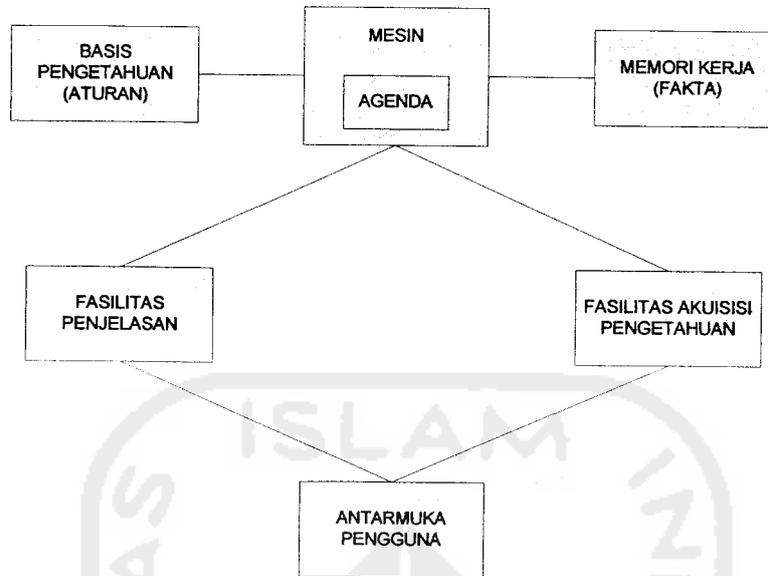
Pengetahuan dapat berasal dari pakar, jurnal, majalah, dan sumber pengetahuan lain.

Fasilitas akuisisi pengetahuan merupakan perangkat lunak yang menyediakan fasilitas dialog antara pakar dengan sistem. Fasilitas akuisisi ini digunakan untuk memasukkan fakta-fakta dan kaidah-kaidah sesuai dengan perkembangan ilmu. Meliputi proses pengumpulan, pemindahan, dan perubahan dari kemampuan pemecahan masalah seorang pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi (buku,dll) ke program komputer, yang bertujuan untuk memperbaiki dan atau mengembangkan basis pengetahuan.

Mekanisme inferensi merupakan perangkat lunak yang melakukan penalaran dengan menggunakan pengetahuan yang ada untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau hasil akhir. Dalam komponen ini dilakukan pemodelan proses berpikir manusia.

Fasilitas penjelasan berguna dalam memberikan penjelasan kepada pengguna mengapa komputer meminta suatu informasi tertentu dari pengguna dan dasar apa yang digunakan komputer sehingga dapat menyimpulkan suatu kondisi.

Arsitektur dasar dari sistem pakar dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. Arsitektur Sistem Pakar

Memori kerja dalam arsitektur sistem pakar merupakan bagian dari sistem pakar yang berisi fakta-fakta masalah yang ditemukan dalam suatu sesi, berisi fakta-fakta tentang suatu masalah yang ditemukan dalam proses konsultasi.

2.2.4 Basis pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu saja di dalam domain tertentu.

Ada 2 bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu:

- a. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk: IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan

tertentu, dan si pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Disamping itu, bentuk ini juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.

b. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*).

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

2.2.5 *Inference Engine*

Inference Engine yaitu kemampuan untuk menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan.

Ada dua metode inferensi yang penting dalam system pakar, yaitu:

a. *Forward Chaining*

Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (IF dulu). Penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.

b. *Backward Chaining*

Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan (THEN dulu). Penalaran dimulai dari hipotesis terlebih dahulu, dan untuk

menguji kebenaran hipotesis tersebut dicari harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Sebagai contoh: penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya.

Sistem fuzzy merupakan sistem yang berdasarkan aturan-aturan (pengetahuan). Sistem dibangun oleh koleksi aturan IF-THEN. Contoh: IF mesin panas THEN putar kipas lebih cepat.

