



UNIVERSITAS INDONESIA



**FORMULA PENGUKURAN LEMAK TOTAL TUBUH
MENGUNAKAN INDIKATOR TEBAL LEMAK SUBKUTIS
DENGAN METODA ULTRASONOGRAFI**

Dr. FAJAR WINARTO
3198121078

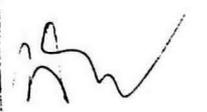
Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat mencapai sebutan
DOKTER SPESIALIS ILMU RADIOLOGI

**FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS INDONESIA
JAKARTA
2003**

HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian ini telah disetujui oleh Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran
Universitas Indonesia

Kepala Bagian



.....
Dr. Azwar Boer, Sp.Rad

Ketua Program Studi



.....
Dr. Prijo Sidipratomo, Sp.Rad

Pembimbing Radiologi



.....
Dr. Daniel Makes, Sp.Rad

Koordinator Penelitian



.....
Dr. Nana Supriatna, Sp.Rad, Onk

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, penguasa, pemilik serta pelindung alam semesta yang senantiasa melimpahkan kesehatan, rizki dan kesempatan sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan spesialis radiologi ini dengan baik, Sholawat serta salam tercurah kepada nabi Muhammad SAW yang telah membimbing manusia ke jalan yang lurus.

Pada kesempatan ini saya ingin menghaturkan banyak terima kasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti pendidikan dokter spesialis radiologi di Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, serta kepada direktur RSUPN-CM yang telah memberikan fasilitas selama pendidikan dokter spesialis.

Ucapan terima kasih saya haturkan pula kepada Kepala bagian radiologi Fakultas kedokteran universitas Indonesia yaitu Prof. DR. Dr. Susworo SpRad Onk, yang dilanjutkan oleh Dr. A Tenri Abeng S, SpRad, kemudian Dr. Azwar Boer SpRad serta seluruh staf pengajar radiologi yang telah mendidik dan membimbing saya selama mengikuti pendidikan spesialis radiologi.

Kepada Dr. Prijo Sidipratomo, selaku kepala program studi radiologi, Saya sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingannya serta kesabarannya dalam membimbing, mendidik, membina serta mengarahkan kami selama pendidikan spesialis radiologi sehingga kami dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.

Khusus untuk penelitian ini ungkapan terima kasih yang tak terhingga kepada pembimbing kami, Dr. Daniel Makes SpRad, Dr. Widjaja Loekito PhD dan Dr. Joedo Prihartono M yang dengan tekun dan sabar membimbing kami sehingga penelitian ini selesai. Demikian juga ungkapan terima kasih ini kami sampaikan kepada Prof. Dr. Soemilah, Dr. Marcella Rumawas MSc, dan seluruh staf SEAMEO TROPMED FKUI, yang telah membantu serta memberikan fasilitas guna kelancaran penelitian ini.

Tak lupa kami haturkan terima kasih kepada seluruh karyawan radiologi, teman-teman mahasiswa ATRO DEPKES, ATRO Nusantara serta seluruh relawan yang dengan sukarela membantu penelitian ini.

Kepada penguji tesis, Dr. Nana Supriatna, SpRad Onk, Dr. Azwar Boer, SpRad, kami ucapkan terima kasih atas masukannya guna menyempurnakan hasil penelitian ini.

Kepada teman-teman residen radiologi, kami ucapkan terima kasih atas dorongan baik moril maupun materiil serta doanya sehingga kami tetap bersemangat menyelesaikan pendidikan serta penelitian ini.

Kepada bapak dan ibu, kami haturkan terima kasih yang tak terhingga atas doa dan dukungannya yang tiada putus putusnya sehingga kami dapat menyelesaikan pendidikan ini, demikian pula kepada istri, anak-anak dan seluruh sanak saudara yang dengan sabar dan tak pernah henti dalam memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan pendidikan ini.

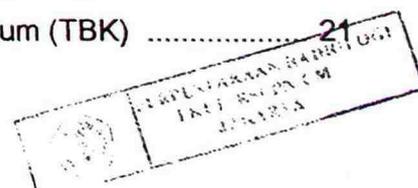
Terakhir kami sampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam menjalankan pendidikan maupun selama penelitian ini terdapat kesalahan kami baik yang kami sengaja maupun tidak kami sengaja dan kepada Allah kami mohon ampunan atas kesalahan yang kami perbuat. Semoga Ilmu yang telah saya peroleh dapat saya amalkan dan bermanfaat bagi kemaslahatan agama, masyarakat dan negara tercinta ini.

Jakarta, Agustus 2003

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman pengesahan	i
Kata Pengantar	ii
Daftar isi	iv
Daftar Tabel dan Grafik	vi
Abstrak	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I. 1. Latar Belakang	1
I. 2. Rumusan Masalah	4
I. 3. Tujuan Penelitian	4
I. 4. Hipotesis	4
I. 5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II. 1. FISILOGI REGULASI KESEIMBANGAN ENERGI	6
II. 2. ETIOLOGI OBESITAS	7
II. 2. a. Pengaruh genetik dan lingkungan	7
II. 2. b. Sindrom genetik khusus	7
II. 2. c. Penyakit penyakit lain	8
II. 3. PENYAKIT-PENYAKIT YANG MENGIKUTI OBESITAS	8
II. 3. a. Insulin Resistance dan Diabetes Mellitus Type 2 .	8
II. 3. b. Gangguan Reproduksi	8
II. 3. c. Penyakit Kardiovaskuler	9
II. 3. d. Penyakit Paru	9
II. 3. e. Batu Empedu	9
II. 3. f. Kanker	9
II. 3. g. Tulang, Sendi dan Penyakit Kulit	10
II. 4. PENGUKURAN LEMAK TUBUH DAN DISTRIBUSI LEMAK	10
II. 4. A. Ukuran umum	10
II. 4. B. Ukuran komposisi total lemak tubuh	11
II. 4. B. 1. Berat hidrostatik	11
II. 4. B. 2. <i>Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)</i> ...	13
II. 4. B. 3. Total Body Water (TBW)	20
II. 4. B. 4. Total Body Potasium (TBK)	21



II. 4. B. 5. Skinfold measurement	22
II. 4. C. Pengukuran lemak regional	25
II. 4. C. 1. <i>Circumference measurement</i>	25
II. 4. C. 2. <i>Dual energy x-ray absorptiometry</i>	26
II. 4. C. 3. <i>Dual photon absorptiometry</i>	27
II. 4. D. Peranan Radiologi	27
II. 4. D. 1. Foto Polos	27
II. 4. D. 2. Komputer Tomografi	27
II. 4. D. 3. Pencitraan resonansi magnetik	28
II. 4. D. 4. Ultrasonografi	29
II. 5. KERANGKA KONSEP	35
BAB III METODELOGI PENELITIAN	36
III. 1. Desain Penelitian	36
III. 2. Tempat dan waktu	36
III. 3. Populasi dan sample	37
III. 4. Besar sample	37
III. 5. Subjek penelitian	37
III. 6. Alur penelitian	38
III. 7. Cara kerja	38
III. 8. Analisa data	44
III. 9. Batasan operasional	46
III. 10. Pendanaan	48
BAB IV HASIL PENELITIAN	49
IV. 1. ANALISIS UNIVARIAT	49
IV. 1. a. Karakteristik Sukarelawan	49
IV. 1. b. Distribusi Persentasi Lemak Total Tubuh	51
IV. 2. ANALISIS BIVARIAT	52
IV. 3. ANALISA MULTIVARIAT	53
BAB V PEMBAHASAN	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	58
VI. 1. KESIMPULAN	58
VI. 2. SARAN	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL DAN DAFTAR GRAFIK

Tabel 1 : Nilai rata-rata dan standart deviasi hasil pemeriksaan	51
Tabel 2 : Tabel korelasi antara pemeriksaan ketebalan lemak subkutis menggunakan ultrasonografi dengan persentasi lemak total tubuh	53
Tabel 3 : Analisa multi regresi terhadap persen lemak total tubuh	54
Grafik 1 : Distribusi Umur	49
Grafik 2 : Distrbusi Jenis Kelamin	50
Grafik 3 : Disribusi pendidikan	50
Grafik 4 : Subjek Obesitas dan Normal	51
Grafik 5 : Grafik sebar ketebalan lemak subkutis dan persentasi lemak total	52

Abstrak

Tujuan : Mencari Korelasi antara ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi dibandingkan dengan persentase lemak total tubuh dengan metoda Bioelectric Impedance Analysis (BIA) dan mencari formula untuk memperkirakan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan ketebalan lemak subkutis menggunakan ultrasonografi.

Subjek dan Metode : Kami melakukan suatu studi prospektif antara bulan Januari sampai dengan April 2003 pada sebanyak 50 orang sukarelawan dengan indeks massa tubuh normal, dilakukan pemeriksaan Bioelectric Impedance Analysis (BIA) dan Ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi. Dari BIA dilakukan pengukuran impedance (Z) pada frekuensi 50 KHz yang selanjutnya dihitung massa bebas lemak dengan formulasi dari Deurenberg kemudian dilakukan perhitungan persentase lemak total tubuh. Sedangkan USG jaringan lemak subkutis dilakukan dengan menggunakan transducel linier 7,5 MHz, dengan mengukur ketebalan lemak dari permukaan bawah kulit sampai batas atas otot pada daerah triceps, biceps, subscapula, midaxilla, suprailiaca dan abdominal. Menggunakan SPSS versi 10.0 dicari korelasi antara kedua indikator tersebut yang selanjutnya untuk menguji hubungan antara kedua variabel tersebut dilakukan suatu uji korelasi regresi.

Hasil Penelitian : Dari 50 sukarelawan didapatkan usia termuda 17 tahun dan tertua adalah 39 tahun, dengan rata-rata usia 23,74 tahun. Laki-laki sebanyak 27 orang dan perempuan sebanyak 21 orang. Persentase lemak total terkecil adalah 6,27 % dan terbesar 37,55 % dari persentase lemak ini sebanyak 15 orang memiliki obesitas grade I. Dari analisis univariate ditemukan adanya hubungan yang bermakna antara persentase lemak total tubuh dengan ketebalan lemak subkutis di daerah midaxilla dan supra iliaca serta dengan jumlah ketebalan lemak subkutis pada keenam daerah pengukuran ($r = 0,4$ $P = 0,003$, $r = 0,4$ $p = 0,006$ dan $r = 0,4$ $p = 0,008$). Sedangkan pada biceps, triceps, subscapula dan abdominal tidak ditemukan adanya korelasi yang bermakna ($r = 0,003$ $P = 0,840$, $r = 0,3$ $P = 0,079$, $r = 0,2$ $P = 0,233$, $r = 0,3$ $P = 0,020$). Dari Analisis multivariat dimana dilakukan korelasi regresi pada semua tempat pengukuran terlihat adanya korelasi yang lebih baik antara ketebalan lemak subkutis triceps, midaxilla, suprailiaca dan

abdominal akan tetapi tidak ditemukan adanya korelasi pada ketebalan lemak subkutis biceps dan subscapula sehingga tidak diikutsertakan dalam perhitungan formulasi persentase lemak total tubuh.

Kesimpulan : Dengan mengukur ketebalan lemak subkutis pada daerah triceps, midaxilla, suprailiaca, abdominal serta jumlah ketebalan lemak subkutis pada keempat daerah tersebut dapat diperkirakan persentase lemak total tubuh.

Abstract

Purpose. *To find a correlation between subcutaneous fat thickness using ultrasonography and total body fat percentage using Bioelectric Impedance Analysis (BIA) method, and to establish a formula to estimate total body fat percentage using subcutaneous fat thickness ultrasonographically.*

Subject and method. *We performed a prospective study between January-April 2003 to measure total body fat percentage using BIA examination and to measure subcutaneous fat thickness using ultrasonography. The subjects are 50 volunteers with normal body mass index. With BIA, the impedance (Z) was measured at frequency 50 kHz. Total body fat percentage was calculated, after calculating fat-free mass using Deurenberg's Formula. With ultrasound, subcutaneous fat tissue was measured as an area between lower surface of the skin and upper surface of the muscles, using a 7,5 MHz linear transducer. This was performed at triceps, biceps, subscapular, midaxillar, suprailiac and abdominal area. Statistical analysis was performed using SPSS v.10.0 and regression-correlation test.*

Result. *The mean age of the subjects is 23,74 years old, varies from 17 to 39 years old. 27 subjects are male, and 21 are female. Minimum total fat percentage is 6,27% and maximum is 37,55%. 15 subjects are considered having 1st grade obesity. Univariate analysis found significant correlation between total body fat percentage and subcutaneous fat thickness at midaxillar and suprailiac areas, and between total body fat percentage and subcutaneous fat thickness at all 6 areas of measurement ($r=0,4$ $P=0,003$; $r=0,4$ $P=0,006$; and $r=0,4$ $P=0,008$). No significant correlation was found at the biceps, triceps, subscapular and abdominal area ($r=0,003$ $P=0,840$; $r=0,3$*

$P=0,079$; $r=0,2$ $P=0,233$; $r=0,3$ $P=0,020$). Multivariate analysis with regression correlation test found a better correlation between subcutaneous fat thickness at triceps, midaxillar, suprailiac and abdominal areas. There is no correlation of subcutaneous fat thickness at biceps and subscapular area, thus both areas were excluded from total body fat percentage formula calculation.

Conclusion. Total body fat percentage can be estimated by measuring subcutaneous fat thickness at triceps, midaxillar, suprailiac, and abdominal area, and by calculating total subcutaneous fat thickness at those areas.



BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pemeriksaan lemak tubuh dan distribusi lemak tubuh sangat penting dilakukan untuk mendeteksi adanya suatu masalah kelebihan berat badan atau obesitas serta faktor resiko yang dapat menyertainya. Akurasi pengukuran ini dibutuhkan untuk menegakkan diagnosa, program pencegahan dan rencana terapi pada masalah-masalah tersebut.¹

Sedangkan obesitas sendiri merupakan suatu faktor resiko yang sangat berperan dalam beberapa penyakit seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes.^(1,2,3) Selain itu obesitas juga merupakan faktor resiko pada, hipertensi, batu empedu dan perlemakan hati dan dapat juga mempengaruhi psikososial.^{2,3}

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nasional Health and Nutrition Examination Surveys memperlihatkan bahwa di Amerika Serikat 33,4 % orang dewasa mengalami *overweight* dan data terbaru dari healthy people 2000, memperlihatkan kecenderungan peningkatan populasi yang mengalami *overweight*.¹ Sedangkan pada suatu penelitian di Kelurahan Kayu putih Jakarta timur pada tahun 1993, dimana untuk menentukan status gizi dengan menggunakan indeks massa tubuh, ditemukan 39,1 % responden laki-laki mempunyai status gizi gemuk (Indeks massa tubuh > 27 kg/m²) dan 52,3 % responden wanita mempunyai status gizi gemuk (Indeks massa tubuh > 25 kg/m²).^{2,3}

Ada berbagai komponen yang mengisi komposisi tubuh yaitu lemak tubuh, jaringan bebas lemak, tulang dan air. Pada umumnya jika membicarakan obesitas dan *over weight* adalah komponen lemak tubuh dan massa bebas lemak, sedangkan jika membicarakan lemak tubuh ada 2 dimensi yang harus dilihat yaitu komposisi total tubuh dan lemak regional. Sedangkan obesitas dan *over weight* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tentang kegemukan.^{1,3}

Obesitas didefinisikan sebagai kondisi yang digambarkan oleh penyimpanan energi yang terlalu banyak pada seseorang dalam bentuk lemak tubuh dan diidentifikasi ketika seseorang memiliki berat badan 20 % lebih tinggi dari berat badan ideal sedangkan *over weight* didefinisikan sebagai kelebihan berat badan yang biasanya antara 10 % - 20 % berat badan ideal. Walaupun kelebihan berat badan ini bukan selalu oleh kelebihan lemak tubuh akan tetapi metode yang sering digunakan untuk mengukur kelebihan berat badan ini biasanya adalah mengukur komposisi lemak dalam tubuh. Sehingga istilah obesitas digunakan jika prosentase lemak tubuh melebihi 20 % dari berat tubuh pada laki-laki dan 30 % dari berat tubuh pada perempuan.^{1,3}

Pengukuran komposisi total tubuh dan lemak regional penting untuk mendiskripsikan dan penatalaksanaan kegemukan. Ada banyak modalitas untuk mengukur komposisi tubuh dan persentase lemak total tubuh seperti *Body Mass Index*, Berat hidrostatis (*underwater weighing*), *Total Body Water*, *Total Body Potassium*, *Bioelectrical Impedance Analysis* dan *skinfold measurement*. *Skinfold measurement* dengan menggunakan *skinfold* kaliper merupakan salah satu cara yang banyak dipergunakan oleh

ahli gizi karena praktis dan dapat digunakan pada pemeriksaan massal serta harga yang relatif murah, akan tetapi pengukuran ini banyak sekali kelemahan terutama pada orang-orang yang mengalami obesitas. Adapun baku emas untuk mengukur densitas tubuh dan presentasi lemak total tubuh adalah berat hidrostatis.^{1,3,4}

Pemeriksaan radiologi dapat berperan secara langsung maupun tidak langsung dalam memperkirakan presentasi lemak total tubuh. Foto polos jaringan lunak dan ultrasonografi, dapat memperkirakan presentasi lemak total tubuh dengan cara tidak langsung yaitu dengan mengukur ketebalan jaringan lemak subkutis, sedangkan tomografi komputer dan pencitraan resonansi magnetic dapat menentukan volume lemak total tubuh secara langsung dengan melakukan pencitraan seluruh tubuh dan diukur volume lemak dan massa bebas lemak.^{1,6,7,8,9}

Ultrasonografi sangat baik untuk memperkirakan presentasi lemak total tubuh dengan cara mengukur ketebalan lemak subkutis serta memiliki korelasi yang baik jika dibandingkan dengan berat hidrostatis (*underwater weighing*) selaku baku emas, bahkan pada subjek yang obesitas ultrasonografi lebih superior dibandingkan dengan *skinfold measurement* dengan menggunakan kaliper.^{1,10}

Pada penelitian ini subjek diambil dari orang-orang dengan indeks massa tubuh yang normal, karena sampai saat ini belum ada formulasi normal orang Indonesia yang dapat standar pengukuran, sehingga diharapkan pada penelitian ini ditemukan formulasi yang cocok untuk orang Indonesia.

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS KEDOKTERA
UNIVERSITAS INDONESIA

2. Rumusan Masalah

Apakah ada hubungan yang bermakna dan kuat antara ketebalan lemak subkutis berdasarkan ultrasonografi dibandingkan dengan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan *Bioelectric Impedance Analysis* ?

Formula seperti apa yang dapat digunakan untuk mengukur persentase lemak total tubuh melalui ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi ?

3. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mencari metoda pengukuran lemak total tubuh yang lebih akurat dan terjangkau.

2. Tujuan khusus

Mencari korelasi antara ketebalan lemak subkutis dengan metoda ultrasonografi dibandingkan dengan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan *Bioelectric Impedance Analysis*

Menentukan formula untuk mengukur presentase lemak total tubuh dengan menggunakan ketebalan lemak subkutis berdasarkan ultrasonografi.

4. Hipotesis

Adanya hubungan korelasi yang bermakna dan kuat antara ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan metode ultrasonografi dibandingkan

dengan persentase lemak total tubuh dengan metoda *Bioelectric Impedance Analysis*.

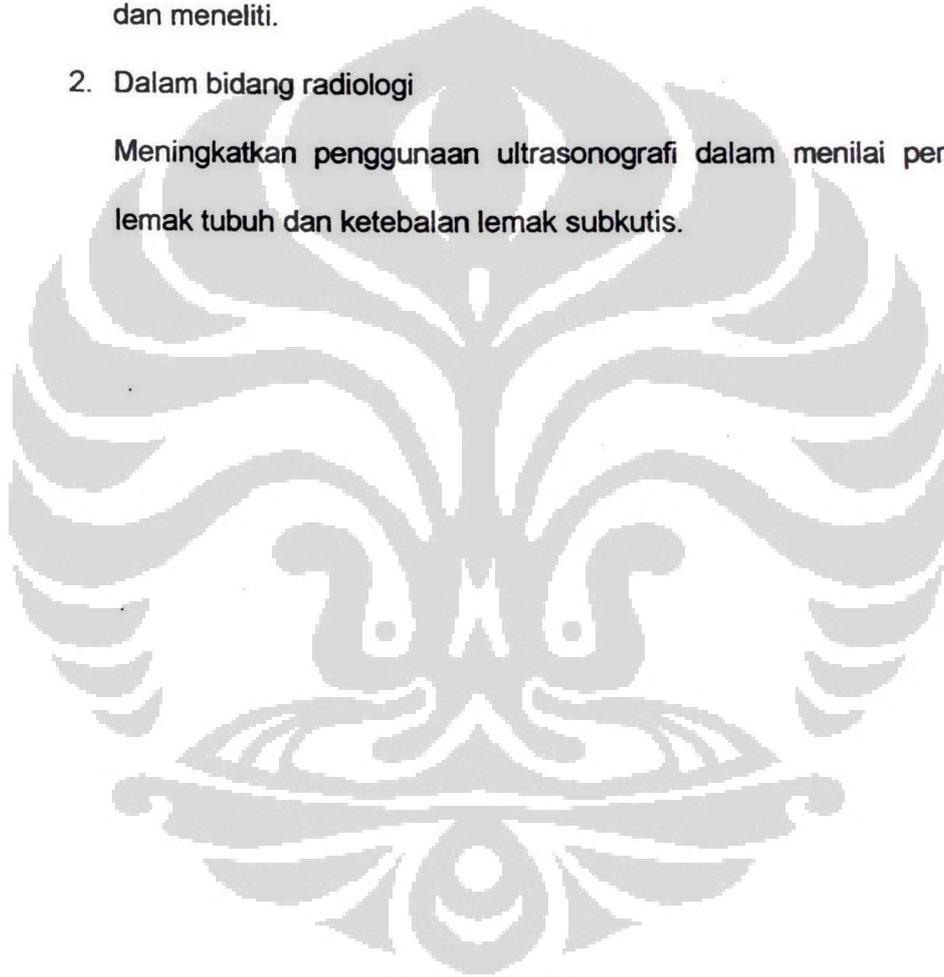
5. Manfaat Penelitian

1. Segi pendidikan

Merupakan sarana pendidikan khususnya dalam melatih cara berfikir dan meneliti.

2. Dalam bidang radiologi

Meningkatkan penggunaan ultrasonografi dalam menilai persentase lemak tubuh dan ketebalan lemak subkutis.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. FISIOLOGI REGULASI KESEIMBANGAN ENERGI

Mekanisme keseimbangan berat badan diatur oleh komponen endokrin dan syaraf yang keduanya akan dipengaruhi oleh keseimbangan asupan energi dan pelepasan energi. Sistem regulasi ini sangat kompleks karena sekalipun ketidakseimbangan energi terjadi sangat kecil akan tetapi jika berlangsung kronis, akhirnya akan mempengaruhi berat badan. Regulator utama dari respon adaptasi ini adalah *adipocyte-derived hormone leptin*, yang bertindak melalui sirkuit otak (khususnya di *hypothalamus*) yang akan mempengaruhi nafsu makan, pelepasan energi dan fungsi *neuroendokrine*.^{2,3}

Nafsu makan dipengaruhi oleh banyak faktor yang diintegrasikan oleh otak, yang paling penting adalah di dalam *hypothalamus*. Signal yang diterima oleh *hypothalamus* dapat berupa *neural afferent*, hormon dan berbagai macam metabolik. Masukan dari nervus vagus, sangat penting, khususnya membawa informasi dari viscera, seperti distensi usus. Signal-signal hormonal seperti leptin, insulin, cortisol dan peptida-peptida usus seperti kolesistokinin memberikan signal ke otak melalui nervus vagus. Metabolik seperti glukosa dapat mempengaruhi nafsu makan, seperti yang terlihat pada efek hipoglikemi yang menyebabkan rasa lapar. Namun demikian glukosa bukanlah faktor utama dalam regulator nafsu makan.³

Pelepasan energi dipengaruhi oleh 4 komponen yaitu :

1. *Basal metabolic rate* yang membutuhkan 70 % dari pelepasan energi.
2. Energi yang diperlukan untuk melakukan metabolisme dan penyimpanan makanan
3. Efek panas dari melakukan aktivitas, yang memerlukan 5 – 10 % dari pelepasan energi.
4. Adaptasi pembentukan panas yang bervariasi dalam asupan kalori kronik (akan meningkat dengan meningkatnya asupan)

2. ETIOLOGI OBESITAS

a. Pengaruh genetik dan lingkungan

Obesitas sering terlihat dalam suatu keluarga. Penurunan sifat ini tidak selalu mengikuti hukum Mendel, namun demikian sangat sulit untuk membedakan apakah obesitas dipengaruhi oleh genetik atau lingkungan. Biasanya jika seorang anak mengalami obesitas dengan kedua orang tuanya obese maka dikatakan ada genetik adalah faktor yang kuat dalam menyebabkan obesitas. Seperti juga pada kembar monozigot cenderung memiliki *Body Mass Index* yang sama daripada kembar dizigot. Meskipun demikian lingkungan memegang peranan penting dalam mempengaruhi obesitas. Faktor kultural memegang peranan penting seperti pola diet dan perubahan aktivitas tubuh.^{2,3}

b. Sindrom genetik khusus

Mutasi pada gen *encodingproopiomelanocortin* (POMC) akan mengakibatkan obesitas yang berat demikian pula dengan mutasi pada *Proenzyme convertase 1* (PC1).^{2,3}

c. Penyakit penyakit lain

Seperti *cushing syndrome*, *hypothyroidism*, insulinoma dan kelainan-kelainan di daerah *hypothalamus* atau *craniopharyngioma*.^{2,3}

3. PENYAKIT-PENYAKIT YANG MENGIKUTI OBESITAS

a. Insulin Resistance dan Diabetes Mellitus Type 2

Hyperinsulinemia dan *insulin resistance* akan memberikan gambaran obesitas dengan bertambahnya berat badan. *Insulin resistance* lebih kuat hubungannya dengan lemak visceral daripada timbunan lemak lainnya. Obesitas merupakan faktor resiko utama untuk terjadinya diabetes dan dikatakan 80 % pasien dengan Diabetes Mellitus type 2 adalah obesitas.^{2,3}

b. Gangguan Reproduksi

Kelainan reproduksi berhubungan langsung dengan obesitas pada laki-laki dan perempuan. Pada laki-laki dengan berat badan > 160 % dari berat badan ideal, kadar testoteron plasma dan *sex hormonal binding globulin* (SHBG) sering menurun dan kadar estrogen akan meningkat sehingga terlihat *genekomastia*. Namun demikian maskulinisasi, libido dan spermatogenesis tetap terlindungi. Testosteron bebas akan menurun pada laki-laki obese dengan berat badan > 200 % berat badan ideal. Obesitas juga berhubungan dengan gangguan menstruasi pada perempuan. Sering ditemukan peningkatan produksi hormon androgen dengan menurunnya SHBG serta meningkatnya pergantian androgen perifer ke estrogen. Juga ditemukan 40 % pasien dengan *polycystic ovarium syndrome* adalah

obesitas, selain itu obesitas juga meningkatkan resiko kanker pada uterus.^{2,3}

c. Penyakit Kardiovaskuler

Obesitas, khususnya obesitas abdomen dihubungkan dengan profil *atherogenic lipid* dengan meningkatnya LDL kolesterol, VLD lipoprotein, Triglicerida dan menurunnya HDL kolesterol. Obesitas juga dihubungkan dengan hipertensi karena meningkatnya tahanan perifer dan *cardiac output*, meningkatnya irama sistem simpatis, meningkatnya sensitivitas garam dan resistensi *insulin-mediated salt*.^{2,3}

d. Penyakit Paru

Obesitas akan menurunkan kemampuan dinding dada, meningkatkan kerja pemapasan, meningkatnya waktu ventilasi yang disebabkan oleh meningkatnya *basal metabolic rate*, menurunnya kapasitas total paru dan kapasitas residu fungsional. Pada obese yang berat sering terjadi *apneu* saat tidur akibat obstruksi dan sindroma hiperventilasi.^{2,3}

e. Batu Empedu

Obesitas akan meningkatkan sekresi kolesterol, supersaturasi cairan empedu dan meningkatnya kejadian batu empedu khususnya batu kolesterol.^{2,3}

f. Kanker

Laki-laki yang obese akan meningkatkan kejadian kanker kolon, rektum dan prostat sedangkan pada wanita akan meningkatkan kejadian kanker kandung empedu, duktus biliaris, payudara, endometrium, serviks dan ovarium.^(2,3)

g. Tulang, Sendi dan Penyakit Kulit

Obesitas dapat mengakibatkan resiko osteoarthritis, trauma akibat *weight bearing*. Juga akan meningkatkan angka kejadian gout. Penyakit kulit yang dihubungkan dengan obesitas adalah *Akantosis Nigricans* yang ditandai oleh penghitaman dan penebalan lipatan kulit di leher, siku dan ruang *interphalank* dorsal.^{2,3}

4. PENGUKURAN LEMAK TUBUH DAN-DISTRIBUSI LEMAK

A. UKURAN UMUM

1. Perbandingan Tinggi Badan Dan Berat Badan

Perbandingan ini kadang-kadang digunakan sebagai ukuran menilai keadaan kegemukan seseorang secara umum. Akan tetapi ratio ini tidak dapat menilai komposisi tubuh atau lemak regional. *Body mass indeks* (BMI) menggambarkan berat badan (kg) dibagi dengan kwadrat tinggi badan. Penggunaan BMI terbatas untuk menggambarkan lemak tubuh karena BMI tidak dapat membedakan berat lemak dari berat non lemak. Sedangkan obesitas didiskripsikan jika BMI nya sama /lebih besar dari 27,8 Kg/M² untuk laki-laki dan 27,3 Kg/m² untuk perempuan. Karena sensitivitas BMI yang rendah, maka penggunaan BMI hanya sebagai *screening* saja.¹

WHO menggolongkan keadaan seseorang berdasarkan BMI menjadi beberapa kelompok yaitu :



Kondisi	BMI (Kg/m ²)
Underweight	< 18,5
Normal	18,5 – 24,9
Overweight	> 25
Obese Gr I	25 – 29,9
Obese Gr II	30 – 34,9
Obese Gr III	35 – 39,9
Obese Gr IV	> 40

B. UKURAN KOMPOSISI TOTAL LEMAK TUBUH

Ukuran komposisi total lemak tubuh berhubungan dengan densitas tubuh dimana terdiri dari 2 komponen yaitu lemak dan massa bebas lemak yang masing masing dianggap telah diketahui dan memiliki densitas yang tetap. (lemak = 0,9 Kg/l dan Massa bebas lemak = 1,1 Kg/l) sehingga proporsi lemak dalam tubuh dapat dikalkulasikan dari persamaan Siri's yaitu $\% \text{ lemak} = (4,95/d - 4,50) \times 100$ atau persamaan Brozek = $(4,57/d - 4,142) \times 100$.¹

