

**HUBUNGAN PAJANAN GELOMBANG  
ELECTROMAGNETIK FREKUENSI RADIO DENGAN  
HIPERKOLESTEROLEMIA DAN FAKTOR-FAKTOR RISIKO  
PADA PEKERJA DI STASIUN RADIO**

**TESIS**

**Oleh :  
Siselia Titis Iramawati  
0806420114**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI MAGISTER KEDOKTERAN KERJA  
JAKARTA  
Desember 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Siselia Titis Iramawati**

**NPM : 08066420114**

**Tanda tangan :** 

**Tanggal : Desember 2010**

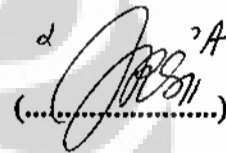
## HALAMAN PENGESAHAN

Disertasi ini diajukan oleh :  
Nama : Siselia Titis Iramawati  
NPM : 08066420114  
Program Studi : Magister Kedokteran kerja  
Judul Tesis : Hubungan Paparan Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Radio dengan Hiperkolesterolemia dan Faktor-Faktor Risiko Pada Pekerja di Stasiun Radio

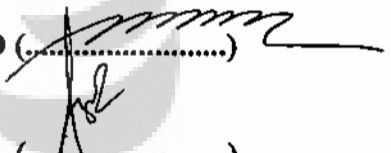
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Kedokteran Kerja pada Program Studi Kedokteran Kerja, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ambar W Roestam, SKM, MOH

  
(.....)

Pembimbing II : dr. Muchtaruddin Mansyur, MS, SpOk, PhD

  
(.....)

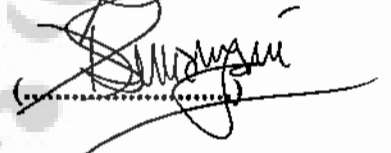
Penguji I : dr. Retno Asti W, MEpid

  
(.....)

Penguji II : dr. Bing Wantoro, MS, SpOK

  
(.....)

Ketua Program Studi : dr. Dewi S Soemarmo, MS, SpOK

  
(.....)

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : Desember 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas perkenanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul "Hubungan Paparan Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Radio dengan Hiperkolesterolemia dan Faktor-Faktor Risiko Pada Pekerja di Stasiun Radio ", sebagai salah satu persyaratan untuk dapat menyelesaikan Pendidikan Program Pasca Sarjana Kedokteran Kerja FK-UI.

Penulis berterimakasih atas semua bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak mulai perkuliahan sampai penyusunan tesis ini. Penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tak terkira kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan waktu dan tenaga untuk mengarahkan penulis agar terselesaikan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan keluarga yang turut mensupport terselesainya tesis ini. Demikian pula kepada perusahaan tempat bekerja yang sudah memberikan ijin waktu setiap hari Jumat siang untuk dapat mengikuti perkuliahan hingga tersusunnya tesis ini.

Disamping itu tak terlupakan kepada Bapak pimpinan Radio Republik Indonesia dan staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk membantu memperoleh data yang diperlukan.

Kiranya Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas kebaikan saudara-saudara semua. Kiranya tesis ini dapat dipergunakan dan bermanfaat untuk Ilmu pengetahuan terutama dalam bidang Kedokteran Kerja.

Jakarta, Desember 2010  
Penulis

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

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

Nama : Siselia Titis Iramawati  
NPM : 08066420114  
Program Studi : Magister Kedokteran kerja  
Departemen : Ilmu Kedokteran Komunitas  
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 Paparan Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Radio dengan Hiperkolesterolemia dan Faktor-Faktor Risiko Pada Pekerja di Stasiun Radio.

Beserta perangkat yang ada(jika diperlukan). 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  
Tanggal : Desember 2010

Yang menyatakan

Siselia Titis Iramawati

## ABSTRAK

Nama : Siselia Titis Iramawati  
Perguruan tinggi : Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia  
Program Studi : Kedokteran kerja  
Judul : Hubungan Paparan Gelombang Elektromagnetik  
Frekuensi Radio dengan Hiperkolesterolemia  
dan Faktor-Faktor Risiko Pada Pekerja di  
Stasiun Radio

**Latar belakang:** Paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio yang diterima oleh pekerja di stasiun radio dalam jangka panjang diduga sebagai faktor risiko hiperkolesterolemia. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio pada pekerja di Stasiun radio, prevalensi hiperkolesterolemia, hubungan paparan elektromagnetik dengan hiperkolesterolemia dan hiperkolesterolemia dengan faktor-faktor risiko lainnya.

**Metode Penelitian:** Penelitian ini dilakukan di stasiun radio Jakarta selama Mei-Juli 2010 dengan desain cross sectional pada 121 responden. Data bersumber dari hasil laboratorium, pemeriksaan fisik, wawancara berupa *Food Recall* dan pengisian kuesioner pada *Medical Checkup* Desember 2009. Pengukuran gelombang Elektromagnetik berdasarkan penelitian dr. Andrianingsih WI pada Juli 2009 dengan menggunakan *Elektromagnetic Field Radiation Tester* (EMF) tipe 827 merk *Lutron*.

**Hasil Penelitian:** Nilai Ambang Batas intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio kumulatif di stasiun radio tidak melebihi ambang batas. Prevalensi hiperkolesterolemia pada pekerja stasiun radio adalah 53,7%. Berdasarkan analisis bivariat terdapat 3 variabel yang bermakna terhadap hiperkolesterolemia yaitu terhadap umur  $\geq 40$  thn, paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio okupasi kumulatif, riwayat keluarga yang menderita stroke. Dan analisis multivariat terdapat 3 variabel yang mempunyai hubungan dengan hiperkolesterolemia yaitu faktor umur  $\geq 40$  thn (OR= 3.91;95%CI= 1.35-11.31), asupan lemak tinggi (OR=3.39 ;95%CI ; 1.14- 10.11), faktor riwayat keluarga yang menderita stroke (OR=0.15 ;95%CI ; 0.03 – 0.76).

**Kesimpulan:** Prevalensi hiperkolesterolemia pada pekerja stasiun radio sebesar 53,7%. Didapatkan hubungan bermakna antara gelombang elektromagnetik frekuensi radio dengan hiperkolesterolemia. Faktor risiko yang berhubungan dengan hiperkolesterolemia adalah faktor umur  $\geq 40$  thn, asupan lemak tinggi, faktor riwayat keluarga yang menderita stroke

**Kata kunci:** gelombang elektromagnetik radio frekuensi, hiperkolesterolemia, stasiun radio

## ABSTRACT

Name : Siselia Titis Iramawati  
University : Postgraduate Program Faculty of Medicine University of Indonesia  
Program Study : Occupational Medicine  
Title : Relationship Electromagnetic Frequency Radio Exposure to hyperkolesterolemia and Risk Factor Employee in the Radio Station

**Background:** Long term exposure from Electromagnetic Frequency Radio received by the employees has been assumed as a risk factor of hyperkolesterolemia .The objective of this research is to find electromagnetic frequency radio exposure in the radio station , find hypercholesterolemia prevalence among employees ,relationship electromagnetic frequency radio exposure to hypercholesterolemia and find relationship hypercholesterolemia to another risk factor.

**Research Methods** :The research has been conducted in May-July 2010 in radio station Jakarta using cross sectional design ,examined 121 respondents .Data source from laboratory result,physical examination interviewing food recall and quetioner on Medical Checkup December 2009. Measuring Electromagnetic Frequency Radio intensity source from Andrianingsih W,MD research on July 2009 with using Elektromagnetic Field Radiation Tester (EMF) tipe 827 merk Lutron.

**Result:**Intensity cumulative electromagnetic frequency radio exposure in radio station under limit Treshold Limit Value (TLV). Prevalence hyperkolesterolemia in the radio station is about 53,7 %. Based on analysis bivariat there are 3 variabel significant relationship to hypercholesterolemia : age $\geq$ 40 years, has family history stroke and electromagnetic frequency radio exposure cumulatif. And based on analysis multivariat there are 3 variabel significant relationship to hypercholesterolemia: age $\geq$ 40 years (OR= 3.91;95%CI= 1.35-11.31), intake high fatty food (OR=3.39 ;95%CI ; 1.14- 10.11),has family history stroke (OR=0.15 ;95%CI ; 0.03 – 0.76).

**Conclusion:** Intensity cumulative electromagnetic frequency radio exposure in radio station under TLV. Prevalence hyperkolesterolemia is about 53,7 %.This research get significant relationship between electromagnetic frequency radio to hyperkolesterolemia. Risk factor significant relationship to hypercholesterolemia: age $\geq$ 40 years, intake high fatty food and has family history stroke.

**Key Words:** electromagnetic frequency radio, hypercholesterolemia and radio station.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan permasalahan.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Manfaat penelitian.....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Hiperkolesterolemia.....	6
2.1.1 Definisi.....	6
2.1.2 Penyebab hiperkolesterolemia.....	6
2.1.3 Klasifikasi.....	7
2.1.4 Peranan Lemak dan Lipoprotein .....	8
2.1.5 Faktor risiko yang berhubungan dengan hiperkolesterolemia.....	13
2.2 Gelombang Elektromagnetik.....	25
2.2.1 Karakteristik Fisik medan listrik dan medan magnet.....	27
2.2.2 Gelombang Frekuensi Radio.....	28
2.2.3 Pengukuran.....	34
2.2.4 Sumber Elektromagnetik frekuensi radio ditempat kerja dan aplikasinya.....	35
2.2.5 Pengaruh frekuensi radio pada kesehatan.....	36
2.2.6 Pengaruh Frekuensi Radio terhadap hiperkolesterolemia .....	36
2.5 Profil perusahaan .....	37
2.6 Kerangka Teori	
2.6.1 Patofisiologi hiperkolesterolemia .....	40
2.6.2 Patofisiologi Gelombang elektromagnetik frekuensi radio mempengaruhi hiperkolesterolemia.....	41
2.7 Kerangka konsep.....	42



<b>3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Rancangan penelitian.....	43
3.2 Tempat dan waktu.....	43
3.3 Populasi penelitian.....	43
3.4 Sampel.....	43
3.4.1 Besar sampel.....	43
3.4.2 Kriteria sampel.....	44
3.4.3 Cara pengambilan sampel.....	44
3.5 Variabel dan Instrumen.....	44
3.6 Cara pengambila data.....	45
3.7 Analisa data.....	45
3.8 Variabel penelitian dan definisi operasional.....	46
3.9 Alur penelitian.....	50
<b>4. HASIL PENELITIAN</b>	
4.1 Pelaksanaan penelitian.....	53
4.2 Gambaran deskriptif dari hasil penelitian.....	53
4.2.1 Karakteristik responden.....	54
4.2.2 Hasil pengukuran gelombang elektromagnet frekuensi radio.....	55
4.2.3 Prevalensi Hiperkolesterolemia.....	55
4.3 Hubungan Faktor Risiko dengan Hiperkolesterolemia.....	58
<b>5. PEMBAHASAN</b>	
5.1 Keterbatasan penelitian.....	65
5.2 Tingkat paparan radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio Okupasi kumulatif .....	65
5.3 Prevalensi hiperkolesterolemia pada pekerja stasiun radio.....	66
5.4 Hubungan hiperkolesterolemia dengan paparan elektromagnetik .....	66
5.5 Hubungan hiperkolesterolemia dengan sebaran karakteristik Responden berdasarkan jenis Kelamin.....	67
5.6 Hubungan hiperkolesterolemia dengan umur .....	67
5.7 Hubungan hiperkolesterolemia dengan faktor risiko genetik, adanya riwayat keluarga yang menderita stroke dan jantung .....	67
5.8 Hubungan hiperkolesterolemia dengan Status Gizi.....	68
5.9 Hubungan hiperkolesterolemia dengan Asupan lemak.....	68
5.10 Hubungan hiperkolesterolemia dengan merokok.....	68
5.11 Hubungan hiperkolesterolemia dengan aktivitas olahraga.....	69
5.12 Hubungan hiperkolesterolemia dengan masa kerja Responden.....	69
5.13 Hubungan hiperkolesterolemia dengan wilayah kerja Responden.....	69
5.14 Hubungan hiperkolesterolemia dengan jenis kerja Responden.....	69

<b>6. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan.....	71
6.2 Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR SINGKATAN

A/m	: Amper per meter
ABR	: <i>Audio Broadcasting Resefer</i>
AKA	: Administrasi dan Keuangan
AM	: Amplitudo Modulasi
ATU	: Antena Tuning Unit
BTS	: <i>Base Tranceiver Station</i>
CDMA	: <i>Code Division Multiple Acces</i>
CPU	: <i>Central Processing Units</i>
DEWAS	: Dewan Pengawas
DM	: Diabetes Mellitus
EHF	: <i>Extremely low Frequency</i>
EMR	: <i>Electromagnet Radiation</i>
FM	: Frekuensi Modulasi
FR	: Frekuensi Radio
G	: Gauss
GHz	: Giga Hertz
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
GSM	: <i>Global System for Mobile Communication</i>
HF	: <i>High Frequency</i>
Hz	: Hertz
IMT	: Indeks Massa Tubuh
Kg	: Kilogram
KHz	: Kilo Hertz
KV/m	: Kilo Volt per meter
LDL-C	: <i>Low Density Lipoprotein Cholesterol</i>
LF	: <i>Low Frequency</i>
LU	: Layanan Usaha

m	: Meter
MF	: <i>Medium Frequency</i>
mG	: Mili Gauss
MHz	: Mega Hertz
MONICA	: <i>Multinational Monitoring of Trends and determinanta In Cardiovascular Diseases</i>
MW	: <i>Medium Wave</i>
N/C	: Newton per Coloumb
PCS	: <i>Personal Communication System</i>
PDA	: <i>Personal Digital Assistant</i>
RPK	: Riwayat Penyakit Keluarga
RRI	: Radio Republik Indonesia
SHF	: <i>Super High Frequency</i>
SLN	: Saluran Luar Negeri
SPI	: Satuan Pengawas Intern
TLVs	: <i>Treshold Limit Values</i>
TWA	: <i>Time Weighted Average</i>
UHF	: <i>Ultra High Frequency</i>
V/m	: Volt per meter
VHF	: <i>Very High Frequency</i>
W/kg	: Watt per kilogram
WHO	: <i>World Health Organization</i>
Wi-Fi	: <i>Wireless Fidelity</i>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metabolisme lipid melalui transport eksogen dan endogen.....	13
Gambar 2.2	Gelombang Transversal.....	26
Gambar 2.3	Proyeksi medan listrik dan medan magnet pada suatu gelombang.....	28
Gambar 2.4	Rentang spektrum gelombang elektromagnetik.....	30
Gambar 2.5	Modulasi Amplitudo dan Modulasi Frekuensi.....	30



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.3	Klasifikasi kadar lipid.....	7
Tabel 2.1	Pengelompokkan frekuensi radio.....	30
Tabel 2.2	Nilai ambang batas frekuensi radio dilingkungan kerja.....	31
Tabel 2.3	Nilai ambang batas lingkungan frekuensi radio.....	31
Tabel 4.1	Sebaran Karakteristik responden menurut sosiodemografi dan faktor resiko hiperkolesterolemia.....	52
Tabel 4.2	Sebaran karakteristik responden menurut faktor pekerjaan.....	53
Tabel 4.3	Hasil pengukuran intensitas gelombang elektromagnet frekuensi radio di wilayah kerja Medan Merdeka.....	54
Tabel 4.4.	Hasil pengukuran intensitas gelombang elektromagnet frekuensi radio di wilayah kerja Radio Dalam.....	54
Tabel 4.5	Hasil pengukuran intensitas gelombang elektromagnet frekuensi radio di wilayah kerja Pemancar Cimanggis.....	55
Tabel 4.6	Intensitas pajanan gelombang elektromagnet frekuensi radio yang diterima oleh pekerja stasiun radio di Jakarta.....	55
Tabel 4.7	Intensitas pajanan gelombang elektromagnet frekuensi radio yang diterima oleh pekerja stasiun radio di Jakarta.....	55
Tabel 4.8	Distribusi responden menurut hiperkolesterolemia di stasiun radio Jakarta.....	56
Tabel 4.9	Distribusi responden hiperkolesterolemia menurut jenis kerja dan wilayah kerja di stasiun radio Jakarta.....	56
Tabel 4.10	Hubungan karakteristik sosiodemografi dan faktor risiko hiperkolesterolemia.....	57
Tabel 4.11	Hubungan status gizi, asupan lemak, merokok, olahraga dengan hiperkolesterolemia.....	58
Tabel 4.12	Hubungan pekerjaan terhadap risiko terjadinya hiperkolesterolemia.....	59
Tabel 4.13	Hubungan pajanan radio frekuensi kumulatif dengan hiperkolesterolemia.....	59
Tabel 4.14	Hubungan jenis kerja dengan rata-rata BMI .....	59
Tabel 4.15	Hubungan jenis kerja dengan rata-rata hiperkolesterolemia .....	60

Tabel 4.16 Hubungan jenis kerja dengan rata-rata masa kerja.....	60
Tabel 4.17 Hubungan jenis kerja dengan rata-rata radio frekuensi kumulatif..	60
Tabel 4.18 Hubungan jenis kerja dengan rata-rata asupan umur.....	61
Tabel 4.19 Hubungan jenis kerja dengan rata-rata asupan lemak.....	61
Tabel 4.20 Hasil analisis Multivariat Regresi Logistik.....	62



## DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Ethical approval
2. Lembar persetujuan perijinan penelitian di RRI





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Dalam kemajuan teknologi saat ini banyak didapatkan alat komunikasi yang juga memiliki radiasi yang dapat memberikan efek bagi kesehatan. Alat komunikasi yang banyak dikenal di masyarakat adalah radio, televisi dan telepon selular yang saat ini semakin berkembang pesat.

Radiasi adalah memancarnya energi tanpa melalui perantara dalam bentuk gelombang. Radiasi dibedakan menjadi dua jenis yaitu : radiasi pengion dan radiasi bukan pengion. Stasiun radio salah satu yang termasuk radiasi bukan pengion melalui frekuensi radio. Stasiun radio berhubungan dengan pemancar gelombang radio dalam bentuk radiasi gelombang elektromagnetik.

Radiasi gelombang elektromagnetik mempunyai spektrum yang luas dimulai dari elektromagnetik dengan frekuensi ekstrim rendah sampai pada elektromagnetik berfrekuensi sangat tinggi. Stasiun Radio adalah gelombang electromagnetic dengan frekuensi yang dipakai 30 kHz – 300 MHz.

Vangelova dan Deyanov(2005)<sup>1</sup> melakukan study tentang bahaya dari pajanan radiasi gelombang electromagnetic frekuensi radio dalam waktu yang lama terhadap sistem kardiovaskuler pada dua kelompok yang terpajan yaitu operator penyiar stasiun radio, operator stasiun televisi dengan *grup control* yaitu *operator radiorelay*, dimana mempunyai persamaan jenis kelamin, usia serta jenis pekerjaan dengan mengukur intensitas dan densitas efek radiasi gelombang electromagnetic frekuensi radio. Pada kelompok tersebut terdapat kenaikan total kolesterol dan *Low Density Lipoprotein Cholesterol( LDL-C)*.

Michael Israel, Katia Vangelova, Michaela Ivanova (2007)<sup>2</sup>, melakukan study terhadap *physioteraphy* dengan radiasi gelombang electromagnetic Frekuensi 50 Hz, 159 kHz, 27.12 Mhz dan 2.45 GHz didapatkan paparan radiasi gelombang lektromagnet dalam jangka panjang berhubungan dengan terjadinya peningkatan risiko kardiovaskuler akibat adanya peningkatan yang signifikan dari kolesterol total dan kadar LDL-C.

WHO dan *The International Radiotion Protection Association* (IRPA) menyatakan bahwa gelombang elektromagnet yang mempengaruhi terhadap kesehatan adalah gelombang elektromagnet dengan frekuensi antara 300Hz–300GHz.

Salah satu tempat dimana didapatkan radiasi pajanan gelombang elektromagnetik yang tidak mengion adalah di Stasiun Radio tertua di Indonesia yaitu Radio Republik Indonesia yang berdiri sejak 11 september 1945. Radio Republik Indonesia memiliki beberapa frekuensi gelombang radio yaitu *SW (Short Wave)*, *MW (Medium Wave)*, *AM (Amplitudo Modulasi)* dan *FM (Frekuensi Modulasi)*.

