

**HUBUNGAN *SHIFT* DAN FAKTOR PENYEBAB LAINNYA  
TERHADAP RISIKO DIABETES MELITUS TIPE 2  
PADA PEKERJA PABRIK BATERAI PT. X, JAKARTA**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Kedokteran Kerja**

**NINA NURHANIF  
610 50 40 21X**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN KERJA  
JAKARTA  
JULI 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : dr. Nina Nurhanif  
NPM : 610 5040 21X  
Tanda Tangan :   
Tanggal :

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : dr. Nina Nurhanif  
NPM : 610 5040 21X  
Program Studi : Kedokteran Kerja  
Judul Tesis : Hubungan *Shift* dan Faktor Penyebab Lainnya terhadap  
Risiko Diabetes Melitus Tipe 2 pada Pekerja Pabrik  
Baterai PT. X, Jakarta

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Kedokteran Kerja, Pasca Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. dr. Azrul Azwar, MPH (  )

Pembimbing II : Prof. Dr. dr. Sarwono Waspadji,  
SpPD, KEMD (  )

Penguji I : dr. Zarni Amri, MPH (  )

Penguji II : dr. Maryantoro Oemardi, SpPD (  )

Ketua Program Studi : Dr. dr. Dewi S. Soemarmo,  
MS, SpOk (  )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 7 Juli 2008

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala petunjuk dan kekuatannya sehingga penulis dapat menuntun ilmu dan menyelesaikan studi hubungan *shift* dan faktor penyebab lainnya terhadap risiko diabetes melitus tipe 2 pada pekerja pabrik baterai PT. X, Jakarta.

Perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih kepada pemilik perusahaan baterai "X" beserta seluruh karyawannya, yang selalu terbuka untuk membantu. Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Prof. Dr. dr. Azrul Azwar, MPH dan Prof. Dr. dr. Sarwono Waspadji, SpPD, KEMD yang selalu siap membimbing penulis di sela-sela kesibukan beliau.

Ucapan terima kasih selanjutnya juga penulis sampaikan kepada :

- dr. Dewi S. Soemarmo M.S., selaku Ketua Program Studi Kedokteran Kerja
- dr. Zarni Amri, MPH selaku dosen penguji
- dr. Maryantoro Oemardi SpPD selaku dosen penguji

Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih atas do'a, dukungan, dan semangat tanpa henti dari suami, dan anak-anak, sehingga tulisan ini dapat diselesaikan. Semoga Allah SWT membalas kebaikan tersebut.

Jakarta, Juli 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : dr. Nina Nurhanif  
NPM : 610 5040 21X  
Program Studi : Kedokteran Kerja  
Fakultas : Kedokteran  
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free-Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**"Hubungan *Shift* dan Faktor Penyebab Lainnya terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2 pada Pekerja Pabrik Baterai PT. X"**

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 7 Juli 2008

Yang menyatakan

(  )

## ABSTRAK

Nama : dr. Nina Nurhanif  
Perguruan Tinggi : Universitas Indonesia  
Judul : Hubungan *Shift* dan Faktor Penyebab Lainnya terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2 pada Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Jakarta  
Program : Studi Kedokteran Kerja

**Latar belakang :** Hasil pemeriksaan kesehatan terhadap 544 karyawan PT. X yang dilaksanakan pada tahun 2007 menemukan 18 kasus DM (5,66%). Pada PT. X diketahui pula diterapkan pola *shift*. Beberapa literatur menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara faktor *shift* dengan risiko DM. Permasalahannya apakah tingginya prevalensi DM di PT. X berhubungan dengan *shift* yang diterapkan pada PT. X ? Dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *shift* terhadap risiko diabetes melitus tipe 2 pada pekerja pabrik baterai PT. X.

**Metode penelitian :** Desain penelitian yang digunakan adalah studi potong lintang. Jumlah sampel yang diambil adalah total sampel berjumlah 544 orang. Pengumpulan data dilakukan dengan kuesioner, wawancara, pemeriksaan kadar glukosa darah TTGO dan pemeriksaan fisik, yang meliputi pengukuran tekanan darah, berat badan, dan tinggi badan. Penilaian kadar glukosa darah TTGO dilakukan sesuai prosedur pemeriksaan. Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara faktor-faktor penyebab diabetes, seperti usia, jenis kelamin, masa kerja, *shift*, gizi, latihan jasmani, riwayat DM dalam keluarga, hipertensi, dan merokok terhadap risiko diabetes melitus tipe 2. Analisis regresi logistik digunakan untuk melihat secara simultan faktor-faktor risiko dan perancu terhadap risiko DM tipe 2.

**Hasil penelitian :** Didapatkan responden sebanyak 366 pekerja dari total populasi 544 pekerja. Responden yang menderita DM ditemukan sebanyak 81 orang, dengan komposisi terbanyak berusia > 45 (50,6%), dengan nilai  $P = 0,707$  dan  $OR = 1,171$ ; laki-laki (97,5%), dengan nilai  $P = 0,511$  dan  $OR = 0,566$ ; masa kerja > 20 tahun (70,4%), dengan nilai  $P = 0,694$  dan  $OR = 1,114$ ; 72 responden bekerja dengan *shift* (88,9%), dengan nilai  $P = 0,012$  dan  $OR = 2,704$ ; 55 responden menderita obesitas (67,9%), dengan nilai  $P = 0,001$  dan  $OR = 2,384$ ; 47 responden memiliki riwayat DM dalam keluarga (62,7%) dengan nilai  $P = 0,000$  dan  $OR = 14,299$ ; 40 respponden tidak melakukan latihan jasmani setidaknya 1(satu) kali dalam 1(satu) minggu (49,4%) dengan nilai  $P = 0,020$  dan  $OR = 0,673$ ; 13 responden menderita hipertensi (16,0%) dengan nilai  $P = 0,648$  dan  $OR = 0,857$ ; serta 28 responden perokok (34,6%) dengan nilai  $P = 0,381$  dan  $OR = 1,264$ .

**Kesimpulan :** Prevalensi diabetes melitus responden pabrik baterai PT. X, Jakarta sebesar 22,1%. Prevalensi diabetes melitus pada responden dengan *shift* (88,9%) lebih tinggi dibandingkan dengan responden tanpa *shift* (11,1%) serta berbeda secara bermakna. Pekerja dengan *shift* mempunyai risiko menderita diabetes melitus tipe 2 sebesar 2,704 kali dibandingkan dengan pekerja tanpa *shift*. Faktor riwayat DM dalam keluarga, *shift*, dan gizi berhubungan bermakna terhadap risiko diabetes melitus tipe 2. Sedangkan faktor-faktor lainnya seperti usia, jenis kelamin, masa kerja dengan *shift*, , latihan jasmani, hipertensi, dan merokok tidak mempunyai hubungan yang bermakna dengan kejadian diabetes melitus tipe 2.

## **ABSTRACT**

**Name** : dr. Nina Nurhanif  
**University** : Postgraduate Program  
University of Indonesia  
**Judul** : The correlation between shift work and other causative factors  
with the risk of type 2 Diabetes Mellitus among the workers of  
battery company "X", Jakarta  
**Program** : Occupational Medicine Postgraduate Study

**Background** : Result of medical examination of 544 employees from Battery Company "X" in 2007 found that 18 cases suffer from type 2 DM (5,66%). Company "X" applied shift work system. Many literature mentioned the correlation between shift work with the risk of type 2 DM. The question is highly prevalence of type 2 DM in company "X" related with the shift work applied ? This study aims to find correlation between shift and other causative factors with the risk of Type 2 Diabetes Mellitus.

**Methods** : The design of study used was cross sectional study. The number of sampled was involved 544 people. The data were collected by questionnaire, interview, examination of TTGO blood glucose, and physical examination, included measuring blood pressure, body weight and height. Standard procedure of TTGO blood glucose was used. Bivariate analysis was applied to look at the causative factors such as age, sex, work with shift year, shift work, exercise, nutrition status, history of DM in family, hypertension, and smoking with the risk of type 2 DM. In line with the analysis, the regression logistic analysis was used to look out risk factors and confounding factors simultaneously with risk of type 2 DM.

**Result** : The number of sample involved was 366 employees. It was found that 81 people suffer from type 2 DM, with majority of respondents belonged to the age over 45 years (50.6%;  $P = 0.707$  and  $OR = 1.171$ ); male respondent (97.5%;  $P = 0.511$  and  $OR = 0.566$ ); work with shift over 20 years (70.4%;  $P = 0.694$  and  $OR = 1.114$ ); 72 respondents work with shift (88.9%;  $P = 0.012$  and  $OR = 2.704$ ); 55 respondents with obesity (67.9%;  $P = 0.001$  and  $OR = 2.384$ ); 47 respondents with history of DM in family (62.7%;  $P = 0.000$  and  $OR = 14.299$ ); 40 respondents never had exercise in a week (49.4%;  $P = 0.020$  and  $OR = 0.673$ ); 13 people with hypertension (16.0%;  $P = 0.648$  and  $OR = 0.857$ ); 28 people were smoker (34.6%;  $P = 0.381$  and  $OR = 1.264$ )

**Conclusion** : Type 2 DM prevalence among workers of battery company "X", Jakarta was 22,1%. Prevalence of type 2 DM among shift workers (88.9%) were higher than workers without shift (11,1%). Shift workers were much more susceptible to type 2 DM than workers without shift. History of DM in family, shift work, and nutrition status had significant correlation with the risk of type 2 DM. Age, sex, work with shift, weekly exercise, hypertension, and smoking did not have significant correlation with the risk of type 2 DM.

## DAFTAR ISI

Abstrak	ii
<i>Abstract</i>	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
Daftar Lampiran	vi
Daftar Singkatan	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1. Latar Belakang	1
2. Permasalahan	2
3. Tujuan	2
3.1 Tujuan Umum	2
3.2 Tujuan Khusus	2
4. Manfaat	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
1. <i>Shift</i>	4
1.1 Pendahuluan	4
1.2 Ritme Sirkadian	5
1.3 Definisi <i>Shift</i>	7
1.4 Jenis <i>Shift</i>	7
1.5 Arah Perputaran <i>Shift</i>	8
1.6 Jarak Perputaran <i>Shift</i>	9
1.7 Lamanya Periode Setiap <i>Shift</i>	10
1.8 Dampak <i>Shift</i> terhadap Kesehatan	10
1.9 Pengaruh Lamanya Masa Kerja dengan <i>Shift</i> terhadap Risiko DM tipe 2	13
2. Diabetes Melitus	13
2.1 Definisi	13
2.2 Klasifikasi Diabetes Menurut NDDG dan WHO	14
2.3 Kekerapan Diabetes Melitus Tipe 2	15
2.4 Patofisiologi Diabetes Melitus	16
2.4.1 Resistensi Insulin	18
2.4.2 Produksi Glukosa Hati Berlebih	19
2.4.3 Gangguan Sekresi Insulin Berlebih	19
2.4.4 Gangguan Sel $\beta$ Pankreas	19
2.5 Menegakkan Diagnosis Diabetes Melitus Tipe 2	20
3. Hubungan <i>Shift</i> dan Penyebab Lainnya terhadap Risiko DM	24
3.1 Patofisiologi DM sebagai Akibat <i>Shift</i>	24
3.2 Patofisiologi Faktor Penyebab Lainnya terhadap DM	25
3.2.1 Hubungan Obesitas dengan Risiko DM	25
3.2.2 Hubungan Usia terhadap Risiko DM	27

3.2.3 Hubungan Jenis Kelamin dengan Risiko DM	31
3.2.4 Hubungan Hipertensi dengan Risiko DM	31
3.2.5 Hubungan Latihan Jasmani dengan Risiko DM	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
1. Desain	36
2. Lokasi dan Waktu	36
3. Populasi	36
4. Kriteria Sampel	36
5. Besar Sampel	36
6. Cara Pengambilan Sampel	36
7. Cara Pengumpulan Data	37
8. Pengolahan dan Analisis Data	37
9. Penyajian dan Interpretasi Data	37
10. Variabel Penelitian dan Batasan Operasional	37
11. Etika Penelitian	39
12. Alur Penelitian	40
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>	
1. Jumlah Responden	41
2. Karakteristik Responden	41
3. <i>Shift</i>	42
4. Diabetes Melitus Tipe 2	44
5. Hubungan <i>shift</i> terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2	44
6. Hubungan Faktor Penyebab Lainnya terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2	45
7. Faktor-Faktor yang Paling Berpengaruh terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2	47
<b>BAB V PEMBAHASAN</b>	
1. Keterbatasan Penelitian	49
2. Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah TTGO dan Pemeriksaan Fisik	49
3. Hubungan <i>Shift</i> terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2	50
4. Hubungan Faktor Penyebab Lainnya terhadap Risiko DM Tipe 2	51
5. Pola <i>Shift</i> yang Diterapkan di Pabrik Baterai PT. X	53
6. Faktor yang Paling Berpengaruh terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2	55
<b>BAB VI KESIMPULAN dan SARAN</b>	
1. Kesimpulan	57
2. Saran	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	59
<b>LAMPIRAN</b>	62

## DAFTAR TABEL

	Halaman
TABEL 1. Faktor Internal yang Berpengaruh pada Tingginya Risiko Pekerja <i>Shift</i>	5
TABEL 2. Klasifikasi Diabetes Melitus	15
TABEL 3. Persentase Komplikasi DM di RSCM Tahun 1967–71 dan 1988	17
TABEL 4. Kadar Glukosa Darah Sewaktu (mg/dL) dan Puasa sebagai Patokan Penyaring dan Diagnosis DM	21
TABEL 5. Kriteria Diagnosis DM	22
TABEL 6. Kategori Respons DM dan TGT Berdasarkan Nilai Diagnostik TTGO	22
TABEL 7. Gangguan Toleransi Glukosa pada Usia Tua : Faktor–Faktor yang Memberi Kontribusi	28
TABEL 8. Jenis Obat yang dapat Menyebabkan Hiperglikemia	30
TABEL 9. Beberapa Mekanisme Hiperinsulinemia yang Menyebabkan Peningkatan Tekanan Darah	32
TABEL 10. Rincian Jumlah Populasi dan Responden	41
TABEL 11. Karakteristik Responden Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008	42
TABEL 12. Jumlah Pekerja Berdasarkan Penerapan <i>Shift</i> pada Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008	43
TABEL 13. Jumlah Pekerja yang Menderita DM Tipe 2 Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah TTGO Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008	44
TABEL 14. Hubungan Faktor <i>Shift</i> dengan Risiko DM Tipe 2 pada Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008	44
TABEL 15. Hubungan Faktor Usia, Jenis kelamin, Masa kerja dengan <i>shift</i> , Status gizi, Riwayat DM dalam Keluarga, Latihan jasmani, Hipertensi, dan Merokok dengan Risiko DM pada Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008	46
TABEL 16. Hasil Analisis Multivariat Faktor-Faktor yang Paling Berpengaruh terhadap Risiko DM pada Pekerja Pabrik Baterai di PT. X, Januari-Mei 2008	47

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
GAMBAR 1. Langkah – Langkah Diagnostik DM dan Gangguan Toleransi Glukosa	23
GAMBAR 2. Hubungan WHR, Sindrom Metabolik, dan Penyakit Kardiovaskular	26
GAMBAR 3. Hubungan Faktor Predisposisi terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2	30
GAMBAR 4. Efek Obesitas Abdomen, dan Merokok terhadap Hiperglikemia	33
GAMBAR 5. Kerangka Konsep Penelitian	35
GAMBAR 6. Alur Penelitian	40

## DAFTAR LAMPIRAN

1. *Ethical clearance*
2. Kuesioner
3. Surat Persetujuan sebagai Subjek Penelitian



## DAFTAR SINGKATAN

BMI	<i>Body Mass Index</i>
°C	Derajat Celcius
CI	<i>Confidence Interval</i>
CVD	<i>Cerebrovascular Disease</i>
DM	Diabetes Melitus
g	gram
GDP	Glukosa Darah Puasa
GD2PP	Glukosa Darah 2 jam Post Prandial/2 jam Pasca Pembebanan
GDS	Glukosa Darah Sewaktu
IMT	Indeks Massa Tubuh
mg/dL	miligram/desiLiter
mmol/L	milimol/Liter
NSAID	<i>Non Steroid Anti Inflammation Drugs</i>
OR	<i>Odds Ratio</i>
PJK	Penyakit Jantung Koroner
RSCM	Rumah Sakit Cipto Mangunkusuma
WHO	<i>World Health Organization</i>
TB	Tuberkulosis
TGT	Toleransi Glukosa Terganggu

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Jumlah pekerja di Indonesia berdasarkan data Biro Pusat Statistik tahun 2001 di sektor manufaktur adalah sebesar 12.086.122 orang. Seperti di banyak tempat kerja lainnya, banyak pajanan di tempat kerja sektor manufaktur yang dapat mempengaruhi kondisi kesehatan pekerja. Beberapa dari pajanan tersebut adalah bising, vibrasi, tekanan panas, debu, logam berat, bahan kimia, faktor biologi, ergonomi dan *shift*. Faktor *shift* sebagai salah satu bahaya potensial di tempat kerja dapat menimbulkan berbagai keluhan dan gangguan kesehatan antara lain keluhan gastrointestinal, gangguan pola tidur, depresi, stress, dislipidemia, penyakit jantung iskemik, keganasan, dan meningkatnya risiko diabetes melitus (DM).

Prevalensi diabetes melitus juga meningkat dengan tajam, seiring dengan meningkatnya taraf kemakmuran suatu komunitas dan peningkatan ini diperkirakan akan terus berlanjut. Pada tahun 2010 diperkirakan 210 juta penduduk dunia menderita diabetes tipe 2 dan 130 juta di antaranya di kawasan Asia Pasifik. Sedangkan IDF menyatakan bahwa pada tahun 2005 lalu di dunia tercatat 200 juta orang dengan diabetes dan diduga 20 tahun kemudian yaitu tahun 2025 akan meningkat menjadi 333 juta orang. Sementara itu, penelitian epidemiologis yang dilakukan di Jakarta, menemukan adanya peningkatan prevalensi DM dari 1.7% pada tahun 1982 menjadi 5.7% pada tahun 1993, dan kemudian pada tahun 2001, khusus Depok, sub-urban Jakarta, menjadi 12.8%.<sup>29</sup> Secara global, kenaikan kekerapan diabetes terutama disebabkan peningkatan kemakmuran penduduk. Dalam hubungan dengan pekerjaan, dari hasil kajian beberapa literatur diketahui bahwa salah satu faktor penyebab tingginya prevalensi DM karena faktor *shift*. Penelitian mengenai *shift* terhadap risiko diabetes melitus yang dilakukan di Jepang, yang melibatkan 2860 pekerja pabrik resliting dan dipantau selama delapan tahun dengan metode kohort menemukan 87 kasus baru DM dari 2860 orang. Penelitian ini menyimpulkan bahwa, *shift*

merupakan salah satu faktor pemicu timbulnya DM dan tinggi rendahnya risiko terkena DM bergantung dari pola *shif*.<sup>1</sup>

Mekanisme timbulnya diabetes secara pasti sebagai akibat diterapkannya *shift* masih belum diketahui dengan jelas. Diperkirakan karena terganggunya ritme internal tubuh atau yang disebut irama sirkadian. Ketidaksesuaian antara aktivitas dan ekspektasi, dalam hal ini aktivitas adalah bekerja, sementara ekspektasinya adalah istirahat, menimbulkan gangguan fungsi fisiologis tubuh, termasuk di dalamnya gangguan metabolisme. Akibatnya terjadi perubahan ritme sirkadian yang berpengaruh terhadap tidak stabilnya kadar glukosa dalam darah dan sekresi insulin yang dapat meningkatkan risiko diabetes melitus.

