

**TESIS PENELITIAN**

**PERBANDINGAN ESTIMASI  $VO_2$  MAX MENGGUNAKAN SIX  
MINUTE WALKING TEST PADA PENDERITA SINDROM  
METABOLIK DAN NON SINDROM METABOLIK DI PUSAT  
LAYANAN KESEHATAN PRIMER KOTA MAKASSAR**

***COMPARISON OF ESTIMATED  $VO_2$  MAX WITH SIX MINUTES  
WALKING TEST ON METABOLIC SYNDROME AND NON  
METABOLIC SYNDROME PATIENT IN PRIMARY HEALTH CARE  
OF MAKASSAR***

**INE ERLIANA**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP.1)  
PROGRAM STUDI KARDIOLOGI DAN  
KEDOKTERAN VASKULAR  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**TESIS PENELITIAN**

**PERBANDINGAN ESTIMASI  $VO_2$  MAX MENGGUNAKAN *SIX MINUTE WALKING TEST* PADA PENDERITA SINDROM METABOLIK DAN NON SINDROM METABOLIK DI PUSAT LAYANAN KESEHATAN PRIMER KOTA MAKASSAR**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis  
Program Studi PPDS-1 Kardiologi dan Kedokteran Vaskular

Disusun dan diajukan oleh

**INE ERLIANA  
C165201005**

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP.1)  
PROGRAM STUDI KARDIOLOGI DAN  
KEDOKTERAN VASKULAR  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## TESIS

# PERBANDINGAN ESTIMASI $VO_2$ MAX MENGGUNAKAN SIX MINUTE WALKING TEST PADA PENDERITA SINDROM METABOLIK DAN NON SINDROM METABOLIK DI PUSAT LAYANAN KESEHATAN PRIMER KOTA MAKASSAR

**INE ERLIANA**

NIM: C165 201 005

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi PPDS 1 Program Studi Jantung dan Pembuluh Darah

Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

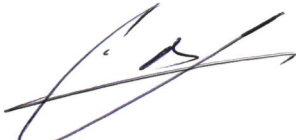
pada tanggal 10 Oktober 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. dr. Idar Mappangara, Sp.PD, Sp.JP(K)

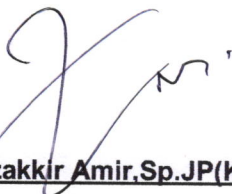
NIP. 19660721 199603 1 004



dr. Zaenab Diafar, Sp.PD, Sp.JP(K)

NIP. 19630425 199003 2 003

Ketua Program Studi,



Dr. dr. Muzakkir Amir, Sp.JP(K)

NIP. 19710810 200012 1 003



Dekan Fakultas Kedokteran,

Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK

NIP. 19680530 199603 2 001

## TESIS

# PERBANDINGAN ESTIMASI $VO_2$ MAX MENGGUNAKAN SIX MINUTE WALKING TEST PADA PENDERITA SINDROM METABOLIK DAN NON SINDROM METABOLIK DI PUSAT LAYANAN KESEHATAN PRIMER KOTA MAKASSAR

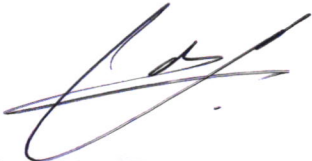
**INE ERLIANA**

NIM: C165 201 005

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi PPDS 1 Program Studi Jantung dan Pembuluh Darah  
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 10 Oktober 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. dr. Idar Mappangara, Sp.PD, Sp.JP(K)

NIP. 19660721 199603 1 004

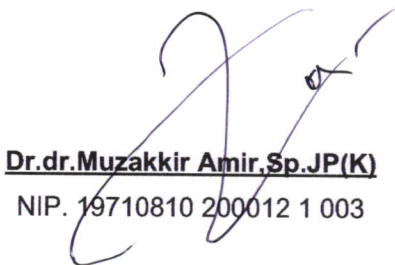
Pembimbing Pendamping,



dr. Zaenab Djafar, M.Kes, Sp.PD, Sp.JP(K)

NIP. 19630425 199003 2 003

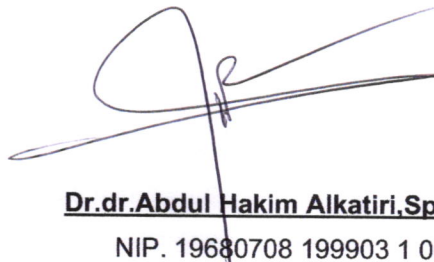
Ketua Program Studi,



Dr. dr. Muzakkir Amir, Sp.JP(K)

NIP. 19710810 200012 1 003

Ketua Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular,



Dr. dr. Abdul Hakim Alkatiri, Sp.JP(K)

NIP. 19680708 199903 1 002

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "*Perbandingan Estimasi  $VO_2$  Max Menggunakan Six Minute Walking Test pada Penderita Sindrom Metabolik dan Non Sindrom Metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer Kota Makassar*" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Prof. Dr. dr. Idar Mappangara, Sp.PD, Sp.JP (K) sebagai pembimbing utama dan dr. Zaenab Djafar, Sp.PD, Sp.JP (K) sebagai pembimbing pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber, informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 30 November 2024



Ine Erliana

C165201005

## PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Tesis ini telah diuji dan dinilai oleh panitia penguji pada  
Tanggal 10 Oktober 2024

Panitia penguji tesis berdasarkan SK Dekan Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin  
No. 4213/UN4.6.8/KEP/2024

Ketua : Prof. Dr. dr. Idar Mappangara, Sp.PD, Sp.JP (K)

Anggota : dr. Zaenab Djafar, M.Kes, Sp.PD, Sp.JP (K)  
Dr. dr. Muzakkir Amir, Sp.JP (K)  
dr. Melda Warliani, Sp.KFR (K)  
Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, MKM

## Ucapan Terima Kasih

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala berkat, karunia, dan lindungan-Nya, serta shalawat dan salam untuk Rasulullah Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagaimana mestinya. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Spesialis pada Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis berharap tesis ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan selanjutnya.

Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada Prof Dr.dr.Idar Mappangara sebagai pembimbing I dan dr. Zaenab Djafar, M.Kes, Sp.PD, Sp.JP (K) sebagai Pembimbing II atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan penelitian ini, pelaksanaan sampai dengan penulisan tesis ini, serta kepada Dr. dr. Muzakkir Amir, Sp.JP (K) dan dr. Melda Warliani, Sp.KFR (K) atas bimbingan yang diberikan kepada penulis. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, MKM. sebagai pembimbing statistik yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam bidang statistik dan pengolahan data dalam penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ketua Program Studi Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Dr. dr. Muzakkir Amir, Sp.JP (K) dan Sekretaris Program Studi dr. Az Hafid Nashar, Sp.JP (K) atas seluruh arahan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama pendidikan.
2. Seluruh guru-guru kami di Departemen Kardiologi & Kedokteran Vaskular (Alm) Prof. Dr. dr. Junus Alkatiri, Sp.PD-KKV, Sp.JP (K), Prof. Dr. dr. Ali Aspar Mappahya, Sp.PD, Sp.JP (K), Prof. dr. Peter Kabo, Ph.D, Sp.FK, Sp.JP (K), Prof. Dr. dr. Idar Mappangara, Sp.PD, Sp.JP (K), Dr. dr. Abdul Hakim Alkatiri, Sp.JP (K), Dr. dr. Khalid Saleh, Sp.PD-KKV, MARS, dr.

Pendrik Tandean, Sp.PD-KKV, Dr. dr. Yulius Patimang, Sp.A, Sp.JP (K), Dr.dr. Akhtar Fajar Muzakkir, Sp.JP (K), dr. Aussie Fitriani Ghaznawie, Sp.JP (K), dr. Almudai, Sp.PD, Sp.JP (K), dr. Andi Alief Utama Armyn, M.Kes, Sp.JP, Subsp.KPPJB (K), dr. Fadillah Maricar, Sp.JP (K), dr. Amelia Ariendanie, Sp.JP, dr. Bogie Putra Palinggi, Sp.JP (K), dr. Muhammad Asrul Apris, Sp.JP (K), Dr. dr. Sumarni Sp.JP (K), dr. Irmariyani Sudirman, Sp.JP (K), dr. Sitti Multazam Sp.JP, dr. Fritz Alfred Tandean Sp.JP, dr. Muhammad Nuralim Mallapassi, Sp.B, Sp.BTKV (K), atas seluruh waktu, ilmu, dan bimbingan yang dicurahkan kepada penulis selama pendidikan.