Kelebihan dari penelitian ini adalah belum adanya penelitian yang serupa tentang hubungan pajanan gelombang elektromagnetik frekuensi radio dengan hiperkolesterolemia. Belum banyak yang menyadari bahwa hal ini dapat menjadikan suatu pajanan yang bila tidak dikendalikan dapat berakibat pada kesehatan. Saat ini belum diketahui data prevalensi hiperkolesterolemia di lingkungan pekerja Radio Republik Indonesia baik yang terpajan gelombang elektromagnetik tinggi maupun rendah. Hiperkolesterolemia merupakan salah satu faktor risiko kardiovaskuler yang menyebabkan kematian. Banyak faktor yang menyebabkan hiperkolesterolemia. Bisa disebabkan oleh faktor genetik seperti pada hiperkolesterolemia familial dan hiperkolesterolemia poligenik, juga bisa

disebabkan faktor sekunder akibat dari penyakit lain seperti diabetes mellitus, sindroma nefrotik, obesitas, kebiasaan yang tidak baik yaitu faktor kebiasaan asupan lemak tinggi, merokok, tidak berolahraga rutin dan stress.<sup>5</sup>

Di Indonesia prevalensi hiperkolesterolemia semakin meningkat. Penelitian *MONICA (Multinational Monitoring Of Trend and Determinanta In Cardiovascular Diseases)* telah dilaporkan hasil survey MONICA III yang dikerjakan pada tahun 2000. Laporan penelitian MONICA pada tahun ini mencatat sebanyak 1856 responden yang terdiri dari 60,3% wanita 39,7% laki-laki. Profil lipid plasma populasi ini menunjukkan kadar kolesterol total rata-rata  $209.96 \pm 45.47$  mg/dl, bila dilihat dari proporsinya maka ditemukan hiperkolesterolemia lebih dari 250 mg/dl sebanyak 27,7%, 200mg/dl sebanyak 56,5%.<sup>3,4</sup>

Di Indonesia data SKRT (Survei Kesehatan Rumah Tangga Nasional) 1972, penyakit kardiovaskuler menduduki urutan ke-11, 1986 menduduki urutan ke-3, dan SKRT 1992 merupakan penyebab kematian pertama untuk usia diatas 40 thn. Salah satu faktor resiko aterosklerosis yang utama adalah dislipidemia. Untuk SKRT 2001 merupakan penyebab utama kematian.

Dalam hal ini pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio masih terus dilakukan penelitian sehubungan dengan efeknya terhadap kesehatan. Terutama efek dari hiperkolesterolemia yang merupakan faktor risiko yang penting untuk terjadinya penyakit jantung koroner. Dengan mengetahui prevalensi dislipidemia pada pekerja RRI dan mengetahui adakah hubungan antara radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio dengan terjadinya dislipidemia maka akan dapat dilakukan upaya untuk pencegahannya.

## 1.2 Permasalahan

Melihat dari penelitian yang didapat dari Vangelova dan Deyanov(2005)sehubungan dengan peningkatan total kolesterol dan LDL-C pada pekerja BC(*Broad Casting*) dan operator stasiun TV dimana didapatkan peningkatan yang bermakna. Bahwa pajanan frekuensi radio *EMR (Eelectromagnetik Radiation)* berhubungan dengan terjadinya hiperkolesterolemia . Khususnya di stasiun radio di Indonesia pada pekerja yang terpajan radiasi gelombang electromagnetik frekuensi radio sampai saat ini belum pernah dilakukan penelitian hubungan radiasi gelombang electromagnetik frekuensi radio dengan hiperkolesterolemia . Maka hal ini menjadi dasar bagi penulis untuk meneliti pekerja distasiun radio untuk menjawab pertanyaan :

- Adakah hubungan antara pekerja yang terpajan gelombang electromagnetik frekuensi radio dengan hiperkolesterolemia
- Adakah hubungan antara hiperkolesterolemia dengan faktor-faktor risiko yang lain.

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum :

- . Meningkatkan derajat kesehatan pekerja stasiun radio dengan Mengetahui pengaruh hubungan pajanan electromagnetik frekuensi radio dengan hiperkolesterolemia .

### 1.3.2 Tujuan Khusus :

- .Diketahui tingkat pajanan radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio
- .Diketahui prevalensi hiperkolesterolemia pada pekerja di stasiun radio
- .Diketahui hubungan pajanan electromagnetik dengan hiperkolesterolemia
- .Diketahui hubungan hiperkolesterolemia dengan asupan lemak dan Status gizi
- .Diketahui hubungan hiperkolesterolemia dengan olahraga dan merokok

.Diketahui hubungan hiperkolesterolemia dengan sebaran karakteristik Responden berdasarkan umur, jenis kelamin, masa kerja, jenis kerja .Diketahui hiperkolesterolemia dengan faktor risiko riwayat keluarga menderita stroke dan penyakit jantung

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Untuk peneliti**

Sebagai pembelajaran berpikir secara ilmiah untuk merencanakan, melakukan penelitian sehubungan dengan kesehatan kerja dan terampil dalam melakukan penelitian.

### **1.4.2 Untuk perusahaan :**

Didapat masukan khususnya bagi pekerja di stasiun radio agar faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan dalam hal ini hiperkolesterolemia dapat diantisipasi untuk dicegah. Sehingga nantinya akan membuat pekerja menjadi sehat yang akan menurunkan biaya kesehatan dan lebih produktif .

Mengetahui tingkat pajanan gelombang elektromagnetik frekuensi radio yang didapat pada lingkungan pekerja.

### **1.4.3 Untuk pekerja**

Pekerja akan mengetahui adanya hiperkolesterolemia sehingga dapat mempertahankan agar profil lemak mereka selalu dalam keadaan normal. Pekerja mendapatkan pengetahuan tentang bahaya pajanan radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio sehubungan dengan gangguan hiperkolesterolemia .

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Hiperkolesterolemia

#### 2.1.1 Definisi

Hiperkolesterolemia adalah total kolesterol dalam darah ,normal adalah kurang dari 200 mg/dL, total kolestrol *borderline/normal tinggi* adalah 200-239 mg/dL, sedangkan kadar total kolestrol tinggi adalah  $\geq$  240 mg/dL. Pedoman ini ditetapkan oleh Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI ).<sup>5</sup>

#### 2.1.2 Penyebab Hiperkolesterolemia

Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya hiperkolesterolemia. Bisa disebabkan oleh faktor genetik seperti pada hiperkolesterolemia familial dan hiperkolesterolemia poligenik, juga bisa disebabkan faktor sekunder akibat dari penyakit lain seperti diabetes mellitus, sindroma nefrotik serta faktor kebiasaan asupan lemak tinggi, obesitas, kurang olahraga dan gaya hidup yang tidak baik.

##### a. Hiperkolesterolemia Poligenik

Tipe ini merupakan hiperkolesterolemia yang paling sering ditemukan, merupakan interaksi antara kelainan genetik yang *multipel*, nutrisi dan faktor-faktor lingkungan lainnya serta memiliki lebih dari satu dasar metabolik.

##### b. Hiperkolesterolemia Familial

Penyakit yang diturunkan ini terjadi akibatkan oleh adanya defek gen pada reseptor *LDL-C (Low Density Lipoprotein Cholesterol)*. LDL terdapat di permukaan membran sel tubuh. Ketiadaan reseptor ini menyebabkan hati tidak bisa mengabsorpsi LDL. Karena menganggap LDL tidak ada, hati kemudian memproduksi *VLDL (Very Low Density Lipoprotein Cholesterol)* yang banyak ke dalam plasma. Banyak pasien ini meninggal sebelum berumur 20 tahun akibat infark miokard.<sup>3</sup>

### 2.1.3 Klasifikasi Kadar Lipid

#### a. klasifikasi EAS (*European Atherosclerosis Society*)

Peningkatan		
Lipoprotein	Lipid Plasma	
Hyperkolesterolemia	LDL	Kolesterol $\geq 200$ mg/dl
Disiplidemia campuran (Kombinasi)	LDL +	Trigliserida $\geq 200$ mg/dl +
	VLDL	Kolesterol $\geq 240$ mg/dl
Hipertrigliseridemia	VLDL	Trigliserida $\geq 200$ mg/dl

#### b. Klasifikasi menurut NCEP ATP III

*National Cholesterol Educatio, Program Adult Panel III* thn 2001 membuat klasifikasi kadar lipid yang digunakan saat ini. (Perkeni 2004)

##### Kolesterol Total

< 200	Yang diinginkan
.200-239	Batas tinggi
$\geq 240$	Tinggi

##### Kolesterol LDL

<100	Optimal
.100-129	Mendekati optimal
.130-159	Batas tinggi
.160-189	Tinggi
$\geq 190$	Sangat tinggi

##### Kolesterol HDL

<40	Rendah
$\geq 60$	Tinggi

##### Trigliserida

<150	Normal
.150-199	Batas tinggi
.200-499	Tinggi
$\geq 500$	Sangat tinggi

## 2.1.4 Peranan Lemak dan Lipoprotein

### Trigliserida

Jenis bentuk yang terbanyak di dalam kilomikron dan VLDL adalah trigliserida. Trigliserida merupakan sumber energi di dalam tubuh, banyak terdapat di dalam hepar, jaringan perifer dan otot. Kelebihan energi dalam tubuh akan disimpan sebagai trigliserida di jaringan lemak. Di dalam plasma sebagian besar molekul trigliserida yang berada di dalam kilomikron dan VLDL dihidrolisis oleh enzim lipoprotein lipase dan hepatik lipase. Asam lemak dikeluarkan melalui proses ini kemudian diambil oleh hepar, otot dan jaringan adiposa.

### Kolesterol

Kolesterol merupakan komponen dalam membran sel, dan kolesterol dibutuhkan sebagai prekursor sintesis hormon steroid (hydrokortison dan aldosteron) dan hormon seks (estrogen dan androgen), serta asam empedu dan merupakan lipida utama pada LDL dan HDL. Ada 2 sumber kolesterol yang ada di dalam tubuh, yaitu kolesterol yang disintesis oleh tubuh dan kolesterol dari makanan (diet). Semua sel tubuh yang mempunyai inti mampu memsintesis kolesterol, antara lain usus dan hepar. Hepar mempunyai kemampuan mengatur jumlah kolestrol sesuai kebutuhan. Sintesa kolesterol berasal dari Asetil Co.A yang di dalam prosesnya memerlukan HMG Co.A (*hidroksi metil glutaril Co.A*) *reductase*, sehingga HMG Co.A dapat menjadi asam mevalonat, selanjutnya membentuk kolesterol. Kolesterol dari makanan diabsorbsi oleh sel-sel usus dan ditransformasikan dalam bentuk kilomikron dalam sistem limfe. Di dalam hati kolesterol yang disintesis dari asetat ini akan mengalami beberapa perubahan, yaitu masuk dalam sirkulasi darah sebagai serum kolesterol, menjadi asam empedu dan diekskresikan ke dalam empedu untuk kemudian masuk ke dalam intestinal (sirkulasi entero hepatik). Di dalam intestinal hampir 50% asam empedu diserap kembali ke dalam hepar. Jumlah kolesterol yang kembali ke dalam hepar akan mempengaruhi aktivitas HMG Co.A *reductase*, jika jumlah yang masuk cukup tinggi akan menekan HMG CO.A *reductase* sehingga akan menghambat sintesis kolesterol. Sebaliknya bila sedikit kolesterol yang masuk ke hepar aktivitas HMG Co.A



reductase akan meningkat sehingga lebih banyak kolesterol yang disintesis. Kolesterol bebas pada permukaan lipoprotein dapat diesterifikasi dalam plasma melalui enzim LCAT (*Lecithin Cholesterol Acyl Transferase*). Hal ini memungkinkan kolesterol pindah dari permukaan ke dalam inti.

### **Kilomikron**

Kilomikron berfungsi sebagai pengangkut lipida dari makanan (diet), 90-95% terdiri dari trigliserida, 1-2 % kolesterol dan sisanya kurang dari 1 % protein. Trigliserida yang berada dalam sel intestinum mengalami hidrolisis oleh enzim Lipase Pankreas membentuk monogliserida dan asam lemak bebas. Kilomikron penting mengatur keseimbangan energi. Waktu paruh kilomikron amat pendek yaitu, 5-30 menit ini menunjukkan cepatnya metabolisme kilomikron.

### **Very Low Density Lipoprotein (VLDL):**

Kolesterol VLDL berfungsi sebagai pengangkut lemak endogen dari hepar ke sel, sebagian besar terdiri dari trigliserida 60%, kolesterol 18% dan protein 10%. VLDL dimetabolisir oleh LPL membentuk partikel dengan ukuran yang lebih kecil yang kaya dengan kolesterol, yang disebut remnan, remnan VLDL ini disebut juga sebagai IDL (*Intermediate Density Lipoprotein*)<sup>1,7,9</sup>

### **IDL (Intermediate Density Lipoprotein):**

IDL mempunyai densitas antara VLDL dan LDL. IDL segera ditangkap oleh sel hepar atau berubah menjadi LDL.

### **LDL (Low Density Lipoprotein):**

LDL berfungsi mengangkut kolesterol dalam plasma darah ke sel. Hampir setengah dari LDL yang terkumpul dibersihkan dari plasma setiap harinya. Sebagian besar pembersihan ini (70-75 %) melalui reseptor mediasi yang telah mengenal Apo B. Reseptor ini disebut reseptor LDL, aktivitas reseptor LDL ditentukan oleh nutrisi, hormonal, faktor genetik dan kebutuhan sel akan kolesterol. Bila kolesterol banyak dikirim ke sel maka aktivitas reseptor LDL ditekan, sehingga akan mengurangi reseptor LDL dan meningkatkan kadar LDL

plasma. Umur lanjut dapat menyebabkan defisiensi reseptor LDL. Aktivitas reseptor ini distimulasi oleh insuline, hormon tiroid dan estrogen.

Akumulasi LDL dalam plasma dapat juga disebabkan oleh diet tinggi kolesterol dan asam lemak jenuh. Pembersihan partikel LDL selain mekanisme reseptor LDL juga dilakukan melalui mekanisme jalur *scavenger*. Jalur *scavenger* dilakukan oleh sel macropag, monocy, serta sel endotel. Jalur ini bertanggungjawab atas terbentuknya sel busa *foam cell* serta *atherogenest*. Reseptor scavenger mampu mengenal dan mengikat secara kimia modifikasi LDL yaitu yang telah mengalami oksidasi tapi tidak terjadi pada HDL murni. Oksidasi terhadap LDL yang berlebihan ini biasanya terjadi oleh oksigen yang berasal dari radikal bebas.<sup>10,18</sup>

### ***HDL (High Density Lipoprotein)***

High density lipoprotein merupakan lipoprotein dengan densitas yang paling tinggi/padat karena mengandung protein tinggi. Terdiri dari 50% protein, 20% kolestrol dan 25% posfolipida. HDL diproduksi dengan beberapa mekanisme, antara lain disekresikan oleh hepar dan intestinum, sebagai hasil produksi dan metabolisme dari kilomikron dan VLDL intraseluler, serta HDL yang terbentuk saat pembentukan sel membran. Baik hepar maupun intestinum mensekresikan partikel HDL yang terdiri dari apoprotein, posfolipida dan kolestrol bebas. Kolestrol HDL mempunyai peranan penting dalam transportasi kolestrol dari sel ke hepar. Peningkatan kadar kolestrol HDL dalam darah dapat mengurangi risiko penyakit jantung koroner. Beberapa mekanisme yang menunjang antara lain peranan dari kolestrol HDL dalam mengangkut kolestrol dari jaringan perifer ke hepar HDL menstimulir sintesis prostasiklin di dalam dinding arteri, sehingga mencegah terjadinya vasokonstriksi. Kolestrol HDL juga mempunyai peranan melindungi LDL terhadap proses oksidasi. Pada tubuh manusia, reseptor LDL menangkap LDL yang tidak teroksidasi dan disimpandi dalam sel tubuh. Jika sudah berlebih, LDL tidakmasuk ke dalam sel kemudian dimetabolime di hepar untuk menjadi asam empedu dan diekskresikan keluar. Pada proses patologi, oksidan LDL ditangkap oleh makrofag dan kemudian menjadi sel busa dan menumpuk di dalam tubuh, tidak diekskresi dan apabila menumpuk didalam

pembuluh darah menimbulkan plak atherome dan lama-kelamaan menjadi aterosklerosis. Proses terjadinya aterosklerosis. Dimulai dari cedera pada endotel pembuluh darah oleh karena faktor hipertensi, merokok, makan makanan yang mengandung banyak lemak, oksidasi LDL, diabetes mellitus, zat vasoaktif dan sitokin. Analisis lipoprotein dilakukan setelah puasa selama 10-12 jam untuk menghindari terukurnya kilomikron yang berasal dari makanan. Berdasarkan rekomendasi dari NCEP (*National Cholesterol Education Program*), kadar lipida harus diukur di laboratorium 3-5 tahun sekali pada orang dewasa mulai berumur 20 tahun.<sup>10,18</sup>

Metabolisme lipid dalam tubuh manusia berlangsung melalui 2 jalur:

- a. Transport eksogen yaitu dari usus ke berbagai jaringan tubuh.
- b. Transport endogen antara hati dengan berbagai jaringan ekstra hepatic.

#### **Transport Eksogen**

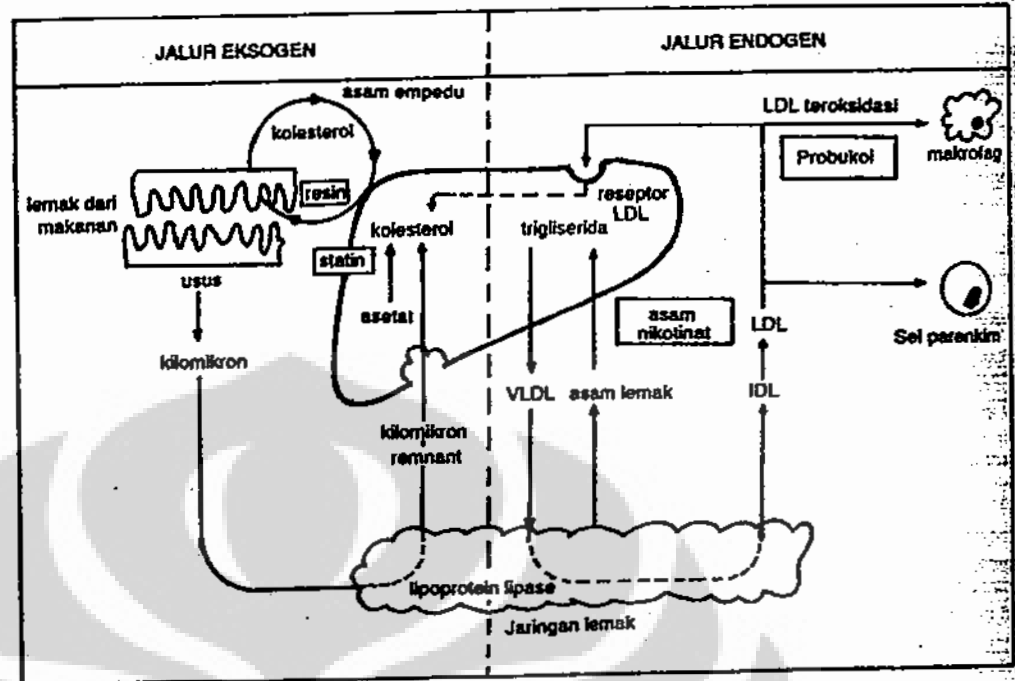
Trigliserida dan kolestrol yang berasal dari makanan dalam usus dikemas sebagai kilomikron. Kilomikron ini akan diangkut dalam saluran limfela ke dalam darah via duktus torasikus. Di dalam jaringan lemak, trigliserid dalam kilomikron mengalami hidrolisis oleh lipoprotein lipase yang terdapat pada permukaan sel endotel. Akibat hidrolisis ini maka akan terbentuk asam lemak dan kilomikron remnan. Asam lemak bebas akan menembus endotel dan masuk ke dalam jaringan lemak atau sel otot untuk diubah menjadi trigliserid kembali (cadangan) atau dioksidasi (energi).

Kilomikron remnan adalah kilomikron yang telah dihilangkan sebagian besar trigliseridnya sehingga ukurannya mengecil tetapi jumlah ester kolestrol tetap.

Kilomikron remnan ini akan dibersihkan oleh hati dari sirkulasi dengan mekanisme endositosis oleh lisosom. Hasil metabolisme ini berupa kolestrol bebas yang akan digunakan untuk sintesis berbagai struktur (membran plasma, mielin, hormon steroid, dsb), disimpan dalam hati sebagai kolestrol ester lagi atau diekskresi ke dalam empedu (sebagai kolestrol atau asam empedu) atau diubah jadi lipoprotein endogen yang dikeluarkan ke dalam plasma.