## 1.2 PERMASALAHAN

Hasil pemeriksaan kesehatan terhadap 544 karyawan PT. X yang dilaksanakan pada tahun 2007 menemukan sebanyak 18 orang menderita DM (5.66%). Pada PT. X diketahui pula diterapkan *shift*. Beberapa literatur menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara faktor *shift* dengan risiko DM. Permasalahannya apakah tingginya prevalensi DM di PT. X ada hubungan dengan *shift* yang diterapkan pada PT. X?

## 1.3 TUJUAN

### 1.3.1 Tujuan Umum

Diketuinya hubungan *shift* dengan munculnya risiko diabetes melitus pada karyawan yang bekerja di PT. X

### 3.1.2 Tujuan Khusus

- a) Diketuinya prevalensi kasus DM pada PT. X
- b) Diketuinya pola *shift* pada karyawan yang bekerja pada PT. X
- c) Diketuinya hubungan *shift* dengan risiko DM pada karyawan PT. X
- d) Diketuinya faktor-faktor yang berhubungan dengan DM pada karyawan pabrik baterai PT. X yang bekerja dengan *shift*

## **1.4 MANFAAT**

### **1.4.1 Bagi Pekerja**

Diketuainya hubungan *shift* dan faktor penyebab lainnya dengan risiko DM sehingga dapat dilakukan upaya-upaya pencegahan timbulnya diabetes melitus.

### **1.4.2 Bagi Perusahaan**

Teridentifikasinya hubungan *shift* dan faktor penyebab lainnya dengan risiko DM sehingga dapat ditentukan kebijakan dalam pengaturan *shift* berikut rotasinya yang sesuai bagi pekerja.

### **1.4.3 Bagi Pemerintah**

Mengetahui hubungan *shift* dan faktor penyebab lainnya dengan risiko DM sehingga dapat disusun suatu kebijakan sehubungan dengan *shift* yang akan diterapkan.

### **1.4.4 Bagi Masyarakat**

Mengetahui hubungan *shift* dan faktor penyebab lainnya dengan risiko DM sehingga dapat memberikan dukungan dalam upaya pencegahan DM.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *SHIFT*

#### 2.1.1 Pendahuluan

Penerapan *shift* baik sore maupun malam menjadi konsekuensi yang harus diterima akibat modernisasi sektor ekonomi yang senantiasa terus bergerak dalam 24 jam. Sejak dicetuskannya revolusi industri, jumlah pekerja yang bekerja di luar jam kerja konvensional (siang hari) terus meningkat. Selain itu, dengan semakin banyak dipakainya otomatisasi dan robotisasi teknologi pada sektor industri besar, jumlah pekerja yang bekerja di luar jam kerja konvensional semakin bertambah. Kecenderungan modernisasi teknologi tersebut akan menyentuh sektor-sektor lain seperti jasa dan transportasi. *Shift* merupakan stessor yang paling sering dijumpai pada populasi pekerja hampir di seluruh dunia. Diperkirakan sekitar 15–20% pekerja di Amerika Serikat mendapat *shift*, baik *shift* sore maupun malam.<sup>1</sup> Pada tahun 1998, di Belanda diperkirakan terdapat 977.000 orang yang bekerja dengan waktu kerja yang tidak beraturan, termasuk bekerja pada malam hari. Jumlah tersebut mencakup 14.8% dari total populasi pekerja di negara tersebut (16.1% pekerja laki-laki, dan 12.8% pekerja perempuan). Jumlah pekerja dengan *shift* meningkat tajam setelah inflasi yang terutama ditemukan pada sektor transportasi dan jasa.<sup>30</sup>

Pergantian *shift* pada pekerja berjalan secara periodik (2–30 hari sekali). Pada *shift* terjadi pergantian waktu kerja pagi menjadi sore atau malam hari. Perubahan jam kerja pada *shift* tersebut memiliki konsekuensi terhadap kondisi fisik dan psikis pekerja. Beberapa penelitian menemukan adanya keluhan maupun gangguan yang muncul akibat *shift* yang diterapkan di tempat kerja.<sup>4</sup> Sebagian besar dialami oleh pekerja dengan *shift* malam yang permanen. Selain itu, disebutkan pula bahwa meningkatnya risiko kecelakaan kerja, buruknya hubungan sosial, serta menurunnya produktivitas kerja merupakan akibat jangka panjang *shift*.<sup>1</sup> Hampir semua sektor industri menerapkan *shift*. Diperkirakan sekitar 20% pekerja tidak mampu beradaptasi terhadap *shift* malam hari.<sup>2</sup>

**Tabel 2.1** Faktor Internal yang Berpengaruh pada Tingginya Risiko Pekerja *Shift*

NO	FAKTOR INTERNAL RISIKO <i>SHIFT</i>
1	Usia tua
2	Penyakit kardiovaskular
3	Penyakit yang bersifat kronis (DM, epilepsi)
4	Dukungan keluarga & lingkungan sosial
5	Gangguan gastrointestinal
6	Masalah psikologis
7	Gangguan tidur

Sumber: *Current Occupational and Environment Medicine, 3<sup>rd</sup> ed*

### 2.1.2 Ritme Sirkadian

Di dalam tubuh manusia terdapat tiga tipe ritme internal tubuh. Pertama, ritme ultradian, merupakan ritme yang memiliki frekuensi terpendek yaitu 20 jam. Kedua, ritme infradian, yang memiliki periode terpanjang yaitu sekitar 28 hari, sebagai contohnya adalah siklus menstruasi. Ketiga, ritme sirkadian, yang memiliki periode sekitar 25 jam.<sup>1</sup> Sirkadian berasal dari bahasa latin yaitu *circa* yang berarti tentang dan *dies* yang berarti hari. Menurut Halberg, ritme sirkadian merupakan gabungan antara nilai tertinggi dan terendah ritme internal tubuh. Ritme sirkadian digambarkan sebagai fungsi sinusoidal yang merupakan perbedaan amplitudo antara nilai maksimum dan minimum, fase serta panjang periode ritme internal tubuh. Dua komponen yang mendukung suatu ritme sirkadian adalah osilasi endogen dan eksogen. Osilasi endogen merupakan ritme internal tubuh yaitu adanya struktur waktu biologi tubuh yang terletak di dalam nukleus suprakiasmatika pada hipotalamus. Struktur ini menerima impuls saraf dari retina. Komponen eksogen ritme sirkadian dihubungkan dengan faktor lingkungan dan kegiatan sosial, sebagai contoh siklus terang dan gelap, interaksi sosial, dan waktu makan. Dari beberapa penelitian diketahui bahwa berbagai parameter fisiologis dan psikologis tubuh mengikuti ritme sirkadian seperti suhu tubuh, kadar kortikosteroid pada urin dan serum, kadar elektrolit, fungsi kardiovaskular, sekresi enzim gaster, hitung jenis leukosit, kekuatan otot, tingkat kewaspadaan, ingatan jangka panjang, waktu pengosongan lambung, fungsi paru,

metabolisme obat, dan proses fisiologis serta psikologis lainnya mengikuti ritme sirkadian.<sup>2</sup>

Dengan adanya perubahan jadwal kerja dari pagi hari menjadi sore atau malam hari, terjadi perubahan yang kemudian akan diikuti dengan penyesuaian kembali terhadap ritme sirkadian. Adanya perubahan dan penyesuaian kembali tersebut mendorong munculnya suatu keadaan yang disebut dengan fase dissinkronasi. Secara teori, ritme sirkadian yang baru akan mencapai homeostasisnya bila penyesuaiannya telah stabil. Namun pada prakteknya, jarang sekali diperoleh suatu fase penyesuaian yang lengkap. Pendapat ini didukung oleh suatu penelitian mengenai *shift* terhadap variasi temperatur tubuh diurnal, yang dianggap sebagai parameter upaya penyesuaian tubuh terhadap ritme sirkadian yang baru. Manusia dewasa normal yang beradaptasi dengan jadwal kerja pagi hari memiliki suhu tubuh paling rendah pada dini hari dan mencapai puncaknya pada petang hari. Pada individu yang sedang beradaptasi terhadap *shift* malam hari (dikondisikan sebagai isolasi laboratorium), kurva suhu tubuh pada awalnya mendatar dan kemudian kembali seperti semula.<sup>6</sup> Pada kondisi yang sebenarnya, pergeseran kurva suhu tubuh terjadi akibat beberapa hal, di antaranya karena:

- a) Secara fisiologis, manusia akan kembali pada ritme sirkadian normal (sesuai dengan jadwal kerja pagi hari) pada saat tidak bekerja. Kondisi ini menyebabkan reversal parsial terhadap pergeseran yang terjadi.
- b) Penelitian menunjukkan pengaruh pancaran sinar terang terhadap pekerja *shift* malam, saat tidak sedang bekerja (libur), menunjukkan kurva suhu tubuh yang inkomplit. Penelitian lain yang mendukung pendapat ini adalah penelitian pengaruh pancaran sinar terang terhadap pekerja *shift* malam, dikombinasikan dengan penggunaan kacamata *google* berwarna gelap terhadap variasi kurva suhu tubuh.
- c) Waktu yang diperlukan untuk proses inversi secara lengkap terhadap perubahan kurva suhu tubuh akibat *shift* diperkirakan sekitar beberapa minggu. Bertolak dari hal ini maka pekerja dengan rotasi *shift* yang pendek umumnya tidak mempunyai waktu yang adekuat untuk beradaptasi.

### 1.3 DEFINISI *SHIFT*<sup>2</sup>

Hingga saat ini belum didapatkan suatu persetujuan umum mengenai definisi *shift*. *International Labour Organization* (ILO) pada Konferensi Genewa, 1986 mendefinisikan *shift* sebagai berikut:

*A method of work organisation under which groups or crews of workers succeed each other at the same work station to perform the same operation.*<sup>2</sup>

Secara umum, istilah *shift* dipakai untuk menerangkan waktu kerja dengan sistem rotasi atau di luar waktu kerja konvensional (siang hari), termasuk di dalamnya waktu kerja malam dan sore hari (*shift* malam dan sore). Namun ada juga yang menyampaikan bahwa *shift* adalah jadwal kerja yang ikut dalam sistem yang terjadwal dengan termasuk *shift* di dalamnya.<sup>2</sup>

Istilah *shift* juga dipakai untuk menerangkan pembagian jam kerja secara sama dalam tiga periode, dengan interval waktu masing-masing *shift* selama delapan jam, yaitu siang hari, sore hingga malam hari, dan tengah malam hingga dini hari.<sup>6</sup>

### 1.4 JENIS-JENIS *SHIFT*

Secara umum, *shift* merupakan pembagian waktu kerja dengan sistem berotasi/berputar, yang menurut Teapas dan Monk, 1987 dibedakan atas beberapa bentuk sebagai berikut.<sup>2</sup>

- a) Permanen/tetap; pekerja hanya bekerja pada *shift* siang, sore, atau malam hari. Pekerja dengan pola permanen disebut juga tanpa *shift*.
- b) Rotasi, pekerja bekerja dengan *shift* yang bervariasi yang berdasar pada rotasi. Sistem rotasi ini dapat berjalan secara sangat panjang, dengan jarak perputaran setiap 21 hari atau lebih, panjang dengan jarak perputaran setiap 5-7 hari pada tiap *shift* atau cepat, dengan jarak perputaran setiap 1-4 hari.
- c) Osilasi; pekerja bergantian *shift*nya antara *shift* pagi dan sore atau *shift* sore dan malam dengan basis waktu umumnya mingguan.
- d) *Shift* terpecah/terpisah, yaitu adanya jeda atau jarak pada tiap *shift*. Jenis industri yang menerapkan sistem *shift* terpecah adalah industri jasa seperti restoran dan transportasi.

- e) Relief; pekerja mengikuti salah satu pola *shift* di atas, tergantung pada absensi pekerja lain

Pembagian lain *shift* tergantung dari jam kerja sebagai berikut:<sup>6</sup>

- a) Jam kerja tetap, seorang bekerja hanya siang hari, mulai pukul 07.00 hingga pkl 15.00
- b) Jam kerja berpindah tetap, seseorang yang bekerja pada salah satu dari *shift* sebagai berikut :
- *Shift* pagi yaitu pukul 06.00 hingga pukul 14.00
  - *Shift* sore yaitu pukul 14.00 hingga pukul 22.00
  - *Shift* malam yaitu pukul 22.00 hingga pukul 06.00
- c) Jam kerja bergilir rotasi meliputi pergantian/selang seling dari *shift*. Bisa seluruh *shift* (tiga *shift*) atau hanya dua *shift*. Sistem roster sama dengan *shift* berotasi dengan pola yang kurang teratur.

### 1.5 ARAH PERPUTARAN *SHIFT*

Pada siklus *shift* searah jarum jam (*forward rotation*), *shift* pagi diikuti *shift* sore dan dilanjutkan dengan *shift* malam. Sementara pada siklus *shift* berlawanan arah jarum jam (*backward rotation*), *shift* malam diikuti *shift* sore, dilanjutkan ke *shift* pagi, dan kembali *shift* malam lagi. Untuk membuktikan adanya upaya penyesuaian kembali tubuh terhadap ritme sirkadian yang baru, dilakukan penelitian terhadap rotasi *shift* untuk menentukan progresi tiap-tiap siklus yang diterapkan yakni searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Hasilnya, manusia lebih mudah beradaptasi terhadap siklus *shift* yang searah jarum jam (*shift* pagi, sore, dan kemudian malam hari) dibandingkan dengan siklus yang berlawanan arah jarum jam (*shift* pagi, malam, dan kemudian sore hari)<sup>2</sup>. Secara umum, lebih sulit untuk terbangun lebih awal, dibandingkan dengan terbangun lebih lambat (menggeser ritme sirkadian kembali). Bertolak dari penelitian tersebut, disarankan dalam mengatur pola rotasi *shift* dimulai *shift* pagi, sore, dan kemudian beralih ke *shift* malam, dan bukan sebaliknya. Diharapkan dengan mengikuti arah rotasi *shift* searah jarum jam, upaya adaptasi akan lebih mudah dilakukan. Sebagai contoh, dengan diterapkannya pola rotasi *shift* searah jarum

jam pada sekelompok pekerja di Amerika Serikat, terbukti dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan angka pergantian karyawan (*turn over rate*)<sup>1</sup>.

### 1.6 JARAK PERPUTARAN *SHIFT*

Secara garis besar, terdapat dua pendapat tentang jarak perputaran rotasi *shift* sebagai berikut:<sup>2</sup>

- a) *Shift* dengan tipe perputaran panjang (lima hari atau lebih). Secara teori, pekerja mampu beradaptasi dengan baik (aspek psikologis maupun aktivitas sosial) pada *shift* dengan jarak rotasi panjang. Pendapat yang mendukung pola ini adalah bahwa manusia mampu beradaptasi parsial pada jadwal *shift* yang baru, yang dibuktikan dengan adanya pendataran kurva suhu tubuh pada periode beberapa minggu. Waktu yang direkomendasikan untuk perputaran jadwal *shift* adalah setiap 21 hari sekali. Penelitian lain membuktikan bahwa pekerja dengan *shift* malam yang permanen (panjang) memerlukan waktu tidur yang lebih panjang (rata-rata: 6.72 jam) dibandingkan pekerja dengan jadwal *shift* dengan perputaran mingguan (rata-rata: 6.30 jam).
- b) *Shift* dengan tipe perputaran pendek (satu sampai dengan tiga hari) . Pola ini diterapkan dengan pertimbangan bahwa pekerja tidak akan pernah beradaptasi secara sempurna dan dianggap bahwa *shift* malam yang pendek tidak mengganggu ritme sirkadian terlalu banyak. Selain itu, dianggap bahwa kemampuan adaptasi bergantung pada faktor lingkungan, aktivitas sosial, dan rekreasi.

*Shift* dengan perputaran panjang memiliki beberapa kelebihan bagi pekerja, namun pada prakteknya lebih banyak dipakai pola *shift* dengan perputaran pendek (2-3 hari), karena lebih mudah diterima oleh para pekerja. *Shift* dengan perputaran pendek memberi kesempatan pada pekerja untuk melakukan kegiatan sosial yang lebih leluasa dibandingkan dengan *shift* dengan perputaran panjang.<sup>2</sup>

Hari libur di dalam setiap jadwal *shift* dimanfaatkan oleh pekerja untuk tidur guna melengkapi istirahat yang kurang selama bekerja dengan *shift*. Pelbagai penelitian telah membuktikan bahwa produktivitas dan kecelakaan kerja tidak berbeda secara signifikan antara pola *shift* perputaran panjang maupun pendek. Disebutkan

bahwa kegiatan fisik di tempat kerja, lingkungan psikososial, dan dukungan keluarga serta tersedianya kesempatan untuk beristirahat secara memadai selama bekerja *shift*, harus menjadi pertimbangan dalam menyusun jadwal *shift* dan rotasinya.<sup>1</sup>

### 1.7 LAMANYA PERIODE SETIAP *SHIFT*

Lama setiap periode *shift* dibedakan atas dua kelompok sebagai berikut:<sup>2</sup>

- a) Empat hari kerja dengan 10-12 jam tiap hari kerja. Hal ini dapat ditempuh dengan satu, dua atau tiga *shift*, baik yang sifatnya kontinu ataupun non – kontinu.
- b) Delapan hari kerja dengan 10 jam tiap hari kerja dan diikuti empat hari libur. Apabila ini dipakai, maka dalam satu hari lamanya jam kerja adalah 10 jam atau bekerja selama 20 jam setiap harinya dalam dua *shift*.