3. Orang tua penulis, ayahanda M.Idrus (alm) dan ibunda Marlia Salam atas seluruh pengertian, perhatian, dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama menjalani pendidikan. Terkhusus buat suami tercinta Guntur Ade Saputra serta anak tersayang Kaysan Fadil atas seluruh pengertian, kasih sayang serta dukungan yang diberikan selama pendidikan. Kepada keluarga besar Ekatussalam, Tahir Dg.Raga, Khaeruddin atas seluruh perhatian dan dukungan selama penulis menempuh Pendidikan.
4. Teman sejawat rekan-rekan PPDS-1 Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Angkatan Periode Juli 2020 (dr. Fitri, dr. Sri, dr. Novi, dr. Nela, dr. Irma, dr. Enos, dr. Winona) dan partner Infinity dr. Anastasia dan dr. Amalia atas kebersamaan, bantuan, dan kerja samanya selama proses pendidikan.
5. Seluruh teman sejawat rekan-rekan PPDS-1 Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin mulai dari senior hingga junior atas bantuan, kebersamaan, dan kerjasamanya selama proses Pendidikan ini.
6. Staf administrasi Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin (Ibu Farida Haryati, Kak Nur Hikmah Nurman, Kak Zaliqa Dewi Andjani, Kak Bara Kresna, Kak Fausi Ramadhan) atas seluruh bantuan selama pendidikan.
7. Seluruh paramedis, pegawai, dan tenaga kerja di dalam lingkup RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo khususnya di Pusat Jantung Terpadu atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama pendidikan.
8. Seluruh pasien yang terlibat dalam penelitian ini sehingga penelitian ini

dapat berjalan dengan baik sebagaimana mestinya.

9. Semua pihak yang namanya tidak tercantum namun telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Semoga tesis ini memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya serta Ilmu Kardiologi dan Kedokteran Vaskular pada khususnya di masa yang akan datang.

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan Ilmu Kardiologi dan Kedokteran Vaskuler. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan dari tesis ini.

Penulis,



Ine Erliana

# **Comparison of Estimated VO<sub>2</sub> Max Using Six-Minute Walking Test (SMWT) in Patients with Metabolic Syndrome and Non-Metabolic Syndrome in Primary Health Care of Makassar**

Ine Erliana, Idar Mappangara, Zaenab Djafar, Muzakkir Amir,  
Melda Warliani, Andi Alfian Zainuddin

## **Abstract**

### **Background :**

The Six-Minute Walk Test (6MWT) is commonly utilised to evaluate functional ability; however, its usage in patients with metabolic syndrome (MetS) in primary care settings is rarely investigated. This study aimed to compare and evaluate estimated VO<sub>2</sub> max by the 6- minute walk test between persons with and without metabolic syndrome, including various risk variables.

### **Methods :**

This cross-sectional study included 134 people (59 with MetS, 75 without MetS) from 20 basic healthcare clinics in Makassar, Indonesia. Participants completed anthropometric assessments, blood collection, and the 6-Minute Walk Test in accordance with established standards. The Nury formula was employed to compute the estimated VO<sub>2</sub> max. Levels of physical activity were evaluated via the International Physical Activity Questionnaire. Multivariate logistic regression examined characteristics correlated with atypical 6MWT performance.

### **Results :**

Participants with MetS were considerably older ( $55.17 \pm 10.86$  vs  $51.01 \pm 10.19$  years,  $p=0.024$ ) and exhibited a higher prevalence of diabetes mellitus (52.54% vs 20.00%,  $p<0.001$ ) and smoking (22.03% vs 9.33%,  $p=0.041$ ). The average 6MWT distance was reduced in the MetS group ( $351.60 \pm 99.83$  m vs.  $361.44 \pm 84.14$  m,  $p=0.537$ ), as was the estimated VO<sub>2</sub> max ( $13.60 \pm 5.03$  vs.  $14.97 \pm 4.39$  ml/kg/min,  $p=0.094$ ), although the differences were not statistically significant. Age (OR 1.09, 95% CI 1.03-1.16,  $p=0.005$ ) and smoking (OR 12.30, 95% CI 1.02-14.85,  $p=0.048$ ) were significant predictors of impaired 6MWT performance.

### **Conclusion :**

Age and smoking, rather than MetS status alone, were important predictors of diminished functional capacity. These findings indicate that holistic management techniques targeting many risk variables are essential for enhancing outcomes in primary care populations.

### **Keywords :**

Six-minute walking test, 6MWT, metabolic syndrome, VO<sub>2</sub> max, functional capacity

# **Perbandingan Estimasi $VO_2$ Max Menggunakan *Six-Minute Walking Test (SMWT)* pada Penderita Sindrom Metabolik dan Non Sindrom Metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer Kota Makassar**

Ine Erliana, Idar Mappangara, Zaenab Djafar, Muzakkir Amir,  
Melda Warliani, Andi Alfian Zainuddin

## **Abstrak**

### **Latar Belakang :**

Tes Jalan Enam Menit (6MWT) umumnya digunakan untuk mengevaluasi kemampuan fungsional; namun, penggunaannya pada pasien dengan sindrom metabolik (MetS) dalam pengaturan perawatan primer jarang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan mengevaluasi estimasi  $VO_2$  max dengan tes jalan 6 menit antara orang dengan dan tanpa sindrom metabolik, termasuk berbagai variabel risiko.

### **Metode :**

Penelitian *cross-sectional* ini melibatkan 134 orang (59 dengan MetS, 75 tanpa MetS) dari 20 layanan kesehatan primer di kota Makassar, Indonesia. Peserta menyelesaikan penilaian antropometri, pengambilan darah, dan Tes Jalan 6 Menit sesuai dengan standar yang ditetapkan. Rumus Nury digunakan untuk menghitung estimasi  $VO_2$  max. Tingkat aktivitas fisik dievaluasi melalui Kuesioner Aktivitas Fisik Internasional. Regresi logistik multivariat memeriksa karakteristik yang berkorelasi dengan kinerja 6MWT.

### **Hasil :**

Peserta dengan MetS jauh lebih tua ( $55,17 \pm 10,86$  vs  $51,01 \pm 10,19$  tahun,  $p=0,024$ ) dan menunjukkan prevalensi diabetes melitus yang lebih tinggi ( $52,54\%$  vs  $20,00\%$ ,  $p<0,001$ ) dan merokok ( $22,03\%$  vs  $9,33\%$ ,  $p=0,041$ ). Jarak tempuh rata-rata 6MWT berkurang pada kelompok MetS ( $351,60 \pm 99,83$  m vs.  $361,44 \pm 84,14$  m,  $p=0,537$ ), seperti halnya estimasi  $VO_2$  max ( $13,60 \pm 5,03$  vs.  $14,97 \pm 4,39$  ml/kg/menit,  $p=0,094$ ), meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Usia (OR 1,09, 95% CI 1,03-1,16,  $p=0,005$ ) dan merokok (OR 12,30, 95% CI 1,02-14,85,  $p=0,048$ ) merupakan prediktor signifikan dari gangguan kinerja 6MWT.

### **Kesimpulan :**

Usia dan merokok, bukan hanya status MetS, merupakan prediktor penting dari penurunan kapasitas fungsional. Temuan ini menunjukkan bahwa teknik manajemen holistik yang menargetkan banyak variabel risiko sangat penting untuk meningkatkan hasil pada populasi perawatan primer.

### **Kata kunci :**

*Six-minute walking test*, 6MWT, sindrom metabolik,  $VO_2$  max, kapasitas fungsional