### Transport Endogen

Trigliserid dan kolesterol yang disintesis oleh hati diangkut secara endogen dalam bentuk VLDL kaya trigliserid dan mengalami hidrolisis dalam sirkulasi oleh lipoprotein lipase yang juga menghidrolisis kilomikron menjadi partikel lipoprotein yang lebih kecil yaitu IDL dan LDL. LDL merupakan lipoprotein yang mengandung kolesterol paling banyak (60% - 70%). LDL mengalami katabolisme melalui reseptor seperti di atas dan jalur non reseptor. Jalur katabolisme reseptor dapat ditekan oleh produksi kolesterol endogen. Penderita hiperkolestroemia familial heterozigot mempunyai kira-kira 50% reseptor LDL yang fungsional. Pada pasien katabolisme LDL oleh hati dan jaringan perifer berkurang sehingga kadar kolesterol plasmanya meningkat. Peningkatan kadar kolesterol sebagian disalurkan ke dalam makrofag yang akan membentuk sel busa (foam cells) yang berperan dalam terjadinya aterosklerosis prematur. Bentuk homozigot lebih jarang dan lebih berbahaya sehingga pada usia anak dapat terjadi serangan infark jantung. HDL berasal dari hati dan usus sewaktu terjadi hidrolisis kilomiron di bawah pengaruh enzim *Lechitin, Cholesterol Acyltransferase* (LCAT). Ester kolesterol ini akan mengalami perpindahan dari HDL kepada VLDL atau IDL sehingga dengan demikian terjadi kebalikan arah transport kolesterol dari perifer menuju ke hati untuk dikatabolisasi. Aktivitas ini mungkin berperan sebagai sifat antiaterogenik.<sup>9</sup>



Sumber : Farmakologi dan Terapi, 2001

Gambar 2.1 Metabolisme lipid melalui transport eksogen dan Endogen

### 2.1.5 Faktor risiko yang berhubungan dengan hiperkolesterolemia

- a. Karakteristik sosiodemografi : jenis kelamin, umur.
- b. Pengaruh obat-obatan , penyakit metabolisme dan genetik.
- c. Faktor nutrisi : asupan lemak jenuh dan tidak jenuh, karbohidrat, protein, serat.
- d. Gaya hidup : merokok, alkohol, aktivitas fisik.
- e. Status gizi : kelebihan berat badan dan kegemukan.
- f. Stres : psikososial dan biologik.

#### a. Karakteristik Sosiodemografi

##### 1. Jenis kelamin

Saat kelahiran tidak ada perbedaan kolesterol antara pria dan wanita. Perbedaan muncul saat mulai pubertas. Pada pria usia dewasa

muda sampai umur 18 thn kadar HDL menurun hal ini dihubungkan dengan meningkatnya kadar testosteron. Setelah usia 20 thn total kolesterol meningkat secara tajam sampai usia pertengahan. Plasma trigliseride juga meningkat karena meningkatnya VLDL. Pada wanita usia pubertasa total kolesterol menurun karena menurunnya kolesterol LDL. Perubahan kadar kolesterol dan trigliseride berbeda pada wanita dan pria karena pengaruh hormonal selama terjadinya menstruasi, kehamilan dan menopause. Pada usia 40-60 thn penambahan kolesterol total pada wanita lebih besar dibanadingkan pria.<sup>9</sup>

## 2. Umur

Peningkatan kolesterol LDL dengan meningkatnya umur disebabkan menurunnya katabolisme LDL. Hal ini disebabkan berkurangnya reseptor mediasi LDL. Setelah 65 tahun hampir 50% wanita dan 1/3 pria memiliki kadar kolesterol total diatas 240 mg/dl.

### b. Pengaruh obat-obatan dan penyakit

#### Hipotiroid

Penyakit hipotiroid adalah salah satu penyebab terjadinya peningkatan total kolesterol dan kolesterol LDL. Hipotiroid dihubungkan dengan menurunnya aktivitas Lipoprotein Lipase dengan akibat terjadinya penurunan VLDL (*Very Low density lipoprotein cholesterol*) klirens (pembersihan VLDL) dan meningkatnya kadar trigliserida dalam darah.

#### Diabetes Mellitus

Abnormalitas kadar lipid sering dijumpai pada penderita Diabetes Mellitus. Pada penderita NIDDM (*Noninsuline Dependent Diabetes Mellitus*) yang tidak terkontrol dapat menyebabkan naiknya konsentrasi VLDL, dengan akibat meningkatnya trigliserida dalam darah dan kolesterol LDL yang sering diikuti menurunnya kolesterol HDL. Pada penderita IDDM (*Insuline Dependent Diabetes Mellitus*) tak terkontrol dengan rendahnya kadar insuline menyebabkan rendahnya aktivitas LPL,

hal ini menyebabkan menurunnya pembersihan dan katabolisme VLDL dan kilomikron, sehingga kadar trigliserida meningkat. Rendahnya kadar insuline menyebabkan gagalnya metabolisme karbohidrat sehingga sumber energi di dapatkan dari lemak dan protein, sehingga terjadi kenaikan kolesterol total. Pada Diabetes Mellitus, perubahan glukosa menjadi asam lemak di depot menurun karena defisiensi glukosa intrasel. Insulin menghambat lipase peka hormon di jaringan adiposa sehingga dengan tidak adanya hormon ini, kadar asam lemak bebas : UFA(*Unsaturated Fatty Acid*), FFA(*Free Fatty Acid*), dalam plasma menjadi lebih dari dua kali lipat. Pada Diabetes Mellitus yang tidak terkontrol, kadar trigliserida dan kilomikron serta FFA plasma meningkat dan plasma sering lipemik. Peningkatan konstituen ini terutama disebabkan oleh penurunan pengangkutan trigliserida ke dalam depot lemak. Penurunan aktivitas lipoprotein lipase juga berperan dalam penurunan pengangkutan ini.<sup>8</sup>

#### **Penyakit Hepar**

Hepar memegang peranan sentral pada metabolisme protein.

Pada akut hepatoseluler sering dihubungkan penyakit dengan hipertrigliseridemia dan penurunan HDL. Sedangkan pada penyakit kolestatik hepar sering dihubungkan dengan hiperkolestrolemia.

#### **Sindroma Nefrotik**

Penderita dengan Sindroma Nefrotik memperlihatkan peningkatan kadar trigliserida dan kolesterol, hal ini dihubungkan dengan menurunnya albumin dalam darah. LDL kolesterol meningkat, sedangkan HDL menurun. Diikuti dengan abnormalitas dari komposisi lipoprotein. Peningkatan trigliserida bisa menimbulkan peningkatan insuline. Ini disebabkan terjadinya insuline resisten, sehingga terjadi peningkatan VLDL.

Hormon tiroid menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Kadar kolesterol plasma turun sebelum kecepatan metabolisme meningkat, yang mengisyaratkan bahwa efek ini tidak bergantung pada stimulasi konsumsi  $O^2$ . Penurunan kadar kolesterol plasma disebabkan oleh peningkatan pembentukan reseptor LDL di hati, yang menyebabkan peningkatan pemindahan kolesterol dari sirkulasi oleh hati. Walaupun telah banyak usaha yang dilakukan, analog hormon tiroid belum dapat secara klinis digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol plasma tanpa menyebabkan peningkatan metabolisme.

### **Pengaruh Obat-obatan**

Penggunaan obat-obatan tertentu harus dipertimbangkan sebagai faktor independen yang dihubungkan dengan perubahan profil lipid yang abnormal. Ada beberapa obat yang berpengaruh diantaranya kontrasepsi hormonal, obat anti tekanan darah tinggi, yaitu dari jenis diuretika terutama golongan thiazide dan golongan adrenergik beta bloker.

### **Kontrasepsi hormonal**

Estrogen dapat meningkatkan kolesterol total, trigliserid, lipoprotein densitas tinggi (HDL) dan lipoprotein densitas rendah (LDL). Progestin, terutama yang merupakan derivat 19-nortestosteron mempunyai pengaruh yang berlawanan. Pengaruh progestin terhadap HDL sangat ditentukan oleh jenis dan dosisnya; progestin androgenik dan derivat progesteron yang diberikan dalam dosis kecil umumnya pengaruhnya kecil terhadap HDL. Preparat dengan efek progestogenik kuat dapat menurunkan HDL, oleh karenanya sedapat mungkin dihindari pada wanita yang mempunyai resiko untuk mendapatkan penyakit kardiovaskular.

Penggunaan kontrasepsi hormonal jangka panjang memungkinkan peningkatan trigliserida plasma dan lipoprotein densitas rendah (LDL), sedangkan kadar lipoprotein densitas tinggi HDL bervariasi<sup>8</sup>



### **Diuretika Tiazide**

Studi yang dilakukan akhir-akhir ini menyimpulkan bahwa diuretika thiazid dapat meningkatkan total kolesterol, dan kolesterol LDL, sedangkan kadar kolesterol HDL amat bervariasi. Konsentrasi trigliserida juga meningkat dikarenakan terjadi sekresi VLDL berlebihan di hepar.

### **Golongan Beta Bloker**

Penggunaan jenis *beta bloker 1* tipe selektive maupun *beta 2*, tipe non selektive, sering dihubungkan dengan meningkatnya kadar trigliserida dan menurunnya kolesterol HDL. Jenis beta bloker yang memiliki aktivitas intrinsik simpatetik umumnya meningkatkan kolesterol HDL. Karena itu bisa dianjurkan pada penderit tekanan darah tinggi, yang memiliki kolesterol HDL yang rendah. Berbeda dengan golongan beta bloker yang tidak memiliki aktivitas intrinsik simpatetik bisa menurunkan kolesterol HDL selain meningkatkan kadar trigliserida dalam darah. Obat golongan kalsium antagonis dan *Converting Enzyme Inhibitors (ACE inhibitor)* tidak mempengaruhi lipid dan lipoprotein dalam darah.

### **c. Faktor Nutrisi atau Asupan Makanan**

Ada beberapa jenis asupan makanan yang berhubungan dengan profil lipid:

#### **1. Lemak / Lipid**

Seluruh asupan lemak akan diubah menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak amat penting sebagai sumber energi atau disimpan sebagai cadangan makanan berupa lemak netral atau trigliserida dalam bentuk jaringan adipose. Asam lemak berdasarkan panjang raitai, jumlah ikatan rangkap, saturasi/kejenuhan diklasifikasikan dalam: asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*), asam lemak tidak jenuh tunggal (*mono unsaturated fatty acid*) dan asam lemak tidak jenuh majemuk (*poly unsaturated fatty acid*), asam lemak tidak jenuh majemuk dibagi lagi menjadi asam lemak omega 3 dan asam lemak omega 6 .<sup>9</sup>

**Asam Lemak Jenuh / *Saturated Fatty Acid*, SAFA**

Asam lemak jenuh, sebagian besar sumbernya berasal dari lemak hewani, seperti daging, telur dan minyak goreng tertentu yang dikonsumsi setiap hari. Bahan makanan yang banyak mengandung asam lemak jenuh adalah asam palmitat dan asam miristat. Bahan makanan ini banyak terdapat pada mentega yang berasal dari lemak susu. Bila diet tinggi asam lemak jenuh akan meningkatkan kadar kolesterol dalam darah, hal ini disebabkan terjadi perpanjangan metabolisme IDL dan LDL, menimbulkan kejenuhan reseptor LDL, aktivitas reseptor LDL akan ditekan sehingga katabolisme LDL berkurang, maka akan terjadi akumulasi LDL dalam plasma darah.

**Asam Lemak Tidak Jenuh Tunggal/*Mono Unsaturated Fatty Acid* (MUFA).**

Asam lemak tidak jenuh tunggal banyak dijumpai pada asam oleat, merupakan komponen utama pada minyak zaitun/*olive oil*, minyak bunga matahari dan minyak biji kacang/*peanut oil*. Dari bukti-bukti penyelidikan akhir-akhir ini ternyata dapat menurunkan kolesterol total dan kolesterol LDL, namun tidak ada bukti pengaruhnya terhadap kolesterol HDL. Asam lemak tidak jenuh tunggal ternyata juga dapat melindungi proses oksidasi terhadap kolesterol LDL.

**Asam Lemak Tidak Jenuh Majemuk/*Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA). Ada 2 macam: asam lemak omega 6 dan asam lemak omega 3.****a. Asam Lemak Omega 6**

Asam linoleat banyak mengandung omega 6. Terdapat banyak pada minyak biji-bijian, *safflower*, minyak jagung, kacang kedele/*soybean*. Pengaruhnya dapat menurunkan total kolesterol dan LDL kolesterol, dengan jalan meningkatkan konsentrasi LDL reseptor, akibatnya kolesterol LDL akan banyak dikeluarkan dari serum darah.

### **b. Asam Lemak Omega 3**

Sumber makanan yang mengandung omega 3 adalah ikan air dingin/*cold water fish*, minyak ikan . Beberapa minyak tumbuh-tumbuhan seperti *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA) mengandung omega 3, pengaruhnya dapat menurunkan total kolesterol. Pengaruh minyak ikan dihubungkan dengan kemampuannya menurunkan kadar trigliserida dan VLDL.<sup>9</sup>

### **2. Kolesterol**

Sumber kolesterol adalah daging dan lemak semua hewan. Bahan makanan nabati tidak mengandung kolesterol, sedangkan organ bagian dalam dan kuning telur banyak mengandung kolesterol. Kolesterol menyebabkan penekanan sintesis LDL reseptor, akibatnya terjadi penghambatan *clearance*/pembersihan plasma LDL dan berkurangnya *uptake*/pengambilan VLDL remnant sehingga terjadi kenaikan kolesterol LDL.

### **3. Karbohidrat**

Ada 2 bentuk karbohidrat, yaitu *monosakarida* dan *polysakarida*. Asupan karbohidrat yang tinggi dapat merangsang sintesis VLDL dan trigliserida dalam hepar juga dapat menurunkan kolesterol HDL.<sup>9</sup>

### **4. Protein**

Sumber protein berasal dari hewani dan nabati. Pengaruh protein nabati dapat menurunkan kolesterol secara relatif dibanding protein dari hewani. Dislipidemia dapat terjadi pada asupan protein yang tinggi, hal ini akibat asam amino sebagai produk dari protein dapat dikatabolisme menjadi asetil Co A yang selanjutnya menuju kepada pembentukan trigliserida dan kolesterol.

## 5. Serat/Fiber

Bahan makanan yang mengandung serat terutama serat larut air seperti: *pektin, gum, mucilages*, seperti yang terdapat pada buah jeruk, *dried beans* dilaporkan dapat mengurangi kolesterol dalam darah. Perubahan yang terjadi meliputi pengurangan kadar kolesterol LDL dan trigliserida. Mekanisme kerjanya belum sepenuhnya dimengerti, namun diperkirakan adanya daya ikat serat terhadap asam empedu, sehingga meningkatkan pengeluaran lemak pada tinja. Sedangkan serat yang tidak larut dalam air tidak mempunyai efek menurunkan kolesterol dalam darah.

### d. GAYA HIDUP

#### 1. Kebiasaan Merokok

Merokok dapat mempengaruhi kadar lipoprotein. Ada hubungan antara jumlah atau dosis rokok yang dikonsumsi dengan perubahan kadar lipoprotein. Nikotin yang terdapat pada asap rokok dapat menurunkan kadar kolesterol HDL. Selain itu dapat meningkatkan total kolesterol melalui peningkatan kolesterol LDL. Studi yang dilakukan terhadap perokok pasif akhir-akhir ini juga menunjukkan bahwa terjadi perubahan profil lipid pada serum darah perokok pasif.

#### 2. Kebiasaan Mengonsumsi Alkohol

Lipoprotein yang paling banyak dipengaruhi oleh alkohol adalah kolesterol VLDL, sehingga plasma trigliserida dan VLDL dalam darah meningkat. Peminum alkohol berat merupakan penyebab utama terjadinya hipertrigliseridemia. Namun bagi orang yang peka minum sedikitpun akan meningkatkan trigliserida dalam darah. Umumnya peningkatan trigliserida terjadi pada orang yang minum alkohol lebih dari 3 atau 4 kali perhari, khususnya pada orang dengan berat badan lebih atau obesitas. Kepekaan alkohol terhadap peningkatan trigliserida dihubungkan dengan tingginya kandungan lemak dalam diet, tingginya trigliserida puasa, kondisi fungsi

hepar, serta predisposisi genetik. Mekanisme peningkatan trigliserida belum begitu jelas, diperkirakan melibatkan beberapa jalur/*pathways* diantaranya karena meningkatnya partikel VLDL secara berlebihan merupakan mekanisme yang paling dominan.

Kolesterol HDL meningkat sebanyak 1.0 mg/dL setiap mengonsumsi 1 *ounce* = 28 gram alkohol. Mengonsumsi alkohol pada tingkat sedang, misal sebanyak 6 *ounces* anggur/ wine atau 12 *ounces* beer atau 15 *ounces liquor*, setiap hari bisa meningkatkan kadar kolesterol HDL. Dalam suatu studi metabolik tentang alkohol, disimpulkan bahwa kolesterol HDL dan apolipoprotein AI akan meningkat pada tingkat konsumsi alkohol ringan sampai sedang. Studi yang dilakukan oleh Carlos A Camargo terhadap para dokter dengan kondisi sehat ternyata mengonsumsi alkohol derajat ringan-sedang dapat menurunkan risiko angina pektoris serta *infark miokard*. Respons kolesterol HDL tampak pada subfraksi HDL2 maupun HDL3, namun lebih nyata pada HDL3. Peningkatan kolesterol HDL akibat alkohol tidak disertai menurunnya trigliserida.

### 3. Aktivitas Fisik yang Kurang (Sedentary Life Style)

Aktivitas fisik tanpa perubahan pola makan mempunyai pengaruh amat kecil dalam mengurangi kolesterol total dan kolesterol LDL.

Latihan yang mampu menginduksi pembakaran lipid dan lipoprotein dihubungkan dengan peningkatan aktivitas apoprotein AI dan lipoprotein lipase. Kebiasaan latihan daya tahan pada pria usia muda dapat mengurangi lemak darah *post prandial*. Kemampuan latihan untuk mengurangi trigliserida dan peningkatan kolesterol HDL tergantung kadar lipid awal serta jumlah dan intensitas latihan. Umumnya *minimal energy expenditure* 800-1000kcal/minggu. Keadaan ini penting untuk terjadinya perubahan metabolisme. Kolesterol HDL meningkat secara linier dengan latihan di atas 4500 kcal atau lebih setiap minggu. Untuk mempertahankan nilai lipid maka latihan harus berkesinambungan sebab bila latihan dihentikan maka nilai lipid akan kembali pada nilai

sebelumnya dalam waktu beberapa minggu. Latihan yang dikombinasikan dengan diet akan menghasilkan turunnya berat badan serta perubahan lipid yang diharapkan dari hanya diet saja. Juga sudah diketahui bahwa latihan fisik akan meningkatkan sensitivitas insulin dan memperbaiki toleransi glukosa. Penurunan berat badan dengan kombinasi kegiatan fisik merupakan pendekatan nonfarmakologik untuk memperbaiki nilai lipoprotein, toleransi glukosa dan sensitivitas glukosa.

#### **e. STATUS GIZI**

##### **Berat Badan Lebih dan Obesitas**

Ada hubungan positif antara obesitas dan kadar kolesterol LDL dan VLDL. Sedangkan terhadap kolesterol HDL mempunyai korelasi negatif meskipun tidak semua penderita obesitas mengalami gangguan lipoprotein. Keadaan ini ditimbulkan oleh mekanisme kompensasi meningkatnya metabolisme yang mempengaruhi sistem VLDL. Meningkatnya lemak tubuh menyebabkan tingginya kadar kolesterol dan menurunnya kolesterol HDL. Hal ini bisa dimulai sejak usia 19-29 tahun. Peningkatan VLDL pada obesitas mempromosikan transfer apo AI lipoprotein dari HDL ke LDL. Untuk mendiagnosis kegemukan dapat dilakukan pengukuran antropometri yaitu: berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh (IMT) dan rasio lingkaran perut dan lingkaran panggul. IMT didapatkan dari berat badan dalam kilogram dibagi kuadrat tinggi badan dalam meter. Menurut Departemen Kesehatan R.I. tahun 1995 IMT dianggap normal di Indonesia adalah 18.5-25 kg/m<sup>2</sup>. Nilai < 18.5 digolongkan kurang, di atas 25 dikategorikan gizi lebih dan kegemukan (obesitas)  $IMT \geq 27$ .

##### **Obesitas**

Obesitas sentral khususnya yang terjadi intra abdomen mempengaruhi distribusi lipoprotein dalam darah, lebih dari obesitas itu sendiri. Dengan obesitas abdomen asam lemak akan dicurahkan langsung

pada sirkulasi portal. Kondisi ini akan meningkatkan VLDL, LDL dan apoB, di samping akan meningkatkan glukoneogenesis hati, akibatnya terjadi peningkatan kadar glukosa darah dan kadar insulin.