1. Berat Hidrostatik

Metode ini disebut juga *underwater weighing* dan sering digunakan untuk menilai densitas tubuh. Densitas total tubuh adalah massa di bagi dengan volume yang ditentukan secara tidak langsung oleh hilangnya berat badan tubuh dalam air, dengan mengambil prinsip Archimedes dimana berat badan yang hilang sebanding dengan air yang dipindahkan dari tangki.^{1,4}

Dengan menggunakan teknik ini subjek ditenggelamkan ke dalam tangki dengan menghembuskan napasnya (ekspirasi

maksimal) selanjutnya air yang dipindahkan dari dalam tangki akan diukur dan rata rata dari 3 pengukuran tertinggi dari 8 – 10 kali percobaan yang diambil untuk penghitungan. Berat hidrostatik ini dapat digunakan sebagai suatu baku emas untuk mengukur densitas tubuh.^{1,4}

Untuk mengukur densitas tubuh dengan menggunakan berat hidrostatik ini digunakan suatu rumus yaitu :

$$Db = \frac{Wa}{\frac{(Wa - Ww)}{Dw} - (RV + 100)}$$

Dimana Db adalah densitas tubuh, Wa = berat badan di udara, Ww = berat badan di dalam air, RV = volume residu sedangkan Dw = densitas air, sedangkan untuk volume residu dapat ditentukan dengan menggunakan tinggi badan dengan menggunakan rumus :

Laki-laki :

$$RV = 0,017 (\text{Umur dalam tahun}) + 0,06858 (\text{tinggi dalam inci}) - 3,477.$$

Wanita :

$$RV = 0,009 (\text{Umur dalam tahun}) + 0,08128 (\text{tinggi dalam inci}) - 3,9.$$

Baru dari persamaan tersebut dihitung persentase lemak dengan menggunakan persamaan siri atau brozek.⁴

Teknik ini memiliki keterbatasan praktis yaitu pada orang-orang yang tidak dapat ditenggelamkan seperti pada orang tua dan anak-anak, karena teknik ini perlu kooperativitas dari subjek.¹

2. *Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)*

Metode ini bergantung kepada perbedaan dalam hantaran arus listrik antara massa bebas lemak dengan massa lemak. Teknik ini mengukur hambatan dari arus listrik lemah ($800 \mu\text{A}$; 50 KHz) yang disalurkan antara pergelangan kaki kanan dan pergelangan tangan kanan seseorang. Hambatan adalah sebanding dengan panjangnya konduktor, merupakan suatu jarak yang biasanya suatu fungsi dari tinggi badan subjek. Nilai yang sebanding dengan *impedance* adalah sebanding dengan kwadrat tinggi konduktor/subjek yang dibagi dengan volumenya.^{5,11,12}

Asumsi penggunaan BIA untuk memperkirakan komposisi tubuh didasarkan atas perbedaan daya hantar dan sifat-sifat kelistrikan yang bervariasi pada jaringan biologis ketika dialirkan arus listrik dengan berbagai frekuensi. Jaringan yang berisi banyak air dan elektrolit seperti LCS, darah dan otot memiliki daya hantar yang sangat tinggi, sedangkan lemak tulang dan ruangan yang berisi udara seperti paru-paru memiliki daya hambat yang sangat tinggi. Pemberian arus listrik selalu mengikuti jalur yang memiliki daya hambat yang terkecil dari tubuh manusia, seperti cairan ekstra seluler, otot, darah dan jaringan penghantar lainnya, dimana sebagian besar terdiri dari massa bebas lemak.¹³

Impedance adalah lawan dari konduktor dalam menghantarkan arus bolak-balik yang bersifat *frequency dependent* dan terdiri atas 2 komponen yaitu *resistance* dan *reactance*. *Resistance* adalah murni lawan dari konduktor untuk menghantarkan arus listrik dan

saling berlawanan dengan *conductance* (daya hantar). Sedangkan *reactance* adalah hambatan imajiner yang didefinisikan sebagai lawan balik *capacitance* atau penyimpanan arus listrik oleh konduktor pada suatu saat waktu. Sehingga *impedance* didefinisikan sebagai akar kwadrat dari penjumlahan kwadrat R dan Xc atau $Z = (R^2 + Xc^2)^{1/2}$. Akan tetapi pada berbagai literatur nilai Z disamakan dengan R, karena Xc memiliki nilai yang sangat kecil dalam mempengaruhi nilai Z sehingga dapat diabaikan.¹³

Pada BIA dengan frekuensi tunggal, sering dioperasikan pada frekuensi 50 KHz, karena pada frekuensi tersebut menggambarkan rata-rata karakteristik jaringan otot. Meskipun demikian frekuensi untuk massa otot bervariasi dari masing-masing individu antara 30 KHz sampai dengan 100 KHz.¹³

Ada beberapa faktor, baik individu maupun lingkungan yang dapat mempengaruhi pengukuran BIA, sehingga faktor-faktor ini perlu diperhatikan untuk mendapatkan pengukuran yang adekuat. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Pengukuran tinggi badan dan berat badan yang akurat

Pada perhitungan-perhitungan massa bebas lemak dengan menggunakan BIA ini faktor tinggi badan dan berat badan selalu diikutsertakan dalam formulasi-formulasi yang ada, sehingga akurasi dari pengukuran tinggi badan dan berat badan akan sangat mempengaruhi hasil dari pengukuran BIA.¹³

2. Posisi saat diperiksa

Dalam pengukuran dengan teknik *standard whole body*, *tetra polar* dan *distal BIA*, 2 arus listrik atau signal elektroda ditempatkan pada tangan dan kaki dan dua *voltage senseing electrodes* di tempatkan pada pergelangan tangan dan pergelangan kaki. Selanjutnya dengan menggunakan rangkaian-rangkaian ini terlihat bahwa lengan distal dan tungkai memberi pengaruh kira-kira $\frac{1}{2}$ dari *total body impedance (Z)* karena segmen tubuh ini memiliki area permukaan yang paling kecil, oleh karena itu perubahan cairan di daerah lokal ekstremitas distal dapat memberikan pengaruh yang bermakna pada *whole body impedance (Z)*.¹³

Ketika subjek berdiri, duduk atau bergerak, kekuatan gravitasi cenderung menempatkan *ekstra celluler water (ECW)* dalam suatu ruangan penampung dan ruang interstitial dari bagian bawah ekstremitas distal. Ketika subjek terbaring pada posisi *supine*, sebagaimana ketika BIA dilakukan, cairan interstitial diserap ke dalam kompartemen intravaskuler dan cairan bergerak bergerak terkumpul di tengah. Dari hal tersebut diperkirakan bahwa perubahan *temporo-orthostatic* akan berpengaruh secara bermakna pada pengukuran BIA, Selain itu lamanya waktu berbaring juga mempengaruhi pengukuran.¹³

3. Abduksi anggota badan

Dalam pemeriksaan *whole body BIA*, segmen tubuh diperkirakan sebagai suatu rangkaian serial (lengan-tubuh-tungkai), oleh karena itu bentuk *geometric* ekstremitas

mempengaruhi kira-kira 90 % *whole body impedance* (Z). Dengan demikian posisi adduksi atau menyilangnya ekstremitas akan terjadi suatu lintasan *electrical "short circuit"* yang mengakibatkan nilai Z yang lebih rendah dari sebenarnya. Kesalahan ini berkisar 18 % untuk kontak kaki yang menyilang dan 43 % untuk kedua tangan dan jari yang menyilang.¹³

4. Konsumsi Makan dan minum

Konsumsi makan dan minum sebelum pengukuran BIA akan mempengaruhi nilai *whole body impedance* (Z) karena berubahnya volume TBW dan ECW. Namun demikian tergantung dari waktu pengukuran dan jumlah makanan dan minuman yang dikonsumsi. Setelah mengkonsumsi makanan, maka komponen-komponen penyerta makanan di gaster, biliaris, pankreas dan cairan usus yang distimulasi oleh makanan akan mengisi traktus gastrointestinal. Terlokalisirnya cairan lebih dari 2 liter di dalam rongga abdomen sebelumnya akan memperlihatkan "*Electrically silent*". Selain itu pada segmen ini menjadi kurang mencerminkan pengukuran yang sebenarnya disebabkan oleh membesarnya area potongan lintang permukaan yang akan mempengaruhi sekitar 10 % hasil pengukuran. Pengukuran dapat diambil beberapa jam setelah makan, setelah cairan diabsorpsi kedalam pembuluh darah. Pengukuran sebaiknya dilakukan 8 jam setelah makan.¹³

5. Aktivitas

Aktivitas dapat mempengaruhi pengukuran BIA didasarkan sekurang-kurangnya oleh 3 mekanisme hipotesa yairu :

1. Respon hemodinamik aktivitas selalu meningkatkan *cardiac output* dan aliran darah ke otot rangka. Peningkatan perfusi vaskuler dan menghangatnya jaringan otot akan menekan Z dan daya hantar otot (ρ).
2. Proses penghamburan panas termasuk meningkatnya aliran darah ke kulit dan vasodilatasi, maka suhu kulit akan meningkat, perubahan ini juga akan menekan Z
3. Sadar atau tidak, cairan yang hilang akan mengakibatkan dehidrasi dan hilangnya TBW sehingga akan meningkatkan Z .¹³

Karena faktor-faktor tersebut di atas maka sebelum pemeriksaan subjek sebaiknya puasa selama ± 8 jam dan tidak melakukan aktivitas yang berat sehingga keseimbangan cairan tidak terganggu dan 30 menit setelah mengosongkan kandung kemih.^{2,11,12}

Cara Pemeriksaan

1. Subjek tetap memakai baju akan tetapi sepatu dan kaos kaki dilepaskan dan dalam posisi terlentang pada suatu brankar dengan anggota badan diabdusikan sehingga tidak menyentuh tubuh.
2. Dua elektroda arus listrik atau signal elektroda ditempatkan pada tangan dan kaki yaitu pada permukaan dorsal tangan

kanan dan kaki dan dua *voltage senseing electrodes* di tempatkan pada pergelangan tangan dan pergelangan kaki yaitu pada Prominentia piriformis kanan pada pergelangan tangan dan antara maleolus medialis dan lateralis pada pergelangan kaki kanan. Sebelum keempat elektroda ditempatkan, permukaan kulit diberikan selaput tipis *jelly* terlebih dahulu.^{2,11,12}

Komponen penghambat (*Resistive Component*) dari *body impedance* antara pergelangan tangan dan kaki diukur dengan pendekatan ohm. Nilai hambatan terendah (R) untuk seseorang digunakan untuk menghitung daya hantar (*Conductivity* (Ht^2/R)) dan disini diperkirakan massa bebas lemak. Ada beragam rumus-rumus untuk memperkirakan massa bebas lemak dengan menggunakan Single-frequency BIA.^{5,11,12,14,15}

Study	Ref. Meth	N	Age	Equations	R ²	SEE
<i>Children</i>						
Deurenberg 1991	Db	166	7-15	$0.406(S^2/R) + 0.36(W) + 5.58(S) + 0.56(\text{Sex}) - 6.48$	0.97	1.68
Guo 1987	Db	140M	7-25	$0.646(W) - 0.116(LC) - 0.375(Mx) + 0.475(AC) + 0.156(S^2/R) - 2.932$	0.98	2.31
		110 F	7-25	$0.682(W) - 0.185(LC) - 0.244(T) - 0.202(SS) + 0.182(S^2/R) + 4.43$	0.95	2.23
Houtkooper 1989	3C	53 M, 41 F	10 - 14	$0.83(S^2/R) + 4.43$	0.88	2.60
<i>Adult</i>						
Baumgartner 1991	4C	35 M, 63 F	65 - 94	$0.28(S^2/R) + 0.27(W) + 4.5(\text{Sex}) + 0.31(\text{Thigh C}) - 1.732$	0.91	2.47
Deurenberg 1990	Db	35 M, 37 F	65 - 83	$0.36(S^2/R) + 0.359(W) + 4.5(\text{Sex}) - 0.20(\text{Thigh C}) + 7.0$	0.96	2.50

Deurenberg 1991	Db	661	16 - 83	$0.34 \times 10^4 (S^2/R) - 0.127(\text{Age}) + 0.273(W) + 4.56(\text{Sex}) + 15.34(S) - 12.44$	0.93	2.63
Lohman 1992	Db	153 M 153 F	Young Adult	$0.485(S^2/R) + 0.338 (W) + 5.32$ $0.475(S^2/R) + 0.295 (W) + 5.49$		2.90 2.10
Lukaski 1986	Db	84 M, 67 F	18 - 50	$0.756(S^2/R) + 0.11 (W) + 0.107 (Xc) - 5.463$	0.98	2.06
Segal 1985	3C	34M, 41 F	17 - 59	$0.363(S^2/R) + 0.214 (S) + 0.133 (W) - 5.619 (\text{Sex})$	0.96	3.06
Segal 1988	Db	1069 M 498 F	17 - 62	$0.0014(S^2) - 0.044(R) + 0.305(W) - 0.168 (\text{Age}) + 22.668$ $0.0011(S^2) - 0.021 (R) + 0.232 (W) - 0.068 (\text{Age}) + 14.595$	0.89 0.89	3.61 2.43

Db, Body density; 3C,4C, three and four-component models; AC, Arm circumference; LC, Lateral skin fold; Mx, Midaxillary skinfold; R, Resistance; S, Stature; SS, Subscapula skinfold; T, Triceps Skinfold; Thigh C, Thigh circumference; W, body weight; Xc, reactance, sex : male 1 and female 0,

Sedangkan Wattanapenpaiboon dkk⁽¹⁶⁾ dalam mengukur massa bebas lemak dengan menggunakan rumus :

Untuk laki-laki :

$$\text{FFM} = 6.493 + 0.4936 (\text{ht}^2/\text{resistance}) + 0.332 (\text{Wt})$$

Untuk perempuan :

$$\text{FFM} = 5.091 + 0.6483 (\text{Ht}^2/\text{resistance}) + 0.1699 (\text{Wt})$$

Selanjutnya baru diperhitungkan persentase total lemak tubuh dengan menggunakan rumus :

$$\frac{(\text{Berat badan} - \text{Massa bebas lemak})}{\text{Berat badan}} \times 100$$

BIA pemeriksaan yang aman dan nyaman dengan peralatan yang *portable* dan relatif murah.^{5,11,12}

Studi-studi validitas tentang hubungan antara daya hantar (*Conductivity*) dengan massa bebas lemak dilaporkan memiliki kesalahan dalam menghitung lemak tubuh adalah 2,7 % yang dibandingkan dengan densitometri sebagai suatu nilai referensi.