### 1.8 DAMPAK *SHIFT* TERHADAP KESEHATAN<sup>30,1,6</sup>

Sebagaimana diketahui bekerja dengan waktu kerja yang tidak beraturan atau berganti-ganti berpotensi menimbulkan keluhan/gangguan kesehatan. Hingga saat ini masih sedikit kepustakaan yang membahas mengenai *shift* dan dampaknya terhadap kesehatan. Penelitian secara epidemiologis mengenai pengaruh *shift* terhadap kesehatan memberi hasil yang bervariasi. Adanya gangguan terhadap ritme sirkadian akibat *shift* yang diterapkan, memberikan dampak kesehatan yang umumnya bersifat kronis. Termasuk di dalamnya kemungkinan adanya gangguan reproduksi baik bagi pekerja wanita maupun pria. Gangguan kesehatan yang paling sering dialami oleh pekerja adalah gangguan tidur. Gangguan tersebut muncul akibat adanya gangguan terhadap ritme sirkadian. Dari beberapa penelitian ditemukan adanya kesulitan mengatur pola tidur yang dialami pekerja setelah bekerja *shift* malam. Bentuk kesulitan yang ditemukan adalah sulit untuk memulai tidur pada sore hari. Kesulitan tidur ini menjadi semakin bertambah oleh karena bising lalu lintas, keributan dalam rumah, anggota keluarga yang memerlukan bantuan, dering telpon, atau gangguan lainnya. Adanya kondisi tersebut di atas jelas mempengaruhi kualitas tidur.<sup>6</sup>

Keluhan gastrointestinal juga banyak ditemukan pada pekerja yang bekerja dengan *shift*. Gejala yang umum ditemukan adalah menurunnya nafsu makan dan timbulnya keluhan konstipasi. Keluhan tersebut diperburuk dengan rendahnya kualitas makanan bagi pekerja pada *shift* malam. Beberapa penelitian membuktikan bahwa sebagian pekerja *shift* malam menderita ulkus peptikum dan sering kali hal tersebut yang menyebabkan pekerja menghindari *shift* malam. Patofisiologi ulkus peptikum sebagai akibat *shift* diperkirakan karena melambatnya waktu pengosongan lambung. Hal tersebut terjadi karena adanya disrupsi atau gangguan terhadap ritme sirkadian. Faktor lain yang diperkirakan sebagai penyebab munculnya keluhan gastrointestinal adalah akibat tingginya frekuensi konsumsi kafein dan tembakau yang umumnya ditemukan pada pekerja *shift*.<sup>2</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Kristensen dan Olsen membuktikan adanya peningkatan risiko penyakit kardiovaskular pada pekerja *shift* sebesar 40%. Pada tahun 1949, sebuah studi yang meneliti tentang korelasi *shift* dan risiko kematian akibat penyakit jantung koroner dilakukan oleh Thiis-Evensen. Sejak tahun 1949, diperkirakan sekitar 17 penelitian lain dilakukan untuk mengetahui risiko kesakitan dan kematian yang dialami pekerja *shift*. Secara umum, faktor-faktor seperti jenis *shift*, lamanya *shift* malam, arah perputaran *shift*, merupakan faktor risiko yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Beberapa studi lain mengindikasikan adanya peningkatan kejadian hiperkolesterolemia dan hipertensi di kalangan pekerja *shift*. Penelitian serupa memberikan hasil bahwa kasus hiperkolesterolemia dan hipertensi tersebut terjadi akibat perubahan faktor-faktor seperti pola makan, konsumsi tembakau, dan rendahnya latihan jasmani (olah raga). Penelitian lain menyebutkan bahwa dengan faktor-faktor tersebut di atas, pekerja *shift* menunjukkan angka mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan pekerja non *shift*.<sup>30</sup>

Pengaruh *shift* terhadap sistem reproduksi wanita adalah meningkatnya kejadian abortus spontan, kelahiran pre term, dan *intra uterine growth retardation* (IUGR). Penelitian lain, dalam jumlah yang lebih sedikit menyatakan bahwa ditemukan kecenderungan depresi di antara para pekerja *shift* dan sebagai tambahan, pekerja

*shift* dengan gangguan psikiatri, sebagai contoh gangguan bipolar, berisiko mengalami kekambuhan bila bekerja dengan *shift*. Pekerja *shift* umumnya memiliki hubungan sosial yang kurang baik sebagai akibat dari diterapkannya *shift*. Berkurangnya waktu tidur dan waktu luang bersama keluarga juga merupakan suatu masalah yang sering ditemui di antara pekerja *shift*. Pekerja *shift* seringkali menghasilkan skor yang lebih tinggi pada kuesioner stres dibandingkan pekerja non *shift*. Pekerjaan-pekerjaan dengan tingkat kebosanan yang tinggi dan atau gerakan repetitif perlu diberikan suatu pertimbangan khusus sebagai contoh dengan *shift* malam yang lebih singkat. Umumnya pekerjaan jenis tersebut lebih sering menurunkan tingkat kewaspadaan dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja pada pekerja. Waktu timbulnya (*onset*) gejala penyakit tertentu dalam satu hari, sebagai contoh waktu timbulnya reaksi alergi, juga mengikuti ritme sirkadian. Hal yang sama juga berlaku terhadap respons terhadap pengobatan serta respons terhadap pajanan bahan kimia yang diketahui juga mengikuti ritme sirkadian. Penerapannya sangat penting dalam menentukan waktu yang tepat bagi pekerja untuk mengkonsumsi obat dan mengupayakan lingkungan kerja yang aman bagi pekerja dengan *shift* dan pajanan bahan kimia di tempat kerja.<sup>1</sup>

Sebagaimana telah diketahui bahwa bekerja dengan *shift* menimbulkan penurunan frekuensi latihan jasmani, perubahan pada jadwal maupun besarnya asupan makanan pada malam hari, dan gangguan metabolisme terutama timbulnya resistensi insulin. Keseluruhan faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap *body mass index* (BMI) atau *waist to hip ratio* (WHR). Studi mengenai BMI dan WHR menunjukkan korelasi positif terhadap risiko penyakit kardiovaskular, terutama penyakit jantung koroner. Berbagai penelitian lain mengenai BMI atau WHR menitikberatkan pada pekerja dengan *shift*. Studi yang dilakukan oleh Rosmond dan Nakamura menunjukkan peningkatan WHR yang bermakna pada pekerja *shift* dibandingkan dengan pekerja yang bekerja hanya pada siang hari. Penelitian yang dilakukan oleh Niedhammer membuktikan adanya peningkatan secara bermakna kejadian berat badan berlebih (*overweight*) yang dialami oleh perawat *shift* malam dibandingkan dengan perawat perawat pada jadwal siang. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rosmond-Rousseaux membuktikan adanya peningkatan berat badan setiap tahunnya pada pekerja *shift* malam yang permanen dibandingkan

dengan pekerja yang bekerja hanya pada siang hari. Penelitian lain yang dilakukan oleh Niedhammer juga melaporkan adanya hubungan antara prevalensi berat badan berlebih (*overweight*) dan penambahan berat badan setiap tahunnya terhadap *shift* malam yang permanen. Sebagai suatu kesimpulan dapat dikatakan bahwa dari berbagai penelitian yang telah dilakukan di berbagai negara menunjukkan suatu korelasi positif antara penambahan BMI atau WHR dengan *shift*, terutama *shift* malam.<sup>30</sup>

### **1.9 PENGARUH LAMANYA MASA KERJA DENGAN SHIFT TERHADAP RISIKO DM TIPE 2**

Penelitian yang dilakukan oleh Steenland, 1996 menunjukkan bahwa lamanya masa kerja dengan *shift* yang dialami oleh pekerja menentukan seberapa jauh efek kesehatan yang timbul. Sebanyak lima penelitian lainnya membuktikan adanya hubungan antara peningkatan BMI dengan lamanya *shift*. Data yang diperoleh dari studi Kawachi menunjukkan korelasi positif antara lamanya masa kerja dengan *shift* malam terhadap risiko peningkatan BMI. Pada penelitian tersebut tidak disebutkan secara spesifik tingkatan masa kerja dengan *shift* malam yang dialami oleh pekerja.<sup>30</sup>

### **1.10 DIABETES MELITUS**

#### **1.10.1 Definisi<sup>4,5</sup>**

Menurut *American Diabetes Association (ADA)* 2005, diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan peningkatan konsentrasi glukosa dalam darah yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya. Sedangkan menurut WHO 1980 dikatakan bahwa diabetes melitus merupakan sesuatu yang tidak dapat dituangkan dalam satu jawaban yang jelas dan singkat tapi secara umum dapat dikatakan sebagai suatu kumpulan problema anatomik dan kimiawi yang merupakan akibat dari sejumlah faktor terdapatnya defisiensi insulin absolut atau relatif serta gangguan fungsi insulin.<sup>9</sup>

Hiperglikemia kronik pada diabetes berhubungan dengan kerusakan jangka panjang, disfungsi atau kegagalan beberapa organ tubuh, terutama ginjal, mata, saraf, jantung dan pembuluh darah. Diabetes melitus berhubungan dengan

metabolisme abnormal karbohidrat, lemak, dan protein serta bermacam komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular. Secara epidemiologis, diabetes seringkali tidak terdeteksi. Penelitian lain menyatakan bahwa dengan tingginya urbanisasi maka populasi diabetes melitus akan meningkat 5-10 kali lipat karena adanya perubahan perilaku rural – tradisional menjadi urban. Faktor risiko yang berubah secara epidemiologis diperkirakan adalah bertambahnya usia, obesitas, distribusi lemak tubuh, kurangnya aktivitas jasmani, etnis, letak geografis, riwayat penyakit DM dalam keluarga, dan riwayat diabetes gestasional. Semua faktor tersebut berinteraksi dengan beberapa faktor genetik yang berhubungan dengan terjadinya DM.<sup>8,15</sup>

### 1.10.2 Klasifikasi Diabetes Melitus menurut NDDG dan WHO

Dalam beberapa dekade terakhir ini hasil penelitian klinis maupun laboratorik menunjukkan bahwa diabetes melitus merupakan suatu keadaan yang heterogen baik sebab maupun macamnya. Selama bertahun-tahun hal tersebut telah menjadi bahan pembahasan oleh banyak ahli ternama dengan tujuan mencapai persetujuan internasional tentang prosedur diagnostik, kriteria dan terminologi.<sup>4</sup>

Dahulu terdapat banyak perbedaan dalam masing-masing bidang walaupun telah diupayakan untuk memperoleh suatu konsensus. Dimulai dari tahun 1965 WHO dengan *Expert Committee on Diabetes Mellitus* membagi diabetes berdasarkan onset penyakit. Pembagian tersebut mengelompokkan diabetes sebagai *childhood diabetics*, *young diabetics*, *adult diabetics*, dan *elderly diabetics*. Metode pengelompokan ini masih dianggap belum mampu menyelesaikan masalah. Baru pada tahun 1978 hal ini mulai dibicarakan kembali oleh *European Society for the Study of Diabetes* (EASD) di Zagreb, Yugoslavia dan pada sebuah pertemuan internasional di Bethesda, Maryland dengan sponsor *The National Diabetes Data Group* (NDDG) dari *The National Institutes of Health* (NIH) dan *The World Organization of Health* (WHO) disusun suatu klasifikasi diabetes melitus.<sup>9</sup>

Tabel 2. Klasifikasi Diabetes Melitus

No	TIBE DM	BENTUK KELAINAN
1	Tipe 1	Destruksi sel beta, umumnya menjurus ke defisiensi insulin absolut - Autoimun - Idiopatik
2	Tipe 2	Resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif hingga defek sekresi insulin disertai resistensi insulin
3	Tipe 3	- Defek genetik fungsi sel beta - Defek genetik fungsi kerja insulin - Penyakit eksokrin pankreas - Endokrinopati - Karena obat atau zat kimia - Infeksi - Sebab imunologi yang jarang - Sindrom genetik lain yang berkaitan dengan DM
4	Diabetes melitus gestasional	

Sumber : *Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. 5<sup>th</sup> ed, 1997*

Diabetes tipe 2 seringkali muncul tanpa disertai gejala-gejala diabetes klasik. Pada diabetes tipe 2, pasien tidak bergantung pada insulin eksogen sebagaimana diabetes tipe 1. Meskipun sebagian besar penyandang diabetes tipe 2 muncul pada usia lebih 45 tahun, onset pada usia dewasa atau remaja dapat saja terjadi. Penyandang diabetes tipe 2 jarang ditemukan ketoasidosis kecuali pada kondisi sepsis atau trauma. Konsentrasi insulin dalam plasma dapat normal, atau sedikit lebih rendah dari normal, atau bahkan konsentrasinya dapat lebih tinggi dari normal pada penyandang diabetes dengan obesitas.<sup>9</sup> Penyandang diabetes tipe 2 umumnya disertai dengan obesitas (peningkatan berat badan 20% di atas berat badan ideal) atau tanpa obesitas. Sebagian besar disertai dengan obesitas.<sup>13</sup>

### 2.3. Kecepatan Diabetes Melitus Tipe 2

Berbagai penelitian epidemiologi menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan angka insidens dan prevalensi DM tipe 2 di berbagai penjuru dunia. WHO memprediksi adanya peningkatan jumlah penderita yang cukup besar pada tahun-tahun mendatang. DM tipe 2 merupakan tipe yang paling banyak di antara tipe-tipe lainnya, meliputi lebih dari 90% dari semua populasi diabetes. Dalam hal ini faktor lingkungan sangat berperan. Prevalensi DM tipe 2 pada bangsa kulit

putih berkisar antara 3-6%. Angka tersebut merupakan baku emas untuk membandingkan kekerapan diabetes antar etnis di dunia. Sebuah penelitian di Wadena Amerika Serikat, mendapatkan prevalensi pada orang kulit putih sangat tinggi dibandingkan dengan baku emas (Eropa) yaitu sebesar 8.1% DM tipe 2. Dengan kenyataan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa faktor lingkungan sangat berperan. Selain itu diketahui juga bahwa faktor lingkungan terutama peningkatan kemakmuran penduduk akan meningkatkan kekerapan diabetes. Bahwa kekerapan akan menjadi dua kali lebih tinggi dalam waktu 10 tahun sangat mungkin terjadi terutama di negara berkembang yang pertumbuhan ekonominya sudah mapan.<sup>5</sup>

Di suatu daerah terpencil di Tana Toraja diperoleh prevalensi DM hanya sebesar 0.8%. Di sini jelas terdapat perbedaan antara urban dengan rural, menunjukkan bahwa pola hidup mempengaruhi kejadian diabetes. Hasil penelitian epidemiologis di Jakarta (urban) menunjukkan adanya peningkatan prevalensi DM dari 1.7% pada tahun 1982 menjadi 5.7% pada tahun 1993, dan kemudian pada tahun 2001 di Depok, sub – urban Jakarta, angka tersebut menjadi 12.8%. Dalam Atlas Diabetes (*International Diabetes Federation*) tercantum perkiraan penduduk Indonesia di atas 20 tahun sebesar 125 juta dengan asumsi prevalensi DM sebesar 4.6% maka diperkirakan pada tahun 2000, penderita DM berjumlah 5.6 juta. Berdasarkan pola pertambahan penduduk seperti saat ini diperkirakan pada tahun 2020 akan ada sejumlah 178 juta penduduk berusia di atas 20 juta dan dengan asumsi prevalensi DM sebesar 4.6% akan didapatkan 8.2 juta penyandang DM.<sup>5</sup>

#### 2.4. Patofisiologi Diabetes Melitus<sup>13</sup>

Diabetes telah dikenal berabad-abad sebelum Masehi. Pada papyrus Ebers di Mesir, sekitar 1500 SM, digambarkan adanya penyakit dengan tanda-tanda banyak kencing. Sekitar 200 tahun kemudian, Aretaeus menyebutnya sebagai penyakit aneh dan menamai penyakit tersebut diabetes dari kata *diabere* yang berarti sifon atau tabung untuk mengalirkan cairan dari satu tempat ke tempat yang lain. Cendekiawan India dan China malah menyebutkan urin pasien dengan penyakit tersebut terasa manis. Tahun 1674, Willis melukiskan urin tersebut

digelimangi gula dan madu, karenanya sejak itu nama penyakit tersebut ditambah dengan kata *mellitus* (*mellitus* = madu). Berbagai penelitian mengenai diabetes diikuti oleh penelitian lainnya sedikit demi sedikit menguak tabir penyakit diabetes berikut obat-obatan sebagai upaya penanggulangannya. Dengan ditemukannya obat yang dapat mengatur kadar glukosa dalam darah menimbulkan suatu penurunan komplikasi akut. Namun muncul persoalan baru yakni adanya komplikasi jangka panjang yang sebelumnya tidak dikenal.<sup>13</sup>

**Tabel 3. Persentase Komplikasi DM di RSCM Tahun 1967–71 dan 1988**

NO	KOMPLIKASI DM	%	
		1967 – 1971	1988
1	Retinopati	10	27,1
2	Neuropati	50	68,2
3	Nefropati	25	31,6
4	Hipertensi	23	39,9
5	PJK	-	29,7
6	CVD	-	2,3
7	Hiperkolesterolemia	-	26,9
8	Hipertrigliseridemia	-	42,4
9	Gangren / ulkus	14	3,9
10	TB Paru	15	20,9
11	Infeksi Saluran Kemih	15	20,5
12	Ketoasidosis	2,6	0,9

Sumber : Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam

Sebelum diketahui patofisiologi DM maka perlu diketahui terlebih dahulu mengenai proses metabolisme glukosa secara normal sehingga menghasilkan energi. Untuk dapat melakukan kegiatan sehari-hari, tubuh memerlukan asupan gizi yang memadai. Dalam bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari terkandung zat makanan seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Pengolahan zat makanan dimulai dari rongga mulut, lambung, hingga pada akhirnya mencapai usus. Karbohidrat menjadi glukosa, protein menjadi asam amino dan lemak menjadi asam lemak. Ketiga zat makanan tersebut akan diserap di usus dan selanjutnya masuk ke dalam sirkulasi dan diedarkan ke seluruh tubuh untuk digunakan oleh organ tubuh sebagai bahan bakar. Supaya dapat dimanfaatkan, zat makanan tersebut harus masuk ke dalam sel. Di dalam sel, zat makanan terutama

glukosa dimetabolisme dengan hasil akhir adalah terbentuknya energi. Dalam proses metabolisme, hormon insulin memegang peran penting yakni untuk memasukkan glukosa ke dalam sel. Insulin dihasilkan oleh kelenjar pankreas. Pada DM tipe 2, jumlah insulin normal, bahkan memungkinkan jumlahnya banyak tetapi defisiensi jumlah/kuantitas reseptor insulin pada permukaan sel. Reseptor insulin dapat diibaratkan sebagai lubang kunci pintu masuk ke dalam sel. Pada DM tipe 2, jumlah lubang kunci kurang, sementara anak kuncinya (insulin) banyak. Hal tersebut menyebabkan glukosa yang akan masuk sel menjadi sedikit, sementara glukosa dalam pembuluh darah meningkat. Pada DM tipe 2, selain kadar glukosa dalam darah tinggi, kadar hormon insulin juga dapat normal atau tinggi. Keadaan semacam ini disebut sebagai resistensi insulin.<sup>13</sup>