## DAFTAR ISI

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR ISI.....                                      | xii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                  | xv   |
| DAFTAR TABEL .....                                   | xvi  |
| DAFTAR SINGKATAN .....                               | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                              | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                            | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                           | 2    |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                         | 2    |
| 1.3.1. Tujuan Umum .....                             | 2    |
| 1.3.2. Tujuan Khusus .....                           | 2    |
| 1.4. Hipotesis penelitian .....                      | 3    |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                        | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                        | 5    |
| 2.1. Sindrom Metabolik .....                         | 5    |
| 2.1.1. Pengertian .....                              | 5    |
| 2.1.2. Epidemiologi .....                            | 5    |
| 2.1.3. Etiologi dan Faktor Risiko .....              | 7    |
| 2.1.4. Kriteria Diagnosis .....                      | 7    |
| 2.1.5. Patofisiologi .....                           | 9    |
| 2.2. Kapasitas Aerobik Maksimal ( $VO_2 max$ ) ..... | 11   |
| 2.2.1. Definisi .....                                | 11   |
| 2.2.2. Pengukuran Kapasitas Aerobik Maksimal.....    | 12   |
| 2.3. Pemeriksaan Tes Jalan 6 Menit (6-MWT) .....     | 13   |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1. Pengertian .....                                                                                 | 13 |
| 2.3.2. Indikasi 6-MWT .....                                                                             | 14 |
| 2.3.3. Kontra Indikasi .....                                                                            | 16 |
| 2.3.4. Faktor yang mempengaruhi 6-MWT .....                                                             | 18 |
| 2.3.5. Tata Cara Pemeriksaan 6-MWT .....                                                                | 18 |
| 2.3.6. Interpretasi .....                                                                               | 21 |
| 2.4. Pemeriksaan Tes Jalan 6 Menit pada Sindrom Metabolik.....                                          | 22 |
| BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEPTUAL .....                                                    | 23 |
| 3.1. Kerangka Teori .....                                                                               | 23 |
| 3.2. Kerangka Konseptual .....                                                                          | 24 |
| 3.4. Definisi Operasional .....                                                                         | 24 |
| BAB IV METODE PENELITIAN .....                                                                          | 27 |
| 4.1. Jenis Penelitian .....                                                                             | 27 |
| 4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....                                                                  | 27 |
| 4.3. Populasi dan Sampel Penelitian .....                                                               | 27 |
| 4.4. Kriteria Inklusi dan Eksklusi .....                                                                | 29 |
| 4.5. Analisis Data Hasil Penelitian .....                                                               | 29 |
| 4.6. Aspek Etika Penelitian .....                                                                       | 29 |
| 4.7. Alur Penelitian .....                                                                              | 30 |
| 4.8. Personalia Penelitian .....                                                                        | 30 |
| BAB V HASIL PENELITIAN .....                                                                            | 32 |
| 5.1. Karakteristik Penelitian .....                                                                     | 32 |
| 5.2. Perbandingan Karakteristik Pasien Sindrom Metabolik dan Non Sindrom Metabolik.....                 | 32 |
| 5.3. Perbandingan 6MWT dan Estimasi $VO_2$ Max Pasien Sindrom Metabolik dan Non-Sindrom Metabolik ..... | 34 |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4. Multivariat Analysis Faktor yang Mempengaruhi jarak 6 MWT .....                                                                | 36 |
| 5.5. Estimasi <i>VO2 Max</i> berdasarkan 6MWT Pasien Sindrom Metabolik dan<br>Non-Sindrom Metabolik Berdasarkan Faktor Risiko ..... | 36 |
| BAB VI PEMBAHASAN .....                                                                                                             | 39 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....                                                                                                  | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                                                                | 45 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 1.</b> Distribusi sindrom metabolik di Indonesia .....                                        | 6  |
| <b>Gambar 2.</b> Patofisiologi sindrom metabolik sebagai Faktor Resiko Penyakit<br>Kardiovaskular ..... | 11 |
| <b>Gambar 3.</b> Rumus Nury untuk prediksi $VO_2 \max$ .....                                            | 22 |
| <b>Gambar 4.</b> Kerangka teori penelitian .....                                                        | 23 |
| <b>Gambar 5.</b> Kerangka konsep penelitian.....                                                        | 24 |
| <b>Gambar 6.</b> Bagan alur penelitian .....                                                            | 29 |
| <b>Gambar 7.</b> Box plot 6MWT pasien SM dan non SM.....                                                | 34 |
| <b>Gambar 8.</b> Box plot $VO_2 \max$ pasien SM dan non SM .....                                        | 34 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 1.</b> Kriteria diagnosis sindrom metabolik berdasarkan WHO<br>(World Health Organization), NCEP-ATP III, dan IDF .....           | 9  |
| <b>Tabel 2.</b> Prosedur yang direkomendasikan untuk pengukuran kapasitas<br>fungsional/kebugaran kardiorespirasi pada praktik klinis..... | 15 |
| <b>Tabel 3.</b> Indikasi pemeriksaan 6MWT .....                                                                                            | 16 |
| <b>Tabel 4.</b> Kontraindikasi 6MWT .....                                                                                                  | 17 |
| <b>Tabel 5.</b> Perbandingan karakteristik pasien sindrom metabolik dan non-<br>sindrom metabolik.....                                     | 33 |
| <b>Tabel 6.</b> Perbandingan 6MWT dan $VO_2$ max pasien sindrom metabolik dan<br>non-sindrom metabolik .....                               | 35 |
| <b>Tabel 7.</b> multivariat analysis faktor yang mempengaruhi jarak 6MWT.....                                                              | 36 |
| <b>Tabel 8.</b> Estimasi $VO_2$ max berdasarkan 6MWT pasien sindrom metabolik dan<br>non-sindrom metabolik berdasarkan faktor risiko ..... | 37 |

## DAFTAR SINGKATAN

|                       |                                                                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6MWT                  | : <i>6-Minute Walking Test</i>                                                                    |
| ABI                   | : <i>Ankle-Brachial Index</i>                                                                     |
| AED                   | : <i>Automated External Defibrillator</i>                                                         |
| ATS                   | : <i>American Thoracic Society</i>                                                                |
| DM                    | : <i>Diabetes Mellitus</i>                                                                        |
| GDP                   | : <i>Gula Darah Puasa</i>                                                                         |
| HDL                   | : <i>High Density Lipoprotein</i>                                                                 |
| HISOBI                | : <i>Himpunan Studi Obesitas Indonesia</i>                                                        |
| HR                    | : <i>Heart Rate</i>                                                                               |
| IDF                   | : <i>International Diabetes Federation</i>                                                        |
| NADPH                 | : <i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphatase</i>                                            |
| NCEP ATP-III          | : <i>National Cholesterol Education Program Expert Panel (NCEP) and Adult Treatment Panel III</i> |
| NO                    | : <i>Nitric Oxide</i>                                                                             |
| PJK                   | : <i>Penyakit Jantung Koroner</i>                                                                 |
| PPOK                  | : <i>Penyakit Paru Obstruktif Kronis</i>                                                          |
| ROS                   | : <i>Reactive Oxygen Species</i>                                                                  |
| SM                    | : <i>Sindrom Metabolik</i>                                                                        |
| SV                    | : <i>Stroke Volume</i>                                                                            |
| E-VO <sub>2</sub> max | : <i>Estimasi VO<sub>2</sub> max</i>                                                              |
| WHO                   | : <i>World Health Organization</i>                                                                |

# **PERBANDINGAN ESTIMASI $VO_2$ MAX MENGGUNAKAN SIX MINUTE WALKING TEST PADA PENDERITA SINDROM METABOLIK DAN NON SINDROM METABOLIK DI PUSAT LAYANAN KESEHATAN PRIMER KOTA MAKASSAR**

*I. Erliana, I. Mappanagara, Z. Djafar, M. Amir, M. Warliani, A.A. Zainuddin  
Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular, Fakultas Kedokteran, Universitas  
Hasanuddin, Makassar, Indonesia*

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Sindrom metabolik merupakan kelainan metabolik kompleks yang diakibatkan oleh peningkatan obesitas (Widjaya A.,2004). Komponen utama sindrom metabolik adalah obesitas, resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi. Sindrom metabolik merupakan kumpulan dari faktor–faktor resiko terjadinya penyakit kardiovaskular. Telah diketahui bahwa obesitas berhubungan dengan penyakit vaskular dan berkenaan dengan sindrom metabolic (Mokdad AH et al.,2006).

Data epidemiologi menyebutkan prevalensi sindrom metabolik dunia adalah 20–25%. Hasil penelitian *Framingham Offspring Study* menemukan bahwa pada responden berusia 26–82 tahun terdapat 29,4% pria dan 23,1% wanita menderita sindrom metabolik (Ford ES et al.,2002). Penelitian di Perancis menemukan prevalensi sindrom metabolik sebesar 23% pada pria dan 21% pada wanita. Data dari Himpunan Studi Obesitas Indonesia (HISOBI) menunjukkan prevalensi sindrom metabolik sebesar 13,13% (Cameron A et al.,2004).Prevalensi sindrom metabolik di Indonesia masih cukup tinggi yaitu 21,66 % dan prevalensi di Sulawesi Selatan sebesar 22,83 % (Herningtyas.,2019).

Program rehabilitasi kardiovaskuler bertujuan untuk memutuskan rantai hubungan timbal balik antara sindrom metabolik dan mekanisme yang mendasarinya. Oleh karena itu, pengenalan gangguan fungsional secara dini pada pasien sindrom metabolik dapat memungkinkan intervensi segera untuk mencegah keterbatasan fungsional yang lebih berat. Kapasitas aerobik maksimal ( $VO_2$  max) merupakan jumlah penggunaan oksigen maksimal pada sistem metabolik otot. Nilai absolut  $VO_2$  max yang

dinyatakan dalam satuan liter per menit menggambarkan kebugaran kardiovaskuler (kapasitas fungsional dan rantai transpor oksigen) serta faktor-faktor anatomis dan fisiologis yang mempengaruhi sejak udara masuk ke dalam paru-paru sampai proses fosforilasi oksidatif sel.  $VO_2 \max$  adalah perkalian dari curah jantung dengan perbedaan oksigen arterio-vena saat latihan. Dari beberapa literature disebutkan  $VO_2 \max$  merupakan baku emas untuk mengevaluasi kapasitas fungsional dan kebugaran kardiorespirasi (Ramos et al.,2014).

Kapasitas fungsional suatu individu atau kemampuan untuk melakukan aktivitas fisik dasar merupakan aspek terpenting dari kualitas hidup yang berhubungan dengan kesehatan dan merupakan prediktor kuat akan tingkat morbiditas dan mortalitas. Penurunan fungsi fisik dasar seperti kemampuan berjalan juga merupakan prediktor kuat terjadinya kejadian kardiovaskular di masa depan. Tes jalan 6 menit (*6-minute walking test* /6MWT) diperkenalkan oleh *American Thoracic Society* untuk menilai kapasitas fungsional dan toleransi latihan fisik pada pasien dengan penyakit kardiopulmoner. 6MWT adalah tes yang sederhana dan mudah dilakukan yang tidak memerlukan teknologi canggih dan memberikan data objektif tentang toleransi latihan seperti jarak berjalan kaki dalam 6 menit dan saturasi oksigen (Bittner.,2007).