Selanjutnya penelitian-penelitian dibutuhkan untuk menentukan sensitivitas BIA guna mendeteksi perubahan komposisi tubuh pada pasien-pasien yang menjalani terapi nutrisi.^{5,17,18}

3. Total Body Water (TBW)

TBW dapat diukur dengan menggunakan delusi isotop dan dapat memberikan suatu penilaian dari densitas tubuh, dimana sebuah petanda yang telah diketahui dimasukkan ke dalam tubuh yang memancar sebanding dengan seluruh air tubuh dan kemudian dapat diukur. Petanda yang digunakan suatu isotop non radioaktif yang stabil dari air yang mengandung deuterium atau ¹⁸ oksigen. Kemudian isotop *sample* yang diambil dari plasma, urin dan saliva dianalisis menggunakan gas *chromatography* atau absorpsi infra merah. Menggunakan komposisi tubuh ini adalah suatu metode untuk menilai kegemukan dari jumlah total air tubuh dalam massa bebas lemak. Bervariasinya kandungan air dalam massa bebas lemak karena bervariasinya tingkat hidrasi subjek, proporsi air pada masing-masing kelompok individu dan bervariasinya kandungan air dalam jaringan lemak yang dihubungkan dengan derajat kegemukan yang tinggi. Seperti diketahui bahwa pada seseorang yang obese terdapat peningkatan proporsi air ekstra seluler

dibandingkan dengan total body water sehingga nilai *ecw/tbw* dalam jaringan lemak dapat beberapakali lebih besar daripada pada jaringan bebas lemak. kesalahan secara teori dalam menilai lemak tubuh berkisar antara 1,2 % - 2,5 %.¹

Keuntungan dari metode ini kesalahan *reproducibility* rendah akan tetapi kerugiannya cukup banyak. Teknik ini memerlukan laboratorium spektrometri untuk menganalisis deuterium. Subjek harus puasa selama petanda di berikan, kadang-kadang sampai beberapa jam. Selain itu perbedaan tempat pengambilan *sample* juga mempengaruhi penilaian, seperti jika *sample* diambil dari saliva lebih baik daripada jika *sample* diambil dari urin dan darah.¹

4. Total Body Potasium (TBK)

TBK merupakan suatu pengukuran massa bebas lemak, sehingga densitas dapat diukur. TBK ditentukan dari penghitungan radiasi gamma dari radionuklida ⁴⁰-K yang ada secara alami, suatu pecahan tetap dari semua K⁺ dan diukur dalam suatu ruangan yang tertutup untuk mencegah sumber-sumber kalium lain dari luar. Teknik ini memperkirakan bahwa K⁺ mengisi hanya dalam massa bebas lemak dan diketahui memiliki konsentrasi yang konstan. K⁺ yang mengisi massa bebas lemak berkisar 60 mml/kg untuk wanita dan 66 mml/kg untuk laki-laki. Korelasi antara TBW dan TBK diperlihatkan saat $r = 0,960$.¹

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS INDONESIA

5. Skinfold Measurement

Metode ini lebih praktis secara teknologi dan biaya, dimana memberikan suatu indikasi densitas tubuh dan memerlukan kaliper *skinfold* yang tepat dirancang untuk memberikan tekanan konstan pada seluruh jangkauan pergerakannya yaitu 10 g/mm². Kaliper menyediakan pengukuran lipatan ganda kulit dan lemak subkutis dalam millimeter. Hal ini terlihat pengukuran lemak tubuh yang lebih praktis, namun demikian kepraktisan dan peralatan mempengaruhi akurasi dan *reliability* dari hasil.¹

Teknik ini didasarkan atas 2 asumsi bahwa :

1. Ketebalan jaringan lemak subkutis mencerminkan suatu proporsi yang tetap dari total lemak tubuh.^{1,19}
2. Tempat pengukuran yang dipilih mencerminkan keseluruhan ketebalan jaringan lemak subkutis.^{1,19}

Selanjutnya diperhitungkan dengan menggunakan persamaan yang berasal dari Durnin dan Womersley dan telah disesuaikan dengan usia dan jenis kelamin dari subjek yaitu :

1. Untuk laki-laki

Jangkauan usia :

$$17 - 19 \text{ th} : D = 1,1620 - 0,0630 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$20 - 29 \text{ th} : D = 1,1631 - 0,0632 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$30 - 39 \text{ th} : D = 1,1422 - 0,0544 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$40 - 49 \text{ th} : D = 1,1620 - 0,0700 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$50 \text{ th ke atas} : D = 1,1715 - 0,0779 X (\text{Log } \Sigma)$$

2. Untuk Perempuan

Jangkauan usia :

$$17 - 19 \text{ th} : D = 1,1549 - 0,0678 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$20 - 29 \text{ th} : D = 1,1599 - 0,0717 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$30 - 39 \text{ th} : D = 1,1423 - 0,0632 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$40 - 49 \text{ th} : D = 1,1333 - 0,0612 X (\text{Log } \Sigma)$$

$$50 \text{ th ke atas} : D = 1,1339 - 0,0645 X (\text{Log } \Sigma)$$

Selanjutnya dari persamaan ini dilakukan perhitungan persentase lemak dengan menggunakan persamaan Siri atau Brozek.¹⁹

Ketika persamaan-persamaan tersebut memberikan informasi yang bermakna, akan timbul masalah-masalah teknis seperti :

1. Distribusi lemak *skinfold* berbeda antara wanita dan laki-laki.¹
2. Hubungan antara densitas tubuh dengan lemak *skinfold* tidak linier.
3. Usia mempengaruhi penghitungan distribusi lemak tubuh.¹

Adapun keterbatasan yang ditemukan jika menggunakan kaliper dalam mengukur ketebalan lipatan kulit adalah :

1. Ketebalan seluruh kulit setiap individu sangat bervariasi, karena pada kaliper tidak hanya lapisan lemak yang diukur akan tetapi juga ketebalan kulit, ketebalan kulit akan mempengaruhi pengukuran.¹⁰
2. Perbatasan antara jaringan otot dan lemak tidak selalu dapat diraba.^{7,10}

3. Ketebalan lipatan kulit tidak mungkin diukur dengan tepat pada penderita obesitas karena kemampuan maksimum kaliper dalam membuka rahangnya.^{7,10}
4. Ujung kaliper dapat tergelincir pada lipatan kulit yang sangat besar.¹⁰
5. Pada subjek yang sangat obese pembacaan selanjutnya cenderung lebih rendah daripada pengukuran sebelumnya, hal ini diakibatkan adanya edema akibat pengulangan penekanan dan stress pada lemak subkutan.¹⁰
6. Perbedaan kemampuan elastisitas yang berbeda antara jaringan lemak dan kulit yang bervariasi dalam usia dan bentuk antara satu individu dengan lainnya dapat mempengaruhi pengukuran.¹⁰
7. Derajat penekanan yang dikenakan pada pengukuran lipatan kulit bervariasi dalam lokasi tubuh sekalipun telah menggunakan kaliper yang sama dalam melakukan pengukuran.¹⁰
8. Variasi kedalaman saat ujung kaliper ditempatkan khususnya pada subjek yang obese, dapat menghasilkan perbedaan yang sangat bermakna dalam ketebalan atau ketipisan pengukuran lipatan kulit.¹⁰
9. Perbedaan pengukuran antar peneliti dalam mengukur lipatan kulit akan meningkat dengan lamanya waktu kaliper ditempatkan pada lipatan kulit sambil menunggu untuk menetapkan suatu indikator, sebagai contoh pada peneliti yang mengambil pembacaan lebih cepat akan menghasilkan nilai yang lebih tinggi.^{7,10}

10. Banyak orang yang merasa geli dan mudah terasa nyeri, khususnya saat di ukur pada daerah pada dan betis, akibatnya dapat menciptakan ketidaknyamanan dan ketidakakuratan dalam pembacaan akibat pergerakan atau tegangan dari subjek.¹⁰

C. PENGUKURAN LEMAK REGIONAL

Pengukuran lemak regional penting dalam penatalaksanaan lemak tubuh karena hubungannya dengan morbiditas dan mortalitas. Lemak visceral termasuk lemak omental (portal), mesenterium (intraperitoneal), retro dan ekstra peritoneal di bedakan dari lemak subkutan karena lemak yang terlihat pada regio ini lebih kuat hubungannya dengan kelainan metabolik. Karena perbedaan lemak intraperitoneal (mesenterium dan omental) dan lemak retroperitoneal penting dalam hubungannya dengan kelainan metabolik dan untuk membedakan keduanya diperlukan suatu tindakan invasif seperti deseksi maka diperlukan metode lain yang cukup akurat untuk mengukur ketebalan lemak visceral ini.¹

1. Circumference Measurement

Ratio lingkaran pinggang dan panggul adalah suatu metode sederhana untuk menilai lemak regional dan memberi informasi tentang distribusi lemak pada pinggang dan panggul. Lingkaran pinggang diukur pada titik paling sempit antara iga dan panggul atau ketika titik tersebut tidak ditemukan, diambil pada garis tengah antara iga paling bawah dan Krista iliaka. Lingkaran panggul diambil pada lingkaran yang paling lebar yang melewati trochanter mayor. WHR dihitung dengan membagi

lingkaran pinggang dengan lingkaran panggul. Jika WHR lebih dari 1 pada laki-laki dan 0,9 pada wanita dihubungkan dengan meningkatnya faktor resiko untuk hipertensi, stroke dan diabetes.¹

Ketika WHR dihubungkan dengan ketebalan lemak visceral tidak ditemukan hubungan yang bermakna.¹

2. *Dual Energy X-Ray Absorptiometry*

DXA/DEXA adalah teknik *scanning* dengan mengukur attenuasi sinar X yang dilewatkan melintasi tubuh. Teknik ini membedakan antara tulang dan jaringan lunak, sedangkan jaringan lunak dibedakan antara jaringan lemak dan jaringan bebas lemak. Keberagaman pengukuran massa lemak dilaporkan sangat dipengaruhi oleh kedalaman tubuh yang dihubungkan dengan perbedaan ketebalan jaringan lunak. Pengukuran lemak abdomen dipengaruhi oleh pergerakan napas serta gangguan mineralisasi akibatnya terjadi penilaian yang berlebihan terhadap ketebalan lemak. Meskipun potongan tubuh dapat dievaluasi secara terpisah akan tetapi tidak dapat dibedakan antara lemak visceral dan lemak subkutis. *Reproducibility* DEXA adalah 12% (cv%).¹

Keuntungan DEXA lebih kearah densitometri, sedangkan TBK dan metode water delution memberikan informasi tentang komposisi segmen tubuh, massa otot dan distribusi lemak lemak antaran badan dan anggota badan. Beberapa kerugian dari metode ini, subjek terpapar radiasi, area scanning 190 X 60 cm, dan teknik ini tidak dapat digunakan pada penderita obese sehingga akurasi individu menurun dengan peningkatnya ketebalan tubuh.¹

3. Dual Photon Absorptiometry

DPA pada awalnya dirancang untuk mengukur mineralisasi tulang dan dapat juga digunakan untuk mengukur komposisi jaringan lunak dan lemak visceral. Dengan teknik ini pasien di baringkan diantara sumber radioaktif dengan detector. Rasio atenuasi dari dua energi dapat digunakan sebagai suatu indikator untuk mengetahui komposisi jaringan lemak. *Reproducibility* teknik DPA adalah 12 % (cv%). Kerugian dari DPA tidak dapat membedakan antara lemak subkutan dan visceral selain itu subjek terpapar radiasi.¹

D. PERANAN RADIOLOGI

1. Foto Polos

Foto polos hanya dapat berperan dalam mengukur ketebalan jaringan lemak subkutan, yaitu dengan mengukur ketebalan jaringan lunak subkutan pada foto posterior anterior jaringan lunak dengan menggunakan magnifikasi di daerah kira-kira pertengahan permukaan medial dari bagian ulnar dan radial lengan bawah kiri, bagian lateral iga ke 12 kiri, bagian lateral Krista iliaca kiri, bagian lateral dari trochanter mayor kiri, titik tengah dari aspek medial paha dan titik tengah aspek lateral dari betis.⁷

Dengan menggunakan teknik ini Himes dkk⁷ melaporkan ditemukan korelasi yang bermakna jika dibandingkan dengan mengukur ketebalan lemak subkutan dengan menggunakan kaliper.

2. Komputer Tomografi

Komputer tomografi dapat digunakan untuk mengukur lemak visceral. Dengan teknik ini tabung sinar X dengan *detector* terbentang pada titik

yang bersebrangan dalam suatu gantry. Sinar X mengelilingi subjek dalam pusat gantry dan tegak lurus dengan gantry. Informasi tentang intensitas atenuasi sinar X direkonstruksi dalam suatu potongan lintang dengan perbedaan dalam interval atenuasi dapat membedakan antara tulang jaringan lemak dan jaringan bebas lemak. Koefisien atenuasi di perhitungkan dengan suatu nilai *Hounsfield Unit* (HU), dimana memiliki jangkauan antara udara dengan HU sebesar - 1000 HU dan Tulang sebesar + 1000 HU.¹ Sedangkan untuk jaringan lemak memiliki koefisien attenuasi yang unik yaitu lebih tinggi dari udara akan tetapi lebih kecil dari air yaitu sebesar - 190 sampai - 30 HU.^{1,9,20,21,22}

Tomografi komputer dapat dengan jelas membedakan antara lemak dan massa bebas lemak, sehingga TK dapat dengan akurat mengukur komposisi tubuh.^{9,22} Kvist dkk²² melaporkan dengan menggunakan 22 potongan pencitraan seluruh tubuh dapat diperhitungkan volume total jaringan lemak. Meskipun demikian volume jaringan lemak inipun dapat diperkirakan dengan mengambil *sample* potongan pada tiga scan saja yaitu pada setinggi thorakal 8 - 9, L4 - 5 dan titik tengah paha. Pada ketiga potongan ini ternyata memiliki korelasi yang baik jika dibandingkan dengan prosentase lemak yang diukur dengan menggunakan *underwater weighing*.⁹

Kerugian dari teknik ini pasien terpapar radiasi dan biaya yang relatif lebih mahal sehingga tidak dapat digunakan secara rutin.^{1,9}

3. Pencitraan Resonansi Magnetik

Pencitraan Resonansi Magnetik (PRM) adalah teknik untuk mengukur lemak visceral dimana subjek diletakkan pada suatu medan magnet yang

kuat dan diberikan suatu gelombang radio frekuensi. Signal yang dihasilkan akan diolah seperti pada Tomografi komputer, Intensitas pencitraan ditentukan oleh konsentrasi dan relaksasi proton air dan lemak pada jaringan yang dilakukan pencitraan. Perbedaan pada waktu relaksasi menghasilkan perbedaan intensitas signal. Jaringan lemak memiliki waktu relaksasi longitudinal relatif lebih pendek dibandingkan dengan jaringan lunak lainnya yang memiliki jumlah air yang lebih tinggi. *Reproducibility* teknik ini untuk mengukur lemak visceral sekitar 5 – 7 % dan tidak ada paparan radiasi.^{1,23}

Pengukuran volume total lemak dengan menggunakan pencitraan resonansi magnetic dapat menggunakan pencitraan seluruh tubuh dengan 28 – 41 potongan. selain itu PRM juga dapat mengukur akumulasi lemak visceral. Untuk mengukur volume lemak visceral dilakukan pada 7 potongan abdomen yaitu dua pada bagian distal L4-5, satu setinggi L4-5 dan empat di bagian proksimal L4-5.⁹

Kerugian dari metode ini adalah biaya yang relatif mahal, tidak nyaman dan waktu pemeriksaan yang cukup lama.^{1,9}

4. Ultrasonografi

a. Prinsip Ultrasonografi

Ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi lebih tinggi dari pada kemampuan pendengaran telinga manusia, sehingga tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Suara yang dapat didengar manusia mempunyai frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Pemeriksaan USG ini menggunakan gelombang suara yang frekuensinya 1 – 10 MHz.