Meskipun patofisiologi DM tipe 2 belum sepenuhnya dimengerti, perubahan dari toleransi glukosa terganggu pada individu yang *genetically susceptible* menjadi DM tipe 2 secara garis besar dipengaruhi oleh resistensi insulin, gangguan sekresi insulin, produksi glukosa hati (*hepatic glucose production*) yang berlebih, toleransi glukosa terganggu, dan terganggunya fungsi sel  $\beta$  pankreas.<sup>13</sup>

#### **2.4.1. Resistensi Insulin**

Berkurangnya kemampuan insulin untuk bekerja secara efektif pada jaringan perifer (terutama sel otot dan hati) merupakan gambaran yang prominen pada DM tipe 2 dan merupakan kombinasi dari obesitas dan faktor genetik (*genetically susceptible*). Banyak studi menemukan bahwa resistensi insulin memulai terjadinya defek sekresi insulin dan selanjutnya timbul sebagai akibat dari sekresi insulin yang tidak adekuat. Resistensi insulin dapat didiagnosis dengan beberapa cara. Pemeriksaan standar pada penelitian resistensi insulin antara lain dengan *euglycemic insulin clamp and the intravenous glucose tolerance test (IVGTT)*. Kendala utama metode pemeriksaan ini adalah sulit diterapkan dalam populasi umum karena tidak praktis. Pemeriksaan lain yang dapat dilakukan dengan *Homeostasis Model Assesment (HOMA)* menurut Mathew. Pada awal-awal penyakit DM, toleransi terhadap glukosa masih normal meskipun telah dijumpai resistensi insulin. Hal ini disebabkan karena sel  $\beta$  pankreas masih dapat mengkompensasi dengan meningkatkan keluaran insulin. Kondisi resistensi

insulin dan hiperinsulinemia kompensata yang berkepanjangan akan berakhir manakala sel-sel  $\beta$  pankreas tidak mampu lagi mempertahankan kondisi tersebut (*hyperinsulinemic state*).<sup>12</sup>

#### 2.4.2. Produksi Glukosa Hati Berlebih

Pada diabetes tipe 2, resistensi insulin pada hati menggambarkan kegagalan dari hiperinsulinemia untuk menekan glukoneogenesis, yang berujung pada hiperglikemia puasa dan berkurangnya penyimpanan glikogen (*glycogen storage*) oleh sel-sel hati pada keadaan *post prandial state*. Meningkatnya produksi glukosa hati terjadi pada awal-awal diabetes meskipun dapat juga dijumpai setelah onset sekresi insulin yang abnormal dan setelah terjadi resistensi insulin di jaringan otot.<sup>12</sup>

#### 2.4.3. Gangguan Sekresi Insulin

Sekresi dan sensitivitas insulin saling berhubungan. Pada DM tipe 2, sekresi insulin pada awalnya meningkat sebagai respons terhadap resistensi insulin untuk menjaga toleransi glukosa pada tingkat yang normal. Selanjutnya terjadi defek sekresi insulin ringan dan secara selektif terlibat dalam sekresi insulin yang distimulasi oleh glukosa. Mekanisme penurunan sekresi insulin pada DM tipe 2 belum diketahui secara jelas. Meskipun terdapat asumsi bahwa terdapat defek genetik yang *superimposed* dengan resistensi insulin yang pada akhirnya menyebabkan kegagalan sel  $\beta$  pankreas.<sup>12</sup>

#### 2.4.4. Gangguan Fungsi Sel $\beta$ Pankreas

Resistensi insulin yang berkaitan dengan obesitas dan defek sekresi insulin adalah faktor risiko utama pada DM tipe 2. Penurunan fungsi sel  $\beta$  yang progresif menyebabkan gangguan toleransi glukosa yang kemudian diikuti oleh perkembangan menjadi DM tipe 2. Perubahan dari *Glucose Induced Insulin Secretion* (GIIS) pada DM tipe 2 dapat berasal dari perubahan fungsi sel  $\beta$ , massa sel  $\beta$  atau keduanya.<sup>12</sup>

### 2.5. Menegakkan Diagnosis Diabetes Mellitus Tipe 2<sup>9,21</sup>

Saat ini telah disepakati secara internasional kriteria diagnosis diabetes mellitus oleh *The World Health Organization* (WHO) adalah berdasarkan kadar glukosa

dalam darah. Diagnosis tidak dapat ditegakkan atas dasar adanya glukosuria. Oleh Komite Ahli WHO (1980) ditetapkan bahwa diagnosis diabetes melitus telah dapat ditegakkan dengan mengukur kadar glukosa darah saat puasa dan 2 jam setelah pembebanan glukosa 75 gram secara oral (tes toleransi glukosa oral/TTGO). Guna penentuan diagnosis DM, pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan adalah pemeriksaan glukosa darah secara enzimatik dengan bahan darah vena. Penggunaan bahan darah utuh (*whole blood*), vena ataupun kapiler tetap dapat dipergunakan dengan memperhatikan angka-angka kriteria diagnostik yang berbeda sesuai pembakuan oleh WHO. Bila dijumpai kasus – kasus dengan kecurigaan menderita diabetes, salah satunya dengan adanya riwayat keluarga diabetes, obesitas, dan faktor usia, tetapi hasil tes toleransi glukosa oral (TTGO) belum memenuhi kriteria diagnosis, perlu dilakukan pemeriksaan ulangan secara periodik sampai diagnosis adanya diabetes dapat ditegakkan. Anggota *The National Diabetes Data Group* (NDDG) merekomendasikan penggunaan glukosa 75 gram yang dilarutkan dalam air dan diminum dalam waktu lima menit sebagai upaya diagnosis DM melalui tes toleransi glukosa oral. Tes tersebut dilakukan setelah sebelumnya puasa selama 10-16 jam sebelumnya, dengan tiga hari sebelumnya makan seperti biasa, melakukan kegiatan jasmani cukup, tidak terlalu berat. Selanjutnya dilakukan pengambilan darah untuk mendapatkan konsentrasi glukosa darah puasa. Kemudian diberikan larutan glukosa 75 gram, dilarutkan dalam air 250 mL dan diminum selama/dalam waktu lima menit, dan dilakukan pemeriksaan darah untuk mendapatkan konsentrasi glukosa darah satu dan dua jam setelah pembebanan glukosa. Selama pemeriksaan, pasien tetap istirahat dan tidak merokok.<sup>29</sup>

**Tabel 4. Kadar Glukosa Darah Sewaktu (mg/dL) dan Puasa sebagai Patokan Penyaring dan Diagnosis DM**

No	JENIS PEMERIKSAAN	SAMPEL DARAH	BUKAN DM	BELUM PASTI DM	DM
1	Kadar glukosa darah sewaktu (mg/dL)	Plasma vena	< 110	110-199	≥ 200
		Darah kapiler	< 90	90-199	≥ 200
2	Kadar glukosa darah puasa (mg/dL)	Plasma vena	< 110	110-125	≥ 126
		Darah kapiler	< 90	90-109	≥ 110

Sumber : Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2006

Berbagai keluhan dapat ditemukan pada penyandang diabetes. Kecurigaan adanya DM perlu dipikirkan apabila terdapat keluhan klasik DM seperti tersebut di bawah ini :

- Keluhan klasik DM : poliuria, polifagia, polidipsia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya
- Keluhan lain dapat berupa : lemah badan, kesemutan, gatal, penglihatan kabur, disfungsi ereksi pada pria serta pruritus vaginae pada wanita

Diagnosis DM dapat ditegakkan melalui 3 cara sebagai berikut :

- Pertama, jika keluhan klasik ditemukan, maka pemeriksaan glukosa plasma sewaktu  $\geq 200$  mg/dL sudah cukup untuk menegakkan diagnosis DM
- Kedua, dengan pemeriksaan glukosa plasma puasa yang lebih mudah dilakukan, mudah diterima oleh pasien sehingga pemeriksaan ini dianjurkan untuk diagnosis DM
- Ketiga, dengan melakukan tes toleransi glukosa oral. Meski TTGO dengan pembebanan glukosa 75 g lebih sensitif dan spesifik dibanding dengan pemeriksaan glukosa plasma puasa, namun memiliki keterbatasan tersendiri. TTGO sulit dilakukan berulang -- ulang dan dalam praktek sangat jarang dilakukan. Langkah diagnostik dapat dilihat pada Gambar 1.

**Tabel 5. Kriteria Diagnosis DM**

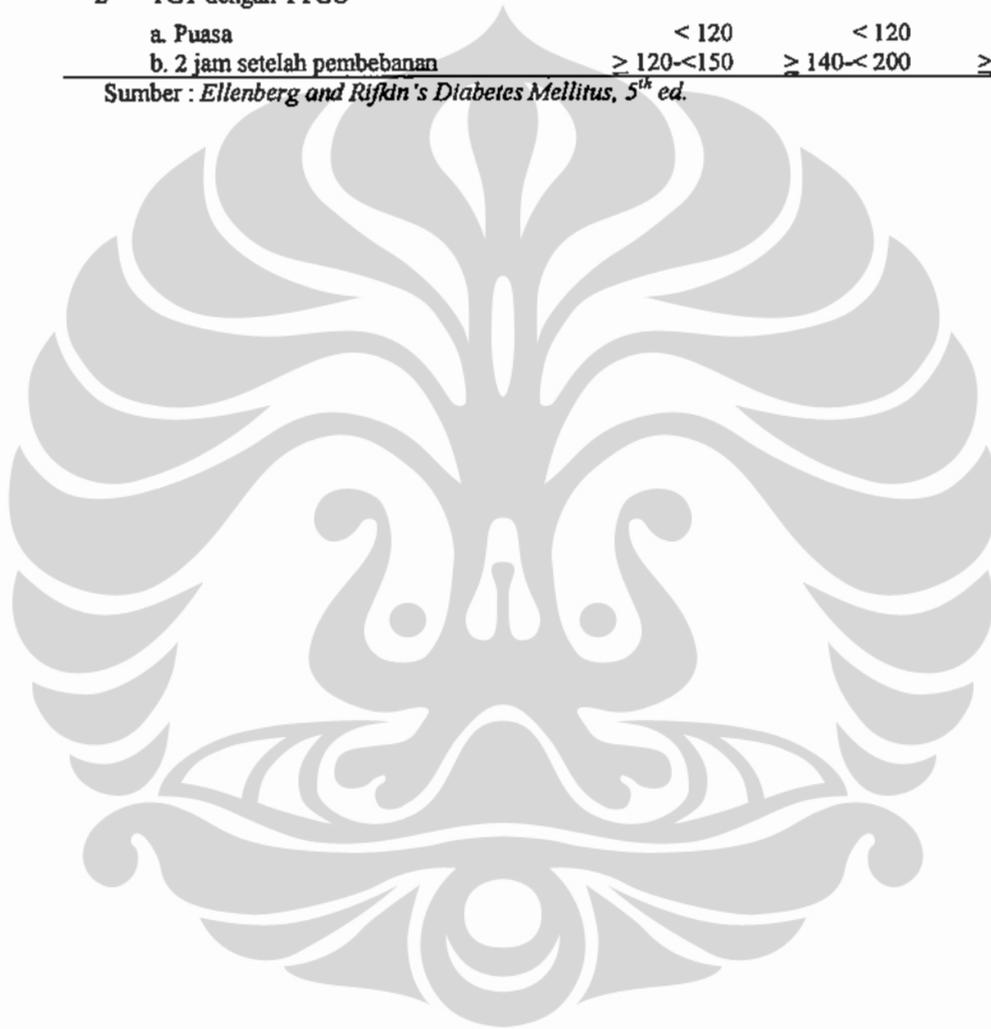
NO	TANDA dan GEJALA
1	Gejala klasik DM + glukosa plasma sewaktu $\geq 200$ mg/dL (11,1 mmol/L) <i>Glukosa plasma sewaktu merupakan hasil pemeriksaan sesaat pada suatu hari tanpa memperhatikan waktu makan terakhir</i>  Atau
2	Gejala klasik DM + glukosa plasma puasa $\geq 126$ mg/dL (7,0 mmol/L) <i>Puasa diartikan pasien tidak mendapat kalori tambahan sedikitnya 8 jam</i>  Atau
3	Kadar glukosa plasma 2 jam pada TTGO $\geq 200$ mg/dL (11,1 mmol/L) <i>TTGO dilakukan dengan standard WHO, menggunakan beban glukosa yang setara dengan 75 g glukosa anhidrus yang dilarutkan ke dalam air</i>

Sumber : Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2006

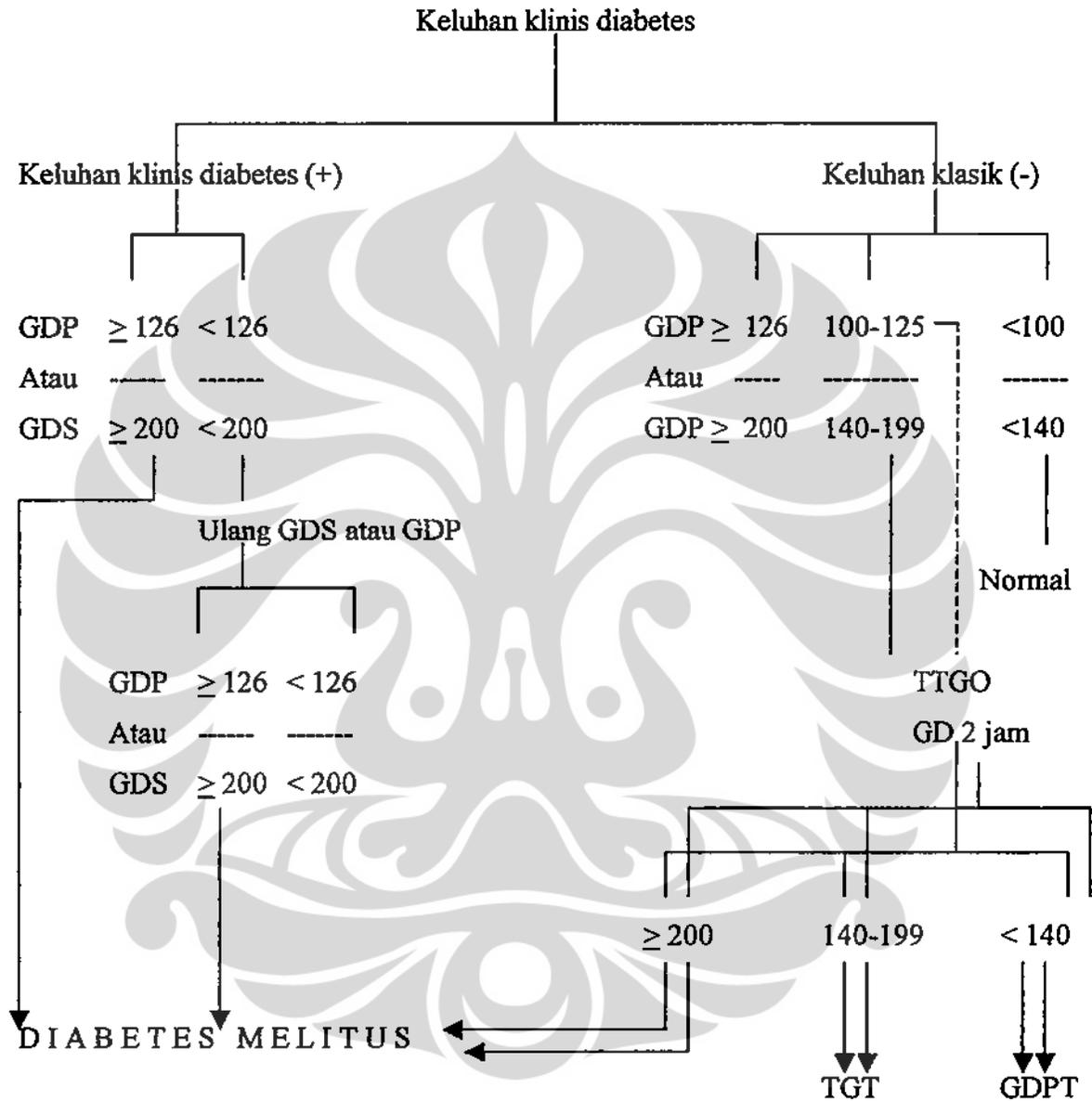
**Tabel 6. Kategori Respon DM dan TGT Berdasarkan Nilai Diagnostik TTGO**

No	JENIS PEMERIKSAAN	DARAH VENA (mg/dL)	DARAH KAPILER (mg/dL)	PLASMA VENA (mg/dL)
1	DM dengan TTGO			
	a. Puasa	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 140$
	b. 2 jam setelah pembebanan	$\geq 180$	$\geq 200$	$\geq 200$
2	TGT dengan TTGO			
	a. Puasa	$< 120$	$< 120$	$< 140$
	b. 2 jam setelah pembebanan	$\geq 120$ - $<150$	$\geq 140$ - $< 200$	$\geq 140$ - $<200$

Sumber : *Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus, 5<sup>th</sup> ed.*



**Gambar 1. Langkah – Langkah Diagnostik DM dan Gangguan Toleransi Glukosa**



Apabila hasil pemeriksaan tidak memenuhi kriteria normal atau DM, maka dapat digolongkan ke dalam kelompok Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) atau Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT) tergantung dari hasil yang diperoleh, dengan :

- TGT : Diagnosis TGT ditegakkan bila setelah pemeriksaan TTGO didapatkan glukosa plasma 2 jam setelah beban antara 140-199 mg/dL (7,8-11,0 mmol/L)
- GDPT : Diagnosis GDPT ditegakkan bila setelah pemeriksaan glukosa plasma puasa didapatkan antara 100-125 mg/dL (5,6-6,9 mmol/L)

### 3. HUBUNGAN *SHIFT* dan PENYEBAB LAINNYA TERHADAP RISIKO DM TIPE 2

#### 3.1. Patofisiologi DM sebagai Akibat *Shift*

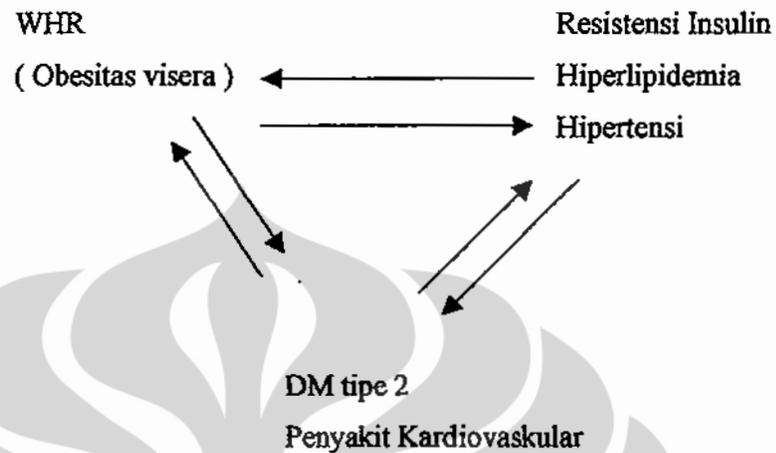
Mekanisme secara pasti timbulnya diabetes sebagai akibat diterapkannya *shift* masih belum diketahui dengan jelas. Diperkirakan karena terganggunya ritme sirkadian tubuh. Ketidakesesuaian antara aktivitas dan ekspektasi, dalam hal ini aktivitas adalah bekerja, sementara ekspektasinya adalah istirahat menimbulkan gangguan fungsi fisiologis tubuh termasuk di dalamnya gangguan metabolisme. Adanya perubahan ritme sirkadian menyebabkan tidak stabilnya kadar glukosa darah dan sekresi insulin dalam darah yang selanjutnya meningkatkan risiko diabetes melitus<sup>1</sup>. Kaitan *shift* dengan risiko diabetes melitus merupakan gabungan dari berbagai mekanisme lain seperti faktor obesitas, kurangnya latihan jasmani, hipertensi, riwayat DM dalam keluarga<sup>7</sup>. Penjelasan lain yang dianggap logis adalah bahwa dengan adanya *shift* menimbulkan perubahan ritme sirkadian terutama terhadap *diet-induced thermogenesis* (DIT). Rosmond melakukan penelitian terhadap DIT pada 9 orang responden. Dari penelitian tersebut dilaporkan bahwa DIT tertinggi didapatkan pada pagi hari (15,9% energi diperoleh dari asupan makanan), lebih rendah pada sore hari (13,5%), dan terendah pada malam hari (10,9%). Pekerja *shift* malam memiliki kecenderungan asupan energi yang lebih tinggi pada malam hari. Hal ini menjelaskan peningkatan BMI yang dialami pekerja *shift* terutama *shift* malam<sup>6</sup>.