Berdasarkan uraian di atas maka dipandang perlu untuk melakukan . sebuah studi dalam rangka mengevaluasi pemeriksaan 6MWT pada penderita sindrom metabolik di kota Makassar.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Bagaimana perbandingan gambaran nilai estimasi  $VO_2 \max$  berdasarkan pemeriksaan *Six Minute Walking Test* pada populasi pasien yang menderita sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer Kota Makassar ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Tujuan Umum :**

Untuk mengetahui perbandingan jarak tempuh *Six Minute Walking Test* (6MWT) dan nilai estimasi  $VO_2 \max$  pada pasien sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer kota

Makassar.

#### 1.3.2. Tujuan Khusus :

- a. Untuk mengetahui karakteristik demografi dan klinis pasien dengan sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer kota Makassar.
- b. Untuk membandingkan rerata jarak tempuh 6MWT pada pasien dengan sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer kota Makassar.
- c. Untuk membandingkan estimasi  $VO_2 \text{ max}$  pada pasien sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer kota Makassar.
- d. Untuk mengetahui faktor yang berhubungan dengan 6MWT dan  $VO_2 \text{ max}$  pada pasien dengan sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer kota Makassar.
- e. Untuk membandingkan secara khusus estimasi  $VO_2 \text{ max}$  berdasarkan faktor risiko 6MWT pada pasien sindrom metabolik dan non sindrom metabolik di Pusat Layanan Kesehatan Primer kota Makassar.

#### 1.4. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Nol ( $H_0$ )  
Tidak adanya kaitan nilai  $VO_2 \text{ max}$  estimasi (kapasitas fungsional) pasien sindrom metabolik dan non sindrom metabolik dengan pemeriksaan 6MWT.
2. Hipotesis Alternatif ( $H_a$ )  
Terdapat kaitan nilai  $VO_2 \text{ max}$  estimasi (kapasitas fungsional) pasien sindrom metabolik dan non sindrom metabolik yang dilakukan pemeriksaan 6MWT.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat teori  
Memberikan informasi secara teoritis mengenai hasil pemeriksaan

6MWT pada pasien sindrom metabolik dan non sindrom metabolik.

2. Manfaat aplikatif

Memberikan masukan di bidang Preventif dan Rehabilitasi Kardiologi mengenai pemeriksaan tes berjalan 6 menit (6MWT) pada penderita sindrom metabolik dan non sindrom metabolik terkait penerapannya di fasilitas kesehatan tingkat pertama, dan dapat digunakan sebagai bahan untuk edukasi, promotif, preventif dan rehabilitatif pada pelayanankesehatan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sindrom Metabolik**

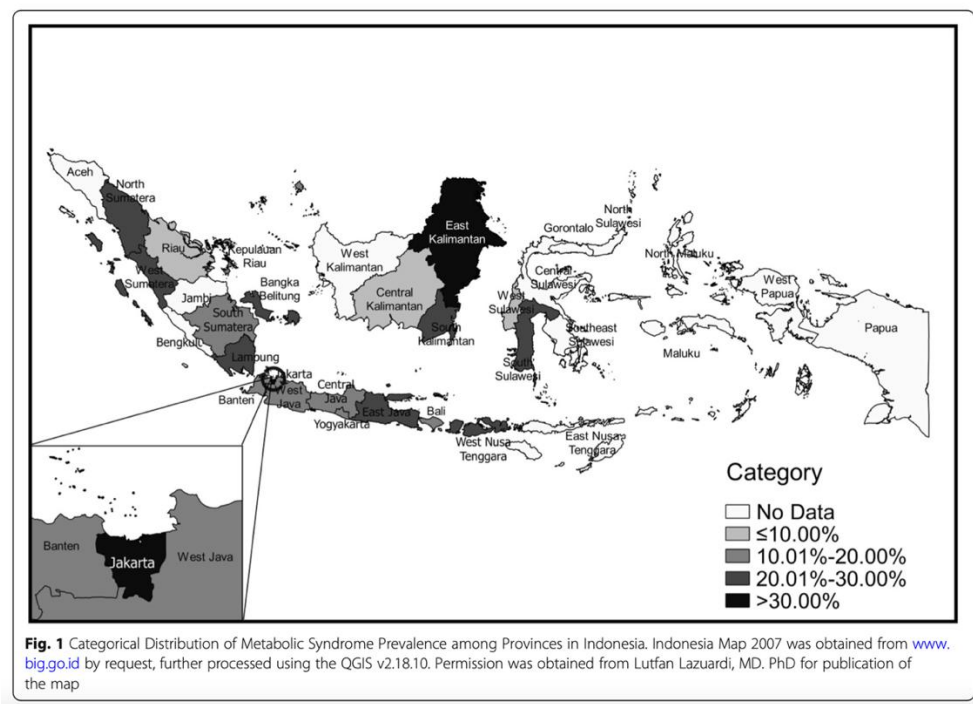
##### **2.1.1. Pengertian**

Sindrom metabolik adalah kelainan metabolik kompleks yang diakibatkan oleh peningkatan obesitas (Widjaya A.,2004). Komponen utama sindrom metabolik adalah obesitas, resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi. Sindrom metabolik merupakan kumpulan dari faktor–faktor resiko terjadinya penyakit kardiovaskular. Telah diketahui bahwa obesitas berhubungan dengan penyakit vaskular dan berkenaan dengan sindrom metabolik (Mokdad AH.,2006).

##### **2.1.2. Epidemiologi**

Data epidemiologi menyebutkan prevalensi sindrom metabolik dunia adalah 20–25%. Hasil penelitian *Framingham Offspring Study* menemukan bahwa pada responden berusia 26–82 tahun terdapat 29,4% pria dan 23,1% wanita menderita sindrom metabolik (Ford ES et al.,2002). Penelitian di Perancis menemukan prevalensi sindrom metabolik sebesar 23% pada pria dan 21% pada wanita. Data dari Himpunan Studi Obesitas Indonesia (HISOBI) menunjukkan prevalensi sindrom metabolik sebesar 13,13% (Cameron AJ et al.,2004).

Prevalensi sindrom metabolik secara global semakin meningkat. Di Amerika Serikat, sekitar 1 dari 3 orang dewasa memiliki sindrom metabolik. Hal ini didukung data bahwa indeks massa tubuh orang dewasa di Amerika Serikat meningkat 0,37% dan lingkaran pinggang mereka meningkat 0,27% tiap tahunnya (Saklayen.,2018). Menurut penelitian yang termasuk dalam Riset Kesehatan Dasar Indonesia, prevalensi sindrom metabolik adalah 23% pada populasi berusia >18 tahun. Prevalensi ini juga ditemukan lebih tinggi pada populasi wanita (26,6%) daripada laki-laki (18,3%) (Suhaema S.,2015).



**Gambar 1. Distribusi Sindrom Metabolik di Indonesia.**

Sumber : Herningtyas EH. (2019). Prevalence and distribution of metabolic syndrome and its components. BMC Public Health

Prevalensi sindrom metabolik di Indonesia sebesar 21,66%. Prevalensi ini ditemukan lebih dari atau sama dengan 20% di 11 dari 20 provinsi di Indonesia dan di 19 dari 27 suku bangsa. Mayoritas subjek terdapat di Pulau Jawa (Banten, Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Timur) dengan prevalensi sindrom metabolik berkisar antara 15,16 hingga 37,50%, disusul Pulau Sumatera (Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Sumatera Selatan, Lampung, Bangka Belitung, dan Kepulauan Riau) berkisar antara 9,09 hingga 29,85%, Kepulauan Sunda Kecil (Bali, Nusa Tenggara Barat) berkisar antara 15,94 hingga 29,89%, Pulau Sulawesi (Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat) berkisar antara 7,14 hingga 22,83%, dimana di Sulawesi Selatan didapatkan prevalensi sindrom metabolik sebesar 22,83%. Pulau Kalimantan (Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Timur) berkisar antara 0 hingga 50% (Herningtyas.,2019).

### 2.1.3. Etiologi dan Faktor Risiko

Etiologi sindrom metabolik belum dapat diketahui secara pasti. Suatu hipotesis menyatakan bahwa penyebab primer dari sindrom metabolik adalah resistensi insulin (Shabab A., 2007).

Menurut pendapat Tenebaum penyebab sindrom metabolik adalah:

1. Gangguan fungsi sel  $\beta$  dan hipersekresi insulin untuk mengkompensasi resistensi insulin. Hal ini memicu terjadinya komplikasi makrovaskuler (komplikasi jantung).
2. Kerusakan berat sel  $\beta$  menyebabkan penurunan progresif sekresi insulin, sehingga menimbulkan hiperglikemia. Hal ini menimbulkan komplikasi mikrovaskuler nephropathy diabetika) (Angraeni D., 2007).

Faktor risiko untuk sindrom metabolik adalah hal-hal dalam kehidupan yang dihubungkan dengan perkembangan penyakit secara dini. Ada berbagai macam faktor risiko sindrom metabolik, antara lain adalah gaya hidup (pola makan, konsumsi alkohol, rokok, dan aktivitas fisik), sosial ekonomi dan genetik serta stress (IDF., 2005).