2.3.1 Operator dasar Zadeh untuk operasi himpunan fuzzy

Ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama *fire-strength* atau α -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan Zadeh yaitu:

a. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. A-predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. A-predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = (1 - \mu_A[x]) \dots\dots\dots(2.3)$$

2.3.2 Fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dengan x dan y adalah scalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai *anteseden*, sedangkan proposisi yang

mengikuti THEN disebut sebagai *konsekuen*. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

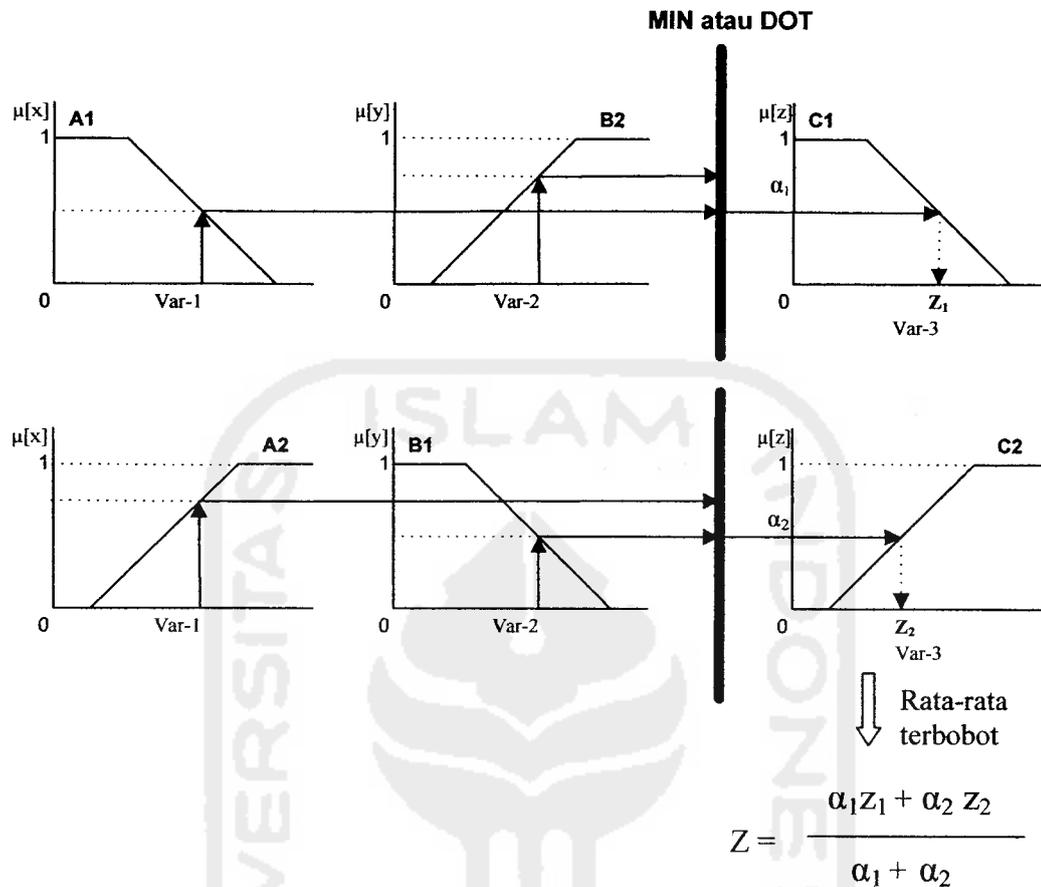
IF $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_N \text{ is } A_N)$ THEN y
is B

dengan \bullet adalah operator (misal: OR atau AND).