Obesitas dibahas dalam kaitannya dengan penngendalian asupan makanan dan keseimbangan energi dan dari segi nutrisi keseluruhan. Obesitas layak dibahas kembali karena hubungannya yang khusus dengan gangguan metabolisme karbohidrat dan diabetes. Seiring dengan bertambahnya berat badan, resistensi insulin meningkat yaitu terjadi penurunan kemampuan insulin memindahkan glukosa ke dalam lemak dan otot dan menghentikan pengeluaran glukosa dari hati. Penurunan berat badan tampaknya mengurangi resistensi insulin. Hal-hal yang berkaitan dengan obesitas adalah hiper-insulinemia, dislipidemia ditandai oleh tingginya trigliserida dan rendahnya HDL dalam darah serta percepatan pembentukan aterosklerosis. Kombinasi temuan ini sering disebut sebagai sindrom metabolik atau sindrom X. Salah satu yang mungkin menjadi sinyal adalah kadar asam lemak bebas dalam darah, yang meningkat pada banyak keadaan resisten-insulin. Kemungkinan lain adalah berbagai peptida dan protein yang diskresikan oleh sel lemak.<sup>8,19</sup>

#### f. Stres

##### Stres Psikologi dan Biologi

Stres secara fisiologis merupakan suatu rangsangan yang dapat menimbulkan tekanan/*strain*. Dalam pengertian psikologis sering didefinisikan sebagai respons terhadap kondisi yang tidak menyenangkan yang disebut *stressor*. Stres secara psikologis dihubungkan dengan gangguan emosi yang timbul akibat rasa takut, cemas, perasaan tidak aman, serta rasa frustrasi..

Estrand (1998) menyimpulkan stres seperti kerja *shift/shift work*, *jet-lag*, keadaan *fatigue*, sebagaimana faktor-faktor yang berhubungan dengan diet, bisa memberikan kontribusi terjadinya kelainan kadar kolestrol pada

darah. Studi hubungan antara stres dan kolesterol menunjukkan terjadinya peningkatan kolesterol sebesar 8-65 % selama periode stres.

Kadar trigliserida menunjukkan kenaikan yang lebih besar selama stres yaitu berkisar antara 33-100 %.

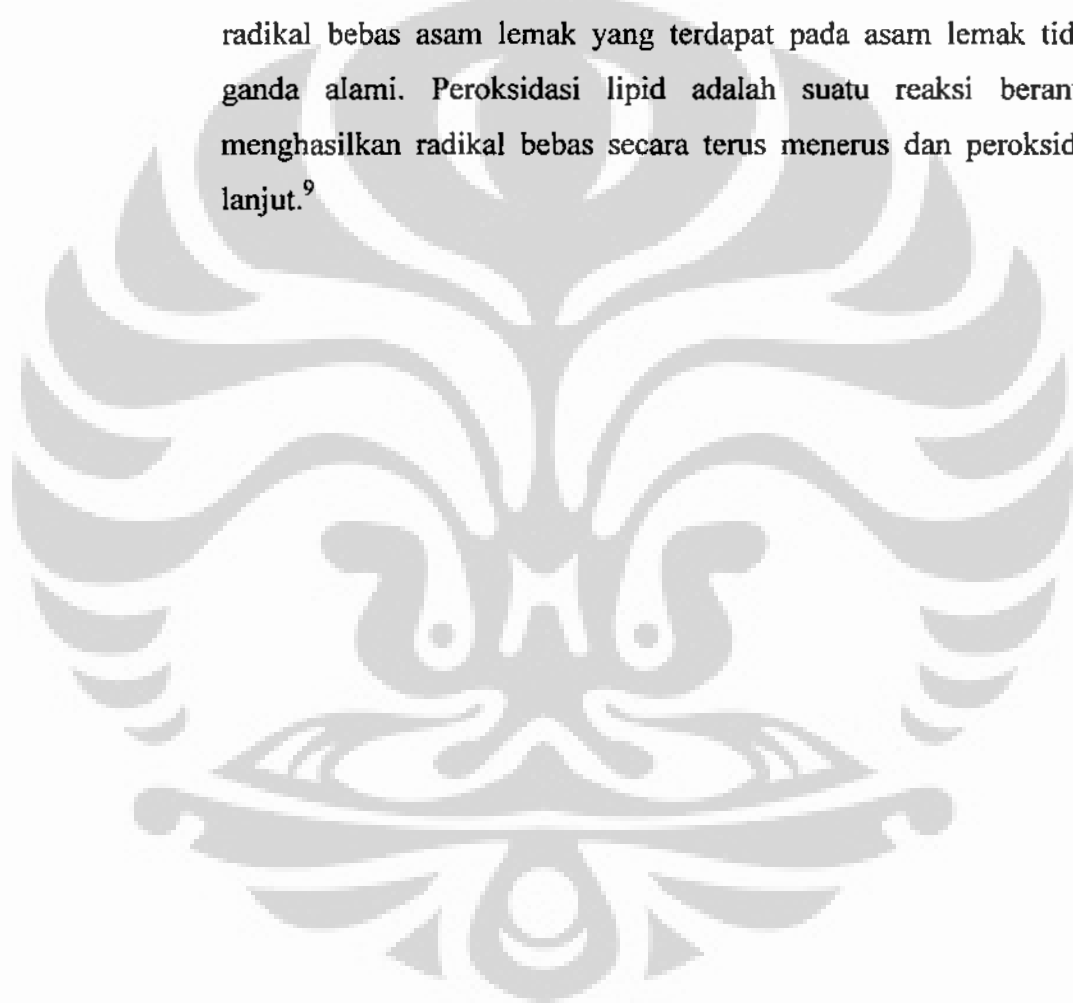
### **Stres Dalam Biologi**

Didefinisikan sebagai semua perubahan dalam lingkungan yang mengubah atau hendak mengubah keadaan mantap optimal (*steady state*) yang sudah ada. Sebagian besar dari stres ini akan mengaktifkan respons tanggapan (*counteractions*) di tingkat molekul, sel atau sistematis yang cenderung memulihkan keadaan sebelumnya yaitu respons tersebut adalah reaksi homeostatik. Sebagian besar rangsang stres yang meningkatkan sekresi *Adeno Cortico Stimulating Hormone* (ACTH) yang mengaktifkan sistem syaraf simpatis dan sebagian fungsi glukokortikoid dalam darah mungkin adalah untuk mempertahankan reaktivitas vaskular terhadap katekolamin. Glukokortikoid juga penting bagi katekolamin untuk menerapkan efek mobilisasi asam lemak bebas *free fatty acid* (FFA) secara penuh, dan FFA adalah pasokan energi darurat yang penting. Namun, hewan yang disimpatektomi dapat mentoleransi berbagai stres dengan cukup baik. Teori lain berpendapat bahwa glukokortikoid mencegah perubahan-perubahan yang diinduksi oleh stres agar tidak terlalu berlebihan. Saat ini, yang dapat dikatakan hanyalah bahwa stres menyebabkan peningkatan kadar glukokortikoid plasma ke kadar "farmakologis" yang tinggi, yang dalam jangka pendek bersifat menyelamatkan nyawa. Perubahan lipid ini dihubungkan dengan perubahan aktivitas neurohormonal seperti pelepasan epinefrin, norepinefrin, *growth hormon* dan *adreno cartico tropic hormon*/ACTH. Dan akibatnya meningkatkan pelepasan asam lemak dan produksi lipoprotein.<sup>8</sup>



### **PEROKSIDASI LIPID ADALAH SUMBER RADIKAL BEBAS**

Peroksidasi (auto-oksidasi) lipid yang terpajan oleh oksigen bertanggungjawab tidak saja terhadap pembusukan makanan (*rancidity, tengik*) tetapi juga kerusakan jaringan *in vivo*. Peroksidasi ini dapat menjadi penyebab kanker, penyakit peradangan, aterosklerosis dan penuaan. Efek merugikan diperkirakan disebabkan oleh radikal bebas ( $\text{ROO}^\bullet$ ,  $\text{RO}^\bullet$ ,  $\text{OH}^\bullet$ ) yang dihasilkan sewaktu terbentuknya peroksida dari asam lemak yang mengandung ikatan rangkap yang diselingi-metilen, *yi*, radikal bebas asam lemak yang terdapat pada asam lemak tidak jenuh ganda alami. Peroksidasi lipid adalah suatu reaksi berantai yang menghasilkan radikal bebas secara terus menerus dan peroksidasi lebih lanjut.<sup>9</sup>



## 2.2 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang adalah getaran yang merambat. Pada gelombang, materi yang merambat memerlukan medium, tetapi medium tidak ikut berpindah. Rumusan frekuensi dan periode sama dengan getaran .

$$v = \lambda f \quad v = x/t$$

$v$  = cepat rambat gelombang (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang(m)

$x$  = panjang lintasan gelombang(m)

$t$  = waktu yang ditempuh gelombang(sekon)

### Jenis gelombang

#### a. Berdasarkan medium

1. Gelombang mekanik ,yaitu gelombang yang memerlukan medium.

Contoh: gelombang tali, gelombang bunyi, gelombang air

2. Gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang tidak memerlukan medium Contoh: gelombang radio, TV, sinar x dan sinar matahari.

#### b. Berdasarkan arah getar dan arah rambatannya

1. Gelombang transversal, yaitu gelombang yang arah getar dan arah rambatannya saling tegak lurus.

Contoh: gelombang elektromagnetik



Gambar 2.2 Gelombang Transversal

2. Gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah getarnya searah atau berhimpit dengan arah rambatannya. Contoh: gelombang bunyi.

Radiasi adalah memancarnya atau menjalarnya energi tanpa melalui media dalam bentuk gelombang. Berdasarkan dari kemampuan mengion dibagi atas radiasi pengion dan radiasi non pengion. Stasiun radio merupakan

salah satu contoh yang memanfaatkan radiasi non pengion melalui frekuensi radio yang berupa gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terdiri dari spektrum radiasi tidak mengion dari frekuensi  $3 \cdot 10^5 - 10^{15}$  Hz dan panjang gelombang 1000 m–100 nm. *Semakin kecil panjang gelombang ( $\lambda$ ) maka semakin besar energi yang dipancarkan.* Hubungan panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan frekuensi ( $f$ ) berbanding terbalik, sesuai persamaan:

$$f = v/\lambda \text{ (Hz)}$$

$$V = 3 \times 10^8 \text{ meter/detik}$$

Yang termasuk radiasi yang bukan pengion adalah:

- \* Frekuensi radio ( $f = 30 \text{ KHz} - 3000 \text{ KHz} = 300 \text{ MHz}$ ,  $\lambda = 1 \text{ km} - 1 \text{ m}$ )
- \* Gelombang mikro ( $f = 0,3 - 300 \text{ GHz}$ ,  $\lambda = 1 \text{ m} - 1 \text{ mm}$ )
- \* Inframerah ( $f = 3 \cdot 10^{11} - 3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ,  $\lambda = 1 \text{ mm} - 1000 \text{ nm}$ )
- \* Sinar tampak ( $f = 3 \cdot 10^{14} - 3,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ,  $\lambda = 1000 \text{ nm} - 500 \text{ nm}$ )
- \* Sinar ultra violet ( $f = 3 \cdot 10^{14} - 3,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ ,  $\lambda = 400 - 100 \text{ nm}$ )

WHO mengklasifikasikan gelombang elektromagnet menjadi 2 yaitu:

1. *Extremely low frequencies* (ELF)

ELF mempunyai spektrum  $< 300 \text{ Hz}$

2. *Radiofrequency radiation* (RFR)

RFR mempunyai spektrum antara 30 kHz sampai 300 GHz

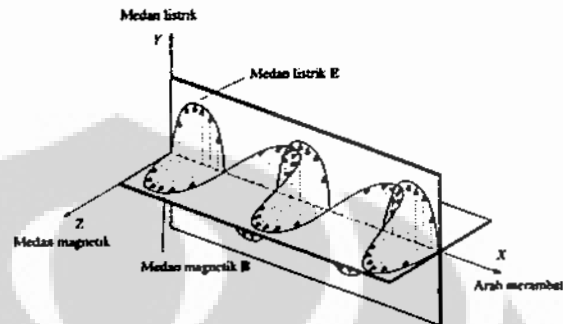
### 2.2.1 Karakteristik Fisik Medan Listrik dan Medan Magnet

#### Medan Listrik

Sistem dari semua perangkat listrik menghasilkan medan listrik (E), yang merupakan vektor kuantitas antara medan magnet dan arah gelombang. Satuan yang digunakan berdasarkan satuan internasional (SI) adalah Newton/Coloumb (N/C). Namun banyak yang menggunakan satuan Volt per meter (V/m).

## Medan Magnet

Medan magnet (H) adalah aliran gelombang yang nyata pada elemen arus di suatu partikel. Hasil pengukurannya berdasarkan SI dinyatakan dengan satuan Tesla (T).  $1\text{T} = 10^4\text{ G}$ .  $1\text{mG} = 0,08\text{A/m}$



Gambar 8.2 Pada gelombang elektromagnetik, medan listrik E selalu tegak lurus arah medan magnetik B dan keduanya tegak lurus arah rambat gelombang

Sumber : *FISIKA untuk SMA kelas X, Erlangga, 2006*

Gambar 2.3 Proyeksi medan listrik dan medan magnet pada suatu gelombang

### Power Density

Kekuatan densitas (S) adalah jumlah total kekuatan radiasi dari seluruh luas permukaan, yang digambarkan pada persamaan :

$$S = P/4\pi r^2 \quad (\text{mW/cm}^2)$$

P = total dari kekuatan radiasi, r = jarak

Hubungan power density (S), medan magnet (H) dan medan listrik (E) untuk frekuensi radio dapat dilihat pada persamaan:

$$S = E^2/3770 \quad S = 37.7H$$

### 2.2.2 Gelombang Frekuensi Radio

Frekuensi radio adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnet pada frekuensi 30 kHz – 300 GHz. Frekuensi yang dipakai oleh Stasiun radio adalah 30 kHz – 300 MHz dengan panjang gelombang 1000 m – 1 m. Nilai ambang batas RF terdiri dari medan listrik (E), medan magnet (H), power density (S), dan kuat arus (I) yang akan mempengaruhi

tubuh sesuai dengan frekuensinya seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

*Specific absorption rate* (SAR) adalah kemampuan tubuh untuk menyerap radiasi. Besarnya SAR RF di tempat kerja untuk seluruh tubuh adalah  $< 0,4$  W/kg. SAR RF di lingkungan untuk populasi normal, sensitif dan anak-anak adalah  $0,08$  W/kg. Besarnya SAR dapat diukur dengan alat dosimeter.

Nilai ambang batas di lingkungan pekerjaan sangat bervariasi, tergantung frekuensi yang digunakan. Menurut TLVs 2008 dan keputusan menteri tenaga kerja NO.51/1999 tentang faktor fisik di tempat kerja berlaku untuk pemajanan seluruh tubuh dari sumber pemajanan atau lebih untuk waktu maksimum 6 menit.

Gelombang radio dihasilkan oleh muatan-muatan listrik yang dipercepat melalui kawat-kawat penghantar. Muatan-muatan ini dibangkitkan oleh rangkaian elektronika yang disebut *osilator*. Gelombang radio ini dipancarkan dari antena dan diterima oleh antena pula. Luas daerah yang hendak dicakup dan panjang gelombang yang akan dihasilkan dapat ditentukan dengan tinggi rendahnya antena. Kita tidak dapat mendengar gelombang radio secara langsung, tetapi penerima radio akan mengubah terlebih dahulu energi gelombang menjadi energi bunyi. Ukuran pemancar radio dan penerima radio sangatlah berbeda. Sebuah pemancar radio dapat berukuran sedemikian kecil sehingga radio itu dapat ditanam dalam tubuh seekor binatang . Sebuah antena penerima dapat berukuran sangat besar (kira-kira sepanjang 400 m) sehingga mampu mendeteksi gelombang-gelombang radio dari jarak sangat jauh.

Gelombang radio dikelompokkan menurut panjang gelombang atau frekuensinya. Jika panjang gelombang tinggi, maka pasti frekuensinya rendah atau sebaliknya. Frekuensi gelombang radio mulai dari 30 kHz ke atas dan dikelompokkan berdasarkan lebar frekuensinya.

Tabel 2.1 Pengelompokan Frekuensi Radio

Nama	Frekuensi	Panjang Gelombang
Very low Frequency(VLF)	<30 kHz	>10 km
Low Frequency(LF)	30-300kHz	1-10 km
Medium Frequency(MF)	300-3000kHz	100-1000 m
High Frequency(HF)	3-30 MHz	10-100 m
Very High Frequency(VHF)	30-300 MHz	1-10 m
Ultra High Frequency(UHF)	300-3000MHz	10-100 cm
Super High Frequency(SHF)	3-30 GHz	1-10 cm
Extremely High Frequency(EHF)	30-300GHz	1-10 mm



Gambar 8.3 Rentang spektrum gelombang elektromagnetik

Sumber : FISIKA untuk SMA kelas X, Erlangga , 2006

Gambar 2.4 Rentang spektrum gelombang elektromagnetik

Tabel dibawah menunjukkan Nilai ambang batas untuk pekerja lapangan dibawah pajan untuk radiofrekuensi untuk seluruh tubuh

**Tabel 2.2 Nilai ambang batas frekuensi radio dilingkungan kerja**

Frekuensi	Power Density (mW/cm <sup>2</sup> )	Kekuatan medan listrik (V/m)	Kekuatan medan magnet(A/m)	Rata-rata waktu pemajanan(menit)
30 kHz-100kHz		614	163	6
100 kHz - 300 kHz		614	16.3/f	6
3 MHz - 30 MHz		1842/f	163/f	6
30 MHz - 100MHz		61.4	16.3/f	6
100 MHz - 300 MHz	1	61.4	0.163	6
300 MHz- 3GHz	f/300			
3 GHz- 15GHz	10			

**F=frekuensi dalam MHz**

*Sumber :TLVs American Conferensce of Govermental Industrial Hygienist 2008*

**Tabel 2.3 Nilai ambang batas lingkungan frekuensi radio**

Frekuensi (MHz)	Power Density (mW/cm <sup>2</sup> )	Kekuatan medan listrik (V/m)	Kekuatan medan magnet(A/m)
0.1-1	-	87	0.23/f <sup>0.5</sup>
>1-10	-	87/f <sup>0.5</sup>	0.23/f <sup>0.5</sup>
>10-400	2	27.5	0.073
>400-2000	f/200	1.357f <sup>0.5</sup>	0.0037/f <sup>0.5</sup>
>2000-300.000	10	61	0.16

**F=frekuensi dalam MHz**

*Sumber :TLVs American Conferensce of Govermental Industrial Hygienist 2008*

## Perbandingan antara Gelombang Medium dengan Gelombang VHF dan UHF

Gelombang radio dengan frekuensi sekitar 1 MHz (1.000.000 Hz) disebut gelombang *medium*. Gelombang ini dapat digunakan sebagai alat komunikasi yang membawa informasi dari satu tempat ke tempat lain. Gelombang ini mudah dipantulkan oleh lapisan atmosfer bumi (ionosfer) sehingga tempat-tempat yang jauh dari pemancar dapat dicapai. Informasi bunyi yang dibawa oleh gelombang medium adalah dalam bentuk perubahan *amplitudo* atau *modulasi amplitudo*.

Gelombang TV UHF(*Ultrahigh frekuensi*) dan radio VHF(*Very High Frekuensi*) tidak dipantulkan oleh lapisan atmosfer sehingga luas daerah jangkauannya sempit. Karena dapat menembus lapisan atmosfer (ionosfer), gelombang ini sering digunakan sebagai alat komunikasi dengan satelit-satelit. Pesawat TV dan radio FM menggunakan gelombang ini sebagai pembawa informasi. Informasi bunyi dibawa dalam bentuk perubahan *frekuensi* atau *modulasi frekuensi*.<sup>15</sup>

### Modulasi Amplitudo dan Modulasi Frekuensi

Di dalam modulator pemancar radio terjadi penggabungan antara getaran listrik suara dengan getaran gelombang pembawa frekuensi radio sehingga menghasilkan gelombang radio termodulasi.

Jika di proses dalam modulator adalah *amplitudo* dari getaran-getaran pembawa dan getaran listrik suara, maka gelombang radio yang dihasilkan disebut gelombang AM(*Amplitudo Modulation*). Gelombang AM memiliki amplitudo yang berubah-ubah sesuai dengan amplitudo getaran listrik suara, sedangkan frekuensinya tetap.