Gelombang suara frekuensi tinggi tersebut dihasilkan dari kristal-kristal yang terdapat dalam suatu alat yang disebut transducer. Perubahan bentuk akibat gaya mekanis pada kristal akan menimbulkan tegangan listrik. Fenomena ini disebut efek *piezo-electric*, yang merupakan dasar perkembangan USG selanjutnya. Bentuk kristal juga akan berubah bila dipengaruhi oleh medan listrik. Sesuai dengan polaritas medan listrik yang melaluinya, kristal akan mengembang dan mengkerut, maka akan dihasilkan gelombang frekuensi tinggi.^{24,25}

b. Cara Kerja Alat Ultrasonografi

Transducer berperan sebagai pemancar dan penerima gelombang suara. Pulsa listrik yang dihasilkan oleh generator diubah menjadi energi akustik oleh transducer, yang dipancarkan dengan arah tertentu pada bagian tubuh yang dipelajari. Sebagian akan dipantulkan dan sebagian lagi akan merambat terus menembus jaringan yang akan menimbulkan bermacam-macam echo sesuai jaringan yang dilaluinya.^{24,25}

Pantulan yang berasal dari jaringan-jaringan tersebut akan membentur transducer dan kemudian diubah menjadi pulsa listrik lalu diperkuat dan selanjutnya diperlihatkan dalam bentuk cahaya pada layar osiloskop. Dengan demikian bila transducer digerakkan seolah-olah kita melakukan irisan-irisan pada bagian tubuh yang diinginkan dan gambaran irisan-irisan tersebut akan dapat dilihat pada layar monitor.^{24,25}

Masing-masing jaringan tubuh mempunyai *impedance acustic* tertentu. Dalam jaringan yang heterogen yang ditimbulkan bermacam-macam echo, jaringan tersebut dikatakan *echogenic*. Sedangkan pada jaringan yang homogen hanya sedikit atau sama sekali tidak ada echo, disebut *anechoic* atau *echofree* atau bebas echo.^{24,25}

c. Display Modes

Echo yang berasal dari jaringan dapat diperlihatkan dalam bentuk:

1. *A-Mode* : Dalam sistem ini, gambar yang diperoleh berupa defleksi vertical pada osiloskop. Besar amplitudo setiap defleksi sesuai dengan energi echo yang diterima transducer.
2. *B-Mode* : Pada layar monitor, echo nampak sebagai suatu seri titik dan garis terang dan gelapnya bergantung pada intensitas echo yang dipantulkan. Dengan sistem ini maka diperoleh gambaran dalam 2 dimensi berupa penampang irisan tubuh, cara ini disebut *B Scan*
3. *M-Mode* : Alat ini biasanya dipakai untuk memeriksa jantung. Transducer tidak digerakkan. Disini jarak antara transducer dengan organ yang memantulkan echo selalu berubah.²⁴

d. Persiapan Pemeriksaan

Pada pemeriksaan ketebalan lemak subkutan diperlukan interaksi yang baik antara subjek dan pemeriksa. subjek di periksa dalam ruangan dengan pencahayaan redup sehingga dapat memperlihatkan gambaran pada monitor dengan jelas. Untuk

pemeriksaan ini subjek sebaiknya pada posisi berdiri atau duduk sesuai pada saat pemeriksaan antropometris.²⁵

Transducer yang dipergunakan untuk mengukur ketebalan lemak subkutis memiliki frekuensi antara 5 MHz sampai dengan 7.5 MHz. *Transducer* diletakkan diatas kulit yang telah diberikan jelly dengan tanpa atau sedikit sekali penekanan dan tegak lurus dengan permukaan kulit selanjutnya posisi tersebut tetap dipertahankan sampai pengukuran selesai dikerjakan. Kemudian diukur ketebalan lemak antara permukaan bawah kulit sampai bagian atas otot.^{6,25,26,27}

Selain dapat memeriksa ketebalan jaringan lemak subkutis USG juga berperan dalam memeriksa jaringan lemak visceral. Dengan menggunakan USG diukur jarak antara peritoneum dan vertebrae lumbal, yaitu jarak antara pinggir posterior otot abdomen dengan vertebrae lumbal atau otot psoas. dan *transducer* diletakkan pada garis lurus yang ditarik dari titik tengah kanan dan kiri dari bagian bawah iga dengan Krista iliaca. Jarak tersebut diukur dalam lima sudut yang berbeda yaitu pada medial, lateral kanan dan kiri dan titik tengah antara kedua posisi.²⁶

Keuntungan pemeriksaan jaringan lemak dengan USG subjek tidak terpapar radiasi.¹ Selain itu dengan USG dapat dicetak sebuah gambar, tidak adanya tekanan pada kulit serta dapat digunakan pada pasien obesitas dimana kaliper tidak mampu lagi mengukur.²⁹ Sedangkan kerugiannya relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan kaliper dan tidak praktis untuk digunakan dilapangan secara massal.²⁹

e. Hasil Pemeriksaan

Seperti yang dibahas sebelumnya, USG merupakan pemeriksaan noninvasif dan dapat mengukur ketebalan lemak subkutis, dimana USG dapat mendeteksi sampai kedalaman 100 mm atau lebih tanpa adanya penekanan pada kulit maupun mendeteksi antara 2 jaringan yang berbeda dengan akurasi sampai 1mm.²⁷

Pertama kali penggunaan USG untuk mengukur ketebalan lemak subkutis dilakukan oleh Booth, Goddard dan Paton pada tahun 1966. Mereka menggunakan instrumen *A-Mode* untuk mengukur ketebalan lemak subkutis. Akan tetapi belakangan ini lebih banyak menggunakan instrumen *B-Mode* yang dapat mengukur ketebalan jaringan lemak subkutan, otot, pencitraan lintang otot dan kedalaman abdomen.²⁹

Weits dkk⁶ melaporkan bahwa adanya korelasi yang bermakna ($P < 0.001$) antara USG dan *Holstain skinfold caliper* dalam mengukur densitas tubuh yang dibandingkan dengan *underwater weighing*. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Fanelli dkk⁽²⁷⁾ melaporkan adanya korelasi yang bermakna ($P < 0.0001$) antara USG dan *large skinfold caliper* dalam mengukur densitas tubuh yang dibandingkan juga dengan *underwater weighing* sebagai baku emas.

Sedangkan Ramirez dkk²⁵ melaporkan bahwa walaupun terdapat korelasi yang baik antara USG dengan *Harpender caliper* dalam mengukur densitas tubuh yang dibandingkan dengan *Bioelectric impedance*, tetapi jika dihubungkan dengan *body mass index*, berat badan dan presentasi lemak, pengukuran densitas tubuh

menggunakan *harpender caliper* lebih memiliki korelasi yang tinggi daripada USG, sehingga Ramirez menyimpulkan bahwa USG hanya berguna pada penentuan kuantitatif lemak subkutis.

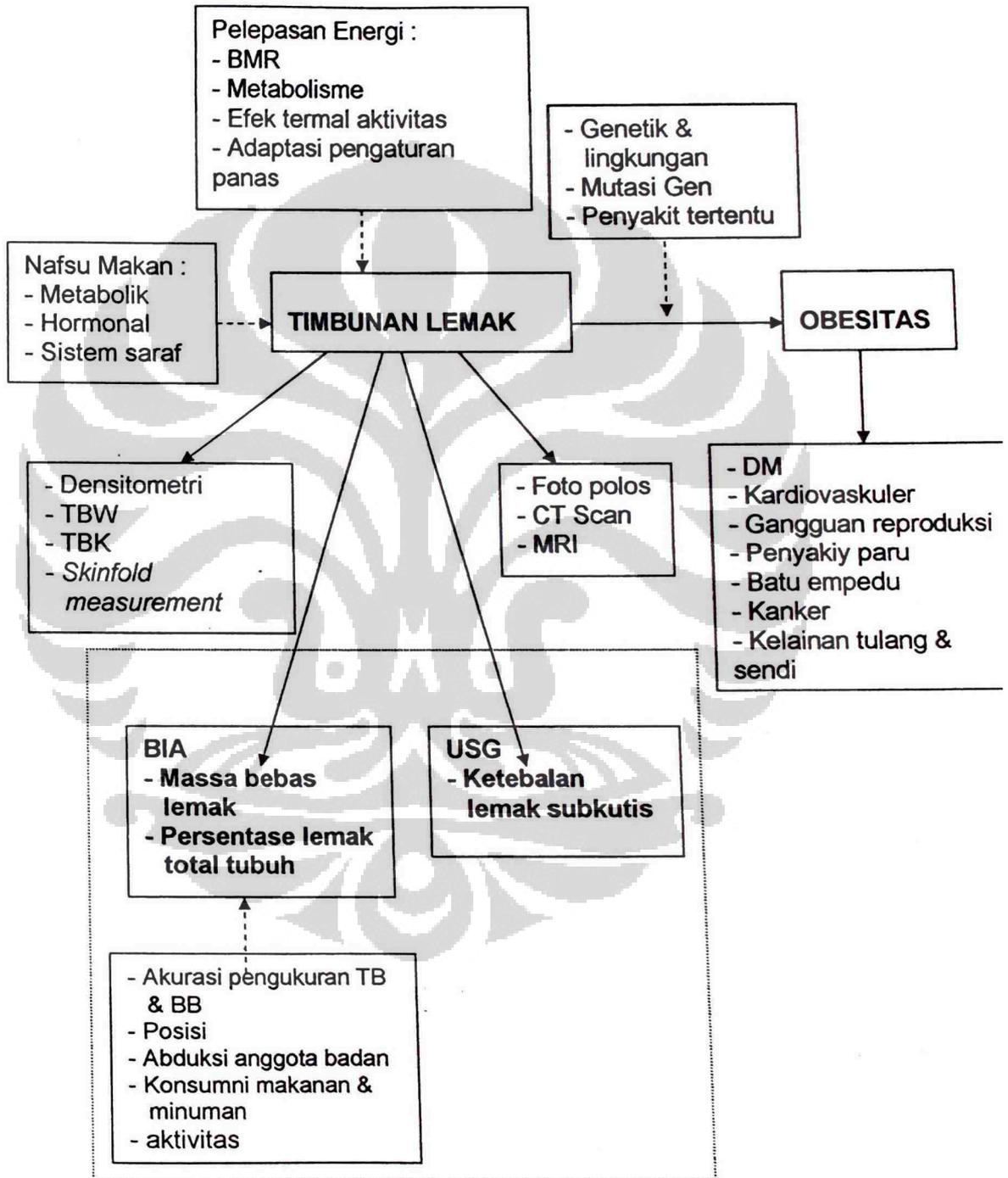
Orphanidou dkk³⁰ Melakukan penelitian tentang akurasi pengukuran ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan kaliper, USG dan pencitraan tomografi komputer. Pengukuran dilakukan pada 3 tempat di abdomen yaitu pada 6 cm ke kiri dari garis tengah, 9 cm dan 12 cm. Mereka mengatakan bahwa adanya korelasi yang lebih baik dalam mengukur ketebalan lemak subkutis di daerah abdomen dengan menggunakan kaliper yang dibandingkan dengan pencitraan tomografi komputer pada semua tempat pengukuran, sedangkan USG hanya pada satu tempat pengukuran saja yaitu pada sisi ketiga.

Akan tetapi pada penderita obesitas, Kuczmarski dkk¹⁰ melaporkan bahwa penggunaan USG lebih superior jika dibandingkan dengan *large caliper* dalam mengukur densitas tubuh yang dibandingkan juga dengan *underwater weighing* sebagai baku emas.

Keller dkk¹ menyatakan bahwa kemampuan USG dalam mengukur lemak visceral memiliki *reproductibility* yang rendah, Demikian pula Bellisari dkk³¹ mengatakan bahwa USG hanya direkomendasikan untuk mengukur jaringan lemak subkutan dan tidak merekomendasikan untuk mengukur jaringan lemak intraabdomen akan tetapi Stolk.dkk²⁶ mengatakan bahwa dengan protokol yang ketat pemeriksaan jaringan lunak visceral ini memiliki korelasi yang bermakna jika dibandingkan dengan pencitraan

tomografi komputer sebagai baku emas dalam memeriksa jaringan lemak visceral.

5. KERANGKA KONSEP



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian diagnostik yang dilakukan dengan *analytic cross sectional study* untuk menemukan menilai korelasi temuan ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan Ultrasonografi dibandingkan dengan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan *Bioelectric Impedance Analysis* dan menentukan formula pengukuran persentase lemak total tubuh dengan menggunakan ketebalan lemak subkutis berdasarkan ultrasonografi.

2. Tempat dan waktu

Penelitian dilakukan di bagian Radiologi FKUI/RSUPN-CM dan SEAMEO TROPED Regional Center for Community Nutrition of the University of Indonesia serta berlangsung dari Oktober 2002 hingga April 2003

Kegiatan	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr
Usulan penelitian	+					
Administrasi	+					
Perijinan	+	+	+			
Pengumpulan data			+	+	+	+
Analisa data						+
Pelaporan						+

3. Populasi dan sampel

Populasi adalah sukarelawan laki-laki dan perempuan berusia 17 sampai dengan 40 tahun, berbadan sehat yang bersedia dilakukan pemeriksaan ultrasonografi dan *bioelectric impedance analysis*.

4. Besar sampel

Penentuan besar sample dengan menggunakan rumus :

$$N = \frac{Z\alpha + Z\beta}{0,5 \text{ Ln } [(1+r)/(1-r)]} + 3$$

n = jumlah sample

$Z\alpha$ = Tingkat kemaknaan berdasarkan konfiden interval 95 % ($\alpha = 5\%$)

$Z\beta$ = Deviasi relatif berdasarkan power 80 % ($\beta = 20\%$)

R = Perkiraan koefisien korelasi, $r = 0,4$

n = 50 sampel

5. Subjek penelitian

Kriteria Penerimaan :

1. Semua sukarelawan laki-laki dan perempuan berusia 17 s/d 40 tahun dan berbadan sehat

2. *Body Mass Index* normal.
3. Bersedia dilakukan pemeriksaan ultrasonografi dan *Bioelectrical Impedance Analysis*.

6. Alur penelitian

Sukarelawan laki-laki dan perempuan



Bioelectric Impedance analysis



Ultrasonografi

7. Cara kerja

Tahap I

Mendapatkan Sukarelawan laki-laki dan perempuan sesuai dengan kriteria penerimaan dengan cara :

1. Sebelum dilakukan penelitian sukarelawan diberikan penjelasan tentang penelitian ini selanjutnya sukarelawan diminta mengisi dan menandatangani surat pernyataan menyetujui untuk mengikuti penelitian.
2. Subjek dihitung *Body Mass Index* nya dengan mengukur berat badan dibagi kwadrat tinggi badan. Berat badan diukur dengan menggunakan timbangan badan klinis dengan pendekatan 1 Kg dan tinggi badan dengan menggunakan tinggi badan klinis dengan pendekatan 1 cm.
3. Dilakukan anamnesa dan pemeriksaan fisik untuk menentukan kesehatan subjek.