2.3.3 Sistem inferensi fuzzy Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

- Misal ada 2 var *input*: var-1 (x), dan var-2 (y); serta 1 var *output*: var-3 (z).
- Var-1 terbagi atas himp. A1 & A2; var-2 terbagi atas himp. B1 & B2; var-3 terbagi atas himp. C1 & C2.
- Ada 2 aturan:
 1. If (x is A1) and (y is B2) Then (z is C1)
 2. If (x is A2) and (y is B1) Then (z is C2)



Gambar 2.3. Inferensi dengan Metode Tsukamoto

2.4 Diabetes Melitus (DM)

Pada tahun 200 sebelum Masehi, Arataeus merupakan orang yang pertama kali memberi nama diabetes yang berarti “mengalir terus” dan mellitus yang berarti “manis”. Disebut diabetes karena selalu minum dalam jumlah banyak (*polidipsia*) yang kemudian mengalir terus berupa urine yang banyak (*poliuria*). Disebut mellitus karena urine penderita ini mengandung glukosa (manis).

Pada dasarnya, DM disebabkan oleh hormone insulin penderita yang tidak mencukupi atau tidak efektif sehingga tidak dapat bekerja secara normal. Padahal,

insulin mempunyai peran utama mengatur kadar glukosa di dalam darah, yaitu pada orang normal sekitar 60-120 mg/dl waktu puasa, dan di bawah 140 mg/dl pada dua jam sesudah makan [TJO06].

Insulin yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas yang terletak di lekukan usus dua belas jari sangat penting untuk menjaga keseimbangan kadar glukosa darah. Bila terjadi gangguan pada kerja insulin, baik secara kuantitas maupun kualitas, keseimbangan tersebut akan terganggu sehingga kadar glukosa darah cenderung naik.

Seorang sudah dapat dikatakan menderita DM jika menderita dua dari tiga gejala di bawah ini [TJO06]:

1. Keluhan "TRIAS":
 - a. Banyak minum,
 - b. Banyak kencing, dan
 - c. Penurunan berat badan yang tak jelas sebabnya.
2. Kadar glukosa darah pada waktu puasa ≥ 126 mg/dl.
3. Kadar glukosa darah dua jam sesudah makan ≥ 200 mg/dl.

Karena kadar glukosa darah pada waktu puasa meningkat, kelebihan glukosa tersebut akan dikeluarkan melalui urine, sehingga terjadilah glukosuria, yaitu adanya glukosa di dalam urine. Pada orang normal tidak terjadi glukosuria.

Menurut jenis gangguannya, DM ini dibagi menjadi dua macam tipe [PRA06], yaitu:

a. DM tipe I atau *Insulin Dependent Mellitus* (IDDM)

Pada tipe I penderita harus diberikan suntikan insulin dari luar karena tubuhnya hampir sama sekali tidak ada atau sangat rendah dalam menghasilkan insulin. Umumnya timbul sebelum penderita berumur 40 tahun.

b. DM tipe II atau *Non Insulin Dependent Mellitus* (NIDDM)

Pada tipe II, di dalam tubuh penderita masih dihasilkan insulin tetapi fungsi insulinnya kurang aktif. Umumnya timbul pada penderita setelah berumur 40 tahun.

2.4.1 Gejala penyakit DM

Gejala penyakit DM dapat digolongkan menjadi gejala akut (mendadak) dan gejala kronik [TJO06].

a. Gejala akut penyakit DM

Gejala penyakit DM tidak selalu sama, gejala yang disebutkan di bawah ini adalah gejala yang umumnya timbul dengan tidak mengurangi kemungkinan adanya variasi gejala lain. Bahkan, ada Diabetesi yang tidak menunjukkan gejala apa pun sampai saat tertentu (masih kompensasi).

1. Pada permulaan gejala yang ditunjukkan meliputi tiga serba banyak, yaitu:

a.) banyak makan (*polifagia*)

b.) banyak minum (*polidipsia*)

c.) banyak kencing (*poliuria*)

atau singkatannya 3P. dalam fase ini biasanya penderita menunjukkan berat badan yang terus bertambah, karena pada saat ini jumlah insulin masih mencukupi.