Jika yang diproses dalam modulator adalah *frekuensi* dari getaran-getaran gelombang pembawa dan getaran listrik suara, maka gelombang radio yang dihasilkan disebut gelombang FM(*Frekuensi Modulation*). Gelombang

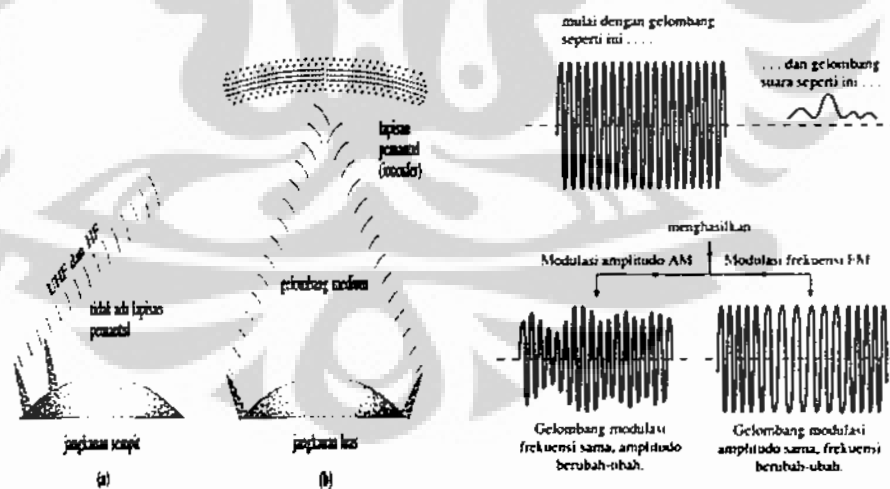


FM memiliki frekuensi yang berubah-ubah sesuai dengan frekuensi getaran listrik suara, sedangkan amplitudonya tetap.

Pemancar gelombang AM digunakan dalam penyiaran dengan gelombang medium dan gelombang panjang. Telah kita ketahui sebelumnya, suara yang dibawa oleh gelombang medium dalam bentuk gelombang AM dapat mencapai tempat yang jauh. Hal ini terjadi karena gelombang medium mudah dipantulkan oleh lapisan ionosfer.

Pemancar gelombang FM digunakan dalam penyiaran dengan gelombang VHF. Keunggulan gelombang FM adalah bebas dari interferensi listrik sehingga suara musik yang dibawanya terdengar lebih merdu. Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya, suara yang dibawa oleh gelombang VHF dalam bentuk gelombang FM tidak dapat mencapai tempat yang jauh karena gelombang VHF tidak dipantulkan oleh lapisan ionosfer.

Keunggulan gelombang AM adalah dapat mencapai tempat yang jauh. Sedangkan keunggulan gelombang FM adalah dapat menghasilkan suara musik yang lebih merdu (bebas dari interferensi listrik).



Gambar 1.6 (a) gelombang Tl. dan Fd dapat dipantulkan oleh lapisan atmosfer sehingga dapat jangkau tempat (b) Gelombang medium dipantulkan oleh lapisan atmosfer sehingga arahnya jangkauan luas

Gambar 1.7 Modulasi dan gelombang radio bisa AM atau FM. Sinyal suara diambil berubah dengan mengkilapkan gelombang pembawa kemudian dari sinyal modulasi pada penerima radio.

Sumber : FISIKA untuk SMA kelas X, Erlangga , 2006

Gambar 2.5 Modulasi Amplitudo dan Modulasi Frekuensi

### 2.2.3 Pengukuran

Pengukuran menggunakan alat Radio Frekuensi Meter. Gelombang elektromagnet yang dipancarkan pada objek yang diukur diterima oleh fotocell pada alat radio frekuensi meter dan gelombang elektromagnet dirubah menjadi gelombang mekanik/listrik kemudian dibaca pada monitor dalam satuan Gauss yang akan dikonfersi menjadi satuan Amper/meter.

Prosedur Pengukuran dengan Alat Radio Frekuensi Meter adalah:

1. Melakukan pemeriksaan alat (baterai).
2. Melakukan kalibrasi alat.
3. Melakukan pengamatan lokasi dan menggambar denah ruangan yang akan dilakukan pengujian.
4. Letakkan radio frekuensi meter pada objek yang akan diukur.
5. Baca hasil pengukuran pada alat tersebut 10 kali baca setiap 5 detik.
6. Matikan alat.
7. Simpan alat pada tempat yang tersedia.

Titik pengukuran pajanan gelombang elektromagnetik frekuensi radio dilingkungan kerja berdasarkan lakasi dan aktivitas para pekerja. Pekerja yang tempatnya dibawah pajanan RF yang arah pajanannya vertikal menyilang terhadap tubuh pengukuran hanya dilakukan pada satu titik pada posisi saat sedang bekerja. Dan pada lingkungan pekerja maka diukur pada 5 titik ( di empat sudut ruangan dan titik tengah ruangan). Setiap pekerja mempunyai jam kerja ,intensitas pajanan dan lama pajanan yang berbeda setiap hari/minggu, maka dilakukan perhitungan intensitas elektromagnetik rata-rata dan kumulatifnya. Perhitungan intensitas gelombang elektromagnet :

$$E = \frac{F \times M \times D}{W}$$

E= Pajanan

F= Frekuensi pajanan dalam satu hari

M= Besarnya pajanan medan magnet

D= Besarnya durasi tiap pajanan ( menit)

W= lama kerja dalam satu hari (menit)

Pada pekerja yang mendapat pajanan yang berbeda baik waktu maupun besarnya pajanan maka perhitungan rata-rata besarnya pajanan yang diterima dalam 1 hari(TWA) melakukan aktivitas kerja menggunakan perhitungan:

$$ETWA = \frac{E1+E2+E3+\dots+En}{480}$$

480

#### 2.2.4 Sumber Elektromagnetik Frekuensi Radio di Tempat Kerja dan Aplikasinya

Aplikasi frekuensi radio terhadap suatu alat yang dipakai di suatu pekerjaan tergantung pada besarnya frekuensi yang dipakai. Pada LF, MF, HF digunakan untuk alat pemanas air dan makanan, fisiotherapi, pesawat radio dan pesawat televisi. Pada VHF digunakan untuk radio komunikasi, radio, televisi dan radiospektrumetri. Sedangkan UHF, sHF, EHF digunakan untuk telepon selular, alat radio lokal, alat navigasi, antena televisi, radiostronomi, radiometrologi, radiospektroskopi, fisioterapi nuklir dan pemanas makanan.

Pada lingkungan kerja yang terdapat instalasi listrik, tangki kapasitor, alat detektor keamanan, detektor pada pintu pemeriksaan merupakan sumber gelombang elektromagnet yang menggunakan frekuensi ELF, ULF, VLF, LF, MF, HF. Area jalur instalasi transmiter dan tangki kapasitor merupakan sumber gelombang elektromagnet yang menggunakan frekuensi VHF.

Perangkat CPU(*Central Processing Units*) pada perangkat komputer menggunakan MF sampai SHF. *Wireless communication* menggunakan frekuensi antara 9KHz sampai 300 GHz. Contoh alat yang menggunakan teknologi *wireless* adalah GPS(*Global Positioning System*)unit, pembuka pintu garasi, mouse komputer, *keyboard*, *headsets*, *satelit televisi*, *cordless telephones*, *portable two way radio*, *cellular telephone*, PDAs(*personal digital assistants*), *wireless networking*, Wi-Fi (*Wireless fidelity*), *bluetooth*.

BTS, penguat sinyal telepon selular, komunikasi GSM, CDMA, tvphone, telepon kabel juga menggunakan frekuensi radio dengan frekuensi 800-

2450 MHz. Pada umumnya, teknologi yang menggunakan CDMA menggunakan spektrum di frekuensi 800 MHz atau yang biasa dikenal sebagai spektrum PCS (*Personal Communication System*). 3G berbasis teknologi CDMA yang menggunakan frekuensi 1900 MHz.

*Magnetic resonance imaging* (MRI) menggunakan gelombang elektromagnet frekuensi radio dengan frekuensi 1-100 MHz. Pengobatan *diathermy*, *electrosurgical* juga menggunakan gelombang elektromagnet frekuensi radio sekitar 27 MHz.<sup>11,12,15</sup>

### 2.2.5 Pengaruh Frekuensi Radio pada Kesehatan

Gelombang elektromagnetik frekuensi radio mempengaruhi sistem biologi makhluk hidup (manusia dan hewan) melalui mekanisme baik secara langsung maupun tidak langsung. Intensitas dan distribusi dari pajanan gelombang dan arus tergantung pada karakteristik dari tipe gelombang (listrik, magnet, elektromagnet), frekuensi, polarisasi, arah gelombang dan kekuatan gelombang, serta sistem listrik dari jaringan tubuh yang terpajan.

Deposit energi RF pada tubuh manusia dapat meningkatkan suhu tubuh. Selama aktifitas, metabolisme tubuh menghasilkan panas sebesar 3-5 W/kg. Pada lingkungan yang normal, SAR 1-4 W/kg dalam waktu 30 menit suhu tubuh rata-rata menghasilkan kurang dari 1 derajat celsius.

Sesuai dengan hasil penelitian oleh dr. Wiwit, MKK thn 2009 di RRI didapatkan tingkat pajanan gelombang elektromagnetik Frekuensi Radio di stasiun radio dan lingkungan rumah sekitar pemancar dalam radius 3 Km dibawah nilai ambang batas normal. Pajanan gelombang elektromagnetik Frekuensi Radio di lingkungan kerja stasiun radio tidak mempunyai hubungan bermakna dengan hipertensi. Tetapi pajanan kumulatif pada lingkungan non okupasi mempunyai hubungan bermakna terhadap hipertensi.<sup>16</sup>

### 2.2.6 Pengaruh Frekuensi radio terhadap Hiperkolesterolemia

Michael Israel, Katia Vangelova, Michaela Ivanova (2007) melakukan study terhadap physiotherapy dengan radiasi gelombang electromagnetic Frekuensi 50 Hz, 159 kHz, 27.12 Mhz dan 2.45 GHz didapatkan paparan radiasi elektromagnet dalam jangka panjang berhubungan dengan terjadinya peningkatan yang signifikan dari kolesterol total dan kadar LDL-C (*Low Density Lipoprotein-Cholesterol*) . Penelitian Vangelova, et al 2006 ,kemungkinan gangguan total kolesterol dan LDL-C karena pengaruh radiofrekuensi disebabkan oleh stress sistem .Dimana penelitian menunjukkan bahwa terjadi pengeluaran stress hormon pada phsioterapi akibat pajanan RF.

Penelitian yang dilakukan oleh Lai dan Singh pada sel otak tikus yang dipajan dengan medan magnet 60 Hz 0,1 – 0,5 militesla (mT) selama 24 jam dan 48 jam menunjukkan adanya patah untai tunggal (*single strand*) DNA dan untai ganda (*double strand*) dalam jumlah yang banyak. Hal tersebut diduga menyebabkan peningkatan konsentrasi radikal bebas. Radikal bebas adalah suatu senyawa superoksida sangat reaktif yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan, cenderung memperoleh elektron dari substansi lain, sehingga menjadikan radikal bebas bersifat sangat reaktif. Peroksidasi lipid sebagai penghasil radikal bebas (auto-oksidasi) dari lipid yang dipaparkan ke oksigen bertanggungjawab terhadap kerusakan jaringan tubuh, atherosklerosis, dan penuaan. Efek perusakan diduga dikarenakan oleh radikal bebas ( $ROO^{\cdot}$ ,  $RO^{\cdot}$ , dan  $OH^{\cdot}$ ) dihasilkan dari asam lemak, yang ditemukan secara alami di PUFA (*polyunsaturated fatty acids*). Peroksidasi lipid ini merupakan suatu reaksi berantai yang kembali menghasilkan radikal bebas yang menginisiasi peroksidasi lebih lanjut.<sup>12</sup> Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak biologis pada mencit yang diakibatkan oleh pemajanan medan elektromagnet (EMF) secara terus menerus (*continous exposure*) dengan melihat peningkatan konsentrasi radikal bebas dalam serum. Selain itu untuk mengetahui ada tidaknya efek akumulasi biologis pemajanan EMF pada mencit Swiss-Webster terhadap konsentrasi radikal bebas dalam serum.<sup>22</sup> Peroksidasi lipid menyebabkan adanya

LDL yang teroksidasi sehingga reseptor LDL tidak mengenalinya dan membiarkan bebas dalam plasma darah dan menyebabkan ditangkapnya LDL yang teroksidasi tersebut oleh makrofag dan menjadi sel busa yang menyebabkan menumpuk dalam tubuh dan menyebabkan terjadinya plak aterosklerotik.<sup>10</sup>

## 2.5 Profil Perusahaan

### Gambaran Umum Perusahaan

Stasiun radio milik pemerintah ini diresmikan berdiri pada tanggal 11 September 1945 di Jakarta. Stasiun radio ini di Jakarta mempunyai pekerja 845 orang yang bekerja di 3 wilayah yaitu: Cimanggis, Radio Dalam dan Medan Merdeka.

Kantor Medan Merdeka merupakan kantor pusat RRI, dan RRI cabang Jakarta yang merupakan pusat kegiatan pemberitaan, penyiaran, rekaman dan kantor fungsional dan struktural dari 6 departemen yaitu departemen administrasi dan keuangan, departemen program dan produksi, departemen layanan usaha, departemen sumber daya teknik, departemen siaran luar negeri dan dewan pengawas RRI. Di lingkungan Medan Merdeka terdapat 1 antena pemancar satelit untuk menyampaikan siaran berita ke seluruh cabang RRI di segenap pelosok negeri. Kantor Medan Merdeka mempunyai 2 gedung dengan jumlah pekerja sebanyak 676 orang, yang terdiri dari 30 orang penyiar, 50 pekerja teknik dan 596 pekerja struktural.

Stasiun radio ini mempunyai 4 program acara, yang semuanya disusun, direkam, disiarkan dari Medan Merdeka, yaitu:

1. Program 1 mengudara di FM 91,2 MHz untuk pendengar umum di Jakarta dan sekitarnya.
2. Program 2 mengudara di FM 105 MHz untuk segmen kalangan Eksekutif muda metropolitan.
3. Program 3 di FM 88,8 MHz, MW 999 KHz, SW 11860 KHz dan SW 15125 KHz yang merupakan kanal *news and current affairs* (berita dan nasabah aktual) berjaringan nasional.
4. Program 4 mengudara di FM 92,89 MHz, MW 1332 KHz dan

SW 9680 KHz yang segmennya adalah pada siaran pendidikan dan nasional.

Di Cimanggis dengan luas lahan 50 Hektar dialokasikan untuk pemancar, kantor dan perumahan karyawan, mempunyai 80 pekerja yang terdiri dari 15 pekerja umum (satpam, tukang kebun) dan 65 pekerja teknik (pemeliharaan dan operator). Pekerja dalam satu minggu bekerja selama 40 jam. Karena stasiun radio mengudara selama 24 jam, maka untuk operator bekerja dengan sistem kerja secara shift, 1 hari di bagi menjadi 3 shift. Pekerja sebagian besar tinggal di perumahan dinas di lokasi pemancar tersebut. Cimanggis merupakan lokasi pemancar terbesar, baik pemancar dalam negeri maupun luar negeri. Terdapat 2 pemancar dengan kekuatan 250 KW, 1 pemancar dengan kekuatan 50 KW dan 1 pemancar dengan kekuatan 10 KW. Siaran luar negeri mengudara pada pukul 17.00 – 21.00 WIB pada frekuensi 9525 KHz dan pada pukul 23.00 – 04.00 WIB pada frekuensi 9525 KHz dan 11785 KHz. Siaran dalam negeri mengudara dari pukul 05.00 – 19.00 WIB. Di radio Dalam terdapat 2 tempat kerja yang jaraknya sekitar 500 meter. Area Radio Dalam I merupakan kantor SPI dan pemancar FM, yaitu area terdapat 1 pemancar dengan kekuatan 50 KW, kantor dan perumahan dinas. Mempunyai 89 pekerja yang terdiri dari 15 pekerja teknik (pemeliharaan dan operator), 20 pekerja umum, 54 pekerja honorer dan administrasi. Radio Dalam II atau Pusdiklat merupakan kantor pendidikan dan latihan yang mempunyai pekerja 53 orang. Stasiun radio ini tidak mempunyai program kesehatan dan keselamatan kerja. Pekerja mendapat fasilitas kesehatan berupa asuransi kesehatan (askes) merupakan sarana kesehatan bagi pegawai Negeri Sipil. Pihak stasiun radio belum pernah melaksanakan pemeriksaan kesehatan pekerja sebelum bekerja dan berkala. Catatan mengenai kecelakaan kerja juga tidak ada. Berdasarkan wawancara, pekerja stasiun radio Cimanggis pada tahun 1984 pernah mengalami kelainan kulit berupa bercak kehitaman seperti luka bakar pada kulitnya. Setelah diamati, ternyata penyebabnya karena kebocoran radiasi gelombang elektromagnet frekuensi radio karena gelombang RF yang dipancarkan dari pemancar menuju antena tidak ditangkap oleh *feeder* dengan baik. Setelah *feeder* diperbaiki, kelainan kulit hilang dengan sendirinya tanpa diobati. Parameter adanya kebocoran radiasi gelombang elektromagnet frekuensi

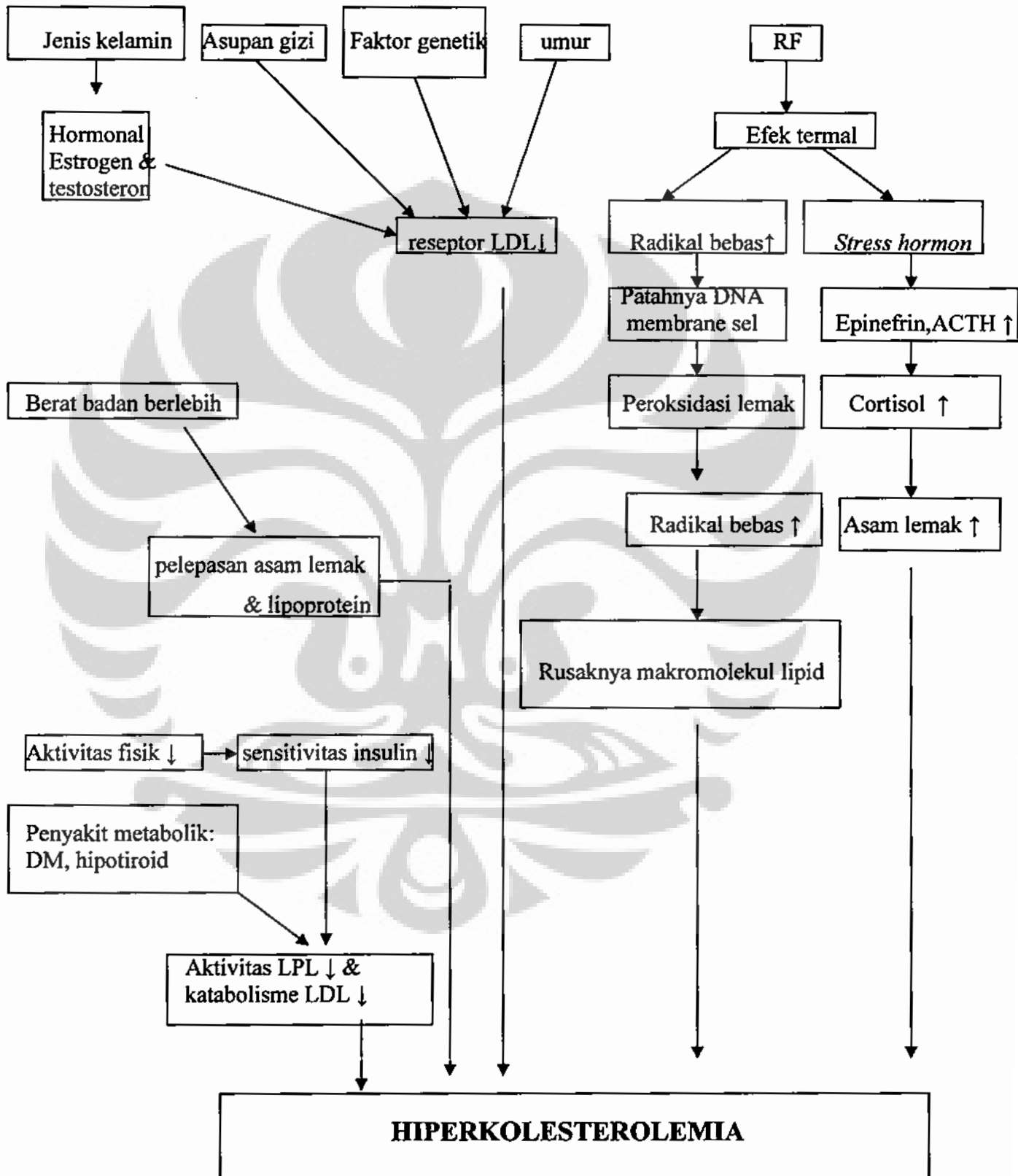
radio juga dapat dilihat oleh penghuni rumah dinas di sekitar pemancar seperti adanya baju penduduk yang dijemur memakai kawat atau logam akan membekas kehitaman sesuai bentuk kawat atau kawat jemuran menyetrum. Kecelakaan kerja juga sering terjadi pada pekerja *maintenance* (perawatan) saat mengontrol peralatan pemancar, feeder dan antena. Bila bersentuhan dengan kulit akan terjadi luka bakar yang kering (tidak ada bula). Dan hampir rata-rata pekerja perawatan pernah mengalami kecelakaan ini tetapi tidak pernah dilaporkan dan dicatat.