### 2.1.4. Kriteria Diagnosis

Terdapat 3 definisi sindrom metabolik yang telah diajukan, yaitu definisi *World Health Organization* (WHO), *National Cholesterol Education Program Expert Panel and Adult Treatment Panel III* (NCEP ATP-III) dan *International Diabetes Federation* (IDF). Ketiga definisi tersebut memiliki komponen utama yang sama dengan penentuan kriteria yang berbeda. Pada tahun 1988, Alberti dan Zimmet, atas nama WHO menyampaikan definisi sindrom metabolik dengan komponen-komponennya antara lain : (1) gangguan pengaturan glukosa atau diabetes (2) resistensi insulin (3) hipertensi (4) dislipidemia dengan trigliserida plasma  $>150$  mg/dL dan/atau kolesterol high density lipoprotein (HDL- C)  $<35$  mg/dL untuk pria;  $<39$  mg/dL untuk wanita; (5) obesitas sentral (laki-laki: waist-to-hip ratio  $>0,90$ ; wanita: waist-to-hip ratio  $>0,85$ ) dan/atau indeks massa tubuh (IMT)  $>30$  kg/m<sup>2</sup>; dan (6) mikroalbuminuria (*urea albumin excretion rate*  $>20$  mg/min atau rasio albumin/kreatinin  $>30$  mg/g). Sindrom metabolik dapat terjadi apabila salah satu dari 2 kriteria pertama dan 2 dari empat kriteria terakhir terdapat pada individu tersebut, Jadi kriteria WHO 1999 menekankan pada adanya toleransi glukosa terganggu atau diabetes mellitus, dan atau resistensi insulin yang disertai sedikitnya 2 faktor risiko lainnya yaitu

hipertensi, dislipidemia, obesitas sentral dan mikroalbuminaria (Wirakmono.,2006).

Kriteria yang sering digunakan untuk menilai pasien sindrom metabolik adalah NCEP–ATP III, yaitu apabila seseorang memenuhi 3 dari 5 kriteria yang disepakati, antara lain: lingkar perut pria >102 cm atau wanita >88 cm; hipertrigliseridemia (kadar serum trigliserida >150 mg/dL), kadar HDL–C <40 mg/dL untuk pria, dan <50 mg/dL untuk wanita; tekanan darah >130/85 mmHg; dan kadar glukosa darah puasa >110 mg/dL. Suatu kepastian fenomena klinis yang terjadi yaitu obesitas sentral menjadi indikator utama terjadinya sindrom metabolik sebagai dasar pertimbangan dikeluarkannya diagnosis terbaru oleh IDF tahun 2005. Seseorang dikatakan menderita sindrom metabolik bila ada obesitas sentral (lingkar perut >90 cm untuk pria Asia dan lingkar perut >80 cm untuk wanita Asia) ditambah 2 dari 4 faktor berikut : (1) Trigliserida >150 mg/dL (1,7 mmol/L) atau sedang dalam pengobatan untuk hipertrigliseridemia; (2) HDL–C: <40 mg/dL (1,03 mmol/L) pada pria dan <50 mg/dL (1,29 mmol/L) pada wanita atau sedang dalam pengobatan untuk peningkatan kadar HDL–C; (3) Tekanan darah: sistolik >130 mmHg atau diastolik >85 mmHg atau sedang dalam pengobatan hipertensi; (4) Gula darah puasa (GDP) >100 mg/dL (5,6 mmol/L), atau diabetes mellitus tipe 2. Hingga saat ini masih ada kontroversi tentang penggunaan kriteria indikator sindrom metabolik yang terbaru tersebut (IDF.,2005).

Kriteria diagnosis NCEP–ATP III menggunakan parameter yang lebih mudah untuk diperiksa dan diterapkan oleh para klinisi sehingga dapat dengan lebih mudah mendeteksi sindrom metabolik. Akan tetapi, yang menjadi masalah dalam penerapan kriteria diagnosis NCEP– ATP III adalah adanya perbedaan nilai “normal” lingkar pinggang antara berbagai jenis etnis. Oleh karena itu pada tahun 2000 WHO mengusulkan lingkar pinggang untuk orang Asia  $\geq 90$  cm pada pria dan wanita  $\geq 80$  cm sebagai batasan obesitas sentral (Wirakmono.,2006).

Secara international belum ada kesepakatan kriteria sindrom metabolik, sehingga ketiga definisi di atas merupakan yang paling sering digunakan. Tabel 1 berikut menggambarkan perbedaan ketiga definisi tersebut.

**Tabel 2. Prosedur yang Direkomendasikan untuk Pengukuran Kapasitas Fungsional/Kebugaran Kardiorespirasi pada Praktik Klinis**

| <b>Kelompok pasien</b>   | <b>Metode assessment</b>                                                         | <b>Prosedur yang direkomendasikan</b>                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Sehat*                   | Opsi 1: Estimasi Kebugaran Kardiorespirasi <i>Nonexercise</i>                    | Algoritme Nes et al 2011, Cao et al 2010, DII          |
|                          | Opsi 2: <i>Submaximal exercise test/ clinical Test</i>                           | <i>One-mile walk, <b>6-min Walk</b></i>                |
|                          | Opsi 3: <i>Maximal exercise test</i> tanpa <i>Cardiopulmonary exercise test</i>  | <i>Individualized or standardized ramp, Bruce ramp</i> |
|                          | Opsi 4: <i>Maximal exercise test</i> dengan <i>cardiopulmonary exercise test</i> | <i>Individualized or standardized ramp</i>             |
| Pengidap penyakit Kronik | <i>Maximal exercise test</i> Dengan <i>cardiopulmonary exercise test</i>         | <i>Individualized ramp</i>                             |

\* Bebas dari penyakit jantung koroner, *peripheral artery disease*, penyakit paru obstruktif kronik, dan gagal jantung

Sumber : Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B.A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., & Lavie, C. J. (2016). Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 134(24),e653–e699

Indikasi terbaik dari 6 *Minute Walking Test* adalah untuk mengukur respon dari intervensi medis pada pasien penyakit jantung atau paru dengan gangguan sedang-berat. 6MWT juga dilakukan sebagai pengukuran satu waktu dalam menilai status fungsional pasien, juga menjadi prediktor morbiditas dan mortalitas. Daftar indikasi pemeriksaan 6MWT dapat dilihat pada tabel 4 (American Thoracic Society., 2002).

**Tabel 1. Kriteria Diagnosis Sindrom Metabolik berdasarkan WHO (World Health Organization), NCEP-ATP III, dan IDF.**

| Komponen                    | Kriteria diagnosis WHO:<br>Resistensi insulin plus :                             | Criteria diagnosis ATP III :<br>3 komponen di bawah ini | IDF                                                     |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Obesitas abdominal/ sentral | Waist to hip ratio :<br>Laki-laki : >0,9<br>Wanita : >0,85 atau<br>IMB >30 Kg/m  | Lingkar perut :<br>Laki-laki: 102 cm<br>Wanita : >88 cm | Lingkar perut :<br>Laki-laki: ≥90 cm<br>Wanita : ≥80 cm |
| Hipertrigliseridemia        | ≥150 mg/dl (≥ 1,7 mmol/L)                                                        | ≥150 mg/dl (≥1,7 mmol/L)                                | ≥150 mg/dl                                              |
| Hipertensi                  | TD ≥ 140/90 mmHg atau riwayat terapi anti hipertensif                            | TD ≥ 130/85 mmHg atau riwayat terapi anti hipertensif   | TD sistolik ≥130 mmHg<br>TD diastolik ≥85 mmHg          |
| Kadar glukosa darah tinggi  | Toleransi glukosa terganggu, glukosa puasa terganggu, resistensi insulin atau DM | ≥ 110 mg/dl                                             | GDP ≥100mg/dl                                           |
| Mikro-albuminuri            | Rasio albumin urin dan kreatinin 30 mg/g atau laju eksresi albumin 20 mcg/menit  |                                                         |                                                         |

Sumber : Wirakmono. 2006. Sindrom Metabolik. Jurnal Kedokteran Indonesia.35(10): 10–26

#### 2.1.5. Patofisiologi

Komponen utama kejadian sindrom metabolik yaitu obesitas, namun mekanisme yang jelas belum diketahui secara pasti. Obesitas yang diikuti dengan meningkatnya metabolisme lemak akan menyebabkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) meningkat baik di sirkulasi maupun di sel adiposa. Meningkatnya ROS di dalam sel adipose dapat menyebabkan keseimbangan reaksi reduksi oksidasi (redoks) terganggu, sehingga enzim antioksidan menurun di dalam sirkulasi. Keadaan ini disebut dengan stres oksidatif. Meningkatnya stres oksidatif menyebabkan disregulasi jaringan adiposa dan merupakan awal patofisiologi terjadinya sindrom metabolik, hipertensi dan aterosklerosis (Strocker R.,2004).