2. Bila keadaan tersebut tidak cepat diobati, lama-kelamaan mulai timbul gejala yang disebabkan oleh kurangnya insulin dan bukan 3P lagi melainkan hanya 2P saja (*polidipsia* dan *poliuria*) dan beberapa keluhan lain:
 - a.) Nafsu makan mulai berkurang (tidak *polifagia* lagi) bahkan kadang-kadang disusul dengan mual jika kadar glukosa darah melebihi 500 mg/dl.
 - b.) Banyak minum
 - c.) Banyak kencing
 - d.) Berat badan turun dengan cepat (dapat turun 5-10 kg dalam waktu 2-4 minggu).
 - e.) Mudah lelah.
 - f.) Bila tidak lekas diobati akan timbul rasa mual bahkan penderita akan jatuh koma (tidak sadarkan diri) dan disebut *koma diabetik*. *Koma diabetik* adalah koma pada Diabetesi akibat kadar glukosa darah terlalu tinggi, biasanya melebihi 600 mg/dl. Dalam praktek, gejala dan penurunan berat badan inilah

yang paling sering menjadi keluhan utama penderita untuk pergi berobat ke dokter.

b. Gejala kronik penyakit DM

Kadang-kadang Diabetesi tidak menunjukkan gejala akut, tetapi penderita tersebut baru menunjukkan gejala sesudah beberapa bulan atau beberapa tahun mengidap DM. gejala ini disebut gejala kronik atau menahun. Gejala kronik ini yang paling sering membawa Diabetesi berobat pertama kali.

Gejala kronik yang sering timbul adalah (seseorang penderita dapat mengalami beberapa gejala tersebut di bawah ini) :

1. kesemutan (*semutan*)
2. kulit terasa panas (*wedangen*), atau seperti tertusuk jarum
3. terasa tebal di kulit, sehingga kalau berjalan seperti di atas bantal atau kasur
4. kram
5. lelah
6. mudah mengantuk
7. mata kabur, biasanya sering ganti kacamata
8. gatal di sekitar kemaluan, terutama wanita
9. gigi mudah goyah dan mudah lepas
10. kemampuan seksual menurun, bahkan impotent
11. para ibu hamil sering mengalami keguguran atau kematian janin dalam kandungan atau berat bayi lahir lebih dari 4 kg.

2.4.2 Penatalaksanaan diet untuk Diabetesi

Tidak ada obat yang dapat menyembuhkan Diabetesi seperti sebelum terserang penyakit ini. Oleh karena itu, tujuan umum pengobatan pada DM adalah memperpanjang umur dan meningkatkan kualitas hidup penderita.

Untuk mencapai tujuan itu, pengobatan pada DM meliputi:

1. pengaturan makanan dengan memperhatikan kebutuhan gizi penderita
2. obat-obat hipoglikemia
3. olahraga
4. pendidikan/penyuluhan untuk penderita.

Terapi diet atau pengaturan makanan bagi Diabetesi secara umum bertujuan menjaga dan memelihara tingkat kesehatan optimal sehingga dapat melakukan aktivitas seperti biasanya.

Penatalaksanaan diet DM harus memperhatikan beberapa hal yaitu petunjuk umum diet, prinsip perencanaan makan bagi Diabetesi, dan macam-macam diet.

a. Petunjuk umum diet

Petunjuk umum diet yang harus diperhatikan:

1. Setiap diet diusahakan untuk dapat memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut, yaitu diet diabetes hendaknya dapat:
 - Memperbaiki kesehatan umum penderita
 - Menyesuaikan berat badan penderita ke berat badan normal

- Menormalkan pertumbuhan DM anak atau DM dewasa muda (masa pertumbuhan)
 - Mempertahankan glukosa darah sekitar normal
 - Menekan atau menunda timbulnya angiopatik diabetik
 - Memberikan modifikasi diet sesuai dengan keadaan penderita misalnya Diabetesi yang hamil, DM dengan penderita penyakit hati atau TBC
 - Menarik dan mudah diterima penderita
2. Pada dasarnya diet diabetes diberikan dengan cara tiga kali makanan utama dan tiga kali makanan antara (kudapan/*snacks*) dengan jarak antara (interval) tiga jam [TJO06].