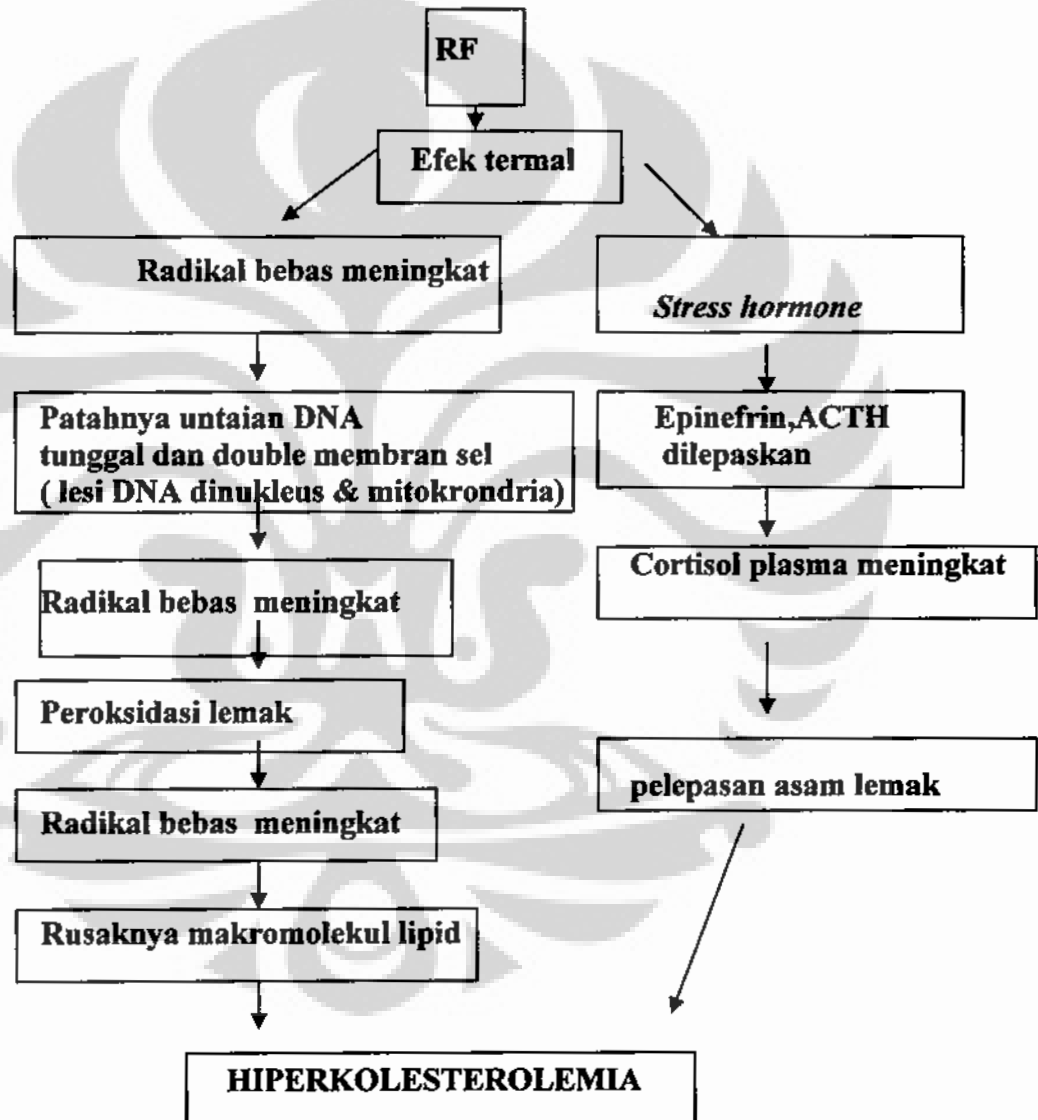
## 2.6 Kerangka Teori

### 2.6.1 Patofisiologi Hiperkolesterolemia



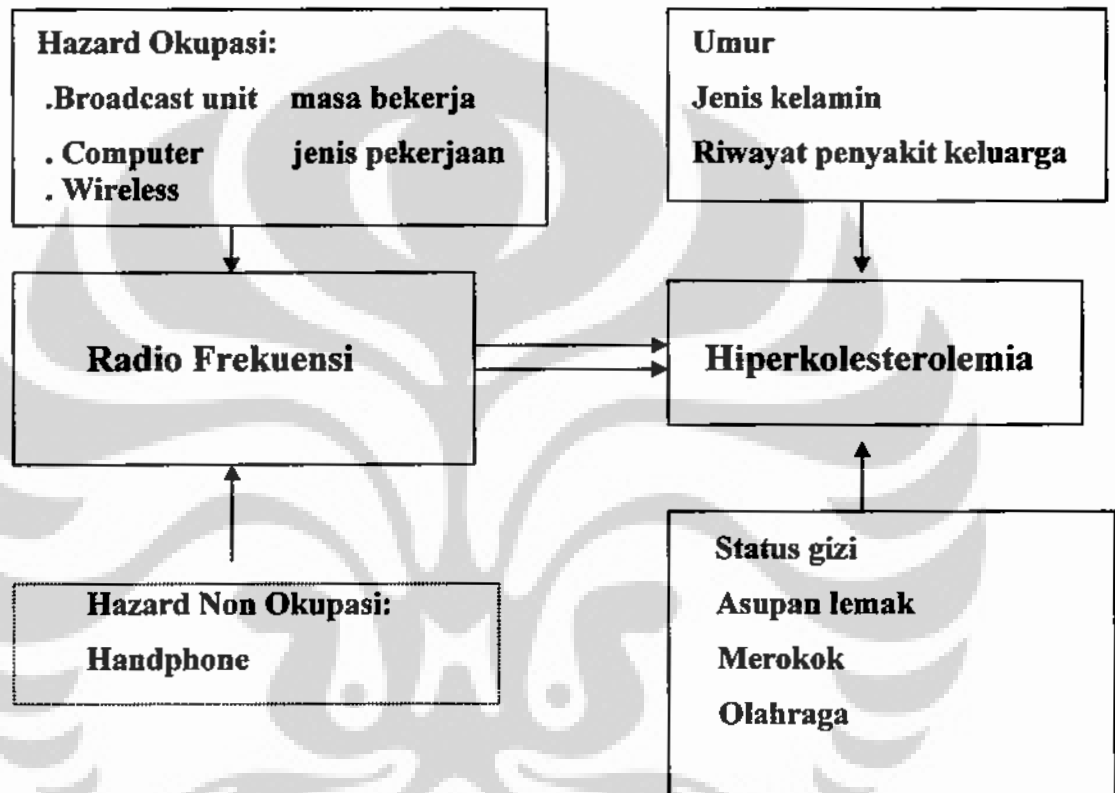
## 2.6.2 PATOFISIOLOGI GELOMBANG ELEKTROMAGNET FREKUENSI RADIO MEMPENGARUHI HIPERKOLESTEROLEMIA

Radiasi gelombang elektromagnet frekuensi radio mempengaruhi hiperkolesterolemia melalui radikal bebas dan stress hormone



## 2.7 KERANGKA KONSEP

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan ruang lingkup penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka kerangka teori dari penelitian tersebut dibuat dengan menggunakan pendekatan system



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian adalah memakai *cross sectional* dimana penelitian dilakukan dalam satu saat, bertujuan untuk mengetahui hubungan antara gelombang elektromagnetik frekuensi radio dengan gangguan hiperkolesterolemia beserta faktor-faktor risiko lainnya pada pekerja stasiun radio di Jakarta.

#### 3.2 Tempat dan waktu

Tempat di RRI Jakarta. Waktu penelitian sampel Mei – Juli 2010

#### 3.3 Populasi penelitian

Target Populasi penelitian adalah pekerja di stasiun radio. Populasi terjangkau penelitian adalah seluruh pekerja Radio Republik Indonesia Jakarta.

#### 3.4 Sampel

##### 3.4.1 Besar sampel

Untuk membuat sampel, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sampel untuk disain *cross sectional* (rumus sampel survey) sebagai berikut

$$N = \frac{z\alpha^2 pQ}{d^2}$$

N = Jumlah sampel

Z $\alpha$  = Interval kepercayaan 95%

( $\alpha$  = 0.05 ; 2  $\alpha$  = 1.96

P = 56.5% = 0.565

**MONICA III hiperkolesterolemia (>200 mg/dl) yaitu sebesar 56.5 %**

Q = 1-P = 1-0.565 = 0.435

d = presisi (d = 10%) = 0.1

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.565)(0.435)}{0.1 \times 0.1} = 94 \text{ (jika presisi 10\%)}$$

Jadi besar sampel yang dibutuhkan adalah 94 orang

Dengan penambahan 10% maka didapatkan : 94 + 9 = 103 orang

### 3.4.2 Kriteria sampel

#### Kriteria inklusi :

1. Adalah seluruh pekerja di stasiun radio di Jakarta yang bersedia untuk menjadi sampel penelitian
2. Pekerja yang hadir pada saat pemeriksaan Medical Checkup dengan masa kerja minimal 1 tahun

#### Kriteria eksklusi :

1. Menderita Diabetes mellitus
2. Menderita kelainan fungsi tiroid
3. Menderita Sindroma Nefrotik
4. Sedang dalam pengobatan yaitu B Bloker, kontrasepsi oral dan diuretic

#### Kriteria drop out:

Peserta penelitian tidak mengikuti penelitian secara lengkap

### 3.4.3 Cara pengambilan sampel

Pengambilan sampel dengan cara *consecutive* pada populasi terjangkau penelitian pekerja di stasiun radio Jakarta yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Sampel diambil dari pekerja yang hadir pada pemeriksaan *medical checkup* Desember 2009.

## 3.5 Variabel dan Instrumen

### 3.5.1 Variabel

#### a. Variabel terikat

Variabel terikat adalah kadar lemak dalam darah : total kolesterol.

#### b. Variabel bebas

Variabel bebas adalah Asupan lemak, Indeks Massa Tubuh (IMT), Olahraga, merokok, faktor resiko : riwayat penyakit keluarga Jantung dan stroke, karakteristik responden (usia, jenis kelamin, jenis kerja, masa kerja), Radio Frekuensi okupasi kumulatif.

### 3.5.2 Instrumen

a. Alat pengukur radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio.

Untuk mengukur radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio di lingkungan pekerja diukur dengan menggunakan alat EMF tipe 827 merek Lutron .

b. Hasil dari rekam medis pemeriksaan *Medical Checkup* Desember 2009.

c. Kuesioner dari wawancara langsung dan pengisian kuesioner karakteristik sampel , faktor risiko hiperkolesterolemia dan riwayat penyakit sebelumnya.

d. Asupan gizi digunakan Nutrient Survey

### 3.6 Cara pengambilan data adalah :

#### 3.6.1. Pengambilan data

Mengambil data dari hasil rekam medik pemeriksaan *Medical Checkup* Desember 2009 yang meliputi anamnesa, pemeriksaan fisik dan laboratorium

#### 3.6.2. Wawancara

Melakukan wawancara langsung dengan panduan kuesioner kepada sampel untuk diketahui riwayat penyakit sebelumnya agar dapat dilakukan eksklusi yaitu yang menderita Diabetes mellitus, hipotiroid, sindroma nefrotik ,sedang dalam pengobatan yaitu kontrasepsi oral, diuretic, beta bloker.

Pengisian kuesioner untuk karakteristik sampel yaitu usia, jenis kelamin , lamanya bekerja. Pengisian kuesioner untuk faktor risiko hiperkolesterolemia yaitu olahraga, merokok, genetik keluarga yang menderita jantung dan stroke.

#### 3.6.2. Nutrition survey

Untuk analisis gizi dilakukan pengisian kuesioner food recall

### 3.7 Analisa Data

#### 3.7.1 Pengolahan Data

Kuesioner yang diisi diedit ,diverifikasi setiap jawaban pertanyaan, sehingga tidak ada yang kosong . Setelah dikoreksi dilakukan koding pada kuesioner dan dimasukkan kedalam komputer melalui data entri.

### 3.7.2 Analisis statistik

Data akan dianalisa dengan menggunakan program SPSS 11 ,untuk analisa gizi dengan melalui program Nutrision survey program.

#### a. Analisis univariat.

Data diberikan dalam bentuk distribusi frekuensi dari data variabel.

b. Analisis bivariat untuk mengetahui hubungan diantara dua variabel yang diamati yaitu:

- Hubungan karakteristik demografi dengan hiperkolesterolemia.
- Hubungan hiperkolesterolemia dengan jenis pekerjaan.
- Hubungan hiperkolesterolemia dengan status gizi/IMT, supanlemak, olahraga, merokok , faktor risiko riwayat penyakit keluarga : jantung dan stroke.
- Hubungan intensitas pajanan kumulatif okupasi dengan hiperkolesterolemia.

#### c. Analisis Multivariat

Dilakukan dengan metode Enter untuk melihat variabel yang paling berpengaruh

### 3.8 Variabel penelitian dan definisi operasional

#### A. Variabel terikat

Profil lipid :

Menurut PERKENI 2004, Dinyatakan hiperkolesterolemia kadar kolesterol total

>200 mg/dl

#### Kolesterol Total

- |           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 1. >200   | Hiperkolesterolemia        |
| 2. <= 200 | Normal hiperkolesterolemia |

## B. Variabel bebas

### 1. Umur

Adalah umur menurut ulang tahun terakhir ,dinyatakan dalam tahun , yang menunjukkan kenaikan lebih dari 6 bulan dibulatkan keatas:

1. Umur  $\geq 40$
2. Umur  $< 40$

Ditetapkan umur 40 thn berdasarkan pada skor Framingham dimana peningkatan faktor risiko pada usia  $\geq 40$  thn

### 2. Jenis kelamin

Adalah perbedaan antara perempuan dan laki-laki:

1. Laki-laki
2. Perempuan

### 3. Status perkawinan

Adalah suatu status dimana saat dilakukan pemeriksaan Medical Checkup seseorang belum menikah, sudah menikah atau telah berpisah dari suami/istri.

1. Kawin
2. Duda/janda
3. Belum kawin

### 4. Pendidikan

Tingkat pendidikan adalah jenjang pendidikan formal terakhir yang Pernah diikuti :

1. Lulus SMA
2. Lulus D3
3. Lulus S1
4. Lulus S2

### 5. Status kerja

Suatu status pekerja apakah sudah diangkat sebagai pegawai atau masih dalam ikatan kontrak kerja :

1. PNS
2. honorer

### 6. Jabatan

Adalah posisi kedudukan dari pekerja pada saat pemeriksaan

1. Kepala bagian
2. Staff



### 7. Jenis kerja

Adalah unit kerja atau kelompok tempat bekerja berdasarkan dengan

- Tugas kerja yang dilakukan :
1. Operator pemancar
  2. Penyiar
  3. ADM dan layanan

### 8. Masa kerja

Adalah masa dimana subjek bekerja di perusahaan tersebut , dihitung dalam tahun dan bila lebih dari 6 bulan dibulatkan keatas dan bila kurang dari 6 bulan dibulatkan kebawah. Ditetapkan masa > dari 20 thn karena didapatkan nilai tengah masa kerja adalah 22 thn .

1. Masa kerja >20 tahun
2. Masa kerja <= 20 tahun

### 9. Status gizi

Penentuan status keseimbangan antara berat badan dan tinggi badan seseorang apakah termasuk normal ,kurang atau berlebih yang berhubungan dengan risiko peningkatan kolesterol. Penentuan status gizi dipakai Body Mass Index (BMI) atau Indeks Masa ubuh(IMT) berdasarkan Depkes RI .

Dasar perhitungannya adalah berat badan dalam kg dibagi dengan tinggi badan dikuadratkan dalam meter.

$$\text{Rumus} = \frac{\text{BB}(\text{kg})}{\text{T B}^2 (\text{m}^2)}$$

### Nilai IMT The Asia-Pacific Perspective (2000)

BMI / Indeks Massa Tubuh	Status Gizi
18.5 – 22.9	Normal
< 18.5	Kurang
23 – 24.9	Lebih
25 – 29.9	Obes 1
> 30	Obes2

1. Obese
2. Tidak obese

#### 10. Asupan lemak

Menilai asupan lemak perhari. Menggunakan food intake analysis melalui Metode recall 3 x 24 jam . Data yang recall yang didapa dikonversikan kedalam gram.Kemudian dianalisis kandungan zat-zat gizi dengan menggunakan program *Nutrision survey*.

Kemudian nilai ini dibandingkan dengan kalori total yang dimakan.

Batasan jumlah asupan lemak sehari-hari (PERKENI 2002) yaitu:

rendah , yaitu jumlah asupan lemak < 20% dari kalori total

normal , yaitu jumlah asupan lemak 20% - 25 % dari kalori total

tinggi , yaitu jumlah asupan lemak > 25 % dari kalori total

1. Asupan lemak Tinggi

2. Asupan lemak normal dan rendah

#### 11. Olahraga

Suatu aktifitas fisik yang dilakukan secara teratur untuk mencapai suatu kebugaaran .

Menurut PERKI 1995, penggolongan olahraga dikategorikan

1. Tidak rutin

2. Rutin bila 4-5 kali/minggu dengan lama latihan 30-45 menit atau

2-3 kali/minggu dengan lama latihan 46-60 menit

#### 12. Merokok

Merokok digolongkan dalam 2 kategori :

1. Perokok

2. Bukan perokok

#### 13. Riwayat keluarga : jantung koroner

Bila didapatkan adanya riwayat jantung koroner pada orang tua atau saudara

Kandung Dikelompokkan menjadi :

1. ada sakit jantung koroner dikeluarga

2. tidak ada sakit jantung koroner dikeluarga

#### 14. Riwayat keluarga : stroke

Bila didapatkan adanya stroke pada orang tua atau saudara kandung

Dikelompokkan menjadi : 1. ada stroke dikeluarga

2. Tidak ada stroke dikeluarga

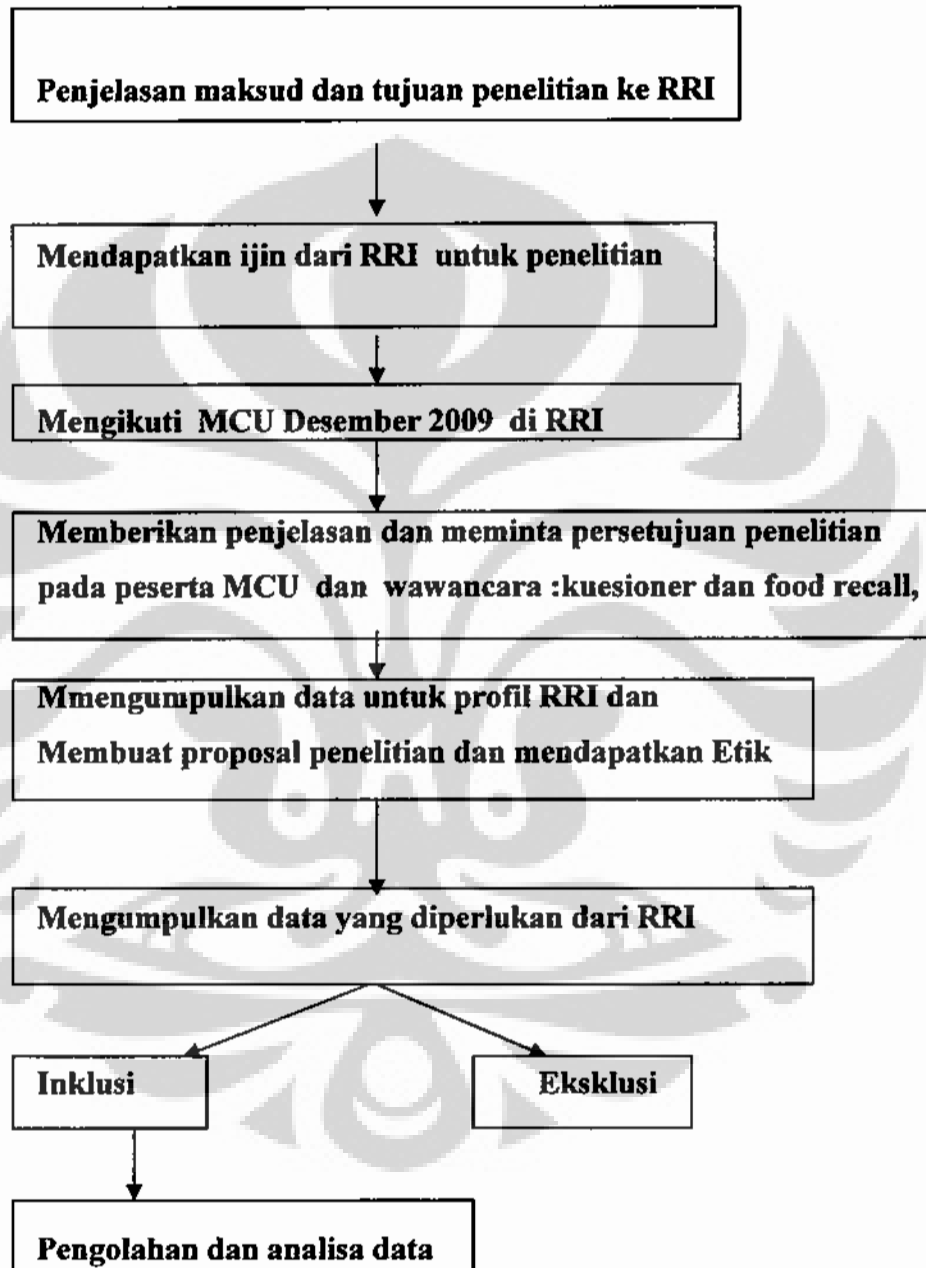
#### 15. Pajanan kumulatif Okupasi

Batasan besarnya intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio berdasarkan dari nilai Median Pajanan kumulatif Okupasi  $0.71 \mu\text{T}$  dan dibulatkan keatas  $0.8 \mu\text{T}$

Untuk mendapatkan nilai cutoff yang praktis dan dapat dianalisa

1. Tinggi :  $\geq 0.8 \mu\text{T}$

2. Rendah :  $< 0.8 \mu\text{T}$

**ALUR PENELITIAN**

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Pelaksanaan penelitian

Telah dilakukan pengumpulan data di stasiun Radio milik pemerintah di Jakarta dengan data sekunder. Dari 160 pekerja yang hadir dalam pada jadwal medical check up pada Desember 2009 bersedia menjadi sampel penelitian, didapatkan 39 orang masuk dalam kriteria eksklusi . Peserta yang dikeluarkan karena menderita Diabetes Mellitus sebanyak 12 orang, sedang memakai obat –obatan sebanyak 8 orang dan didapatkan data yang tidak lengkap sebanyak 19 orang. Sehingga didapatkan jumlah subjek penelitian sebanyak 121 orang.