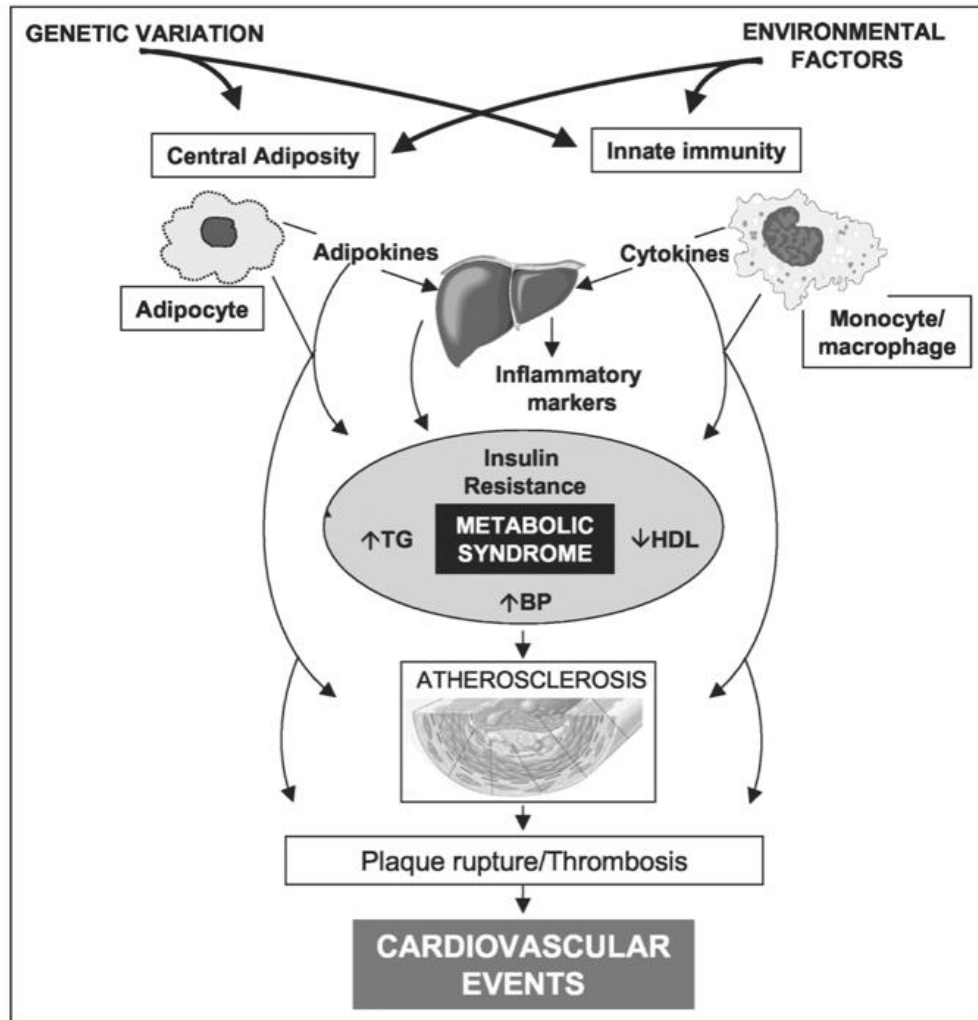
Stres oksidatif sering dikaitkan dengan berbagai patofisiologi penyakit antara lain diabetes mellitus tipe 2 dan aterosklerosis. Pada pasien diabetes mellitus tipe 2, biasanya terjadi peningkatan stress oksidatif, terutama akibat hiperglikemia. Stress oksidatif dianggap sebagai salah satu penyebab terjadinya disfungsi endotel-angiopati diabetik, dan pusat dari semua angiopati diabetik adalah hiperglikemia yang menginduksi stress oksidatif (Ceriello A.,2004).

Pada keadaan diabetes, stress oksidatif menghambat pengambilan glukosa di sel otot dan sel lemak serta menurunkan sekresi insulin oleh

sel- $\beta$  pankreas. Stres oksidatif secara langsung mempengaruhi dinding vaskular sehingga berperan penting pada patofisiologi terjadinya diabetes mellitus tipe 2 dan aterosklerosis (Sartika C.,2006). Dari beberapa penelitian diketahui bahwa akumulasi lemak pada obesitas dapat menginduksi keadaan stress oksidatif yang disertai dengan peningkatan ekspresi *Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphatase* (NADPH) oksidase dan penurunan ekspresi enzim antioksidan (Staels B.,2005).

Resistensi insulin dan hipertensi sistolik merupakan faktor yang menentukan terjadinya disfungsi endotel. Resistensi insulin menyebabkan menurunnya produksi *Nitric Oxide* (NO) yang dihasilkan oleh sel-sel endotel, sedangkan hipertensi menyebabkan disfungsi endotel melalui beberapa cara seperti : kerusakan mekanis, peningkatan sel-sel endotel dalam bentuk radikal bebas, pengurangan bioavailabilitas *Nitric Oxide* atau melalui efek proinflamasi pada sel-sel otot polos vaskuler. Disfungsi endotel ini berhubungan dengan stress oksidatif dan menyebabkan penyakit kardiovaskuler (Anwar T.,2008).

Adipositas sentral dan imunitas bawaan memainkan peran kunci dalam pengembangan resistensi insulin, peradangan kronis, dan gejala sindrom metabolik melalui efek adipokin (misalnya: leptin, adiponektin, resistin) dan sitokin (misalnya: faktor nekrosis tumor, interleukin-6) pada hati, otot rangka, dan sel-sel kekebalan. Selain itu, faktor turunan monosit/makrofag dan adiposit mungkin memiliki efek aterotrombotik langsung yang memicu perkembangan kejadian kardiovaskular aterosklerotik. Varian genetik umum dan faktor lingkungan dapat pula berdampak pada perkembangan aterosklerosis pada berbagai tingkatan melalui pengaruh pada adipositas sentral, imunitas bawaan, metabolisme glukosa, lipoprotein, dan fungsi vascular (Muredach P et al.,2003).



**Gambar 2. Patofisiologi Sindrom Metabolik sebagai Faktor Resiko Penyakit Kardiovaskular**

Sumber : Muredach P. Reilly, MB; Daniel J. Rader, MD.(2003).The Metabolic Syndrome Circulation, 108:1546-1551

## 2.2. Kapasitas Aerobik Maksimal ( $VO_2 \max$ )

### 2.2.1 Definisi

Menurut F. I Katch dalam Vema, kapasitas aerobik maksimal ( $VO_2 \max$ ) menggambarkan jumlah oksigen yang digunakan pada saat beraktivitas dengan intensitas tinggi.  $VO_2 \max$  menggambarkan kondisikebugaran dan dinyatakan dengan satuan mililiter per kilogram per menit (ml/kg/menit). Kapasitas aerobik maksimal ( $VO_2 \max$ ) merupakan jumlah penggunaan oksigen maksimal pada sistem metabolik otot. Nilai absolut  $VO_2 \max$  yang dinyatakan dalam satuan liter per menit menggambarkan kebugaran kardiovaskuler (kapasitas fungsional dan

rantai transport oksigen) serta faktor-faktor anatomis dan fisiologis yang mempengaruhi sejak udara masuk ke dalam paru-paru sampai proses fosforilasi oksidatif sel (Katch F.I et al., 2006).

Menurut Armstrong, perkiraan rata-rata nilai  $VO_2 \max$  pada anak laki-laki dan perempuan usia 6-12 tahun adalah 44,2-58 ml/kg/menit. Pada penelitian Rodrigues di tahun 2006, didapatkan rata-rata nilai  $VO_2 \max$  yang lebih rendah, yaitu pada anak laki-laki berusia 10-14 tahun sebesar 42,95-49,55 ml/kg/menit dan pada anak perempuan sebesar 36,76- 38,29 ml/kg/menit (Rodrigues et al., 2006).

### 2.2.2. Pengukuran Kapasitas Aerobik Maksimal

Beberapa metode pengukuran  $VO_2 \max$  diantaranya :

#### a. Ergometer sepeda

Subjek diminta mengayuh sepeda dengan irama 50x/menit tanpa beban selama 1-2 menit. Kemudian, beban dinaikkan secara perlahan. EKG direkam setiap menit dan tekanan darah diukur pada permulaan dan akhir tahap pembebanan. Subjek mengayuh selama 6 menit pada setiap tahap beban. Nadi harus dicatat dengan mengambil denyut nadi pada 10 detik terakhir setiap 1 menit.

#### b. *Harvard Step Test*

Menurut Depkes dalam Thibri, dalam *Harvard Step Test*, probandus diminta untuk melakukan uji coba naik turun bangku Harvard sesuai irama metronome 120 kali per menit selama 5 menit. Tinggi bangku Harvard yang digunakan adalah 48 cm untuk probandus laki-laki dan 43 cm untuk probandus perempuan. Setelah 1 menit istirahat, dilakukan pengukuran denyut nadi selama 30 detik pada menit pertama, kedua, dan ketiga. Nilai yang diperoleh kemudian dimasukkan pada rumus :  $PFI = \text{durasi percobaan dalam detik} \times 100 / 2(\text{denyut nadi menit 1} + \text{menit 2} + \text{menit 3})$ . Penilaian  $VO_2 \max$  *Harvard Step Test* pada laki-laki dinilai sangat baik jika  $>115$ , baik 103-115, cukup 91-102, dan buruk  $<91$ . Pada perempuan dinilai sangat baik jika  $<91$ , baik 84-91, cukup 77-83, dan buruk jika  $<77$ .