Pemeriksaan tahap I ini dilakukan di bagian Radiologi FKUI –RSCM

Tahap II

Dilakukan pemeriksaan berat badan dengan menggunakan pengukuran digital dengan pendekatan 0,1 Kg (SECA 700. Hamberg. Germany) dan tinggi badan dilakukan dengan pendekatan 0,1 cm dengan menggunakan *wall-mounted stadiometer*. Dihitung pula lingkar panggul dan lingkar pinggang dengan menggunakan pita pengukur dengan pendekatan 0.1cm. *Bioelectric impedance analysis* diukur dengan menggunakan alat *multy-frequency impedance analyzer* (Humanim scan. Dietosystem. Milan.Italy)

Persiapan pemeriksaan :

1. 24 jam sebelumnya subjek tidak melakukan aktivitas yang berat.
2. 8 jam sebelum pemeriksaan subjek puasa.^{2,11,12}

Cara Pemeriksaan

- 1 Subjek tetap memakai baju akan tetapi sepatu dan kaos kaki dilepaskan dan dalam posisi terlentang pada suatu brankar dengan anggota badan diabdusikan sehingga tidak menyentuh tubuh.
- 2 Dua elektroda arus listrik atau signal elektroda ditempatkan pada tangan dan kaki yaitu pada permukaan dorsal tangan kanan dan kaki dan dua *voltage senseing electrodes* di tempatkan pada pergelangan tangan dan pergelangan kaki yaitu pada Prominentia piriformis kanan pada pergelangan tangan dan antara maleolus medialis dan lateralis pada pergelangan kaki kanan. Sebelum keempat elektroda ditempatkan, permukaan kulit diberikan selaput tipis *jelly* terlebih dahulu.^{2,11,12}

3. Setiap subjek dilakukan pengukuran impedance dengan menggunakan multiple frequency yaitu pada 1 KHz, 5 KHz, 10 KHz, 50 KHz dan 100 KHz dan masing masing subjek dilakukan 3 kali pemeriksaan dengan hasil yang digunakan adalah rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

Tahap II ini dilakukan di SEAMEO TROPMED Regional Center for Community Nutrition of the University of Indonesia.

Tahap III

Dilakukan pemeriksaan Ultrasonografi di bagian Radiologi FKUI-RSCM. Pengukuran dengan menggunakan alat ultrasonografi (Hitachi, EUB – 40, Japan) dengan B-Mode dan *linier transducer* 7.5 MHz. Pengukuran dilakukan pada sisi tubuh yang non dominan yaitu jika subjek terbiasa menggunakan tangan kanan maka pengukuran dilakukan pada sisi kiri demikian juga sebaliknya.

Teknik pemeriksaan

1. Letakkan subjek pada ruang dengan pencahayaan redup sehingga layar monitor dapat terlihat jelas dan subjek dalam posisi berdiri
2. Letakkan jelly pada permukaan kulit yang akan diukur.
3. Letakkan transducer dengan posisi tegak lurus dengan permukaan kulit di tempat-tempat yang akan diukur tanpa melakukan penekanan, Tempat-tempat yang akan diukur adalah daerah triceps, biceps, subskapula, mid-axilla, supra-iliaka dan abdominal.
4. Ukur ketebalan lemak subkutis dari permukaan bawah kulit sampai dengan permukaan atas otot.²⁵

5. Pengukuran ketebalan lemak subkutis dilakukan 3 kali dengan hasil yang dipergunakan adalah rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

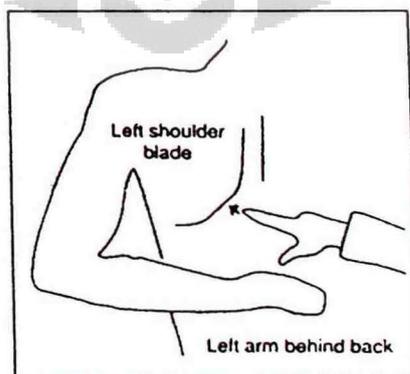
Cara menentukan tempat pengukuran

Cara menentukan tempat pengukuran dan teknik pengukuran mirip dengan pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis dengan menggunakan *skinfold* kaliper. Pada pengukuran ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi, tidak diperlukan penarikan kulit dan jaringan lemak subkutis, dan *transducer* langsung diletakkan pada tempat yang telah diberikan tanda.^{21,27}

1. Pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis subskapula

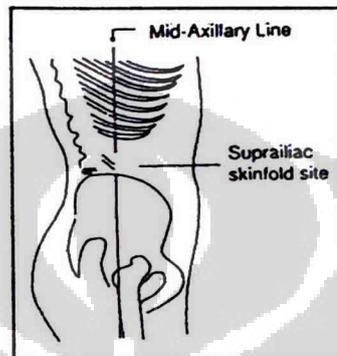
Ketebalan jaringan lemak subkutis subskapula yang dipilih adalah di daerah diagonal, mengarah ke infero-lateral kira-kira 45° dari bidang datar pada lipatan alami kulit. Tempat tersebut hanya di sisi inferior dari sudut inferior scapula. Subjek berdiri tegak dengan ekstremitas atas dilemaskan pada sisi tubuhnya.³¹

Untuk menentukan tempat pengukuran, dilakukan palpasi pada scapula dan jari-jari menghadap ke inferolateral sampai dapat diidentifikasi batas vertebrae dengan sudut inferior scapula.³¹



2. Pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis suprailiaka

Ketebalan jaringan lemak subkutis suprailiaka diukur pada garis *mid-axilla* dekat dengan *crista iliaca superior*. Subjek berdiri dengan kedua tangan menggantung di kedua sisi badan dan jika perlu sedikit abduksi untuk mempermudah akses pengukuran.³¹



3. Pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis triceps

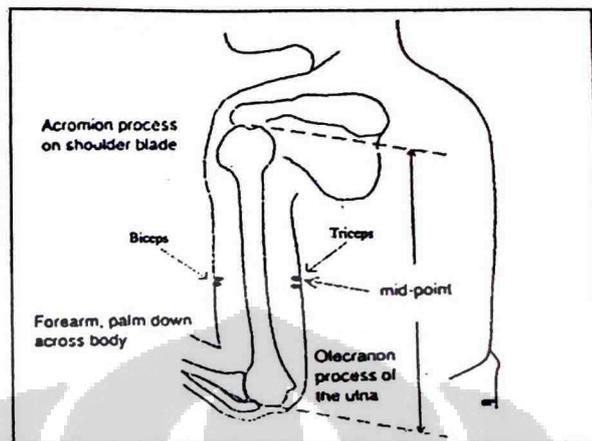
Ketebalan jaringan lemak subkutis triceps diukur di garis tengah sisi posterior lengan, di atas muskulus triceps dan di titik tengah antara proyeksi lateral processus acromion scapula dan tepi inferior processus olecranon ulna. Tinggi pengukuran dilakukan dengan menggunakan pita pengukur dengan siku difleksikan 90° serta titik nol diletakkan pada processus acromion scapula.³¹

Subjek diukur pada posisi berdiri, Ketebalan lemak subkutis diukur dengan lengan menggantung secara bebas dan nyaman pada sisi badan subjek.³¹

4. Pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis biceps

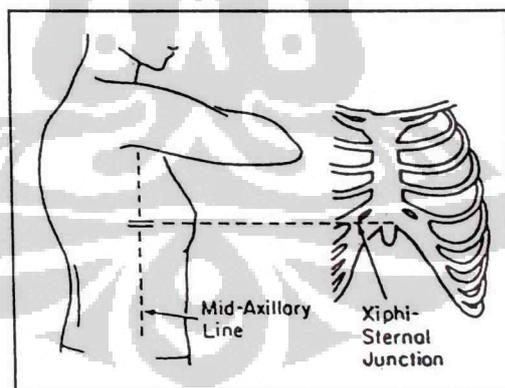
Ketebalan jaringan lemak subkutis biceps diukur sebagai ketebalan jaringan lemak subkutis di sisi anterior lengan atas, di atas bagian yang menggebung dari otot biceps. Subjek berdiri

berhadapan dengan pemeriksa dengan ekstremitas atas relaksasi pada sisi badan dan telapak tangan menghadap ke anterior.³¹



5. Pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis mid-axilla

Ketebalan jaringan lemak subkutis midaxilla diukur setinggi *Xiphi-sternal junction*, di garis *mid-axilla* dan subjek berdiri tegak. Hati-hati dalam melakukan pengukuran untuk memastikan bahwa subjek tidak mencondongkan badannya selama diukur. Lengan kiri sedikit diabduksi dan fleksikan di daerah gelang bahunya.³¹

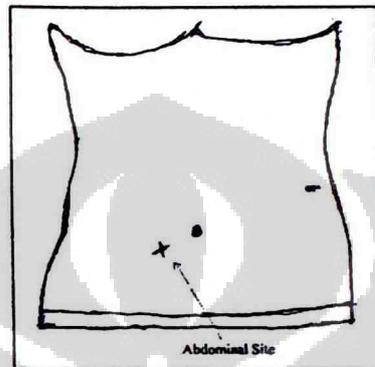


6. Pengukuran ketebalan jaringan lemak subkutis abdominal

Untuk mengukur ketebalan jaringan lemak subkutis abdomen, subjek merelaksasikan otot-otot dinding abdomen. Sedapat mungkin selama pemeriksaan subjek bernapas normal. Jika pergerakan

pernapasan mengganggu pemeriksaan pengukuran, subjek dapat menahan napasnya pada akhir ekspirasi. Subjek berdiri tegak dengan *weight bearing* ditumpukan pada kedua kaki.³¹

Pilih suatu tempat kira-kira 3 cm lateral dari garis tengah umbilicus dan 1 cm kearah inferiornya.³¹



Tahap IV

Dilakukan analisis hasil pemeriksaan USG oleh peneliti dan 1 orang ahli radiologi serta hasil *Bioelectric impedance analysis* oleh seorang ahli gizi. Data dasar yang digunakan untuk menghitung *Bioelectric impedance analysis* adalah data yang diperoleh dari tahap ke dua. Data yang diambil untuk pengukuran BIA pada frekuensi 50 KHz. karena pada frekuensi tersebut menggambarkan rata-rata karakteristik jaringan otot. Pengukuran Impedance disamakan dengan Resistance, karena X_c memiliki nilai yang sangat kecil dalam mempengaruhi nilai Z sehingga dapat diabaikan.

8. Analisa data

Data dikumpulkan dan kemudian dilakukan tabulasi dan diolah secara statistik untuk mencari formula pengukuran lemak total tubuh

dengan menggunakan ketebalan lemak subkutis berdasarkan ultrasonografi serta mencari kemaknaan hubungan antara ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi dengan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan *Bioelectric Impedance analysis*. Data disusun secara naratif, grafik dan tabel.

Data penelitian dicatat pada formulir penelitian yang telah diuji coba terlebih dahulu. Setelah dilakukan editing mengenai kelengkapan pengisian formulir penelitian, data ini dikoding untuk selanjutnya direkam dalam cakram magnetik mikro komputer. Proses validasi data dilakukan untuk menjamin keabsahan data yang direkam dan setelah dipastikan kebersihan dari data penelitian barulah dilakukan proses pengolahan data.

Pengolahan data penelitian dilakukan secara elektronik menggunakan perangkat SPSS versi 10.0 untuk mendapatkan tabel frekwensi dan tabel silang sesuai dengan tujuan penelitian. Perhitungan nilai rata-rata hitung dan sebaran baku dilakukan untuk data yang bersifat kuantitatif, sekaligus dihitung rentangan nilainya menurut batas 95% kepercayaan (Confidence Interval).

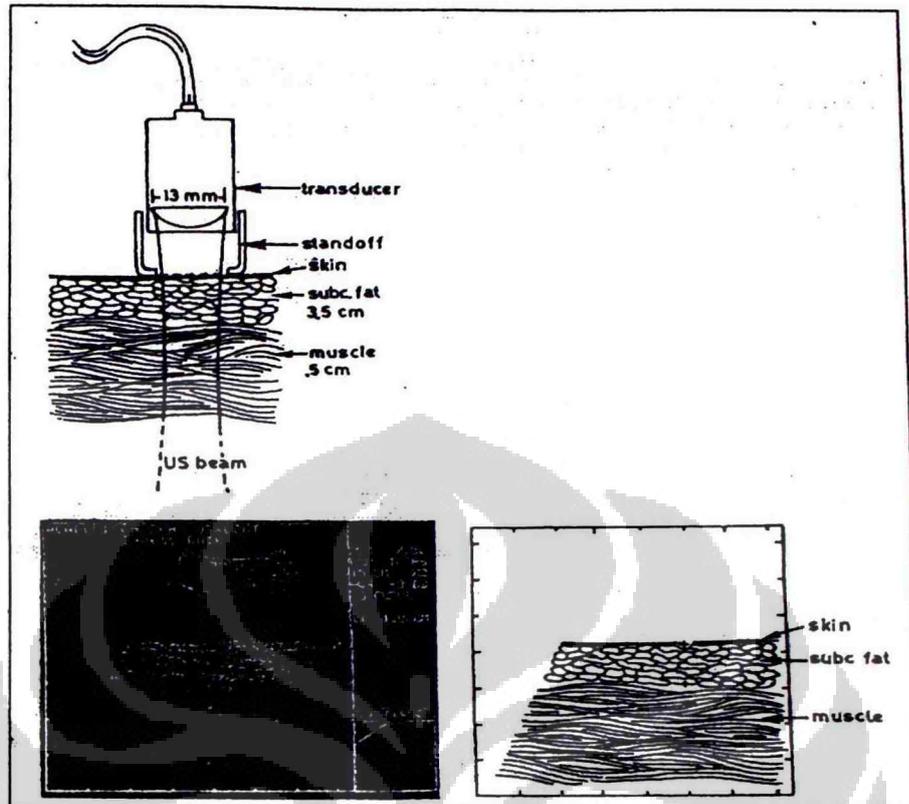
Pengujian kemaknaan statistik dilakukan sesuai dengan karakteristik data penelitian. Untuk pengujian statistik mengenai hubungan antara dua variabel kuantitatif dilakukan dengan metoda korelasi regresi. Pengujian statistik hubungan antara variabel kualitatif dikhotom dengan variabel kuantitatif dilakukan dengan uji Student t berdasarkan batas kemaknaan (α) sebesar 5% dalam pengambilan kesimpulan kemaknaan statistik.

9. Batasan operasional

Berbadan sehat : Keadaan sejahtera badan sehingga memungkinkan seseorang dapat produktif. Keadaan sehat ini ditentukan dengan anamnesa dan pemeriksaan fisik.

Definisi :

- BMI : Berat badan dibagi kwadrat tinggi badan. BMI normal adalah berkisar dari $18,5 \text{ Kg/m}^2$ – $24,9 \text{ Kg/m}^2$
- Lingkaran pinggang diukur pada titik paling sempit antara iga dan panggul atau ketika titik tersebut tidak ditemukan, diambil pada garis tengah antara iga paling bawah dan Krista iliaka. Diukur dengan pendekatan 0,1 cm.
- Lingkaran panggul diambil pada lingkaran yang paling lebar yang melewati trochanter mayor. Diukur dengan pendekatan 0,1 cm.
- Ketebalan jaringan lemak subkutis adalah ketebalan lemak yang terletak antara batas bawah permukaan kulit sampai batas atas otot yang diukur dengan menggunakan ultrasonografi. Pengukuran dengan pendekatan 1 mm.



- Impedance (Z) adalah lawan dari konduktor dalam menghantarkan arus bolak-balik yang bersifat *frequency dependent* dan terdiri atas 2 komponen yaitu *resistance* dan *reactance*. Sehingga impedance didefinisikan sebagai akar kwadrat dari penjumlahan kwadrat R dan X_c atau $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$. Akan tetapi pada berbagai literatur nilai Z disamakan dengan R , karena X_c memiliki nilai yang sangat kecil dalam mempengaruhi nilai Z sehingga dapat diabaikan.
- *Resistance* (R) adalah murni lawan dari konduktor untuk menghantarkan arus listrik dan saling berlawanan dengan *conductance* (daya hantar).