### 3.2 Patofisiologi Faktor Penyebab Lainnya terhadap DM

#### 3.2.1 Hubungan Obesitas terhadap Risiko DM Tipe 2

Obesitas, yang didefinisikan dengan peningkatan berat badan melebihi nilai BMI  $\geq 30$ , merupakan salah satu faktor risiko diabetes melitus tipe 2<sup>13</sup>. Tidak semua individu dengan obesitas selalu disertai diabetes tipe 2, meskipun mayoritas penderita diabetes melitus tipe 2 adalah obes. Hal tersebut terjadi karena ditemukan faktor – faktor lain yang menimbulkan diabetes pada individu dengan obesitas. Patogenesis diabetes pada penderita dengan obesitas disebabkan adanya defek sel  $\beta$  pankreas dalam memproduksi insulin yang cukup untuk mencapai homeostasis glukosa dan juga akibat insensitivitas insulin pada individu obesitas (resistensi insulin). Pada individu dengan obesitas seringkali ditemukan hipertensi dan hiperlipidemia. Kumpulan gejala resistensi insulin, hipertensi, dan hiperlipidemia ini selanjutnya dikenal dengan sindrom X atau sindroma metabolik<sup>24</sup>. Sebuah penelitian yang dilakukan pada tahun 1980, dengan metode kasus kelola menemukan bahwa pada keadaan resistensi insulin terdapat klinis obesitas di area abdomen yang ditandai dengan peningkatan rasio lingkaran pinggang terhadap lingkaran perut *waist hip circumference ratio* (WHR)<sup>28</sup>. Subfraksi lemak tubuh yang sering berkaitan dengan resistensi insulin adalah jaringan adiposa pada abdomen inferior, dan massa lemak visera. Kepentingan pengukuran WHR telah didokumentasikan melalui beberapa studi epidemiologi. Meningkatnya penderita diabetes melitus tipe 2 dengan kombinasi peningkatan WHR dan konsentrasi plasma insulin puasa telah dilaporkan dari beberapa studi epidemiologi secara prospektif, pada kedua jenis kelamin<sup>22</sup>.

**Gambar 2. Hubungan WHR, Sindrom Metabolik, dan Penyakit Kardiovaskular**



Pengukuran WHR dalam studi epidemiologi dianggap memadai untuk memberikan gambaran kasar mengenai distribusi lemak dalam tubuh, terutama pada individu dengan obesitas dan usia tua. Dibandingkan dengan metode lain seperti CT Scan yang jauh lebih rumit dan mahal, hasil pengukuran WHR dapat diandalkan, namun tentunya dengan perhatian khusus. Kelemahan metode pengukuran WHR tersebut karena dianggap lemahnya kaitan WHR dengan massa lemak visera<sup>22</sup>.

Dari beberapa kepustakaan didapatkan bahwa obesitas visera, terutama pada area abdomen, meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2. Penelitian yang dilakukan oleh Jean Vague, peneliti yang pertama memisahkan antara obesitas android dan ginekoid, melaporkan bahwa individu dengan obesitas android memiliki risiko lebih tinggi terjadinya diabetes tipe 2 dibandingkan individu dengan obesitas ginekoid. Pada penelitian tersebut, kelompok dengan obesitas android tersebut umumnya disertai dengan resistensi insulin, sementara peningkatan WHR yang ditemukan umumnya disertai dengan hiperlipidemia dan hipertensi, dimana sindrom metabolik merupakan faktor risiko penyakit kardiovaskular<sup>13</sup>.

Pertanyaan mengenai kaitan akumulasi lemak visera dan resistensi insulin yang juga merupakan risiko terjadinya diabetes tipe 2, sedikit demi sedikit mulai

terjawab. Pada keadaan resistensi insulin sangat mudah untuk terjadi diabetes melitus tipe 2 yang disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dalam darah. Keterkaitan antara resistensi insulin dan hiperlipidemia diperkirakan karena abnormalitas sistem neuroendokrin. Terkait dalam gangguan sistem neuroendokrin adalah gangguan regulasi hormon kortisol, *sex hormones*, dan *growth hormones*. Peningkatan sekresi hormon kortisol menyebabkan keadaan resistensi insulin baik pada massa otot maupun jaringan hati. Sebuah penelitian yang meneliti efek testosteron terhadap pengaturan sensitivitas insulin pada jaringan otot, mendapatkan bahwa pria dengan sindrom metabolik (resistensi insulin, hiperlipidemia, dan hipertensi) memiliki kadar testosteron yang lebih rendah dibandingkan pria tanpa sindrom metabolik. Sementara pada wanita dengan hormon androgen yang lebih dominan (hiperandrogenitas), lebih berisiko terjadi terhadap resistensi insulin dan juga kondisi – kondisi lainnya seperti penyakit kardiovaskular, dan hipertensi<sup>13</sup>.

### 3.2.2 Hubungan Usia terhadap Risiko DM Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 umumnya merupakan penyakit yang bersifat kronik sehingga pada umumnya penderitanya berusia tua, yang selanjutnya akan menjadi beban, baik beban ekonomi, sosial, maupun terhadap pembiayaan kesehatan. Upaya pendekatan terapi terhadap diabetes melitus tipe 2 pada usia tua adalah dengan berkonsentrasi pada upaya – upaya mengurangi defek sekresi dan resistensi insulin<sup>8</sup>. Penggunaan istilah sindrom metabolik untuk menerangkan suatu diabetes melitus disebabkan karena diabetes tipe 2 umumnya merupakan gabungan dari beberapa penyakit penyerta lain seperti penyakit kardiovaskular<sup>9</sup>.

Prevalensi diabetes dan toleransi glukosa terganggu meningkat dengan bertambahnya usia. Sebagian besar subjek pada berbagai penelitian didiagnosis diabetes setelah usia 40 tahun dan usia terbanyak onset diabetes adalah pada usia 60 tahun. Pada pasien berusia tua, kondisi tersebut semakin diperparah / diperberat oleh penurunan fungsi ginjal dan proses penuaan<sup>23</sup>. Gangguan toleransi glukosa berkaitan usia pertama kali diteliti oleh Spence (1921), dan telah dibuktikan melalui beberapa penelitian akhir – akhir ini bahwa gangguan toleransi glukosa dimulai pada dekade ke – 3 atau lebih awal pada populasi obese dan

berlanjut hingga usia tua. Peningkatan kadar glukosa darah bervariasi, dimulai dari 0,33 – 0,72 mmol/L (5,9 – 13,0 mg/dL) per dekade pada hasil glukosa darah 1 dan 2 jam setelah pembebanan. Populasi wanita menunjukkan angka 0,55 mmol/l (9,9 mg/dL) lebih tinggi dari populasi pria<sup>25</sup>. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh *The Third National Health and Nutrition Examination Surveys* (NHANES III) terhadap 19.000 penduduk Amerika Serikat pada tahun 1994 menemukan adanya peningkatan gangguan toleransi glukosa sebesar 11,9% pada kelompok usia 40 – 49 tahun menjadi 20,7% pada kelompok usia 60 – 74 tahun. Prevalensi diabetes mencapai keadaan “plateau” pada kelompok usia 60 – 74 tahun. Gangguan toleransi glukosa bersifat multifaktorial di mana salah satu faktor penyebabnya adalah defek dan resistensi insulin. Defek inilah yang selanjutnya merupakan penyebab utama diabetes melitus tipe 2 pada kelompok usia tua sebagai akibat berkurangnya massa otot<sup>26</sup>.

**Tabel 7. Gangguan Toleransi Glukosa pada Usia Tua :  
Faktor–Faktor yang Memberi Kontribusi**

No	FAKTOR yang MEMBERI KONTRIBUSI
1	Gangguan sekresi insulin
2	Resistensi insulin
3	Obesitas
4	Obat diabetogenik (thiazid, glukokortikoid)
5	Latihan jasmani kurang
6	Makanan tinggi karbohidrat

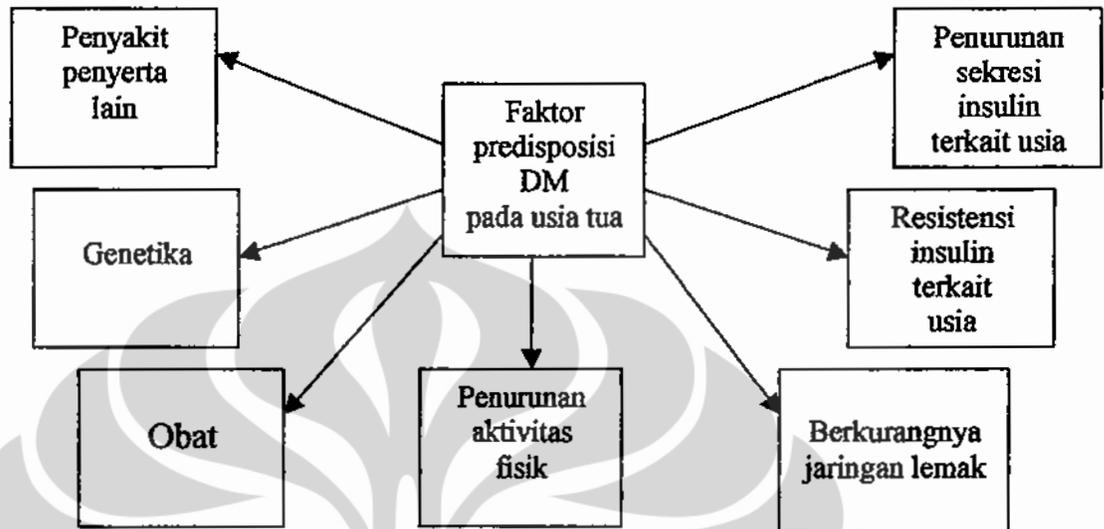
Sumber: *International Textbook of Diabetes Mellitus*, 3<sup>rd</sup> ed. 2004

Gangguan metabolisme pada kelompok usia tua, baik dengan atau tanpa diabetes, diteliti secara lengkap oleh Meneilly dkk. dengan menggunakan teknik *glucose – clamp*. Tidak seperti pada populasi usia muda, pada kelompok usia tua, produksi glukosa hati mencapai kadar normal pada populasi obes. Umumnya jarang terjadi suatu resistensi insulin sehingga pada kelompok usia tua lebih banyak terjadi gangguan sekresi insulin oleh pankreas. Menurut *The National Diabetes Data Group* (NDDG), pemeriksaan kadar glukosa darah puasa merupakan cara terbaik sebagai upaya diagnostik terbaik bagi penyandang diabetes berusia pra lansia dan lansia. Penyandang DM berusia dewasa – tua umumnya merupakan kelompok

yang heterogen. Meskipun sebagian besar merupakan diabetes tipe 2, juga terdapat variasi – variasi lainnya seperti penyandang diabetes tipe 2 dengan obesitas, ketosis, dengan intervensi diet, konsumsi obat hipoglikemik oral, insulin, atau kombinasi dari beberapa kondisi tersebut di atas. Mekanisme perubahan metabolisme glukosa terkait usia diperkirakan terutama karena adanya perubahan fungsi sel  $\beta$  pankreas dan perubahan aksi insulin akibat faktor usia (penuaan)<sup>23</sup>.

Beberapa penelitian mencoba untuk mengendalikan beberapa variabel yang mempengaruhi gangguan metabolisme glukosa terkait usia tua. Terbukti bahwa secara gradual terdapat penurunan toleransi glukosa terkait usia pada kedua jenis kelamin. Intoleransi glukosa terjadi pada kelompok usia yang diikuti oleh perlambatan absorpsi glukosa oral dan penghantaran glukosa posthepatik. Kondisi hiperglikemik yang ditemukan pada penyandang diabetes usia tua terjadi karena perlambatan supresi *output* glukosa oral dan penurunan pengambilan glukosa perifer selama proses ingesti glukosa secara oral. Beberapa penelitian mencoba mengetahui kaitan usia dengan sekresi insulin baik pada manusia maupun hewan. Pada dasarnya, dari hasil penelitian – penelitian tersebut menunjukkan adanya pengaruh faktor usia terhadap gangguan sekresi insulin. Melalui beberapa penelitian juga telah menemukan adanya perlambatan respons insulin yang terjadi pada saat tes toleransi glukosa oral (TTGO), yang terjadi pada penyandang diabetes usia tua<sup>8</sup>.

**Gambar 3. Hubungan Faktor Predisposisi terhadap Risiko Diabetes Melitus Tipe 2**



Diabetes tipe 2 pada kelompok usia tua umumnya bersifat asimtomatik . Bila ditemukan tanda atau gejala diabetes, umumnya dianggap sebagai tanda atau gejala dari penyakit lainnya, selain diabetes. Salah satu gejala yang paling sering timbul dan sulit dijelaskan adalah penurunan berat badan. Selain perlu diwaspadai akibat proses keganasan, penurunan berat badan juga merupakan tanda adanya kemungkinan diabetes yang tidak terkontrol pada kelompok usia tua. Karenanya perlu diwaspadai adanya hiperglikemia pada usia tua <sup>8</sup>.

**Tabel 8. Jenis Obat yang dapat Menyebabkan Hiperglikemia**

No	KELOMPOK OBAT	JENIS OBAT
1	Antihipertensi	Diuretik β-blocker adrenergik α2-agonis Ca channel blocker
2	Antiinflamasi	Glukokortikoid NSAID
3	Lain-lain	Estrogen / progesterone Fenitoin Pentamidine Asam nikotinat

Sumber : *Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus, 5<sup>th</sup> ed. 1997*

### 3.2.3 Hubungan Jenis Kelamin terhadap Risiko DM Tipe 2

Keterkaitan gender terhadap risiko diabetes melitus masih banyak diteliti hingga saat ini, di antaranya penelitian yang dilakukan oleh *The Health Professionals Follow Up Study* menyebutkan bahwa risiko diabetes 4 kali lebih tinggi pada jenis kelamin laki – laki, ras kaukasia dengan obesitas. Penelitian serupa yang dilakukan oleh *The Nurse's Health Study* menyebutkan bahwa risiko diabetes menjadi 8 kali lebih tinggi pada jenis kelamin perempuan dengan BMI > 26 dibandingkan dengan perempuan dengan BMI < 21.<sup>28</sup>

### 3.2.4 Hubungan Hipertensi terhadap Risiko DM Tipe 2

Hipertensi merupakan kontributor yang penting terhadap komplikasi mikro dan makrovaskular diabetes. Selain itu, hipertensi juga merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, serta disfungsi retina<sup>4</sup>. Umumnya hipertensi berkaitan dengan diabetes. Pada 90% diabetes melitus tipe 2, yang sebagian besar penderitanya obesitas, hipertensi lebih sering ditemukan dibandingkan individu tanpa diabetes. Pada sebuah penelitian di *United Kingdom*, terhadap 3648 kasus baru diabetes melitus tipe 2, ditemukan prevalensi hipertensi sebesar 35% pada laki – laki dan 46% pada perempuan, dan hipertensi umumnya disertai dengan obesitas.<sup>11</sup> Hubungan antara hipertensi, diabetes, dan obesitas menjadi lebih kuat terutama pada individu dengan obesitas tubuh bagian atas, yang juga merupakan risiko terhadap resistensi insulin. Risiko hipertensi menjadi 2 kali lebih besar pada individu normotensi dengan gangguan toleransi glukosa ataupun diabetes dibandingkan pada individu dengan toleransi glukosa normal. Studi mengenai hal tersebut diamati selama 8 tahun terhadap 3490 populasi laki – laki di Helsinki. Pernyataan sebaliknya juga berlaku sama bahwa gangguan toleransi glukosa dan diabetes lebih sering muncul pada hipertensi dibandingkan kondisi normotensi. Risiko diabetes pada individu hipertensi semakin meningkat pada keadaan – keadaan seperti usia tua, obesitas, distribusi lemak terutama pada tubuh bagian atas (area abdomen), dan hiperinsulinemia.<sup>16</sup>

**Tabel 9. Beberapa Mekanisme Hiperinsulinemia yang Menyebabkan Peningkatan Tekanan Darah**

NO	EFEK HIPERINSULINEMIA
1	Meningkatkan reabsorpsi natrium dan air pada ginjal
2	Meningkatkan sensitivitas tekanan darah terhadap garam dalam diet
3	Menambah respons aldosteron terhadap angiotensin II
4	Mengubah transport elektrolit (meningkatkan natrium intrasel)
5	Mengurangi aktivitas NaKATPase
6	Meningkatkan aktivitas pompa NaK
7	Stimulasi faktor pertumbuhan otot polos pembuluh darah
8	Stimulasi nervus simpatikus
9	Mereduksi sintesis prostaglandin (vasodilator)
10	Meningkatkan sekresi endothelin

Sumber : *International Textbook of Diabetes Mellitus*, DeFronzo A 3<sup>rd</sup> ed. 2004

Pada diabetes tipe 2, hipertensi yang terjadi disebabkan karena peningkatan volume dan juga meningkatnya resistensi vaskular, yang selanjutnya akan mengarah pada aterosklerosis sebagai akibat dari hiperglikemia jangka lama. Keadaan hiperglikemia tersebut menghambat relaksasi endotel, meningkatkan kalsium intrasel bebas, dan merangsang transkripsi gen untuk pertumbuhan sel otot polos pembuluh darah<sup>17</sup>. Pada diabetes tipe 2 yang sebagian besar dengan obesitas dengan hiperinsulinemia, juga memicu terjadinya hipertensi. Mekanisme yang dapat menjelaskan yaitu penglepasan insulin dalam darah, secara normal menimbulkan vasodilatasi. Dengan adanya obesitas visera dan hiperinsulinemia (akibat dari obesitas), reaksi tersebut menjadi berlebihan dan permanen. Dapat disimpulkan dari beberapa penelitian bahwa hiperinsulinemia merupakan faktor penting dalam patogenesis diabetes dan hipertensi. Selain itu, kebiasaan – kebiasaan tertentu seperti merokok juga meningkatkan risiko tersebut<sup>19</sup>.