Contoh:

- Pukul 06.30 makan pagi
- Pukul 09.30 makan kecil atau buah
- Pukul 12.30 makan siang
- Pukul 15.30 makan kecil atau buah
- Pukul 18.30 makan malam
- Pukul 21.30 makan kecil atau buah

Jadwal ini dapat diubah asalkan intervalnya tetap tiga jam.

3. Buah-buahan yang dianjurkan adalah buah yang kurang manis atau disebut buah golongan B, misalnya: papaya, kedondong, pisang, apel, tomat, dan semangka yang kurang manis. Buah-buahan yang manis dapat disebut buah golongan A, sering kali mengacaukan

perawatan dan harus dilarang diberikan kepada Diabetesi, contoh: sawo, mangga, jeruk, rambutan, durian, dan anggur. Buah golongan A ini boleh dimakan asal dalam jumlah sedikit, jarang-jarang saja (sese kali), dan dimakan sesudah sayur golongan B. Sayur golongan A mengandung 6% karbohidrat dan penggunaannya harus diperhitungkan kalorinya. Sayuran golongan B hanya mengandung 3% karbohidrat, sehingga dapat digunakan agak bebas.

4. Dalam melaksanakan diet diabetes sehari-hari hendaknya diikuti pedoman "3J" (Jumlah, Jadwal, Jenis), artinya
 - J1: Jumlah kalori yang diberikan harus habis
 - J2: Jadwal diet harus diikuti sesuai dengan intervalnya yaitu tiga jam
 - J3: Jenis makanan manis harus dihindari, termasuk pantang buah golongan A.
5. Untuk kasus-kasus yang kadar glukosa darahnya sulit normal (resistensi), latihan tiga kali sehari pada saat $1-1\frac{1}{2}$ jam sesudah makanan utama mutlak harus dilaksanakan. Misalnya: makan pagi pukul 06.30, latihan diadakan pukul 08.00 dan seterusnya. Gerak badan tiga kali ini juga dianjurkan kepada penderita rawat inap yang porsinya disesuaikan dengan kekuatan fisik penderita tersebut.

b. Prinsip perencanaan makan bagi Diabetesi

Prinsip perencanaan makan bagi Diabetesi meliputi kebutuhan kalori, penggunaan gula, standar diet DM, dan daftar bahan makanan penukar [FKU07].

1. Kebutuhan kalori

Kebutuhan kalori sesuai untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal. Komposisi energi adalah 60-70% dari karbohidrat, 10-15% dari protein dan 20-25% dari lemak. Ada beberapa cara untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan orang dengan diabetes. Salah satu caranya dapat dilihat pada lampiran.

Pada usia dewasa, berat badan sehat atau ideal harus benar-benar diperhitungkan karena berat badan sudah mulai sensitive. Oleh karena itu makanan yang dimakan harus sesuai dengan kebutuhan agar tidak terjadi kelebihan makanan sehingga terjadi kelebihan berat badan atau kegemukan.

Perhitungan berat badan ideal dengan rumus Brocca yang dimodifikasi adalah sebagai berikut:

Berat badan ideal =

$$90\% \times (\text{Tinggi Badan dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg} \dots\dots\dots(2.4)$$

Bagi pria dengan tinggi badan di bawah 160 cm dan wanita dibawah 150 cm, rumus dimodifikasi menjadi:

Berat badan ideal =

$$(\text{Tinggi Badan dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg} \dots \dots \dots (2.5)$$

Untuk penentuan status gizi digunakan Indeks Massa Tubuh (IMT) yaitu:

$$\text{IMT} = \text{Berat Badan (kg)} / \text{Tinggi Badan (m}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Klasifikasi status gizi Berdasarkan IMT menurut Himpunan Studi Obesitas Indonesia (HISOBI) 15 Mei 2004 adalah:

1. Kurus < 18,5 kg/m²
2. Normal/Berat Ideal 18,5 – 22,9 kg/m²
3. Gemuk ≥ 23 kg/m²

Atau dengan menghitung Berat Badan Relatif dengan rumus berikut ini:

$$\text{BBR} = (\text{BB} / (\text{TB} - 100)) \times 100 \% \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