#### c. *Tes Cooper*

Probandus diminta untuk berlari dalam lintasan sepanjang 400 meter selama 12 menit. Diakhir menit ke-12, jarak yang sudah dilewati probandus diukur dan dimasukkan ke dalam rumus sebagai berikut :

$$VO_{2\max} = \frac{d_{12} - 505}{45}$$

$d_{12}$  adalah jumlah total putaran yang dilakukan dalam 12 menit.  $VO_{2\max}$  dinyatakan dalam ml/liter/menit.

d. Tes *Balke*

Probandus diminta berlari selama 15 menit di lintasan sepanjang 400 meter. Jarak yang ditempuh dicatat untuk dimasukkan ke dalam rumus :

$$VO_{2\max} = 33,3 + \frac{\text{jarak tempuh}}{15} - 133 \times 0,712$$

e. *Multistage-20 m-Shuttle Run*

Test pada *multistage-20 m-shuttle run test*, probandus diminta untuk berlari dalam lintasan berjarak 20 meter dengan kecepatan yang diatur oleh rekaman aba-aba yang bersuara pada interval waktu tertentu. Kecepatan di menit pertama adalah 8,5 km/jam, dan bertambah 0,5 km/jam setiap menit berikutnya. Penilaian diambil dari total jarak yang ditempuh probandus sampai ia berhenti atau gagal untuk mencapai tujuan saat aba-aba bersuara. Hasil kemudian dikonversikan ke dalam tabel prediksi  $VO_{2\max}$ .

f. 6MWT (*Six Minutes Walking Test*)

Saat ini *American Thoracic Society* (ATS) merekomendasikan tes 6MWT, karena lebih dapat ditoleransi oleh subjek dengan gangguan kardiopulmoner (*American Thoracic Society*, 2002). Selain berbasis waktu, ada beberapa studi yang menggunakan tes berjalan dengan berbasis jarak yaitu dengan jarak lintasan 15 meter, 10 meter dan 400 meter. Namun 6MWT paling banyak digunakan sebagai uji latih jantung sub maksimal (Kammin., 2022).

## 2.3. Pemeriksaan Tes Jalan 6 Menit (6-minute Walking Test/ 6-MWT)

### 2.3.1. Pengertian

Kapasitas latihan fungsional seringkali ditemukan berkurang pada individu dengan patologi kardiopulmonal juga dapat berkurang pada kondisi kesehatan lain dan juga dengan penuaan. Dokter yang ingin mengukur kapasitas yang berkurang ini membutuhkan tes yang relevan,

fungsional namun praktis untuk dilakukan (Bohannon.,2017). Evaluasi tingkat kebugaran dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalkan dengan tes *treadmill*, tes *ergocycle* atau *6 minute walk test* /tes jalan enam menit. Tes dilakukan secara maksimal, yang didefinisikan hingga pasien mencapai kelelahan maksimal / *fatigue* / *borg scale* > 17 (*very hard*), laju nadi mencapai maksimal sesuai perhitungan prediksi berdasarkan usia +/- 10, atau laju nadi atau tekanan darah sistolik tidak meningkat lagi walaupun beban ditingkatkan (Perhimpunan Spesialis Kardiovaskular Indonesia.,2019).

Tes jalan 6 menit (*6-minute walking test*/ 6MWT) mungkin adalah tes yang paling ideal dilakukan karena merupakan instrumen yang simpel, yang paling efisien, valid, dengan reliabilitas yang baik untuk mengukur kapasitas fungsional pada berbagai kasus penyakit. Tes jalan 6 menit dilakukan selama 6 menit dan di evaluasi setiap 30 detik untuk memastikan apakah pasien dalam keadaan baik dan tes masih bisa dilanjutkan. Dianjurkan administrator untuk berjalan dibelakang pasien agar tidak mempengaruhi langkah pasien. *Six minute walking test* (6MWT) merupakan instrument pengukuran kapasitas fungsional sesuai dengan kemampuan pasien. Sebagian besar pasien tidak mampu mencapai kapasitas fungsional maksimal saat uji 6MWT, karena pasien sendiri yang menentukan kecepatan berjalannya. Tes ini diharapkandapat merefleksikan level fungsi individu untuk aktivitas sehari-hari dengan baik. (Papathanasiou et al.,2013).

### 2.3.2. Indikasi 6 MWT

Ada berbagai metode untuk mengukur kapasitas fungsional. Metode pengukuran kapasitas fungsional atau estimasi kebugaran kardiorespirasi rutin dalam praktek klinis ada yang bahkan tidak lebih sulit dibandingkan melakukan pengukuran tekanan darah. Pemilihan metode pengukuran kebugaran kardiorespirasi ditentukan atas beberapa faktor termasuk berdasarkan kondisi pasien (tabel 2) (Ross et al.,2016).

**Tabel 3. Indikasi Pemeriksaan 6MWT**

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perbandingan pra terapi dan pasca terapi                                                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Transplantasi paru</li><li>• Reseksi paru</li><li>• Operasi pengurangan volume paru</li><li>• Rehabilitasi paru</li><li>• PPOK (Penyakit paru obstruktif kronis)</li><li>• Obesitas pulmonal</li><li>• Gagal jantung</li></ul> |
| Status fungsional                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• PPOK</li><li>• Fibrosis kistik</li><li>• Gagal jantung</li><li>• Penyakit pembuluh darah perifer</li><li>• Fibromyalgia</li><li>• Pasien lanjut usia</li></ul>                                                                 |
| Prediktor morbiditas dan mortalitas                                                                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Gagal jantung</li><li>• PPOK</li><li>• Obesitas pulmonal primer</li></ul>                                                                                                                                                      |

Sumber : American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. (2002). *American Thoracic Society ATS*, 166, 111–117.

### 2.3.3. Kontraindikasi

Kontraindikasi 6MWT terdiri dari kontra indikasi absolut dan relatif, yang dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Kontraindikasi 6MWT**

| Absolute contraindications                                                                                                                         | Relative contraindications                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Acute myocardial infarction (3-5 days)                                                                                                             | Left main coronary stenosis                                                          |
| Unstable angina within the previous 4 weeks                                                                                                        | Moderate stenotic valvular heart disease                                             |
| Uncontrolled arrhythmias causing symptoms or haemodynamic compromise                                                                               | Severe untreated arterial hypertension at rest (200mmHg systolic, 120mmHg diastolic) |
| Syncope                                                                                                                                            | Tachyarrhythmias or bradyarrhythmias                                                 |
| Acute endocarditis                                                                                                                                 | High degree atrioventricular block                                                   |
| Acute myocarditis or pericarditis                                                                                                                  | Hypertrophic cardiomyopathy                                                          |
| Symptomatic severe aortic stenosis                                                                                                                 | Significant pulmonary hypertension                                                   |
| Uncontrolled heart failure                                                                                                                         | Advanced or complicated pregnancy                                                    |
| Acute pulmonary embolus or pulmonary infarction                                                                                                    | Electrolyte abnormalities                                                            |
| Thrombosis of lower extremities                                                                                                                    | Orthopaedic impairment that prevents walking                                         |
| Suspected dissecting aneurysm                                                                                                                      |                                                                                      |
| Uncontrolled asthma                                                                                                                                |                                                                                      |
| Pulmonary oedema                                                                                                                                   |                                                                                      |
| Room air SpO <sub>2</sub> at rest < 80% *                                                                                                          |                                                                                      |
| Acute respiratory failure                                                                                                                          |                                                                                      |
| Acute non cardiopulmonary disorder that may affect exercise performance or be aggravated by exercise (ie infection, renal failure, thyrotoxicosis) |                                                                                      |
| Mental impairment leading to inability to co-operate                                                                                               |                                                                                      |

\* exercise patient with supplemental oxygen

*Reproduced from Holland et al, 2014<sup>1</sup>*

Sumber : Queensland Cardiorespiratory Network. Technical Standard for Functional Exercise Testing- 6 Minute Walk Test. 2015:1-20

Pasien dengan faktor risiko yang disebutkan mungkin berisiko tinggi mengalami aritmia atau kolaps kardiovaskular selama pengujian. Namun, setiap pasien menentukan intensitas latihan mereka, dan tes (tanpa pemantauan elektrokardiogram) telah dilakukan pada ribuan pasien usia lanjut dan ribuan pasien dengan gagal jantung atau kardiomiopati tanpa mengalami efek samping yang serius (AmericanThoracic Society.,2002).

Alasan untuk segera menghentikan 6MWT meliputi: (1) nyeri dada, (2) dispnea tak tertahankan, (3) kram kaki, (4) pasien merasa sempoyongan, (5) diaphoresis, dan (6) pasien tampak pucat. Pemeriksa harus dilatih untuk mengenali masalah ini dan memberikan respons yang sesuai. Jika tes dihentikan karena salah satu alasan ini, pasien harus duduk atau berbaring telentang tergantung pada tingkat keparahan atau kejadian dan penilaian pemeriksa terhadap tingkat keparahan kejadian dan risiko sinkop. Hal berikut harus diperoleh berdasarkan penilaian pemeriksa: tekanan darah, denyut nadi, saturasi oksigen, dan evaluasi klinis. Oksigen harus diberikan sesuai indikasi (American Thoracic Society.,2002).