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1 DISAIN PENELITIAN

Disain penelitian yang dipilih adalah *cross sectional* karena disain ini dipandang sesuai dengan tujuan penelitian yang hanya bersifat deskriptif serta keterbatasan waktu dan dana yang tersedia.

### 3.2 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan di pabrik baterai PT. X karena pabrik ini menerapkan *shift* serta hasil pemeriksaan kesehatan karyawan ditemukan angka penderita DM yang cukup tinggi yakni sebesar 5.66%. Waktu penelitian direncanakan pada Bulan Januari – Mei 2008.

### 3.3 POPULASI PENELITIAN

Semua pekerja pabrik baterai PT. X.

### 3.4 KRITERIA SAMPEL

Semua pekerja yang terdaftar di pabrik baterai PT. X masuk sebagai sampel penelitian kecuali mereka yang memiliki kriteria eksklusi sampel sebagai berikut:

- a) Menolak mengikuti penelitian
- b) Telah menderita atau didiagnosis diabetes melitus tipe 2 oleh Dokter sebelum bekerja dengan *shift* di pabrik baterai PT. X
- c)  $BMI \leq 18$
- d) Mengundurkan diri dari pekerjaan saat penelitian dilakukan
- e) Sakit saat penelitian dilakukan
- f) Meninggal saat penelitian dilakukan
- g) Hamil saat penelitian dilakukan

### 3.5 BESAR SAMPEL

Pada penelitian ini besar sampel diambil secara *total sampling*.

### 3.6 CARA PENGAMBILAN SAMPEL

Cara pemilihan sampel dengan menggunakan *total sampling*.

### 3.7 CARA PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan merupakan data primer yang diperoleh dari:

- a) Pengukuran kadar glukosa darah TTGO
- b) Pengukuran antropometri (berat dan tinggi badan)
- c) Pengukuran tekanan darah
- d) Pengisian kuesioner dengan wawancara

Data sekunder diperoleh dari rekam medis pekerja yakni data tentang kadar glukosa darah puasa hasil pemeriksaan kesehatan tiga tahun terakhir.

### 3.8 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS DATA

Data yang berhasil dikumpulkan, diedit, verifikasi, *coding* lalu dimasukkan dalam program komputer *statistical package for social sciences* (SPSS) 11.5. Analisis data dilakukan dengan pendekatan *cross sectional* dengan interval kepercayaan 95%. Analisis statistik yang akan dilakukan meliputi:

- a) Analisis univariat, dilakukan untuk melihat distribusi frekuensi dari semua variabel yang diamati, yakni:
  - Data demografi
  - Data hasil pemeriksaan kadar glukosa darah TTGO
- b) Analisis bivariat, dilakukan untuk melihat hubungan dari masing-masing variabel terikat dengan variabel bebas. Uji statistik yang digunakan adalah *chi square test*.
- c) Analisis multivariat, dilakukan untuk melihat besarnya peranan masing-masing variabel bebas terhadap risiko munculnya DM. Analisis variabel dilakukan bila pada analisis bivariat didapat nilai  $P \leq 0.25$ . Uji statistik yang digunakan adalah regresi logistik.

### 3.9 PENYAJIAN DAN INTERPRETASI DATA

Penyajian data dilakukan secara tekstular, tabular, dan grafikal. Interpretasi dilakukan dengan bantuan kepustakaan yang sesuai.

### 3.10 VARIABEL PENELITIAN DAN DEFINISI OPERASIONAL

Sesuai dengan kerangka konsep seperti yang tercantum pada halaman 31, variabel penelitian adalah sebagai berikut:

### 3.10.1 Variabel Dependent

Diabetes Melitus tipe 2, bila kadar glukosa darah TTGO  $\geq 200$  mg/dL.

### 3.10.2 Variabel Independent

#### a. *Shift*

Waktu kerja secara bergantian yaitu waktu kerja pagi, sore, dan malam, yang dikelompokkan atas :

0 = Bekerja dengan *shift* (pagi, sore, malam secara bergantian)

1 = Bekerja tanpa *shift* (pagi saja)

#### b. Usia

Berdasarkan ulang tahun terakhir seperti yang tercantum pada Kartu Tanda Penduduk (KTP), yang dikelompokkan atas :

0 =  $> 45$  tahun

1 =  $\leq 45$  tahun

#### c. Jenis kelamin

Dikelompokkan atas :

0 = laki-laki

1 = perempuan

#### d. Masa kerja dengan *shift*

Adalah masa sejak pertama kali bekerja dengan *shift* di PT. X sampai sekarang, dalam tahun, yang dibulatkan ke atas, dan dikelompokkan atas :

0 =  $> 20$  tahun

1 =  $\leq 20$  tahun

#### e. Status gizi

Dinyatakan dalam Index Massa Tubuh (IMT) yaitu perbandingan berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter, yang dikelompokkan atas :

0 = Obes, IMT  $\geq 25,0$

1 = Tidak obes, IMT  $< 25,0$

**f. Riwayat DM dalam keluarga :**

Riwayat penyakit DM dalam keluarga, baik pada saudara kandung, orang tua atau kerabat sedarah lainnya

0 = Ada riwayat DM dalam keluarga

1 = Tidak ada riwayat DM dalam keluarga

**g. Latihan jasmani :**

Frekuensi melakukan olah raga dalam 1 minggu, yang dikelompokkan atas:

0 = Tidak pernah melakukan olah raga setiap minggunya

1 = Melakukan olah raga setiap minggunya, setidaknya 1x/minggu

**h. Hipertensi**

Bila tekanan darah pekerja PT. X,  $\geq 130/90$  mmHg, yang dikelompokkan atas :

0 = Menderita hipertensi

1 = Tidak menderita hipertensi

**i. Merokok**

Ada tidaknya kebiasaan merokok yang dimiliki pekerja, yang dikelompokkan atas:

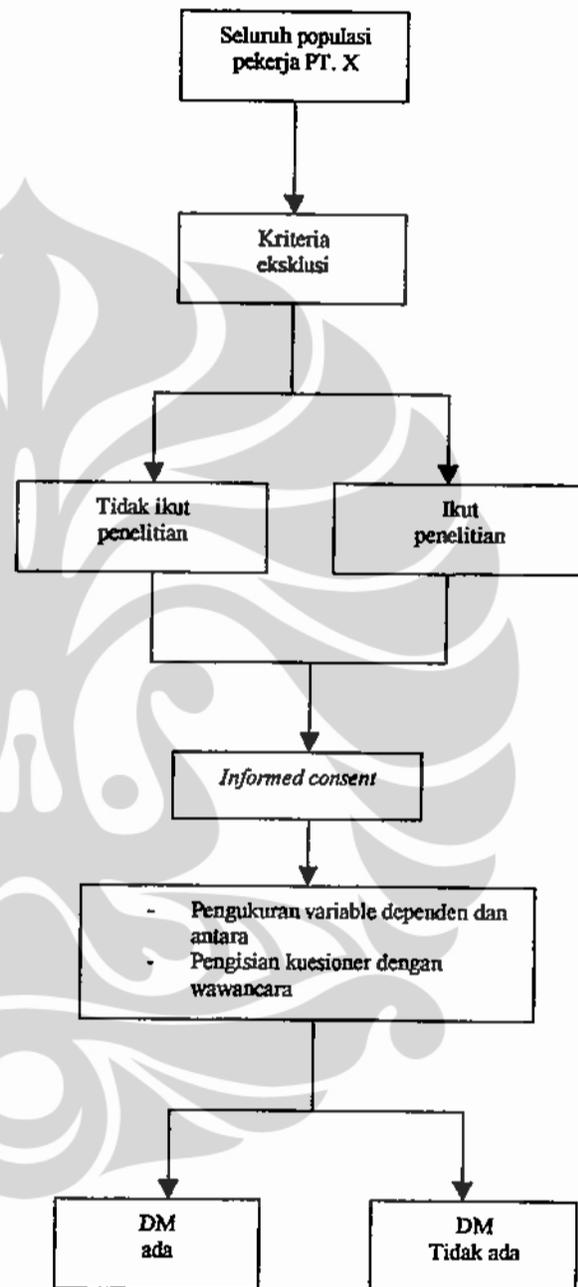
0 = Merokok

1 = Tidak merokok

**4 ETIKA PENELITIAN**

Sebelum dilakukan penelitian telah dilakukan *ethical clearance* untuk proposal penelitian. Selanjutnya sesuai prosedur, segala keterangan yang diberikan kepada peneliti dan hasil pemeriksaan pada pekerja akan dirahasiakan. Responden yang bersedia ikut dalam penelitian akan mengisi formulir *informed consent*.

## 5 ALUR PENELITIAN



## BAB 4 HASIL PENELITIAN

### 4.1 JUMLAH RESPONDEN

Pabrik baterai PT. X yang berlokasi di Jakarta memiliki total karyawan sejumlah 544 orang. Sebanyak 366 orang memenuhi kriteria penelitian, sebanyak 149 orang menolak mengikuti penelitian, 18 orang BMI  $\leq$  18, sebanyak dua orang menderita DM sejak sebelum bekerja di PT. X, sebanyak enam orang mengundurkan diri dari PT. X, dan tiga orang dirawat di RS selama penelitian dilaksanakan. Perincian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Rincian Jumlah Populasi dan Responden**

No	RINCIAN RESPONDEN	JUMLAH	%
1	Sesuai kriteria penelitian (responden)	366	67.28
2	Menolak mengikuti penelitian	149	27.39
3	BMI $\leq$ 18	18	3.31
4	Mengundurkan diri dari pekerjaan	6	1.10
5	Sakit saat penelitian	3	0.55
6	Telah menderita DM sejak sebelum bekerja di PT. X	2	0.37
	Jumlah (populasi)	544	100.00

### 4.2 KARAKTERISTIK RESPONDEN

Dari penelitian ini diketahui bahwa responden dengan usia lebih dari 45 tahun merupakan proporsi terbanyak, yakni sebanyak 192 orang (52.5%). Jenis kelamin responden laki-laki sebanyak 360 orang (98.4%). Masa kerja dengan *shift* terbanyak adalah lebih dari 20 tahun, yakni sebanyak 251 orang (68.6%). Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa sebagian besar responden obes yaitu sebanyak 189 orang (51.6%), tidak pernah melakukan latihan jasmani, sebanyak 153 orang (41.8%), tidak memiliki riwayat penyakit DM dalam keluarga, yakni sebanyak 258 orang (77.7%), tidak menderita hipertensi, yaitu sebanyak 301 orang (82.2%), dan bukan perokok, yaitu sebanyak 254 orang (69.4%). Perincian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Karakteristik Responden Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008

No	KARAKTERISTIK RESPONDEN	KATEGORI	JUMLAH	%
1	Usia (thn)	> 45	192	52.5
		≤ 45	174	47.5
		Total	366	100.0
2	Jenis kelamin	Laki-laki	360	98.4
		Perempuan	6	1.6
		Total	366	100.0
3	Masa kerja dengan <i>shift</i> (thn)	> 20	251	68.6
		≤ 20	115	31.4
		Total	366	100.0
4	Status gizi	Obes	177	48.4
		Tanpa obes	189	51.6
		Total	366	100.0
5	Riwayat DM dalam keluarga	Ada	74	22.3
		Tidak ada	258	77.7
		Total	366	100.0
6	Latihan jasmani	Tidak pernah	153	41.8
		Pernah	213	58.2
		Total	366	100.0
7	Hipertensi	Hipertensi	65	17.8
		Tidak hipertensi	301	82.2
		Total	366	100.0
8	Merokok	Merokok	112	30.6
		Tidak merokok	254	69.4
		Total	366	100.0

#### 4.3 SHIFT

Sebanyak 285 responden (77,9%) bekerja dengan *shift*. Perincian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 4.3 Jumlah Pekerja Berdasarkan Penerapan *Shift* Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008

No	PENERAPAN SHIFT	JUMLAH	%
1	<i>Shift</i>	285	77.9
2	Tidak <i>shift</i>	81	22.1
	Total	366	100.0

Pola *shift* yang diterapkan di pabrik baterai PT. X adalah sebagai berikut:

a) Jenis *shift*

Jenis *shift* yang diterapkan di pabrik baterai PT. X, Jakarta adalah rotasi yang terdiri atas 3 *shift* yaitu *shift* pagi (P), sore (S), dan malam (M). Di antara setiap jadwal *shift* atau pada setiap akhir jadwal *shift* tertentu diselipkan hari-hari libur (*day off*). Pengaturan hari libur masing-masing pekerja disesuaikan dengan kalender produksi perusahaan dan jatah libur masing-masing pekerja.

b) Jarak perputaran *shift*

Jarak perputaran *shift* yang diterapkan berjangka setiap lima sampai dengan tujuh hari pada tiap *shift*-nya (jarak perputaran panjang)

c) Arah perputaran *shift*

Pola perputaran *shift* yang diterapkan mengikuti pola pagi-malam-sore-pagi-malam-sore-pagi (PMS, PMS) dan seterusnya. Sebagaimana diketahui pola tersebut berlawanan arah jarum jam. Pada siklus *shift* berlawanan arah jarum jam (*backward rotation*), *shift* malam diikuti *shift* sore, dilanjutkan ke *shift* pagi, dan kembali *shift* malam lagi.

#### 4.4 DIABETES MELITUS

Untuk menegakkan diagnosis diabetes melitus dilakukan anamnesis dan pemeriksaan kadar glukosa darah melalui metode pemeriksaan tes toleransi glukosa oral (TTGO). Tabel 13 memperlihatkan prevalensi responden yang menderita diabetes melitus dari hasil pemeriksaan kadar glukosa darah (tes toleransi glukosa oral).

Tabel 4.4 Jumlah Pekerja yang Menderita DM Tipe 2 Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah TTGO Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008

No	DM		%
	Tipe 2	Jumlah	
1	Ya	81	22,1
2	Tidak	285	77,9
	Total	366	100,0

Pada penelitian ini didapatkan prevalensi diabetes melitus berdasarkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah TTGO adalah sebesar 22.1%.

#### 4.5 HUBUNGAN *SHIFT* TERHADAP RISIKO DM TIPE 2

Responden yang menderita DM ditemukan sebanyak 81 orang dengan 72 orang di antaranya bekerja dengan *shift* ( $P = 0.009$ ;  $OR = 2.704$ ;  $CI = 1.287 - 5.682$ ). Jika dibandingkan dengan pekerja yang tidak *shift*, pekerja dengan *shift* berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 2.704 kali lebih tinggi. Perincian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hubungan Faktor *Shift* dengan Risiko Diabetes Melitus Tipe 2 pada Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008

No	PENERAPAN <i>SHIFT</i>	DIABETES MELITUS TIPE 2				OR	95% CI		P
		DM		TIDAK DM			Lower	Upper	
		n	%	n	%				
1	<i>Shift</i>	72	88,9	213	74,7				
2	Tidak <i>shift</i>	9	11,1	72	25,3	2,704	1,287	5,682	0,009*
	Total	81	100,0	285	100,0				

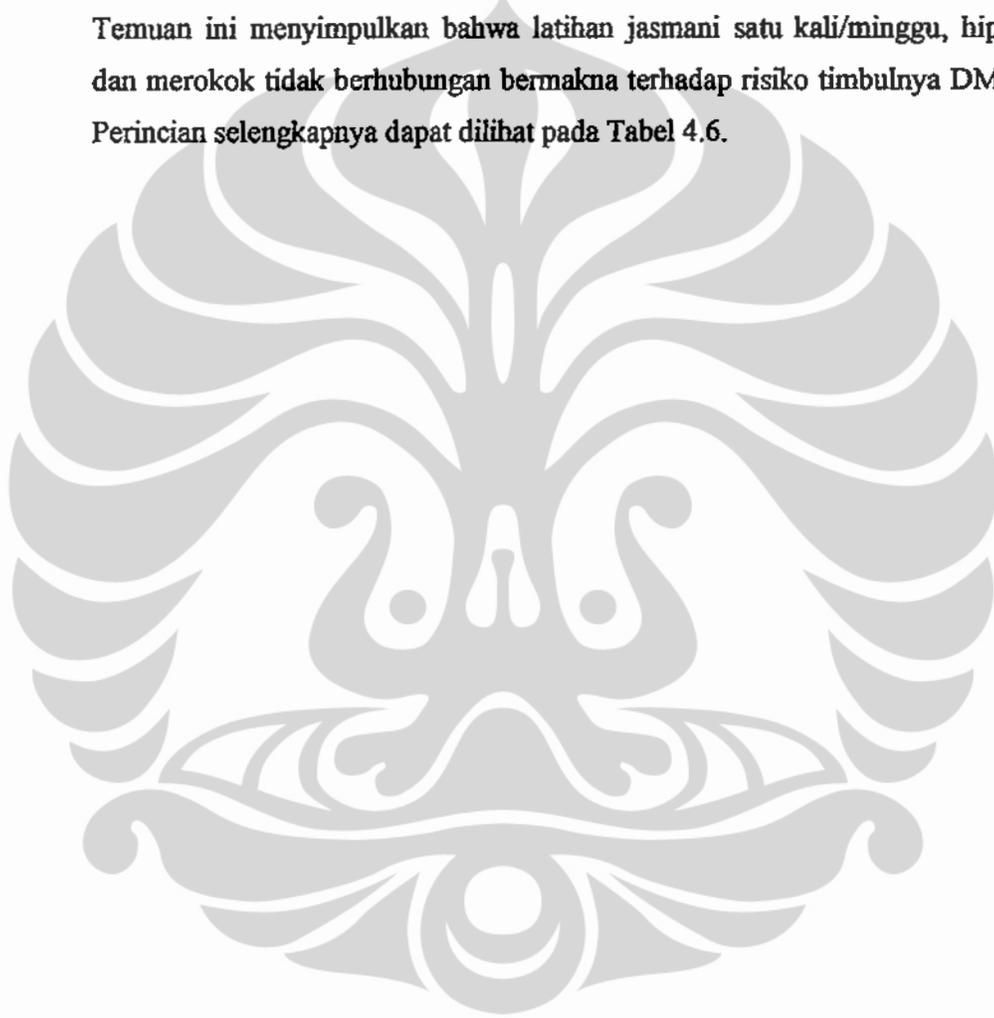
#### 4.6 HUBUNGAN FAKTOR PENYEBAB LAINNYA TERHADAP RISIKO DM TIPE 2

Responden yang menderita DM ditemukan sebanyak 81 orang, dengan komposisi terbanyak berusia > 45 tahun ( $P = 0.707$ ;  $OR = 1.171$ ;  $CI = 0.555 - 1.490$ ); jenis kelamin laki-laki ( $P = 0.511$ ;  $OR = 0.566$ ;  $CI = 0.320 - 9.889$ ); dan masa kerja dengan *shift* > 20 tahun ( $P = 0.694$ ;  $OR = 1.114$ ;  $CI = 0.524 - 1.537$ ). Temuan ini menyimpulkan bahwa usia > 45 tahun, jenis kelamin, dan masa kerja dengan *shift* > 20 tahun tidak berhubungan bermakna terhadap risiko DM tipe 2.