- *Reactance* (X_c) adalah hambatan imajiner yang didefinisikan sebagai lawan balik capacitance atau penyimpanan arus listrik oleh konduktor pada suatu saat waktu.
- Massa bebas lemak adalah massa yang terkandung di dalam tubuh yang tidak mengandung lemak, seperti otot, darah, syaraf dan tulang, diukur dengan menggunakan *bioelectrical impedance analysis* dengan menggunakan persamaan dari Deurenberg yaitu

$$0.34 \times 10^4 (S^2/R) - 0.127(\text{Age}) + 0.273(W) + 4.56(\text{Sex}) + 15.34(S) - 12.44$$

S = Tinggi badan (m), R = Resistance, Age = Umur (tahun), W = (Kg) dan Sex = Laki-laki (1) dan Perempuan (0). Massa bebas lemak ditentukan dengan besaran Kg, dan dihitung dengan pendekatan 0,1 Kg.

- Persentase lemak tubuh :

$$\frac{(\text{Berat badan} - \text{Massa bebas lemak})}{\text{Berat badan}} \times 100$$

10. Pendanaan

Biaya pemeriksaan *Bioelectric impedance analysis*.

Biaya pemeriksaan Ultrasonografi subkutis

ATK, disket dan printer

Biaya tak terduga

BAB IV

HASIL PENELITIAN

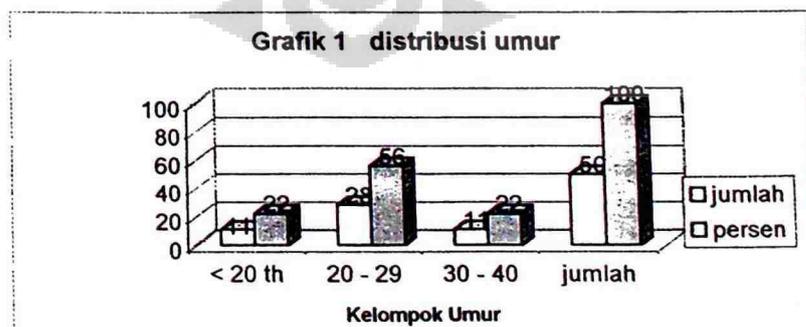
Dalam kurun waktu Januari 2003 sampai dengan Maret 2003 didapatkan sebanyak 80 sukarelawan yang bersedia mengikuti penelitian ini, akan tetapi setelah dilakukan penapisan sebanyak 15 orang dikeluarkan dari penelitian karena tidak memenuhi krietria yang telah ditetapkan yaitu sebanyak 7 orang memiliki BMI < 18,5 dan sebanyak 8 orang memiliki BMI > 24,9. Dari 65 orang yang telah memenuhi kriteria sebanyak 15 orang dikeluarkan dari penelitian karena pemeriksaan tidak lengkap yaitu setelah dilakukan pemeriksaan BIA tidak dapat dilanjutkan dengan pemeriksaan USG karena kerusakan alat USG, Sehingga hanya 50 orang yang memiliki pemeriksaan lengkap BIA dan USG.

1. ANALISIS UNIVARIAT

A. Karakteristik Sukarelawan

1. Usia, Jenis Kelamin dan Pendidikan

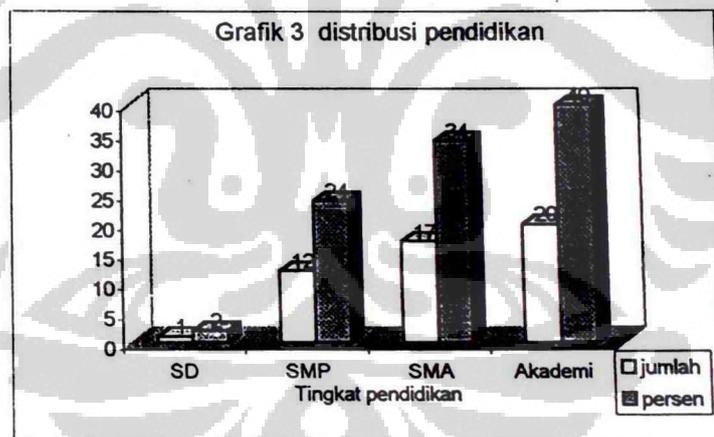
Dari 50 sukarelawan yang mengikuti penelitian ini, usia termuda adalah 17 tahun dan tertua adalah 39 tahun dengan rentang usia 41 tahun. Usia rata-rata adalah $23,74 \pm 5,8$ tahun.



Dari grafik 1 terlihat jika usia dikelompokkan menjadi kelompok usia kurang dari 20 tahun, usia 21 – 29 tahun dan usia di atas 40 tahun, didapati kelompok usia 20 – 29 tahun mempunyai porsi terbesar yaitu 56 %, Pada interval kepercayaan 95 %, usia terendah adalah 22,1 tahun dan tertinggi 25,3 tahun.



Dari grafik 2 terlihat bahwa sukarelawan laki-laki lebih banyak dari perempuan yaitu sebanyak 29 orang sedangkan perempuan sebanyak 21 orang.



Sedangkan dari grafik 3 pendidikan sukarelawan terbanyak adalah akademi yaitu sebanyak 20 orang (56 %) kemudian dilanjutkan dengan SMA sebanyak 17 orang (34 %), SMP 12 orang (24 %) dan SD sebanyak 1 orang (2 %).

Indeks massa tubuh sukarelawan didapatkan nilai terendah adalah 18,5 sedangkan tertinggi 24,99 dengan nilai rata-rata

20,9 ± 1,6. Pada interval kepercayaan 95 % ditemukan nilai indeks massa tubuh terendah 20,5 dan tertinggi 21,3.

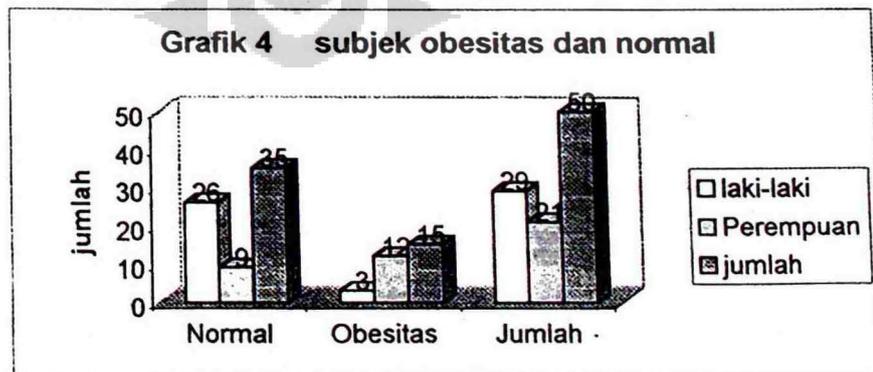
B. Distribusi Persentasi Lemak Total Tubuh

Tabel 1 Nilai rata-rata dan standart deviasi hasil pemeriksaan

Hasil pemeriksaan	Mean	SD	95% CI	
			Low	High
Skoring impedance	556,7	55,8	541,2	572,2
Nilai massa bebas lemak	42,1	7,7	40,0	44,2
Persen lemak total tubuh	21,3	9,4	18,7	23,9
USG Biceps	3,1	1,1	2,8	3,4
USG Triceps	3,3	1,1	3,0	3,6
USG Subscapula	3,0	0,9	2,8	3,2
USG Midaxilla	3,1	1,1	2,8	3,4
USG Supraoiliaca	5,9	2,7	5,2	6,6
USG Abdominal	5,6	2,4	4,9	6,3
USG Total	24,0	6,3	22,3	25,7

Dari tabel 1 terlihat nilai rata-rata dan standart deviasi dari hasil-hasil penelitian ini.

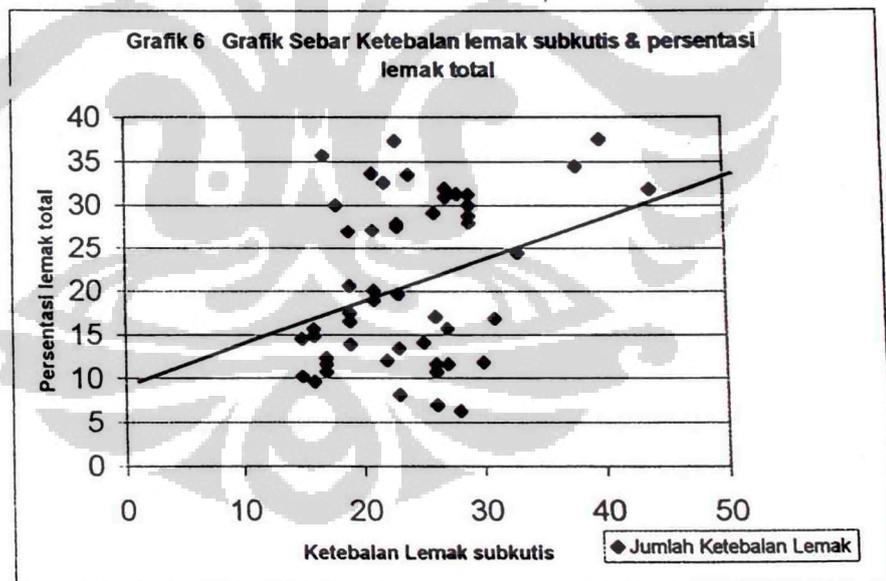
Setelah dilakukan pemeriksaan BIA kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus Deurenberg didapatkan persentase lemak terkecil adalah 6,27 % dan tertinggi adalah 37,55 %. Rata-rata persentase lemak adalah 21,3 % ± 9,4 %. Pada interval kepercayaan 95 %, nilai terendah 18,7 % dan tertinggi 23,9 %.



Pada grafik 4 terlihat setelah dihitung presentasi lemak total tubuhnya dengan menggunakan formula Durenberg, dan sukarelawan digolongkan menjadi sukarelawan yang normal dengan obesitas berdasarkan presentase lemak total tubuh sebesar > 20 % dari berat badan untuk laki-laki dan > 30 % dari berat badan, ditemukan sebanyak 15 0rang yaitu 3 orang laki-laki dan 12 orang perempuan.

2. ANALISIS BIVARIAT

Berupa analisis adanya korelasi dan kemaknaan antara ketebalan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi dan presentase lemak total tubuh dengan menggunakan bioelectric impedance analysis.



Pada grafik 6 terlihat setelah dilakukan uji korelasi pearson adanya hubungan yang bermakna antara jumlah ketebalan lemak subkutis pada daerah pemeriksaan dibandingkan dengan

persentase lemak total tubuh menggunakan Bioelectric Impedance Analysis dengan $r : 0,4$ dan $P: 0,008$ (Tingkat kemaknaan (P) < 0.01).

Tabel 2: Tabel korelasi antara pemeriksaan ketebalan lemak subkutis menggunakan ultrasonografi dengan persentasi lemak total tubuh.

Pemeriksaan	R	Intercept	Slope	P
USG				
Biceps	- 0,03	22,03	- 0,24	0,840
Triceps	0,3	14,22	2,11	0,079
Subscapula	- 0,2	26,65	- 1,79	0,233
Midaxilla	0,4	10,95	3,36	0,003
Suprailiaca	0,4	13,43	1,34	0,006
Abdominal	0,3	13,91	1,31	0,020
Jumlah	0,4	8,01	0,55	0,008

Pada tabel 2 terlihat bahwa jika dibandingkan dengan masing-masing tempat pemeriksaan ultrasonografi dengan persentase lemak total tubuh maka yang memiliki hubungan yang bermakna hanya pada ketebalan jaringan lemak subkutis midaxilla dan suprailiaca, sedangkan biceps, triceps, subscapula dan abdominal tidak memiliki hubungan yang bermakna.

3. ANALISA MULTIVARIAT

Setelah dilakukan analisa multivariat terhadap persen lemak tubuh, tampak adanya korelasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan analisa bivariat.

Tabel 3. Analisa multi regresi terhadap persen lemak total tubuh.

Pemeriksaan USG	Bi variate			Multi variate		
	R	Slope	p	R	Slope	p
Nilai konstanta					13,03	0,016
Biceps	- 0,03	- 0,24	0,840			
Triceps	0,3	2,11	0,079		4,78	0,009
Subscapula	- 0,2	- 1,79	0,233			
Midaxilla	0,4	3,36	0,003	0,60	4,09	0,004
Suprailiaca	0,4	1,34	0,006		3,24	0,003
Abdomonal	0,3	1,31	0,020		3,04	0,014
Jumlah	0,4	0,55	0,008		- 2,36	0,007

Dari tabel 3 dapat terlihat adanya perbaikan korelasi dan kemaknaan antara ketebalan lemak subkutis pada triceps, midaxilla, suprailiaca, abdominal dan jumlah keseluruhan tempat tersebut. Akan tetapi untuk ketebalan biceps dan subscapula tetap tidak ditemukan adanya korelasi yang bermakna, sehingga pada perhitungan formulasi regresi kedua tempat tersebut tidak dapat diikutsertakan. Pada akhirnya formulasi untuk memperkirakan persentase lemak total tubuh melalui tebal lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ Lemak} = 13.03 + 4.78 \text{ Triceps} + 4.09 \text{ midaxilla} + 3.24 \text{ Suprailiaca} + 3.04 \text{ Abdominal} - 2.36 \text{ jumlah}$$



terlihat adanya korelasi yang bermakna pada ketebalan jaringan lemak subkutis di daerah suprailiaca dan midaxilla.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Fanelli & Kuczmarski ⁽¹⁰⁾ didapatkan adanya korelasi yang bermakna antara ketebalan lemak subkutis pada seluruh tempat yang diperiksa dengan persentasi lemak total tubuh dengan menggunakan densitometri, akan tetapi pada penelitian ini dibutuhkan *sample* yang banyak dan hanya terbatas pada laki-laki saja, sedangkan penelitian dari Ramirez ⁽²⁵⁾ yang juga membutuhkan *sample* yang cukup banyak hanya menemukan korelasi yang bermakna antara ketebalan lemak subkutis yang dibandingkan dengan persentasi lemak total dengan menggunakan BIA, pada 3 tempat dari 6 tempat pemeriksaan yaitu pada subscapula, abdominal dan paha. Sedangkan pada triceps, supra iliaca dan betis tidak ditemukan korelasi yang bermakna.

Akan tetapi jika dilakukan penjumlahan pada kesemua tempat pemeriksaan, pada penelitian ini terlihat adanya hubungan yang bermakna antara jumlah ketebalan lemak subkutis pada seluruh tempat ini dengan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan BIA.

Seperti pada penelitian Ramirez, ⁽²⁵⁾ jika dijumlahkan pada semua tempat akan terlihat adanya hubungan yang bermakna antara ketebalan lemak subkutis dengan persentasi lemak. Hal ini disebabkan oleh distribusi lemak tubuh pada masing-masing individu sangat bervariasi.

Pada analisis multivariate dimana dilakukan korelasi regresi pada semua tempat pengukuran ternyata terlihat korelasi yang lebih baik antara ketebalan lemak pada daerah triceps, midaxilla, suprailiaca dan abdominal akan tetapi pada daerah triceps dan subscapula tetap tidak terlihat adanya hubungan

yang bermakna, sehingga pada perhitungan formulasi perkiraan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan ketebalan lemak subkutis menggunakan ultrasonografi kedua tempat tersebut dihilangkan.