BBR = Berat Badan Relatif

BB = Berat Badan aktual (kg)

TB = Tinggi Badan (cm)

Penggolongan berat badan seseorang:

- 1) kurus = $BBR < 90 \%$
- 2) normal/ideal = $BBR 90 - 110 \%$
- 3) gemuk = $BBR > 110 \%$
- 4) obesitas = $BBR \geq 120 \%$
 - obesitas ringan = $BBR 120 - 120 \%$
 - obesitas sedang = $BBR 130 - 140 \%$
 - obesitas berat = $BBR 140 - 200 \%$
 - obesitas morbid = $BBR \geq 200 \%$

Faktor-faktor yang menentukan kebutuhan kalori [FKU07]:

- Jenis Kelamin

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

- Umur

Penurunan kebutuhan kalori idatas 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%.

- Aktifitas Fisik atau Pekerjaan

Jenis aktifitas yang berbeda membutuhkan kalori yang berbeda pula. Jenis aktifitas dikelompokan 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 kalori basal.
- Sedang: pegawai industri ringan, mahasiswa, militer yang sedang tidak perang, kebutuhan dinaikkan menjadi 30% dari basal.
- Berat: petani, buruh, militer dalam keadaan latihan, penari, atlet, kebutuhan ditambah 40%.
- Sangat berat: tukang becak, tukang gali, pandai besi, kebutuhan harus ditambah 50%.

- Kehamilan/laktasi

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

- Adanya komplikasi

Infeksi, trauma atau operasi yang menyebabkan kenaikan suhu memerlukan tambahan kalori sebesar 13% untuk tiap kenaikan 1 derajat celsius.

- Berat Badan (BB)

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

2. Penggunaan gula

Gula dan produk-produk lain dari gula dikurangi, kecuali pada keadaan tertentu, misalnya pasien dengan diet rendah protein dan yang mendapat makanan cair, gula boleh diberikan untuk mencukupi kebutuhan kalori, dalam jumlah terbatas. Penggunaan gula sedikit dalam bumbu diperbolehkan sehingga memungkinkan pasien dapat makan makanan keluarga. Anjuran penggunaan gula untuk orang dengan DM sama dengan untuk orang normal yaitu tidak lebih dari 5% kebutuhan kalori total.

3. Standar diet DM

Untuk perencanaan pola makan sehari, pasien diberi petunjuk berapa kebutuhan bahan makanan setiap kali makan dalam sehari dalam bentuk Penukar. Berdasarkan pola makan pasien tersebut dan daftar bahan makanan penukar, dapat disusun menu makanan sehari-hari. Standar diet DM dapat dilihat pada lampiran 3.

4. Daftar bahan makanan penukar

Daftar bahan makanan penukar adalah suatu daftar nama bahan makanan dengan ukuran tertentu dan dikelompokkan berdasarkan kandungan kalori, protein, lemak dan hidrat arang. Setiap kelompok bahan makanan dianggap mempunyai nilai gizi yang kurang lebih sama. Contoh daftar bahan makanan penukar dapat dilihat pada lampiran 1. Ada 8 golongan bahan makanan yaitu:

- Golongan 1: bahan makanan sumber karbohidrat.

- Golongan 2: bahan makanan sumber protein hewani.
- Golongan 3: bahan makanan sumber protein nabati.
- Golongan 4: sayuran.
- Golongan 5: buah-buahan.
- Golongan 6: susu.
- Golongan 7: minyak.
- Golongan 8: makanan tanpa kalori.

c. Komposisi diet

Komposisi diet yang dianjurkan untuk Diabetesi berulang kali mengalami perubahan. Mula-mula mengacu pada diet DM di Negara Barat dengan komposisi karbohidrat rendah, sekitar 40 – 50 % dari total energi (diet A). Namun, saat ini dianjurkan persentase karbohidrat lebih tinggi sampai 60 – 70 % dari total kebutuhan energi atau disebut juga diet B (lihat tabel 2.1). Disamping anjuran mengenai karbohidrat, protein, dan lemak, dianjurkan pula pemakaian karbohidrat kompleks yang mengandung banyak serat dan rendah kolesterol.