Penelitian ini menemukan bahwa 55 responden menderita obes ( $P = 0.001$ ;  $OR = 2.384$ ;  $CI = 1.414 - 4.016$ ). Ini berarti, jika dibandingkan dengan pekerja tanpa obes, pekerja dengan obes berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 2.384 kali lebih tinggi. Ditemukan pula 47 responden memiliki riwayat DM dalam keluarga ( $P = 0.000$ ;  $OR = 14.299$ ;  $CI = 8.130 - 26.316$ ). Ini berarti, jika dibandingkan dengan

pekerja tanpa riwayat DM dalam keluarga, pekerja dengan riwayat DM dalam keluarga berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 14.299 kali lebih tinggi.

Penelitian ini menemukan bahwa 40 responden tidak pernah melakukan latihan jasmani sekurangnya satu kali/minggu ( $P = 0.118$ ;  $OR = 0.673$ ;  $CI = 0.410 - 1.106$ ); 13 responden menderita hipertensi ( $P = 0.648$ ;  $OR = 0.857$ ;  $CI = 0.600 - 2.270$ ); dan 28 responden merokok ( $P = 0.381$ ;  $OR = 1.264$ ;  $CI = 0.468 - 1.336$ ). Temuan ini menyimpulkan bahwa latihan jasmani satu kali/minggu, hipertensi, dan merokok tidak berhubungan bermakna terhadap risiko timbulnya DM tipe 2. Perincian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.



**Tabel 4.6** Hubungan Faktor Usia, Jenis kelamin, Masa kerja dengan *shift*, Status Gizi, Riwayat DM dalam Keluarga, Latihan jasmani, Hipertensi, dan Merokok terhadap Risiko DM tipe 2 pada Pekerja Pabrik Baterai PT. X, Januari-Mei 2008

No	VARIABEL	DM TIPE 2				OR	95% CI		P
		YA		TIDAK			Lower	Upper	
		n	%	n	%				
1	<b>Usia</b>								
	> 45	41	50,6	133	46,6	1,171	0,555	1,490	0,707
	≤ 45	40	49,4	152	53,4				
	Total	81	100,0	285	100,0				
2	<b>Jenis kelamin</b>								
	Laki-laki	79	97,5	281	98,6	0,566	0,320	9,898	0,511
	Perempuan	2	2,5	4	1,4				
	Total	81	100,0	285	100,0				
3	<b>Masa kerja dengan <i>shift</i></b>								
	> 20	57	70,4	194	68,1	1,114	0,524	1,537	0,694
	≤ 20	24	29,6	91	31,9				
	Total	81	100,0	285	100,0				
4	<b>Status gizi</b>								
	Obes	55	67,9	134	47,0	2,384	1,414	4,016	0,001*
	Tidak obes	26	32,1	151	53,0				
	Total	81	100,0	285	100,0				
5	<b>Riwayat DM dalam keluarga</b>								
	Ada	47	62,7	27	10,5	14,299	8,130	26,316	0,000*
	Tidak ada	28	37,3	230	89,5				
	Total	81	100,0	285	100,0				
6	<b>Latihan jasmani</b>								
	Tidak pernah	40	49,4	113	39,6	0,673	0,410	1,106	0,118*
	Pernah	41	50,6	172	60,4				
	Total	81	100,0	285	100,0				
7	<b>Hipertensi</b>								
	Ada	13	16,0	52	18,2	0,857	0,600	2,270	0,648
	Tidak ada	68	84,0	233	81,8				
	Total	81	100,0	285	100,0				
8	<b>Merokok</b>								
	Perokok	28	34,6	84	29,5	1,264	0,468	1,336	0,381
	Tidak perokok	53	65,4	201	70,5				
	Total	81	100,0	285	100,0				

#### 4.7 FAKTOR-FAKTOR YANG PALING BERHUBUNGAN TERHADAP RISIKO DM

Analisis multivariat dilakukan untuk melihat faktor-faktor yang paling berhubungan terhadap timbulnya diabetes melitus. Dari tabel analisis bivariat faktor-faktor yang mempunyai nilai  $P \leq 0.25$  dimasukkan dalam analisis multivariat. Hasil uji statistik bivariat yang dilakukan terhadap sembilan faktor yaitu *shift*, usia, jenis kelamin, masa kerja dengan *shift*, gizi, riwayat DM dalam keluarga, hipertensi, merokok, dan latihan jasmani didapatkan empat faktor yang memenuhi syarat untuk dilakukan analisis multivariat, yaitu *shift*, gizi, riwayat DM dalam keluarga, dan latihan jasmani. Perincian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.7

**Tabel 4.7** Faktor-Faktor yang Paling Berhubungan terhadap Risiko DM pada Pekerja Pabrik Baterai di PT. X, Januari-Mei 2008

No	VARIABEL	B	SE	df	OR	95,0% CI		P
						Lower	Upper	
1	<i>Shift</i>	1,173	0,510	1	3,230	1,189	8,776	0,021*
2	Gizi	0,818	0,380	1	2,266	1,076	4,777	0,031*
3	Riwayat DM dalam keluarga	2,652	0,329	1	14,180	7,445	27,006	0,000*
4	Latihan jasmani	-0,510	0,383	1	0,601	0,283	1,273	0,184

Pada *shift*, didapatkan  $P = 0.021$ ;  $OR = 3.230$ ;  $CI = 1.189 - 8.776$ . Hal ini berarti pekerja *shift* berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 3.230 kali lebih tinggi. Untuk status gizi lebih (obes), didapatkan  $P = 0.031$ ;  $OR = 2.266$ ;  $CI = 1.076 - 4.777$ . Ini berarti jika dibandingkan dengan pekerja tanpa obes, pekerja dengan obes berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 2.266 kali lebih tinggi. Riwayat DM dalam keluarga, didapatkan  $P = 0.000$ ;  $OR = 14.180$ ;  $CI = 7.445 - 27.006$ . Ini berarti jika dibandingkan dengan pekerja tanpa riwayat DM dalam keluarga, pekerja dengan riwayat DM dalam keluarga berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 14.180 kali lebih tinggi. Untuk faktor latihan jasmani, didapatkan  $P = 0.184$ ;  $OR = 0.601$ ;  $CI = 0.283 - 1.273$ . Ini berarti faktor tidak pernah melakukan latihan jasmani tidak berhubungan terhadap risiko timbulnya DM tipe 2. Dari hasil analisis multivariat di atas dapat diketahui faktor-faktor yang paling berhubungan terhadap risiko DM yaitu riwayat DM dalam keluarga, *shift*, dan status gizi.

## **BAB 5 PEMBAHASAN**

### **5.1 KETERBATASAN PENELITIAN**

Disain penelitian yang digunakan hanya *cross sectional*. Disain ini memiliki kelemahan, karena hanya menggambarkan hubungan statistik bukan hubungan sebab akibat. Disarankan perlu dilakukan penelitian dengan disain yang lebih sesuai yakni disain kohort atau kasus kelola.

### **5.2 HASIL PEMERIKSAAN KADAR GLUKOSA DARAH TTGO DAN PEMERIKSAAN FISIK**

Penilaian kadar glukosa darah TTGO dilakukan sesuai dengan prosedur pemeriksaan. Hasil penelitian menunjukkan diabetes melitus sebesar 22.1%. Jika dibandingkan dengan prevalensi diabetes melitus di Depok, sub-urban Jakarta pada tahun 2001 sebesar 12.8%, maka penelitian di pabrik baterai ini menunjukkan prevalensi yang lebih besar. Tentu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang tingginya prevalensi DM pada pabrik baterai PT. X ini. Di samping faktor *shift* yang menyokong tujuan penelitian ini, mungkin juga faktor usia. Usia termuda responden pada pabrik baterai PT. X adalah 24 tahun, usia tertua 58 tahun, dan rata-rata usia responden adalah 45.25 tahun (responden terbanyak berusia 45 tahun dan 48 tahun). Hal ini sesuai dengan berbagai literatur, bahwa usia > 45 tahun berisiko lebih besar menderita DM tipe 2. Prevalensi diabetes tipe 2 pada pabrik baterai PT. X, Jakarta sebesar 22.1% juga lebih tinggi dari prevalensi diabetes tipe 2 yang diperoleh dari hasil pemeriksaan kesehatan tahun 2007, yakni sebesar 5.6%. Hal ini disebabkan karena tidak dilakukannya prosedur pemeriksaan glukosa darah sesuai standar (tes toleransi glukosa oral). Pada pemeriksaan kesehatan tahun 2007, penegakan diagnosis diabetes melitus hanya didasarkan pada hasil pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu.

### **5.3 HUBUNGAN *SHIFT* TERHADAP RISIKO DM TIPE 2**

Mekanisme secara pasti timbulnya diabetes sebagai akibat diterapkannya *shift* masih belum diketahui dengan jelas. Diperkirakan karena terganggunya ritme sirkadian tubuh. Ketidaksiuaian antara aktivitas dan ekspektasi, dalam hal ini aktivitas adalah bekerja, sementara ekspektasi adalah istirahat, menimbulkan

gangguan fungsi fisiologis tubuh termasuk di dalamnya gangguan metabolisme. Adanya perubahan ritme sirkadian menyebabkan tidak stabilnya kadar glukosa darah dan sekresi insulin dalam darah yang selanjutnya meningkatkan risiko diabetes melitus. Penjelasan lain yang dianggap logis adalah *shift* menimbulkan perubahan ritme sirkadian terutama terhadap *diet-induced thermogenesis* (DIT). Rosmond melakukan penelitian terhadap DIT pada sembilan orang responden. Dari penelitian tersebut dilaporkan bahwa DIT tertinggi didapatkan pada pagi hari (15.9% energi diperoleh dari asupan makanan), lebih rendah pada sore hari (13.5%), dan terendah pada malam hari (10.9%). Pekerja *shift* malam memiliki kecenderungan asupan energi yang lebih tinggi. Hal ini menjelaskan peningkatan BMI yang dialami pekerja *shift* terutama *shift* malam.

Pada penelitian ini diketahui bahwa prevalensi diabetes melitus responden dengan *shift* lebih tinggi (88.9%) dibandingkan dengan responden tanpa *shift* (11.1%) dengan OR = 2.704. Hal ini menunjukkan bahwa jika dibandingkan dengan pekerja tanpa *shift*, pekerja *shift* berisiko terkena DM tipe 2 sebesar 2.704 kali lebih tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Steenland, 1996 menunjukkan bahwa lamanya masa kerja dengan *shift* menentukan seberapa jauh efek kesehatan yang timbul. Pada penelitian ini, prevalensi DM tipe 2 pada pekerja dengan masa kerja *shift* > 20 tahun (70.4%) lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja dengan masa kerja *shift* < 20 tahun (29.6%). Namun, faktor masa kerja dengan *shift* tidak berhubungan terhadap risiko timbulnya DM tipe 2.

### **5.3 HUBUNGAN FAKTOR PENYEBAB LAINNYA TERHADAP RISIKO DM TIPE 2**

Kaitan *shift* dengan risiko diabetes melitus merupakan gabungan dari berbagai mekanisme lain seperti obesitas, kurangnya latihan jasmani, hipertensi, dan riwayat DM dalam keluarga. Selain faktor-faktor tersebut, faktor usia, dan jenis kelamin diyakini ikut berperan dalam meningkatnya risiko DM tipe 2.

Pada penelitian ini, faktor gizi lebih (obesitas) berhubungan terhadap risiko timbulnya DM tipe 2 ( $P = 0.001$ ). Hal ini sesuai dengan berbagai kepustakaan bahwa obesitas, terutama pada area abdomen (obesitas visera), meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2. Penelitian yang dilakukan oleh Jean Vague

melaporkan bahwa individu dengan obesitas android memiliki risiko lebih tinggi terjadinya diabetes tipe 2 dibandingkan individu dengan obesitas ginekoid. Kaitan obesitas visera dan resistensi insulin yang juga merupakan risiko terjadinya diabetes tipe 2, mulai terjawab. Pada keadaan resistensi insulin sangat mudah untuk terjadi diabetes melitus tipe 2 yang disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dalam darah.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa prevalensi DM tipe 2 pada responden yang berusia > 45 tahun (50.6%) lebih tinggi daripada kelompok usia  $\leq$  45 tahun (49.4%), meskipun faktor usia tidak berhubungan bermakna terhadap risiko timbulnya DM tipe 2. Prevalensi diabetes dan toleransi glukosa terganggu dengan bertambahnya usia. Sebagian besar subjek pada berbagai penelitian didiagnosis diabetes setelah usia 40 tahun. Hal tersebut menunjukkan adanya kaitan usia dengan tingginya risiko diabetes melitus tipe 2. Diabetes melitus tipe 2 umumnya merupakan penyakit yang bersifat kronik sehingga pada umumnya penderitanya berusia tua. Mekanisme perubahan metabolisme glukosa terkait usia diperkirakan terutama karena adanya perubahan fungsi sel  $\beta$  pankreas dan perubahan aksi insulin akibat faktor usia (penuaan).

Pada penelitian ini juga didapatkan prevalensi DM tipe 2 pada responden laki-laki (97.5%) lebih tinggi dibandingkan dengan responden perempuan (2.5%). Perbedaan tersebut terjadi di antaranya karena sedikitnya jumlah pekerja perempuan pada pabrik baterai PT. X (enam orang pekerja perempuan dari 366 orang populasi). Keterkaitan gender terhadap risiko diabetes melitus masih diteliti hingga saat ini. Penelitian yang dilakukan oleh *The Health Professionals Follow Up Study* menyebutkan bahwa risiko diabetes empat kali lebih tinggi pada jenis kelamin laki-laki, dan ras kaukasia dengan obesitas. Penelitian serupa yang dilakukan oleh *The Nurse's Health Study* menyebutkan bahwa risiko diabetes menjadi 8 kali lebih tinggi pada jenis kelamin perempuan dengan BMI > 26 dibandingkan dengan perempuan dengan BMI < 21.

Pada penelitian ini didapatkan prevalensi hipertensi sebesar 17.8% dan hipertensi tidak berhubungan bermakna terhadap risiko timbulnya DM tipe 2 ( $P = 0.648$ ).

Hipertensi sebenarnya merupakan kontributor yang penting terhadap komplikasi mikro dan makrovaskular diabetes. Selain itu, hipertensi juga merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, serta disfungsi retina.<sup>4</sup> Umumnya hipertensi berkaitan dengan diabetes. Pada 90% diabetes melitus tipe 2, yang sebagian besar penderitanya obesitas, hipertensi lebih sering ditemukan dibandingkan individu tanpa diabetes. Pada penelitian ini hipertensi tidak berhubungan bermakna terhadap risiko timbulnya DM tipe 2.

Pada penelitian ini, pada akhirnya didapatkan bahwa latihan jasmani tidak berhubungan bermakna terhadap risiko DM tipe 2 ( $P = 0.118$ ). Meskipun demikian, latihan jasmani sangat diperlukan bagi semua kondisi tubuh termasuk pada penderita diabetes. Teknologi modern yang banyak diterapkan mengakibatkan berkurangnya aktivitas fisik. Sedangkan latihan jasmani merupakan salah satu upaya promosi kesehatan dan pencegahan penyakit, termasuk di dalamnya diabetes melitus tipe 2. Latihan jasmani sebagai upaya pencegahan timbulnya penyakit–penyakit degeneratif termasuk di dalamnya diabetes melitus tipe 2 sebaiknya dimulai sejak usia muda.<sup>27</sup> Pernyataan tersebut dikuatkan oleh beberapa penelitian eksperimental yang menemukan bahwa latihan fisik meningkatkan sensitivitas insulin dan memperbaiki toleransi glukosa, baik pada individu sehat, individu dengan obesitas, diabetes gestasional, maupun pada diabetes melitus tipe 2. Anjuran untuk melakukan latihan jasmani sebagai upaya pencegahan timbulnya diabetes melitus tipe 2 terutama pada individu dengan perubahan pola hidup tradisional menjadi serba modern.<sup>31</sup> Pernyataan ini didukung oleh berbagai studi deskriptif, penelitian kasus kelola, penelitian kohort retrospektif, dan prospektif. Dari beberapa kepustakaan dilaporkan bahwa penyandang diabetes tipe 1 dan 2 yang melakukan latihan jasmani secara rutin memiliki risiko penyakit kardiovaskular yang lebih rendah dan angka harapan hidup yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak melakukan latihan jasmani.<sup>14,15</sup> Sebagaimana telah diketahui, bahwa bekerja dengan *shift* menimbulkan penurunan frekuensi latihan jasmani, perubahan pada jadwal maupun besarnya asupan makanan pada malam hari, dan gangguan metabolisme terutama timbulnya resistensi insulin. Hal ini semakin meningkatkan risiko terjadinya DM tipe 2 di kalangan pekerja *shift*.