Seperti dijelaskan diatas bahwa untuk melihat tingkat obesitas seseorang tidak bisa hanya berdasarkan BMI saja sehingga memerlukan modalitas tambahan, salah satu yang terbaik adalah BIA. Akan tetapi BIA memiliki kendala teknis seperti pada orang-orang dengan gangguan keseimbangan cairan tubuh sehingga memerlukan persiapan yang cukup untuk melakukan pemeriksaan ini, selain itu BIA tidak dapat digunakan pada orang-orang dengan obesitas yang berat serta adanya penyakit-penyakit yang dapat mengganggu keseimbangan cairan tubuh.¹³ Keterbatasan lain adalah peralatan BIA ini hanya tersedia di Jakarta. Dengan keterbatasan diatas maka penelitian ini menawarkan salah satu alternatif untuk menghitung perkiraan persentase lemak total tubuh pada dengan indikator ketebalan lemak subkutis pada daerah triceps, midaxilla, suprailiaca, abdominal dan jumlah total keempat tempat tersebut dengan menggunakan ultrasonografi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Terlihat adanya hubungan yang bermakna antara jumlah ketebalan jaringan lemak subkutis pada daerah biceps, triceps, subscapula, midaxilla suprailiaca serta abdominal dengan menggunakan ultrasonografi dibandingkan dengan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan BIA.
2. ketebalan lemak subkutis pada daerah biceps, triceps, subscapula dan abdominal tidak terlihat adanya hubungan yang bermakna sedangkan pada daerah midaxilla dan suprailiaca terlihat adanya hubungan yang bermakna.
3. Dengan mengukur ketebalan jaringan lemak subkutis dengan menggunakan ultrasonografi, dapat diperkirakan persentase lemak total tubuh dengan menggunakan formula :

$$\begin{aligned} \% \text{ Lemak} &= 13.03 + 4.78 \text{ Triceps} + 4.09 \text{ midaxilla} + 3.24 \text{ Suprailiaca} \\ &+ 3.04 \text{ Abdominal} - 2.36 \text{ jumlah} \end{aligned}$$

B. SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah sample yang lebih banyak dan dengan indeks massa tubuh yang lebih beragam, untuk mengkonfirmasi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Keller C, Thomas KT. Measurement of body fat and fat distribution. *Journal of Nursing Measurement* 1995 ; 3 : 159 – 74
2. Sukaton U, Sugonda S, Oemardi M. *Obesitas*. Dalam : Ilmu Penyakit Dalam. Edisi ke III, Jakarta, Balai Penerbit FKUI. h 697 – 705
3. Flier JS. Obesity. In: Wall EB. Ed, *Harrison's Principle of Internal Medicine*. Mc.Grow-Hill, Medical Publishing Division 2001 p. 479 – 86
4. Going BS. Densitometry. In : Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Ed, *Human Body Composition*. Campaign Illinois : Human Kinetics Book 1994. p 3 – 23
5. Gibson RS. Laboratory Assessment of Body Composition. In : *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford New York. Oxford University Press 1990. 263 – 84.
6. Weits T, Van Der Beek EJ, Wedel M. Comparison of ultrasound and skinfold caliper measurement of subcutaneous fat tissue. *Int J Obes* 1986 ; 10 : 161 – 8
7. Himes JH, Roche AF, Siervogel RM. Compressibility of skinfold and measurement of subcutaneous fatness. *Am J Clin Nutr* 1979 ; 32 : 1734 – 40
8. Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lyons W, Gallagher D, Ross R. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *Journal of Applied Physiology* 1998 ; 85 : 115 – 22
9. Depres JP, Ross R, Lemieux S. Imaging techniques Applied to the measurement of human body composition. In : Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Ed, *Human Body Composition*. Campaign Illinois : Human Kinetics Book 1994. p 149 – 66
10. Kuczmarski RJ, Fanelli MT, Koch GG. Ultrasonic assessment of body composition in obese adult : Overcoming the limitation of the skinfold caliper. *Am J Clin Nutr* 1987 ; 45 : 717 – 24
11. Baumgartner RN. Electrical Impedance and Total Body Electrical Conductivity. In Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Ed, *Human Body Composition*. Campaign Illinois : Human Kinetics Book 1994. p 79 – 107
12. Foster KR, Lukaski HC. Whole-body impedance- What does it measure. *Am J Clin Nutr* 1996 ; 64 : 388 – 96 S
13. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996;64 (suppl) : 423 S – 7S
14. Kupper J, Bartz M, Schultink JW, Lukito W, Deurenberg P. Measurement of body fat in Indonesian adults : Comparison between a three-compartment model and widely used methods. *Asia Pacific J Clin Nutr* 1998 ; 1 (1) : 49 – 54
15. Houtkooper LB, Timothy GL, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996;64 (suppl) : 436 S – 48S
16. Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJG, Hsu-Hage BH-H, Wahlqvist ML, Stroud DB. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-Ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in anglo-celtic Australians. *International Journal Obesity* 1998 ; 22 : 854 - 60
17. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis : a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988 ; 47: 7 – 14.
18. Sung RYT, Lau P, Yu CW, Lam PKW, Nelson EAS. Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. *Arch Dis Child* 2001;85:263 – 7.
19. Heymsfield SB, Tighe A, Wang Zi-Mian. Nutritional Assessment by anthropometric and biochemical methods. In : Shils ME, Olson JA, Shike M. ed. *Modern nutrition in health and disease*. 8 th ed. Philadelphia : A waverly company 1994. p. 812 – 41
20. Barkan GA, Gerzof SG, Robbin AH, Hulst DE, Silbert CK, Silbert JE. Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am J Clin Nutr* 1982 ; 36 : 172 – 7
21. Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, et al. Abdominal fat : Standardized technique fat measurement at CT. *Radiology* 1999 ; 211 : 283 – 6
22. Kvist H, Chowdhury B, Grangard U, Tylen U, Sjostrom L. Total and visceral adipose-tissue volumes derived from measurements with computed tomography in adult men and women : Predictive equations. *Am J Clin Nutr* 1988 ; 48 : 1351 – 61
23. Seidell JC, Bakker CJG, Van Der Kooy K. Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution : A comparison between computed tomography and 1.5-T magnetic resonance. *Am J Clin Nutr* 1990 ; 51 : 953 – 7

24. Boer A. Ultrasonografi : Pendahuluan. Dalam : Rasad S, Kartoleksono S, Ekayuda I. Ed. Radiologi Diagnostik. Jakarta. Subbag Radiodiagnostik bag Radiologi FKUI-RSCM 1996, h 431 – 5
25. Ramirez ME. Measurement of subcutaneous adipose tissue images. Am J Phys Anthropol 1992 ; 89 : 347 – 57
26. Stolk RP, Wink O, Zellissen PMJ, Meijer R, Van Gils APG, Grobbee DE. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intraabdominal adipose tissue. Int J Obes Metab Disord 2001 ; 25 : 1346 – 51
27. Fanelli MT, Kuczmarski RJ. Ultrasound as an approach to assessing body composition. Am J Clin Nutr 1984 ; 39 : 703 – 9
28. Roche AF. Anthropometry and ultrasound. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Ed, Human Body Composition. Campaign Illinois : Human Kinetics Book 1994. p 167 – 89
29. Orphanidou C, McCargar L, Birmingham CL, Mathieson J, Goldner E. Accuracy of subcutaneous fat measurement : Comparison of skinfold caliper, ultrasound, and computed tomography. J Am Diet Assoc 1994 ; 94 : 855 – 8
30. Bellisari A, Roche AF, Siervogel RM. Realibility of B-Mode ultrasonic measurement of subcutaneous adipose tissue and intraabdominal depth : Comparisons with skinfold thickness. Int J Obes Metab Disord 1993 ; 17 (8) : 475 – 80
31. Harisson GG, Buskirk ER, Carter JEL, et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In : Lohman TG, Roche AF, Marorell R. Ed. Antropometric standardization reference manual. Campaign Illinois. Human Kenetics Books1 995. p. 55 – 80



Daftar hasil penelitian tebal lemak subkutis dan BIA

No.	No. Pen	Nama	L/P	Umur	Pendid	BB	TB	BMI	Z	LBM	% Lemak	Tebal lemak subkutis dng USG (mm)							
												1	2	3	4	5	6	7	
1	18/01	Tn. Zulfikar	L	19	SMA	61,8	169,4	21,54	447,67	54,36	12,04	2	3	2	4	5	6	7	
2	19/01	Tn. Taufik	L	25	SMA	60,8	170,1	21,01	590,67	48,29	20,58	2	2	3	2	4	5	6	19
3	22/00	Ny. Mala	P	37	SMP	54,8	150,7	24,13	581,33	34,22	37,55	4	3	3	3	14	13	40	
4	24/01	Tn. Mamat	L	24	SMP	49,6	164	18,5	497	46,17	6,92	6	3	4	3	5	5	26	
5	25/00	Ny. Siti Romlah	P	35	SMP	42,4	143,7	20,53	528	30,05	29,13	3	3	2	3	6	9	26	
6	27/01	Tn. Nurmalia	L	39	SMP	61,2	164	22,75	531,33	46,24	24,44	5	5	3	6	8	6	33	
7	28/00	Ny. Yanti	P	33	SMP	49,3	153,7	20,87	608	33,62	31,81	4	4	4	5	13	14	44	
8	30/01	Tn. Rasmani	L	26	SMP	49,5	161,2	19,04	516	44,18	10,75	4	5	4	3	5	5	26	
9	31/01	Tn. Panji	L	20	SMA	49,8	163	18,74	488,33	46,68	6,27	6	6	3	2	5	6	28	
10	33/01	Tn. Wardi	L	22	SMP	45,5	156,5	18,57	576	40,21	11,63	5	4	3	2	8	5	27	
11	34/01	Tn. Warta	L	34	SMP	51	160,3	19,84	537,33	42,57	16,53	2	3	3	2	5	4	19	
12	36/01	Tn. Suryadi	L	21	SMA	54,5	170,7	18,7	561,67	48,16	11,63	3	3	4	2	4	10	26	
13	38/01	Tn. Keliek	L	32	SMA	49,5	156,2	20,28	512	41,73	15,7	3	3	4	5	5	7	27	
14	44/01	Tn. Budi	L	23	S-1	59,9	162,1	22,79	461,33	49,78	16,9	3	3	5	3	9	8	31	
15	45/01	Tn. Anwar	L	17	SMP	57,6	170,4	19,8	467,33	52,95	8,07	2	3	5	3	5	5	23	
16	46/01	Tn. Adil	L	33	SD	64,2	168,5	22,61	537,33	53,24	17,07	5	4	4	2	5	6	26	
17	47/01	Tn. Irwan	L	30	SMA	54,2	168,2	19,15	545	46,56	14,1	3	3	4	5	5	5	25	
18	48/01	Tn. Rusli	L	25	SMA	50,8	164,7	18,73	551,67	44,8	11,81	3	5	4	4	5	9	30	
19	49/00	Nn. Baliah	P	23	SMP	50,2	151	22,01	595,67	34,52	31,24	2	4	4	5	6	8	29	
20	50/00	Nn. Iis Mariani	P	24	SMA	50,1	151	22,01	565	35,07	30	4	4	4	2	9	6	29	
21	51/00	Nn. Diah	P	21	SMA	53,1	154,7	22,18	522	36,71	27,1	4	2	4	2	4	5	21	
22	52/00	Nn. Risma	P	22	SMA	49	149,5	21,93	659	32,61	33,45	3	6	2	3	5	5	24	
23	53/00	Nn. Rahma	P	20	SMA	50,6	154,5	21,19	582,33	36,47	27,9	3	4	2	5	5	4	23	
24	54/00	Nn. Tuti	P	30	SMA	46,9	141,4	22,95	629,33	28,77	37,32	3	6	3	3	3	5	23	
25	55/00	Nn. Ria	P	25	SMP	45,4	151,6	19,75	595	33,17	26,94	3	2	2	3	4	5	19	
26	56/00	Nn. Upik	P	22	D-3	50,6	153,5	21,47	699	33,59	33,62	4	4	2	4	4	3	21	
27	57/00	Nn. Yana	P	26	SMP	43,9	146,6	20,42	606,33	30,74	29,97	2	3	2	3	5	3	18	
28	58/00	Nn. Ulfa	P	19	SMA	42,6	143,5	20,68	588	30,7	27,93	4	5	3	4	8	5	29	
29	59/00	Ny. Kurnia	P	35	S-1	55,2	161,1	21,26	587,33	37,92	31,3	5	3	2	3	9	6	28	
30	60/00	Tn. Deni	L	19	SMA	55	166,6	19,81	543,67	47,64	13,38	4	4	3	3	5	4	23	
31	61/00	Nn. Wiwin	P	32	D-3	52,8	161,9	20,14	693,67	35,59	32,6	2	4	4	5	2	5	22	
32	62/00	Nn. Siska	P	20	SMA	49,8	152,5	21,41	558,67	36,16	27,39	2	3	2	3	7	6	23	
33	63/00	Nn. Selvi	P	20	SMA	53	154,5	22,2	605	36,6	30,94	2	3	2	4	9	7	27	
34	64/01	Tn. Oki	L	20	D3	62,8	167,5	22,36	537	50,18	20,1	2	4	3	3	5	4	21	
35	65/01	Tn. Permedi	L	19	D3	67,7	171,2	23,09	440	57,1	15,66	2	2	3	2	3	4	16	
36	66/01	Tn. Agung	L	20	D3	53,8	164,7	19,83	512	47,56	11,62	2	2	3	2	4	4	17	
37	67/01	Tn. Ronni	L	19	D3	55,2	167,5	19,71	489,67	49,98	9,62	3	2	3	2	3	3	16	
38	68/01	Tn. Febrli	L	20	D3	53,1	158,6	21,11	555	43,82	17,48	3	3	2	2	4	5	19	
39	69/01	Tn. Sumedi	L	21	SMA	53,6	167,5	18,74	520	48,13	10,21	3	2	2	2	4	2	15	
40	70/00	Nn. Sri	P	19	D3	44,7	146,4	20,85	606,33	31,83	28,79	2	3	2	4	12	6	29	
41	71/00	Nn. Dina	P	19	D3	58,9	153,5	24,99	610	37,91	35,64	2	3	3	2	2	5	17	
42	72/00	Nn. Nengsih	P	20	D3	52,6	147,1	24,30	585,33	34,51	34,39	4	4	4	5	12	9	38	
43	73/00	Nn. Euis	P	20	D3	49,8	150,4	22,01	628,67	33,92	31,89	3	3	3	4	8	6	27	
44	74/01	Tn. Ibnu	L	19	D3	61,6	163,7	22,98	510,33	49,5	19,64	3	4	3	2	6	5	23	
45	75/01	Tn. Wahyu	L	19	D3	58,5	175,6	18,97	561	51,3	12,31	2	2	2	2	5	4	17	
46	76/01	Tn. Fajar	L	19	D3	61,7	175,7	19,98	551,67	52,53	14,86	2	2	2	2	5	3	16	
47	77/01	Tn. Yogi	L	20	D3	56,8	166,5	20,48	515,33	48,92	13,87	2	3	4	2	5	3	19	
48	78/01	Tn. Hendri	L	20	D3	49,1	160	19,17	534	43,83	10,73	2	2	2	2	5	4	17	
49	79/01	Tn. Edi	L	20	D3	57,8	163,4	21,64	553,33	46,83	18,98	2	2	2	3	7	5	21	
50	80/01	Tn. Dodi	L	20	D3	54,3	165	19,94	553	46,45	14,46	2	2	2	2	3	4	15	

Keterangan :

1. Biceps

3. Subscapula

5. Suprailiaca

7. Jumlah tebal lemak 1 s/d 6

2. Triceps

4. Midaxilla

6. Abdominal

LBM = Lean Body Mass

Z = Impedance

TB = Tinggi Badan

BB = Berat Badan

% Lemak = % Total Lemak tubuh