Tabel 2.1. Komposisi Diet A dan Diet B

Zat Gizi	Diet A	Diet B
Karbohidrat	50 %	68 %
Protein	20 %	12 %
Lemak	30 %	20 %
Kolesterol	500 mg	< 300 mg
Serat	Sayuran golongan A	Sayuran golongan A dan B 25-35 gr/hari

Penggunaan Diet B tersebut didasarkan atas hasil penelitian prospektif oleh Prof.DR.Dr.Askandar Tjokroprawiro, SpPD-KEMD, Pakar dan Peneliti dalam bidang Ilmu Penyakit Dalam, yang telah dilaporkan di Surabaya pada tahun 1978, dan sesuai dengan hasil penelitian di luar negeri bahwa diet tinggi karbohidrat bentuk kompleks (bukan mosakarida), dan dalam dosis terbagi dapat meningkatkan atau memperbaiki *glucose uptake* (pembakaran glukosa) dari jaringan perifer, dan memperbaiki kepekaan sel beta di pankreas. Karena terdapat banyak variasi dan tipe diabetes, tidak semua Diabetesi dapat diberi Diet B.

d. Macam-macam diet

Macam-macam diet diabetes yang masing-masing mempunyai komposisi dan indikasi sendiri-sendiri [TJO06], yaitu:

1. Diet B
2. Diet B Puasa
3. Diet B1
4. Diet B1 Puasa
5. Diet B2 atau Diet B2 Fase pra-Hemodialisa
6. Diet B3 atau Diet B3 Fase pra-Hemodialisa
7. Diet Be atau Diet Be Fase Hemodialisa
8. Diet M untuk DM yang Terkait Malnutrisi (DMTM)
9. Diet M Puasa
10. Diet G untuk Diabetesi dengan komplikasi kaki gangrene



11. Diet KV untuk Diabetesi dengan gangguan kardiovaskuler (penyakit jantung koroner, stroke, penyakit pembuluh darah oklusif)
12. Diet GL untuk Diabetesi dengan gagal ginjal berat dan pendarahan lambung
13. Diet H untuk Diabetesi dengan kelainan fungsi hati
14. Diet KV-T1 adalah diet Trisemester I untuk Diabetesi yang hamil dengan gangguan kardiovaskuler
15. Diet KV-T2 adalah diet Trisemester II untuk Diabetesi yang hamil dengan gangguan kardiovaskuler
16. Diet KV-T3 adalah diet Trisemester III untuk Diabetesi yang hamil dengan gangguan kardiovaskuler
17. Diet KV-L adalah diet saat Laktasi untuk Diabetesi yang hamil dengan gangguan kardiovaskuler
18. Diet B-T1 adalah diet Trisemester I untuk Diabetesi yang diketahui saat hamil
19. Diet B-T2 adalah diet Trisemester II untuk Diabetesi yang diketahui saat hamil
20. Diet B-T3 adalah diet Trisemester III untuk Diabetesi yang diketahui saat hamil
21. Diet B-L adalah diet saat Laktasi untuk Diabetesi yang diketahui saat hamil

Untuk memudahkan teknik pelaksanaan dalam menentukan jumlah kalori diet diabetes, semua macam diet diabetes telah terbagi-bagi sesuai dengan jumlah kalorinya [TJO06].

Contoh:

- DM I (1100 kalori)
- DM II (1300 kalori)
- DM III (1500 kalori)
- DM IV (1700 kalori)
- DM V (1900 kalori)
- DM VI (2100 kalori)
- DM VII (2300 kalori)
- DM VIII (2500 kalori)
- DM IX (2700 kalori)
- DM X (2900 kalori)