Pada penelitian ini diketahui bahwa jika dibandingkan dengan responden yang tidak memiliki riwayat DM dalam keluarga, risiko diabetes melitus tipe 2 meningkat 14.299 kali lebih tinggi pada responden yang memiliki riwayat DM dalam keluarga. Mekanisme tersebut terjadi sebagai akibat berkurangnya kemampuan insulin untuk bekerja secara efektif pada jaringan perifer (terutama sel otot dan hati). Kondisi ini merupakan gambaran yang dominan pada DM tipe 2 dan merupakan kombinasi dari obesitas dan faktor genetik (*genetically susceptible*). Selain itu, DM tipe 2 yang juga ditandai oleh resistensi insulin merupakan mekanisme gabungan dari faktor obesitas, kurangnya latihan jasmani, dan faktor herediter.

### 5.5 POLA *SHIFT* YANG DITERAPKAN PADA PT. X

Pola *shift* yang diterapkan pada pabrik baterai PT. X, Jakarta adalah pola *shift* berputar/rotasi, dengan jarak perputaran panjang, dan arah perputaran *shift* berlawanan jarum jam. Pola *shift* yang diterapkan pada pabrik baterai PT. X adalah sebagai berikut *shift* malam (M), sore (S), dan pagi (P), dan selanjutnya mengulang pola sebelumnya (MSP, MSP).

Pola rotasi dengan jarak perputaran panjang (5-7 hari) dinilai sesuai dengan kemampuan adaptasi manusia. (aspek psikologis maupun aktivitas sosial). Pendapat yang mendukung pola ini adalah bahwa manusia mampu beradaptasi parsial pada jadwal *shift* yang baru, yang dibuktikan dengan adanya pendataran kurva suhu tubuh pada periode beberapa minggu. Meskipun demikian pada beberapa penelitian dikemukakan pendapat lain bahwa seorang pekerja tidak akan pernah memperoleh fase penyesuaian secara lengkap. *Shift* dengan perputaran panjang memiliki beberapa kelebihan bagi pekerja, namun pada prakteknya lebih banyak dipakai pola *shift* dengan perputaran pendek (2-3 hari) karena lebih mudah diterima oleh para pekerja. Umumnya disebabkan karena *shift* dengan perputaran pendek memberi kesempatan pada pekerja untuk melakukan kegiatan sosial yang lebih leluasa dibandingkan dengan *shift* dengan perputaran panjang. Selama ini melalui penelitian-penelitian lainnya terbukti bahwa antara produktivitas dan kejadian kecelakaan kerja tidak berbeda secara signifikan antara pola *shift* perputaran panjang maupun pendek. Disampaikan pula bahwa faktor

kegiatan fisik di tempat kerja, lingkungan psikososial, dan dukungan keluarga serta tersedianya kesempatan untuk beristirahat secara memadai selama bekerja *shift*, harus menjadi pertimbangan dalam menyusun jadwal *shift* berikut rotasinya.

Rotasi dengan arah perputaran berlawanan jarum jam dinilai kurang sesuai dengan kemampuan adaptasi manusia. Pada siklus *shift* berlawanan arah jarum jam (*backward rotation*), *shift* malam (M) diikuti sore (S), dilanjutkan ke pagi (P), dan kembali ke malam lagi (M) (MSP, MSP). Pada siklus *shift* searah jarum jam (*forward rotation*), *shift* pagi (P) diikuti sore (S), dan dilanjutkan dengan ke malam (M) (PSM, PSM). Diharapkan dengan diterapkannya pola rotasi *shift* searah jarum jam dengan jarak perputaran yang panjang, dapat mengurangi kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkan oleh *shift* dan memperkecil adaptasi yang harus dilakukan pekerja terhadap pola *shift* dalam pekerjaannya. Berbagai penelitian mengenai pengaruh arah perputaran *shift* dan dampaknya terhadap kesehatan juga menunjukkan bahwa manusia lebih mudah beradaptasi terhadap siklus *shift* yang searah jarum jam (*shift* pagi, sore, dan kemudian malam hari) dibandingkan dengan siklus yang berlawanan arah jarum jam (*shift* pagi, malam, dan kemudian sore hari). Bertolak dari penelitian tersebut maka disarankan dalam mengatur pola rotasi kerja *shift* adalah dimulai *shift* pagi, sore, dan kemudian beralih ke *shift* malam, dan bukan sebaliknya. Manusia memang lebih mudah beradaptasi terhadap siklus *shift* yang searah jarum jam (*shift* pagi, sore, dan kemudian malam hari) dibandingkan dengan siklus yang berlawanan arah jarum jam (*shift* pagi, malam, dan kemudian sore hari).

#### **5.6 FAKTOR YANG PALING BERHUBUNGAN TERHADAP RISIKO TIMBULNYA DIABETES MELITUS TIPE 2**

Pada penelitian ini faktor yang paling berhubungan terhadap risiko timbulnya diabetes melitus yaitu riwayat DM dalam keluarga. Penyebabnya karena pada penderita DM dengan riwayat DM dalam keluarga lazimnya ditemukan kemampuan insulin yang kurang untuk bekerja secara efektif pada jaringan perifer (terutama sel otot dan hati).

Faktor lain yang paling berhubungan terhadap risiko timbulnya DM tipe 2 adalah *shift*. Mekanisme timbulnya diabetes sebagai akibat diterapkannya *shift* masih belum jelas. Diperkirakan karena terganggunya ritme sirkadian tubuh menyebabkan tidak stabilnya sekresi insulin dalam darah yang meningkatkan risiko diabetes melitus. Perubahan ritme sirkadian juga berpengaruh terhadap *diet-induced thermogenesis* (DIT). Rosmond melaporkan pekerja *shift* malam memiliki kecenderungan asupan energi yang lebih tinggi. Hal ini menjelaskan peningkatan BMI yang dialami pekerja *shift* terutama pekerja *shift* malam, yang pola gizinya akan meningkatkan risiko diabetes melitus.

Pada penelitian ini, faktor gizi lebih (obes) meningkatkan risiko diabetes. Pekerja obes berisiko menderita DM tipe 2 sebesar 2.384 kali lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja tanpa obes. Hal ini disebabkan karena pada penyandang DM tipe 2 dengan obes ditemukan defek pada sel beta pankreas dalam memproduksi insulin sehingga mengganggu tercapainya homeostasis glukosa, di samping ditemukan pula insensitivitas insulin pada individu obes (resistensi insulin). Selain DM tipe 2, pada individu dengan obes seringkali ditemukan pula hipertensi dan hiperlipidemia. Beberapa kepustakaan menyebutkan bahwa obesitas visera, terutama pada area abdomen, meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2.

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 KESIMPULAN

- a) Prevalensi diabetes melitus pada pekerja pabrik baterai PT. X, Jakarta sebesar 22.1%, yang terutama ditemukan pada kelompok usia > 45 tahun
- b) Pola *shift* yang diterapkan pada pabrik baterai PT. X, Jakarta adalah pola *shift* berputar/rotasi dengan jarak perputaran *shift* panjang, serta arah perputaran *shift* berlawanan jarum jam.
- c) Pekerja *shift* mempunyai risiko menderita diabetes melitus 2,704 kali lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja tanpa *shift*.
- d) Faktor yang berhubungan dengan risiko DM tipe 2 adalah riwayat DM dalam keluarga, *shift*, dan status gizi (obes)

### 6.2 SARAN

#### 6.2.1 Pada Perusahaan

- a) Melakukan tindak pengendalian administratif berupa pengaturan kembali jadwal *shift* dengan mengutamakan pola perputaran *shift* searah jarum jam untuk mengurangi risiko timbulnya diabetes melitus.
- b) Melakukan program pemantauan terhadap kadar glukosa darah dan gejala-gejala lain timbulnya risiko DM tipe 2 pada pekerja dengan *shift*, terutama yang memiliki riwayat DM dalam keluarga, dan obes

#### 6.2.2 Pada Karyawan

Melakukan pola hidup sehat dan seimbang dengan menjaga berat badan tetap ideal, terutama pada pekerja dengan riwayat DM dalam keluarga

#### 6.2.3 Pada Peneliti Lain

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak *shift* dengan metode penelitian yang berbeda misalnya dengan studi kohort.

## DAFTAR PUSTAKA

1. [cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15047804](http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15047804). Metabolic disturbances in male workers with rotating three-shift work.
2. Akerstedt T, Knutson A. Shiftwork . In: Levy BS, Wegman DH editors. Occupational Health Recognizing and Preventing Work Related Disease and Injury. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia 2000:437-45
3. La Dou J. Current Occupational and Environment Medicine. 3<sup>rd</sup> ed. San Francisco by Appleton & Lange 1997:610-18
4. Noer S. Buku Ajar Penyakit Dalam. Edisi ke - 3. Jakarta 1996:571-648
5. Soegondo S, Soewondo P, Subekti I. Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Terpadu sebagai panduan penatalaksanaan diabetes mellitus bagi dokter maupun edukator. Jakarta 1995:1-163
6. <http://serendip.brynmawr.edu/bb/neuro/neuro05/web3/kmatney.html>. Circadian Rhythm in Shift Workers and Diabetes
7. <http://ezinearticles.com/?Diabetes-and-Shift-Work&id=264469>. Diabetes and Shift Works
8. Sinclair A J. Aging and Diabetes Mellitus. In: DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:1579-94
9. Marble A, Ferguson B D. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and Nondiabetics Meliturias. In: Joslin's Diabetes Mellitus. 12<sup>th</sup> ed. Philadelphia 1985:332-56
10. Hidayat W R. Pengaruh Pemberian Program Latihan Kalistenik Bersama dengan Latihan Aerobik Terhadap Pengendalian Kadar Glukosa Darah pada Individu Pra Lanjut Usia dengan Diabetes Mellitus Tipe 2. Jakarta 2006.
11. Kaplan M N. Hypertension and Diabetes. In: Porte D Jr, Sherwin S R editors. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:1097-102
12. De Fronzo A R, Mandarino L, Ferrannini E. Metabolic and Molecular Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. In: DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:389

13. Bjorntrop P. The Relationship Between Obesity and Type 2 Diabetes – The Role of Neuroendocrine and Autonomic Factors. In: DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:565-66
14. Ravussin E, Kozak P L. The Role of Energy Expenditure in The Regulation of Energy Balance. DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:623-29
15. Galbo H, Richter A E. Exercise . In : DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:771-77
16. Vinicor F, Rufo K, Murphy D. Diabetes and Public Health In The United States. In : DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:1785-86
17. Bakris L G, Tarif N, Black R H. Arterial Hypertension in Diabetes: Etiology and Treatment. In : DeFronzo A, Ferrannini E, Keen H, Zimmet P, editors. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3<sup>rd</sup> ed. England 2004:1473-78
18. Steppel H J, Horton S E. Exercise in Patients with Diabetes Mellitus. In : Kahn R C, King L G, Moses C A, Weir C G, Jacobson M A, Smith J R. Joslin's Diabetes Mellitus. 14<sup>th</sup> ed. Philadelphia 2005:649-56
19. Teaborsky J G, Havel J P, Porte D Jr. Stress – Induced Activation of The Neuroendocrine System and Its Effects on Carbohydrate Metabolism. In : Porte D Jr, Sherwin S R editors. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:141-65
20. Woods C S, Kaiyala K, Porte D Jr, Schwartz W M. Food Intake and Energy Balance. In : Porte D Jr, Sherwin S R editors. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:175-77
21. Fajans S S. Classification and Diagnosis of Diabetes. In: Porte D Jr, Sherwin S R editors. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:357-71
22. Bjorntrop P. Obesity and Diabetes Mellitus. In: Porte D Jr, Sherwin S R editors. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:553-60

23. Hogikyan V R, Halter B J. Aging and Diabetes. In: Porte D Jr, Sherwin S R editors. *Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus*. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:565-74
24. Vinik I A, Wing R R, Lauterio J T. Nutritional Management of The Person with Diabetes. In: Porte D Jr, Sherwin S R editors. *Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus*. 5<sup>th</sup> ed. Connecticut 1997:609-40
25. Nawanto A P. Significant Enhancements in Glucose Tolerance and Insulin Action in Centrally Obese Subjects Following 10 Days of Training. In: Angelopoulos T J, Schulz R M, Denton J C, Jamurtas A Z editors. *Clin J Sport Med*. Vol 12, No 2, 2002:113-18
26. Tumbelaka G L. Occupational Physical Activity is Related to Physical Fitness in Young Workers. In: Tammelin T, Nahya S, Rintamaki H, Zitting P editors. *Am J Sport Med*. 2000:158-65
27. Graham C, Bierman J, Toohey B. *The Diabetes Sports and Exercise Book: How To Play Way To Better Health*. California 1995:1-25
28. Hwang C L, Chen J C, Lin J B. Obesity and Changes in Body Weight Related to 10 Year Diabetes Incidence in Women in Taiwan (1993 – 2003). *Asia Pac J Clin Nutr* 2007; 16 (4):677-82.
29. Soegondo S. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia*. 2006:4-8
30. Amelvoort M P. Cardiovascular Risk Profile in Shift Workers: Cardiac Control, Biological, and Lifestyle Risk. *Wagenengen* 2000:1-107
31. Krisnamurni S. *Selected Minerals Status Body Size and Dietary Intake in Newly Non Insulin Diabetes Mellitus*. Jakarta 1998:1-20



**RIWAYAT KESEHATAN :**

1. Apakah Sdr pernah didiagnosis oleh Dokter menderita diabetes (kencing manis) ?  
... Ya ... Tidak
2. Apakah Sdr pernah mengkonsumsi obat anti diabetes (anti kencing manis) atas perintah Dokter ?  
... Ya ... Tidak
3. Bila jawaban pertanyaan no 1 &/ 2 ya, apakah saat Sdr didiagnosis diabetes, Sdr telah bekerja di PT. GSB ?  
... Ya ... Tidak
4. Apakah saat Sdr didagnosis diabetes, Sdr telah atau pernah bekerja dengan *shift* ?  
... Ya ... Tidak
5. Pada masa kerja dengan *shift* tahun keberapakah Sdr didiagnosis diabetes (kencing manis) oleh Dokter ?  
... Tidak pernah mendapat *shift* ... < 1 tahun  
... 1-5 tahun ... 6-10 tahun  
... 11-15 tahun ... 16-20 tahun  
... > 20 tahun
6. Apakah ada keluarga atau kerabat kandung Sdr yang menderita diabetes (kencing manis) ?  
... Ya ... Tidak
7. Beri tanda  $\checkmark$  kelainan tersebut di bawah ini, bila Sdr mengalami (boleh lebih dari 1) :  
... Banyak berkemih ... Lemah badan  
... Banyak makan ... Mudah mengantuk  
... Banyak minum ... Kurang bersemangat  
... Gatal – gatal ... Penurunan berat badan  
... Sering kesemutan ... Penglihatan kabur  
... Impotensi (pria) ... Gatal pada vagina (wanita)

**MEROKOK :**

1. Apakah saat ini Sdr merokok ?  
... Ya ... Tidak
2. Bila ya, berapa batang rokok yang Sdr hisap/hari ?  
... 1-5 batang/hari ... 6-10 batang/hari  
... 11-19 batang/hari ... 20-30 batang/hari  
... > 30 batang/hari
3. Sejak usia berapa tahun Sdr mulai merokok ?  
... tahun
4. Saat Sdr bekerja di PT. GSB, apakah Sdr masih merokok ?  
... Ya ... Tidak
5. Saat Sdr bekerja dengan *shift*, apakah Sdr juga merokok ?  
... Ya ... Tidak
6. Bila jawaban no. 5 ya, apakah saat bekerja pada *shift* (sore, malam) frekuensi atau kekerapan merokok Sdr mengalami perubahan ?  
... Ya, berkurang, dari... batang menjadi ... batang/hari  
... Tidak, frekuensinya tetap  
... Ya, bertambah, dari... batang menjadi ... batang/hari...

**HIPERTENSI :**

1. Apakah Sdr pernah didiagnosis hipertensi (darah tinggi, bludrek) oleh Dokter?  
... Ya ... Tidak
2. Apakah Sdr pernah mengonsumsi obat anti hipertensi (anti darah tinggi) atas perintah Dokter ?  
... Ya ... Tidak
3. Bila jawaban no. 1&/ 2 ya, apakah saat Sdr didiagnosis hipertensi, Sdr telah bekerja di PT. GSB ?  
... Ya ... Tidak
4. Bila jawaban no. 3 ya, apakah saat itu Sdr telah bekerja dengan *shift* ?  
... Ya ... Tidak
5. Bila jawaban no. 4 ya, telah berapa lama Sdr bekerja dengan *shift* ?  
... Tidak pernah mendapat *shift* ... < 1 tahun  
... 1-5 tahun ... 6-10 tahun  
... 11-15 tahun ... 16-20 tahun  
... > 20 tahun

**LATIHAN JASMANI :**

1. Berapa kali dalam seminggu Sdr melakukan latihan jasmani (olah raga) ?  
... Tidak pernah  
... 1-3 x/minggu  
... 3-5 x/minggu  
... 5-7 x/minggu  
... > 7 x/minggu
2. Berapa lama waktu yang Sdr luangkan untuk berolah raga setiap kalinya ?  
... < 15 menit/kali  
... 15-30 menit/kali  
... 30-45 menit/kali  
... 45-60 menit/kali  
... < 60 menit/kali
3. Apakah Sdr tetap berolah raga saat bekerja dengan *shift* ?  
... Ya ... Tidak
4. Bila jawaban no. 4 ya, kapan Sdr berolah raga saat bekerja dengan *shift* ?  
... Sebelum bekerja *shift*  
... Sesudah bekerja *shift*
5. Saat Sdr bekerja dengan *shift*, apakah frekuensi olah raga Sdr mengalami perubahan ?  
... Berkurang, dari...x/minggu menjadi...x/minggu  
... Tetap  
... Bertambah, dari...x/minggu menjadi...x/minggu

**LAMPIRAN 3****SURAT PERSETUJUAN sebagai SUBJEK PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :

Usia :

Alamat:

Setelah mendapatkan penjelasan mengenai maksud dan tujuan dari penelitian ini, maka dengan ini menyatakan bersedia mengikuti program penelitian yang dilakukan oleh dokter peneliti, mematuhi semua prosedur yang telah dirancang oleh dokter peneliti dan mengikuti semua jadwal penelitian sampai selesai. Apabila merasa dirugikan atau mengalami kecelakaan, saya dapat menghentikan keikutsertaan sebagai peserta pada penelitian ini.

Jakarta,.....2008

Tanda tangan,

(.....)