#### 4.2. Gambaran deskriptif dari hasil penelitian

##### 4.2.1 Karakteristik responden

Dari tabel 4.1 didapatkan gambaran karakteristik responden dengan sebagian besar berjenis kelamin laki-laki ( 56.2%), umur  $\geq$  40 tahun (82.6%), sudah menikah (92.6 %), pendidikan responden Lulus SLTA (52.1%), obesitas (61.2%). Adapun karakteristik perilaku yang berperan dalam hiperkolesterolemia adalah tidak rutin olahraga (50.4%) tidak merokok (74.3%), asupan lemak tinggi (83.5%). Sedangkan dari data riwayat dalam keluarga mempunyai sakit jantung dan stroke dan kolesterol tinggi hanya sebagian kecil ( rata-rata 7.43%).

Tabel 4.1 Sebaran Karakteristik responden menurut sosiodemografi dan faktor risiko hiperkolesterolemia

Variabel	Frekuensi n =121	%
<b>Jenis Kelamin</b>		
Laki-laki	68	56.2
Perempuan	53	43.8
<b>Umur</b>		
>= 40 tahun	100	82.6
< 40 tahun	21	17.4
<b>Status perkawinan</b>		
Kawin	112	92.6
Duda/janda	4	3.3
Belum kawin	5	4.1
<b>Pendidikan responden</b>		
Lulus SLTA	65	52.1
D3	8	6.6
S1	46	38
S2	2	1.7
<b>Merokok</b>		
Merokok	31	25.6
Tidak merokok	90	74.3
<b>Olahraga</b>		
Tidak rutin	61	50.4
Rutin	60	49.6
<b>Status Gizi</b>		
Obese	74	61.2
Tidak obese	47	38.8
<b>Asupan lemak</b>		
Tinggi	85	70.2
Rendah dan normal	36	29.8
<b>Tekanan darah</b>		
Hipertensi	24	19.8
Normal	97	80.2
<b>R. Penyakit Keluarga jantung</b>		
Ada	12	9.9
Tidak ada	109	90.1
<b>R. Penyakit Keluarga stroke</b>		
Ada	10	8.3
Tidak ada	111	91.7

Tabel 4.2 Sebaran Karakteristik responden menurut faktor pekerjaan

Variabel	Frekuensi n=121	%
<b>Jenis Pekerjaan</b>		
Operator Pemancar	5	4.1
Penyiar	12	9.9
Adm dan keuangan	104	86
<b>Masa kerja</b>		
>20 thn	64	52.9
≤20 thn	57	47.1
<b>Wilayah kerja</b>		
Cimanggis	5	4.1
Radio Dalam	9	7.4
Medan Merdeka	107	88.4

#### 4.2.2 Hasil pengukuran gelombang elektromagnet frekuensi radio

Dari hasil pengamatan kegiatan pada pekerja di stasiun radio di Jakarta didapatkan pada pekerja administrasi dimana penggunaan komputer selama 15 menit dalam 1 hari kerja (8jam). Penyiar melakukan siaran on air selama 120 menit dalam 1 hari kerja. Operator siaran melakukan rekaman selama 360 menit dalam 1 hari kerja. Operator pemancar Cimanggis membutuhkan waktu selama 15 menit untuk membaca 1 panel mesin transmisi dalam 1 shift kerja. Pada operator pemancar juga menggunakan komputer selama 60 menit diruang istirahatnya selama bekerja.

Hasil pengukuran tingkat pajanan gelombang elektromagnet frekuensi radio mempergunakan satuan  $\mu\text{T}$  dan dikonversi ke dalam satuan  $\text{A/m}$  atau  $\text{mW/cm}^2$ . Berikutnya membandingkan hasil pengukuran dengan NAB. Pada suatu ruangan yang mendapat pajanan lebih dari 1 sumber, NAB menggunakan nilai NAB dari frekuensi radio yang mempunyai nilai ambang batas terkecil. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3, tabel 4.4, tabel 4.5

Tabel 4.3. Hasil pengukuran intensitas gelombang elektromagnet frekuensi radio di wilayah kerja Medan Merdeka

Ruang/Alat	KET	FREK (MHz)	Hasil ( $\mu\text{T}$ )	Hasil (A/m)	NAB (A/m)
R.kerja AKA	Lt V Gd Pusat	300	0.05	0.0000368	0.16
R.kerja Dewas	Lt VI Gd Pusat	300	0.07	0.0000568	0.16
R.kerja SDM	Lt VI Gd Pusat	300	0.03	0.0000208	0.16
R.kerja LU	Lt VI Gd Pusat	300	0.04	0.0000312	0.16
R.kerja Dir	Lt .I Gd Cabang	300	0.01	0.0000072	0.16
R.kerja TU	Lt .8 Gd Cabang	300	0.02	0.0000112	0.16
R.kerja SDT	Lt .8 Gd Cabang	300	0.03	0.0000192	0.16
MCR	Lt VI Gd Pusat	300	0.05	0.0000360	0.16
Perekaman	Pusat & Cabang	300	0.09	0.0000728	0.16
Penyiar	Lt.VI Cabang	300	0.03	0.0000192	0.16
R.kerja LU	Gd sayap	300	0.05	0.0000360	0.16
R.Hukum	Gd sayap	300	0.04	0.0000336	0.16
R.kerja PP	Gd sayap	300	0.05	0.0000352	0.16

Tabel 4.4. Hasil pengukuran intensitas gelombang elektromagnet frekuensi radio di wilayah kerja Radio Dalam

Ruang/Alat	KET	FREK (MHz)	Hasil ( $\mu\text{T}$ )	Hasil (A/m)	NAB (A/m)
R.kerja AKA	R.kerja Gd SPI	300	0.02	0.0000128	0.16
R.kerja Diklat		300	0.02	0.0000128	0.16
Komputer	R.kerja Diklat	300	0.05	0.0000416	0.16
Tx 1 RD	FM 5 KW	91.2	1.03	0.0008200	0.16
Tx 2 RD	FM 10 KW	105	3.73	0.0029824	0.16
Tx 3 RD	FM 5 KW	88.8	1.02	0.0008120	0.16
Tx 4 RD	FM 5 KW	92.80	0.21	0.0001648	0.16
STL		300	0.19	0.0001480	0.16

Tabel 4.5. Hasil pengukuran intensitas gelombang elektromagnet frekuensi radio di wilayah kerja Pemancar Cimanggis

Ruang/Alat	KET	FREK (MHz)	Hasil ( $\mu\text{T}$ )	Hasil (A/m)	NAB (A/m)
Pos Satpam		92.25	0.08	0.0000656	0.17
Komputer	SLN	300	0.16	0.0001304	0.16
Tx I SLN	100 KW (SW)	95.25	1.07	0.0008536	0.17
R.istirahat	SDN I	96.80	0.01	0.0000048	0.17
Komputer	SDN I	300	0.16	0.0001272	0.16
Tx I SDN I	100 KW (SW)	96.80	0.75	0.0005952	0.17
Tx I SDN II	SKW (MW)	13.32	2.11	0.0016904	1.22
Tx II SDN II	SKW (MW)	13.32	2.11	0.0016904	1.22



Tabel 4.7 Intensitas pajanan gelombang elektromagnet Frekuensi Radio yang diterima oleh pekerja stasiun radio di Jakarta

Variabel	Frekuensi n=121	%
Pajanan FR kumulatif Okupasi		
Tinggi	55	45.5
Rendah	66	54.5

Dari hasil pengukuran Intensitas pajanan gelombang elektromagnet Frekuensi Radio kumulatif yang diterima oleh pekerja stasiun radio di Jakarta didapatkan Pajanan terbanyak adalah pajanan rendah yaitu 54.5 %.

### 4.2.3 Prevalensi Hiperkolesterolemia

Tabel 4.8 Distribusi responden menurut hiperkolesterolemia di stasiun radio Jakarta

Variabel	Frekuensi n=121	%
Hiperkolesterolemia	65	53.7
Normal kolesterolemia	56	46.3

Berdasarkan tabel diatas didapatkan dari 121 responden yang mempunyai hiperkolesterolemia adalah 65 responden (53,7%) dan yang normal kolesterol adalah 56 responden (46,3%).

Tabel 4.9 Distribusi responden hiperkolesterolemia menurut jenis kerja dan wilayah kerja di stasiun radio Jakarta

Variabel	Frekuensi		%	
	Kolesterol normal	Hiperkolesterolemia	Kolesterol normal	Hiperkolesterolemia
Jenis kerja				
Operator Pemancar	1	4	20	80
Penyiar	6	6	50	50
ADM dan keuangan	49	55	47.1	52.9
Wilayah kerja				
Cimanggis	1	4	1.8	6.2
Radio Dalam	4	5	7.1	7.7
Medan merdeka	5	56	91.1	86.2

Dan berdasarkan jenis kerja hiperkolesterolemia didapatkan terbanyak pada ADM dan pelayanan sebanyak 55 responden(52.9%). Selain itu terbanyak hiperkolesterolemia di dapatkan yang bekerja diwilayah kerja Medan Merdeka yaitu 56 responden ( 86.2%).

### 4.3 Hubungan Faktor Risiko dengan Hiperkolesterolemia

Pada penelitian ini fakto-faktor risiko tersebut mempengaruhi hiperkolesterolemia dapat dilihat dari nilai  $p$ , dimana faktor risiko mempengaruhi bila  $p < 0.05$  . Kemudian dilanjutkan dengan mengukur kekuatan hubungan perhitungan Odds ratio dan 95% confidence interval.

Tabel 4.10 Hubungan karakteristik sosiodemografi dengan hiperkolesterolemia

Variabel	Hiperkoles terolemia		Normal kolesterol		OR( 95% CI)	p
	n	%	n	%		
Jenis Kelamin						
Laki-laki	41	60.4	27	39.7	1.84 (0.88 - 3.79)	0.100
Perempuan	24	45.3	29	54.7		
Umur						
>=40 tahun	59	59	41	41	3.60 (1.29-10.05)	0.011
< 40 tahun	28.6	28.6	15	71.4		
R.Pykt kelg. Jantung						
Ada	9	75	3	25	2.84 (0.73- 11.06)	0.119
Tidak ada	56	51.4	53	48.6		
R.Pykt kelg. Stroke						
Ada	2	20	8	80	0.19 (0.04 - 0.94)	0.043 (fisher)
Tidak ada	63	56.8	48	43.2		

Dari variabel jenis kelamin didapatkan proporsi laki-laki yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 60.4%, yang lebih besar dibandingkan proporsi perempuan yaitu hanya 45.3% dan secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.100$ ). Berdasarkan jenis kelamin laki-laki diperoleh bahwa risiko

terjadinya hiperkolesterolemia 1.8 kali lebih tinggi dibandingkan dengan risiko kelompok jenis kelamin perempuan (OR= 1.84 ;95%CI= 0.88 - 3.79).

Dari variabel umur didapatkan proporsi umur $\geq$ 40 thn yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 59%, yang lebih besar dibandingkan proporsi umur $<$ 40 thn yaitu hanya 28% dan secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.033$ ).

Berdasarkan umur terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok usia  $\geq$ 40 tahun sebesar 3.6 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok  $<$ 40 thn (OR= 3.60 ;95%CI= 1.29-10.05 ).

Dari variabel riwayat keluarga yang menderita jantung didapatkan proporsi riwayat keluarga yang menderita jantung yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 75%, yang lebih besar dibandingkan yang tidak ada riwayat keluarga yang menderita jantung yaitu hanya 51.4% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p= 0.119$ ). Berdasarkan riwayat keluarga yang menderita jantung terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia sebesar 2.8 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok riwayat keluarga yang tidak mempunyai sakit jantung (OR=2.84;95%CI=0.73- 11.06).

Dari variabel adanya riwayat keluarga yang menderita stroke didapatkan yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu hanya 20%, yang lebih kecil dibandingkan proporsi riwayat keluarga yang tidak menderita stroke yaitu 56.8% dan secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.043$ ). Berdasarkan adanya riwayat keluarga yang menderita stroke diperoleh bahwa risiko terjadinya hiperkolesterolemia 81% kali lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang mempunyai riwayat keluarga yang tidak menderita stroke (OR= 0.19;95%CI= 0.04 - 0.94).

Tabel 4.11 Hubungan Status Gizi, asupan lemak, merokok, olahraga dengan hiperkolesterolemia

Variabel	Hiperkoles terolemia		Normal kolesterol		OR (95% CI)	p
	n	%	n	%		
Status Gizi						
Obese	45	60.8	29	39.2	2.10 (0.99-4.40)	0.050
Tidak Obese	20	42.6	27	57.4		
Asupan lemak						
Tinggi	59	57.3	44	42.7	2.68 (0.93-7.70)	0.060
Normal	6	33.3	12	66.7		
Rokok						
Merokok	17	54.8	14	45.2	1.06(0.47-2.41)	0.885
Tidak Merokok	48	53.3	42	46.7		
Olahraga						
Tidak rutin	33	54.1	28	45.9	1.03 (0.51-2.11)	0.933
Rutin	32	53.3	28	46.7		

Dari variabel status gizi didapatkan proporsi *obese* yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 60.8%, yang lebih besar dibandingkan proporsi tidak *obese* yaitu hanya 42.6% dan secara statistik didapatkan pada perbatasan kemaknaan ( $p=0.050$ ).

Berdasarkan status gizi terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok *obese* sebesar 2.10 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok tidak *obese* (OR= 2.10 ;95%CI= 0.99-4.40).

Dari variabel asupan lemak tinggi didapatkan proporsi asupan lemak tinggi yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 57.3%, yang lebih besar dibandingkan proporsi asupan lemak normal yaitu 33.3% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan bermakna ( $p=0.060$ ).

Berdasarkan asupan lemak terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok asupan lemak tinggi sebesar 2.7 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok asupan lemak rendah (OR=2.68 ;95%CI= 0.93-7.70).

Dari variabel rokok didapatkan proporsi yang merokok yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 54.8%, yang lebih besar dibandingkan proporsi tidak merokok yaitu 53.3% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan bermakna ( $p=0.885$ ).

Berdasarkan variabel rokok terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok merokok sebesar 1.1 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok tidak merokok (OR= 1.06 ;95%CI= (0.47-2.41).

Dari variabel olahraga didapatkan proporsi yang tidak rutin olahraga yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 54.1%, yang sedikit lebih besar dibandingkan proporsi rutin olahraga yaitu 53.3% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan bermakna ( $p=0.933$ ).

Berdasarkan ketidak rutinan berolahraga terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia sebesar 1.1 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok yang rutin berolahraga (OR= 1.03 ;95%CI= 0.51-2.11).

Tabel 4.12 Hubungan Pekerjaan terhadap risiko terjadinya hiperkolesterolemia

Variabel	Hiperkolesterolemia		Normal kolesterol		OR (95% CI)	p
	n	%	n	%		
<b>Wilayah kerja</b>						
RD/Cimanggis	9	64.3	5	35.7	1.64(0.52-5.21)	0.339
Medan merdeka	56	52.3	51	47.7		
<b>Jenis kerja</b>						
Op. Pemancar	4	80	1	20	3.61(0.39-33.25)	0.372
Adm/penyiar	61	52.6	55	47.4		
<b>Masa kerja</b>						
>20 thn	37	57.8	27	42.2	1.42(0.69- 2.91)	0.339
<=20 thn	28	49.1	29	50.9		

Dari variabel wilayah kerja didapatkan proporsi bekerja di Radio Dalam dan Cimanggis yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 64.3%, yang lebih besar dibandingkan proporsi di Medan Merdeka yaitu 52.3% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.339$ ).

Berdasarkan wilayah kerja terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada pekerja dari wilayah Radio Dalam dan Cimanggis sebesar 1.6 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada pekerja yang berada di wilayah kerja Medan Merdeka (OR= 1.64 ;95%CI= 0.52-5.21).

Dari variabel jenis kerja didapatkan proporsi sebagai operator pemancar yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 80%, yang lebih besar dibandingkan proporsi sebagai Administrasi dan penyiar yaitu 52.6% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.372$ ).

Berdasarkan jenis kerja terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada pekerja operator pemancar sebesar 3.6 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada pekerja sebagai Administrasi dan penyiar (OR=3.61;95%CI= 0.39-33.25).

Dari variabel masa kerja didapatkan proporsi masa kerja >20 thn yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 57.8%, yang lebih besar dibandingkan proporsi masa kerja ≤20 thn 49.1% dan secara statistik tidak didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.339$ ). Berdasarkan masa kerja terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada masa kerja >20 thn sebesar 1.4 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada masa kerja ≤20 thn (OR=1.42 ;95%CI= 0.69- 2.91).

Tabel 4.13 Hubungan Paparan Radio Frekuensi kumulatif dengan hiperkolesterolemia

Variabel	Hiperkolesterolemia		Normal kolesterol		OR( 95%CI)	p
	n	%	n	%		
RF Kumulatif Okupasi Tinggi	35	63.6	20	36.4	2.100 (1.01-4.37)	0.046
Rendah	30	45.5	36	54.5		

Dari variabel RF Kumulatif Okupasi didapatkan proporsi RF Kumulatif Okupasi tinggi yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 63.6%, yang lebih besar dibandingkan proporsi RF Kumulatif Okupasi rendah yaitu hanya 45.5% dan secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.046$ ).

Berdasarkan RF Kumulatif Okupasi terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok RF Kumulatif Okupasi tinggi sebesar 2.1 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada RF Kumulatif Okupasi yang rendah (OR= 2.100 ;95%CI= 1.01-4.37).

### Faktor Determinan hiperkolesterolemia

Setelah dilakukan perhitungan bivariat untuk setiap faktor risiko, beberapa faktor risiko yang dengan nilai dari hasil penelitian diatas didapatkan nilai  $p < 0.25$  dianggap potensial untuk disertakan sebagai kandidat pada analisis multivariat yaitu variabel jenis kelamin, umur, riwayat penyakit keluarga jantung dan stroke, status gizi, asupan lemak, paparan radio frekuensi kumulatif. Variabel ini disertakan pada analisis multivariat dengan *metode enter*.

Tabel 4.20 Hasil analisis Multivariat Regresi Logistik

Variabel	Hiperkoles terolemia		Normal kolesterol		Adj OR(95% CI)	p
	n	%	n	%		
Asupan lemak						
Tinggi	59	57.3	44	42.7	3.39 (1.14-10.11)	0.028
Normal	6	33.3	12	66.7		
R.Pykt kelg. Stroke						
Ada	2	20	8	80	0.15 (0.03 - 0.76)	0.022
Tidak ada	63	56.8	48	43.2		
Umur						
$\geq 40$ tahun	59	59	41	41	3.91 (1.35- 11.31)	0.012
$< 40$ tahun	28.6	28.6	15	71.4		

Dari analisis multivariat variabel asupan lemak tinggi didapatkan proporsi asupan lemak tinggi yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 57.3%, yang lebih besar dibandingkan proporsi asupan lemak normal yaitu 33.3%. Dan secara statistik didapatkan perbedaan bermakna ( $p=0.028$ ).

Berdasarkan asupan lemak terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok asupan lemak tinggi sebesar 3.39 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok asupan lemak rendah (OR=3.39 ;95%CI= 1.14-10.11)



Dari analisis multivariat variabel variabel adanya riwayat keluarga yang menderita stroke didapatkan yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu hanya 20%, yang lebih kecil dibandingkan proporsi riwayat keluarga yang tidak menderita stroke yaitu 56.8% dan secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.022$ ). Berdasarkan adanya riwayat keluarga yang menderita stroke diperoleh bahwa risiko terjadinya hiperkolesterolemia 85% kali lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang mempunyai riwayat keluarga yang tidak menderita stroke (OR= 0.15;95%CI= 0.03 - 0.76)

Dari analisis multivariat variabel umur didapatkan proporsi umur  $\geq 40$  thn yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 59%, yang lebih besar dibandingkan proporsi umur  $< 40$  thn yaitu hanya 28% dan secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p=0.012$ ). Berdasarkan umur terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok usia  $\geq 40$  tahun sebesar 3.9 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok  $< 40$  thn (OR= 3.91;95%CI= 1.35- 11.31).

Dari hasil analisis didapatkan faktor risiko yang meningkatkan hiperkolesterolemia yaitu faktor umur  $\geq 40$  thn yaitu sebesar 3.91 kali dan asupan lemak tinggi sebesar 3.39 kali. Sedangkan dari variabel riwayat keluarga yang menderita stroke didapatkan merupakan faktor pencegah risiko hiperkolesterolemia .

## BAB V

### PEMBAHASAN

Penelitian menggunakan cross sectional yang mempunyai tujuan untuk mengetahui hubungan pajanan gelombang elektromagnetik frekuensi radio dengan hiperkolesterolemia dengan disertai faktor-faktor risikonya lainnya.

#### 5.1 Keterbatasan penelitian

Penelitian ini tidak terlepas dari kelemahan mengingat banyaknya keterbatasan baik dalam hal pengambilan sampel yang mendapatkan sebagian besar berasal dari wilayah kerja di Medan Merdeka (88.4%), Radio Dalam 7.4% dan paling sedikit berasal dari Cimanggis yaitu 4.1%. Pengisian data asupan makanan yang bias karena mempergunakan food recall selama 3 hari . Faktor-faktor yang tidak diperhitungkan adalah pajanan non okupasi dimana handphone tidak dipergunakan terus menerus maupun pajanan dari sumber rumah sekitar karena sebagian besar peserta bertempat tinggal diluar kompleks RRI yaitu luar kompleks RRI 87.6%, tinggal di Radio Dalam 6.6% dan paling sedikit tinggal di Cimanggis yaitu 5.8%. Untuk jenis pekerjaan yang paling tinggi memperoleh pajanan yaitu pemancar responden hanya sedikit yaitu 5 orang (4.1%) dari jumlah total peserta.

#### 5.2. Tingkat pajanan radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio okupasi kumulatif

Bila dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) didapatkan intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio kumulatif pada lingkungan pekerja distasiun radio tidak melebihi ambang batas. Dari penelitian didapatkan intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio tertinggi terdapat pada pemancar yang didapatkan nilainya 3.61 kali lipat daripada penyiar dan administrasi. Hal ini disebabkan karena intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio yang didapatkan pada pekerja pemancar mempunyai tugas ke

panel-panel yang walaupun hanya 15 menit tetapi mempunyai intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio yang cukup tinggi. TWA rata-rata pada Administrasi 0.03  $\mu\text{T}$ , penyiar 0.04  $\mu\text{T}$  dan operator pemancar 0.12  $\mu\text{T}$ .

### 5.3 Prevalensi hiperkolesterolemia pada pekerja stasiun radio

Dari data responden yang didapatkan bahwa hiperkolesterolemia pada responden adalah 53.7 % dari total responden, dimana sedikit lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya pada penelitian MONICA III dengan prevalensi hiperkolesterolemia adalah 56.5%. Dan dari variabel jenis kerja, hiperkolesterolemia pada pemancar mempunyai prosentase lebih banyak yaitu 80% dari jumlah total responden yang bekerja ditempat yang sejenis dibandingkan dengan jenis kerja lainnya.

### 5.4 Hubungan hiperkolesterolemia dengan pajanan electromagnetik

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Vangelova dan Deyanov(2005) didapatkan adanya hubungan antara hiperkolesterolemia dengan pajanan elektromagnetik. Dan secara statistik dari hasil penelitian hubungan pajanan Radio Frekuensi kumulatif dengan hiperkolesterolemia ditemukan hubungan yang bermakna dengan  $p=0.046$ . Dari variabel RF Kumulatif Okupasi didapatkan proporsi RF Kumulatif Okupasi tinggi yang mengalami hiperkolesterolemia yaitu 63.3%, yang lebih besar dibandingkan proporsi RF Kumulatif Okupasi rendah yaitu hanya 45.5%. Berdasarkan teori bahwa peningkatan hiperkolesterolemia dapat disebabkan pajanan gelombang elektromagnetik yang disebabkan oleh efek termal yang mempengaruhi peningkatan radikal bebas dan *Stress hormon*. Dan terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok RF Kumulatif Okupasi tinggi sebesar 2.1 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada RF Kumulatif Okupasi yang rendah (OR= 2.100 ;95%CI= 1.01-4.37).

### **5.5 Hubungan hiperkolesterolemia dengan sebaran karakteristik Responden berdasarkan jenis Kelamin.**

Dari hasil analisis Bivariat didapatkan adanya hubungan bermakna ( $p > 0.05$ ) untuk hubungan hiperkolesterolemia dengan jenis kelamin. Dimana pada pria jumlahnya lebih besar yang mengalami hiperkolesterolemia (56.2%) dibandingkan pada wanita. Menurut teori perbedaan muncul saat mulai pubertas. Pada pria usia dewasa muda sampai umur 18 thn kadar HDL menurun hal ini dihubungkan dengan meningkatnya kadar testosteron. Setelah usia 20 thn total kolesterol meningkat secara tajam sampai usia pertengahan. Pada usia 40-60 thn penambahan kolesterol total pada wanita lebih besar dibandingkan pria.<sup>9</sup>

### **5.6 Hubungan hiperkolesterolemia dengan umur**

Hasil penelitian menunjukkan bivariat variabel umur didapatkan perbedaan bermakna antara umur  $< 40$  tahun dan  $\geq 40$  tahun. Risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada umur  $\geq 40$  tahun lebih besar 3.6 kali lebih besar dibandingkan dengan umur  $< 45$  tahun (OR= 3.60 ;95%CI= 1.29-10.05 ).

Dan dari analisis multivariat variabel umur secara statistik didapatkan perbedaan yang bermakna ( $p = 0.012$ ). Berdasarkan umur terdapat peningkatan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok usia  $\geq 40$  tahun sebesar 3.9 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok  $< 40$  thn (OR= 3.91;95%CI= 1.35- 11.31). Hal ini berdasarkan teori bahwa dengan meningkatnya umur terjadinya peningkatan kolesterol LDL disebabkan menurunnya katabolisme LDL.<sup>25</sup> Umur responden minimum adalah 22 tahun, dan maksimum 59 tahun. Umur rata-rata 46 tahun dengan umur terbanyak adalah umur 47 tahun.

### **5.7 Hubungan hiperkolesterolemia dengan faktor risiko genetik, adanya riwayat keluarga yang menderita stroke dan jantung.**

Pada analisis bivariat didapatkan adanya hubungan yang bermakna antara faktor risiko riwayat penyakit keluarga yang menderita stroke dengan hiperkolesterolemia . Dan diperoleh bahwa risiko terjadinya hiperkolesterolemia

81% kali lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang mempunyai riwayat keluarga yang tidak menderita stroke (OR= 0.19;95%CI= 0.04 - 0.94). Dan dari analisis multivariat variabel riwayat keluarga yang menderita stroke didapatkan merupakan faktor pencegah risiko hiperkolesterolemia .

Faktor risiko stroke pada keluarga setidaknya memberikan kontribusi dalam hal dugaan faktor genetik tingginya kolesterol dan hal ini menyebabkan anggota keluarga lainnya akan lebih memperhatikan kesehatannya. Dimana stroke sendiri dapat disebabkan oleh pecahnya pembuluh darah selain sumbatan dari kolesterol . Sedangkan riwayat sakit jantung dalam keluarga tidak mempunyai hubungan yang bermakna.

### **5.8 Hubungan hiperkolesterolemia dengan Status Gizi**

Berdasarkan Dari variabel status gizi  $p=0,05$ , berarti dapat disimpulkan bahwa pada  $\alpha =5\%$  tidak didapatkan perbatasan kemaknaan antara obese dan tidak obese . Seharusnya sesuai dengan teori yang menyatakan adanya hubungan antara obesitas dan kadar kolesterol LDL dan VLDL. Keadaan ini ditimbulkan oleh mekanisme kompensasi meningkatnya metabolisme yang mempengaruhi sistem VLDL. Meningkatnya lemak tubuh menyebabkan tingginya kadar kolesterol dan menurunnya kolesterol HDL. Peningkatan VLDL pada obesitas mempromosikan transfer apo AI lipoprotein dari HDL ke LDL.

### **5.9 Hubungan hiperkolesterolemia dengan Asupan lemak**

Berdasarkan hasil analisis bivariat didapatkan tidak adanya perbedaan bermakna pada hubungan hiperkolesterolemia dengan asupan lemak ( $p=0.060$ ).Berdasarkan literatur dikatakan bahwa asupan lemak mempengaruhi hiperkolesterolemia sebanyak sepertiga dan duapertiga lagi karena tubuh yang mensintesis lemak dalam tubuh. Namun pada analisis multivariat didapatkan perbedaan bermakna( $p=0.028$ ) yang meningkatkan faktor risiko hiperkolesterolemia sebesar 3.39 kali dibandingkan dengan risiko terjadinya hiperkolesterolemia pada kelompok asupan lemak rendah (OR=3.39 ;95%CI= 1.14-10.11)

### **5.10 Hubungan hiperkolesterolemia dengan merokok**

Dari data responden yang didapatkan tidak ada hubungan bermakna antara hiperkolesterolemia dan faktor merokok. Dengan frekuensi responden yang merokok adalah 25,6%, lebih rendah dibandingkan dengan data dari SKRT thn.2001 yang menunjukkan perokok sebanyak 58,3% dan dari MONICA thn.2000 sebanyak 38,5%. Hal ini mungkin disebabkan oleh gencarnya kampanye anti rokok saat ini. Seharusnya merokok dapat mempengaruhi kadar lipoprotein. Nikotin yang terdapat pada asap rokok dapat menurunkan kadar kolestrol HDL. Selain itu dapat meningkatkan total kolesterol melalui peningkatan kolesterol LDL.

### **5.11 Hubungan hiperkolesterolemia dengan aktivitas olahraga**

Dari hasil penelitian tidak didapatkan perbedaan bermakna antara hiperkolesterolemia dengan olahraga. Sebagian besar responden tidak berolahraga rutin(50,4%).Seharusnya aktivitas olahraga dapat menginduksi pembakaran lipid dan lipoprotein yang dihubungkan dengan peningkatan aktivitas apoprotein AI dan lipoprotein lipase. Juga sudah diketahui bahwa latihan fisik akan meningkatkan sensitivitas insulin .

### **5.12 Hubungan hiperkolesterolemia dengan masa kerja Responden**

Berdasarkan data yang didapatkan bahwa hubungan hiperkolesterolemia dengan masa kerja tidak mempunyai hubungan yang bermakna ( $p=0.339$ ) .Masa kerja yang didapatkan pada pekerja mempunyai nilai tengah masa kerja = 22 thn (64%), dengan perhitungan persentil pada quartil didapatkan masa kerja terbanyak pada usia 16-27 thn.

### **5.13 Hubungan hiperkolesterolemia dengan wilayah kerja Responden**

Jumlah responden yang berasal dari wilayah kerja Medan Merdeka mendominasi dari wilayah yang lainnya yaitu (88.4%),Radio Dalam 7.4% dan paling sedikit berasal dari Cimanggis yaitu 4.1%. Dan terbanyak hiperkolesterolemia di dapatkan yang bekerja diwilayah kerja Medan Merdeka yaitu 56 responden ( 86.2%). Dari hasil data yang didapat tidak terdapat hubungan bermakna antara hiperkolesterolemia dengan wilayah kerja.

#### **5.14 Hubungan hiperkolesterolemia dengan jenis kerja Responden**

Berdasarkan data yang didapatkan berdasarkan jenis kerja hiperkolesterolemia didapatkan terbanyak pada ADM dan keuangan sebanyak 55 responden(52.9%).



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Bila dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) didapatkan intensitas gelombang elektromagnetik frekuensi radio kumulatif pada lingkungan pekerja distasiun radio tidak melebihi ambang batas.
2. Prevalensi hiperkolesterolemia di stasiun radio di Jakarta sebesar 53.7%.
3. Radio Frekuensi kumulatif dengan hiperkolesterolemia ditemukan hubungan yang bermakna dengan  $p=0.046$
4. Didapatkan hubungan yang bermakna antara hiperkolesterolemia terhadap Umur  $\geq 40$  thn dan riwayat keluarga yang menderita stroke .
5. Tidak ada hubungan bermakna antara hiperkolesterolemia dengan variabel jenis kelamin , status gizi, merokok, olahraga, riwayat keluarga yang menderita jantung, wilayah kerja, jenis kerja dan masa kerja.
6. Hasil analisis multivariat faktor risiko yang meningkatkan hiperkolesterolemia yaitu umur  $\geq 40$  thn dan asupan lemak tinggi sedangkan yang merupakan faktor pencegah risiko hiperkolesterolemia yaitu riwayat keluarga yang menderita stroke.



## **6.2 SARAN:**

### **6.2.1 Saran untuk perusahaan:**

1. Melakukan tindakan promotif kepada pekerja tentang bahaya dari hiperkolesterolemia
2. Memelihara dan mempertahankan tingkat pajanan gelombang elektromagnetik Tetap dibawah NAB dan melakukan pemeriksaan pajanan secara berkala.
3. Mengadakan pemeriksaan Medical Check Up secara berkala kepada pekerja, Kemudian memfollow up nya.
4. Mengadakan olahraga rutin setiap minggu di tempat kerja pada hari tertentu .
- 5 Mempunyai kantin yang menyediakan makanan yang rendah lemak dan Tinggi serat.

### **6.2.2 Saran untuk karyawan**

1. Pekerja memahami bahaya asupan makanan lemak yang tinggi, kemudian membatasinya dan memfollow up kolesterol dalam darah. Menjaga pola makan yang seimbang untuk menurunkan berat badan.
2. Memahami pengaruh pajanan gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan dan membatasi penggunaan alat yang menggunakan gelombang elektromagnetik.
3. Mengikuti pemeriksaan Medical Check Up yang diadakan oleh Perusahaan dan kemudian memfollow up nya.
4. Kesadaran untuk berolahraga secara teratur dan berhenti merokok bagi yang masih merokok.

### **6.2.3 Saran untuk peneliti**

1. Melakukan penelitian dengan mengambil sampel yang berasal dari pemancar saja dimana dengan demikian akan lebih terfokus pada pekerja yang mempunyai pajanan yang paling tinggi.
2. Melakukan penelitian dengan sampel yang lebih banyak pada pekerja yang terpajan gelombang elektromagnetik frekuensi radio.
3. Melakukan penelitian gelombang elektromagnetik pada pekerja di Stasiun TV dan physioterapi.

### DAFTAR PUSTAKA:

1. Vangelova K, Deyanov C, Israel M. Cardiovascular risk in operator under radiofrequency electromagnetic radiation. *Int j Hyg Environ Health* 2006;209(2):133-138
2. Michel Israel, Katia Vangelova. Cardiovascular risk under electromagnetic exposure in physiotherapy. . *Springerlink Int j Hyg Environ Health* 2007; 27: 539-543
3. Anwar BT: Dislipidemia Sebagai Faktor Resiko Penyakit Jantung Koroner. *FKUSU.e-USURepository* 2004;1-10.
4. DR.dr.Fadilah Supari, SpJP. Profil lipid pada MONICA III thn 2000, *National Cardiovascular Center Harapan Kita*.
5. PERKENI. Petunjuk Praktis Penatalaksanaan Dislipidemia. PB PERKENI. cetakan pertama 2004;1-15.
6. Obersman A, Principles and Management of Lipid Disorders. William and Wilkins Baltimore Maryland USA 1992.
7. Henry N Ginsberg, Lipoprotein Metabolism and Its Relationship to Atherosclerosis, *Medical Clinics of North America* 94:1-18
8. WF .Ganong : keseimbangan energi, Metabolisme dan Nutrisi. Buku Ajar Fisiologi edisi 22, 2008 : hal 386-453
9. FD. Suyatmna dan Tony Handoko S.K. , Hipolipidemik, *Farmakologi dan Terapi* edisi 4, 2001.
10. Wijaya A, Gangguan metabolisme lemak dan Penyakit Jantung koroner. Program Pustaka Prodia .Seri Lipid.
11. World Health Organization. Electromagnetik Fields, Genewa : WHO Library Cataoguing. 1993: 15-192
12. Soeripto. Radiasi Elektromagnetik , *Higiene Industri* 2008:385-395
13. Marthen Kanginan, Gelombang Elektromagnetik, Fisika untuk SMA kelas X, 2006 :hal 319-331

- 14 .Anonimus.ACGIH.Nonioning radiation and fields, TLVs and Bels. Ohio 2008:151-15729.
15. Wiwit Ismeini Adrianingsih, Hubungan Hipertensi Dengan Paparan Gelombang Elektromagnet Frekuensi Radia Dan Faktor-Faktor di Lingkungan Kerja Stasiun Radio. Tesis 2009.
16. Anto Susilo. Pengaruh gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan <http://antosusilo.blog.uns.ac.id/2009/09/04/pengaruh-gelombang-elektromagnet-terhadap-kesehatan/>
17. Puji Sari, Dwi Anita, Yurnadi, Ricky Wibisono. Departemen Biologi Kedokteran FK UI, Pemajanan dengan medan elektromagnetik terus menerus (continuous exposure) pada mencit strain swiss wester (Mus musculus); Implikasinya terhadap konsentrasi radikal bebas dalam serum. <http://staff.ui.ac.id/internal/132127781/publikasi/PemajananDenganMedanElektromagnetterus-menerus....PublishedpadaSeminarPBIMalang2009.do>
18. Sidartawan Soegondo. Peran Kolesterol HDL sebagai faktor preventif penyakit Jantung Koroner, Pendekatan Holistik Penyakit Kardiovaskuler, 2001: 67-73
19. Salli Fitriyanti: Penilaian status pasien obesitas : Obesitas permasalahan dan terapi praktis, 2009:36
20. Sri Widia A Jusman, Lipid metabolisme, Clinical Nutrition and Metabolism 2009, 1-11
21. Adam JMF. Dislipidemia, dalam Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata, Setiati S. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam ed IV 2006; 1948-1954.
22. Jahja Kisyanto. Manfaat Penurunan Kadar Lipid Darah pada Pencegahan Penyakit Jantung Koroner. Pendekatan Holistik Penyakit Kardiovaskuler, 2001; 73-76
23. Betteridge DJ. Treating Dyslipidemia in Patient with Type 2 Diabetes. European Heart Journal 2004; (Suppl. C): C28-C33.
24. Suhartono T. Dislipidemia Pada Diabetes Melitus, dalam Diabetes Melitus Ditinjau Dari Berbagai Aspek Penyakit Dalam 2007; 31-35.
25. Lukman Hakim” profil Lipid Pada Pilot Penerbangan Sipil PT X Serta Faktor perilaku Yang Berhubungan. Tesis tahun 2002.