#### 2.3.4. Faktor yang mempengaruhi 6-MWT

Berhubung 6MWT adalah pemeriksaan yang jarak tempuh atau kecepatan berjalan pasien ditentukan oleh pasien itu sendiri, maka pemeriksa 6MWT harus mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut. Faktor yang mempengaruhi hasil tes 6MWT termasuk usia tua, tubuh yang pendek, jenis kelamin wanita, obesitas, penyakit jantung (gagal jantung, obesitas, PJK, PAD), penyakit paru (PPOK, penyakit paru interstisial, asma, fibrosis kistik). Arthritis dan beberapa gangguan muskuloskeletal lainnya juga dapat mempengaruhi hasil tes. Seluruh faktor yang telah disebutkan dapat mempengaruhi jarak tempuh pasien menjadi menurun. Sementara faktor yang dikatakan meningkatkan jarak tempuh antara lain termasuk tubuh yang tinggi, jenis kelamin laki-laki, motivasi yang tinggi, pasien yang sebelumnya pernah mengikuti tes, massa otot yang tinggi dan penggunaan oksigen tambahan pada pasien yang mengalami hipoksemia akibat olahraga (Enright.,2003).

#### 2.3.5. Tata Cara Pemeriksaan 6-MWT

*Six Minute Walking Test* (6MWT) sebaiknya dilakukan di dalam ruangan, di sepanjang koridor yang panjang, datar, lurus, tertutup dengan permukaan keras. Jika cuacanya nyaman, tes dapat dilakukan di luar ruangan. Koridor harus sepanjang 30 m. Dibutuhkan koridor sepanjang 100 kaki. Panjang koridor harus ditandai setiap 3 m. Titik perputaran harus ditandai dengan kerucut (seperti kerucut lalu lintas yang berwarna jingga). Sebuah garis *start*, yang menandai awal dan akhir setiap putaran 60 m, harus ditandai di lantai dengan menggunakan pita berwarna terang (American Thoracic Society ATS.,2002). Sedangkan untuk koridor pendek dapat dilakukan 6MWT dengan lintasan sepanjang 15 meter dengan marka setiap 3 meter, lebar lintasan 30 sentimeter ke kanan dan ke kiri dari garis tengah. Subjek berjalan lurus sedekat mungkin dengan garis tengah lintasan. Ketika subjek tiba pada kedua ujung, subjek berputar dengan metode tiga langkah (Nusdwinuringtyas., 2018).

##### a. Peralatan yang diperlukan selama tes

Berikut beberapa peralatan yang diperlukan ("American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test," 2002):

- 1) Kursi yang diposisikan di salah satu ujung jalan dan mudah dipindahkan
  - 2) Kerucut kecil sebanyak dua buah untuk menandai titik putar
  - 3) *Pulse oximeter* dengan sensor (jari atau dahi)
  - 4) *Stopwatch* atau *timer*
  - 5) Penilaian kondisi awal pasien yang telah tervalidasi (misalnya modifikasi BORG atau RPE)
  - 6) Lembar rekaman 6MWT dan papan klip
  - 7) Akses ke sumber oksigen portabel dan kondisi penghantaran oksigen yang telah diperiksa sebelumnya, misalnya nasal kanul
  - 8) *Automated electronic defibrillator* (AED)
  - 9) *Sphygmomanometer* dan stetoskop atau metode akurat yang serupa untuk menilai tekanan darah
  - 10) Akses ke telepon atau ke tombol panggilan darurat
- b. Persiapan pasien (“American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test,” 2002)
- 1) Menggunakan pakaian yang nyaman
  - 2) Menggunakan sepatu yang nyaman untuk berjalan
  - 3) Pasien yang memerlukan alat bantu berjalan dapat digunakan selama tes (*cane, walker, dll*).
  - 4) Regimen terapi medis pasien yang biasa dikonsumsi harus dilanjutkan.
  - 5) Makan makanan ringan dapat ditolerir sebelum tes, pagi atau sore hari.
  - 6) Pasien tidak melakukan aktivitas berat dalam 2 jam sebelum memulai tes.
- c. Pelaksanaan tes (“American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test,” 2002)
- 1) Laktat darah diperiksa sebelum tes dimulai
  - 2) Tidak perlu dilakukan periode *warm-up* sebelum memulai tes.
  - 3) Jika perlu dilakukan pengulangan latihan hendaknya dilakukan pada waktu yang sama dengan hari sebelumnya untuk menghindari variabilitas atau bias.
  - 4) Pasien duduk di kursi yang terletak di dekat posisi awal, paling tidak 10 menit sebelum tes dimulai. Selama periode ini,

tentukan ada tidaknya kontraindikasi, ukur denyut nadi dan tekanan darah, dan pastikan pakaian dan sepatu yang digunakan sesuai untuk latihan. Kemudian lengkapi bagian pertama dari *worksheet*.

- 5) *Pulse oximeter* dapat digunakan. Jika menggunakan *pulse oximeter*, ukur dan catat denyut jantung dan saturasi oksigen ( $SpO_2$ ) dan ikuti instruksi dari alat tersebut. Pastikan bacaannya stabil sebelum merekam. Perhatikan keteraturan denyut nadi dan apakah kualitas sinyal oksimeter dapat diterima.
- 6) Atur penghitung putaran pada posisi nol dan *timer* ke 6 menit. Setelah itu cek kembali semua peralatan yang diperlukan (*lap counter, timer, clipboard, worksheet*) dan pindah ke titik awal.
- 7) Berikut adalah panduan kepada pasien sebelum memulai tes: Tujuan dari tes ini adalah untuk menilai kapasitas fungsional paru. Tes ini pada prinsipnya mengukur jarak yang dapat ditempuh pasien dengan berjalan pada jalur datar dan permukaan keras dalam waktu 6 menit. Sebelum pasien memulai terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan laboratorium. Pasien akan berjalan bolak-balik di koridor.
- 8) Pasien mungkin akan merasa sesak atau kelelahan selama tes dan diizinkan untuk memperlambat langkahnya, berhenti, dan beristirahat seperlunya. Pasien dapat bersandar ke dinding saat beristirahat, tapi sesegera mungkin berjalan jika masih sanggup.
- 9) Pasien akan berjalan bolak-balik mengelilingi *cone*, berputar cepat di sekitar *cone* dan kembali ke posisi awal. Instruktur harus memberikan contoh latihan sebelum memulai tes dengan berjalan satu putaran.
- 10) Setelah itu tanya pasien apakah sudah siap untuk melakukan tes. Jika sudah siap, instruktur dapat memberikan penjelasan perihal penggunaan *counter* yang akan di klik setiap kali pasien kembali pada garis start. Instruktur juga dapat mengingatkan kembali prinsip dari tes yaitu berjalan sejauh mungkin selama 6 menit, tetapi jangan berlari atau jogging. Tes akan dimulai jika pasien sudah siap.

### 2.3.6. Interpretasi

Dalam pengalaman klinis sehari-hari, kebanyakan tes ini dilakukan sebelum dan setelah pasien mendapat pengobatan, untuk menilai apakah pasien mengalami perbaikan yang signifikan setelah pengobatan. Belum ada kesepakatan yang menyatakan berapa nilai normal jarak tempuh pada populasi sehat. Median 6MWT adalah berkisar 580 meter pada 117 pria sehat dan 500 meter pada 173 wanita sehat. Studi lain menyatakan rata-rata jarak tempuh adalah 630 meter pada 51 dewasa sehat. Untuk interpretasi dari 6MWT, penelitian mengenai Nury's formula sangatlah esensial karena penentuan nilai normal disesuaikan untuk orang Indonesia atau ras mongoloid sehingga lebih sesuai diterapkan pada populasi Indonesia (Nusdwinuringtyas.,2018)

#### a. Jarak tempuh

*Cut-off point* jarak tempuh dibedakan berdasarkan jenis kelamin laki-laki dan perempuan dan dikategorikan menjadi kelompok normal, *poor*, dan *very poor*.

1. Pada subyek laki-laki, jarak tempuh aktual dikategorikan normal bila >483 meter, *poor* bila 434- 483 meter, *very poor* bila <434 meter.
2. Pada subyek perempuan, jarak tempuh aktual dikategorikan normal bila >442 meter, *poor* bila 405 meter – 442 meter, *very poor* bila <405 meter.

*Cut-off point* persentase terhadap nilai prediksi jarak tempuh, tidak dibedakan pada subyek laki-laki dan perempuan, dan terbagi atas tiga kelompok, yaitu normal, *poor*, dan *very poor*. Persentase normal yaitu >85%, *poor* yaitu 77% - 85%, *very poor* yaitu <77% (Nusdwinuringtyas.,2018).

#### b. Prediksi ambilan oksigen maksimal

Estimasi ambilan oksigen maksimal ( $e\text{-VO}_2 \text{ max}$ ) adalah hasil kalkulasi dari curah jantung dan perbedaan oksigen arteriovenous saat seorang individu mengalami kelelahan fisik, seperti yang ditunjukkan pada rumus berikut:

$$\text{VO}_2 \text{ max} = (\text{HR} \times \text{SV}) \times a - \text{VO}_2 \text{ diff}$$

HR menunjukkan frekuensi detak jantung dan SV adalah *stroke volume* (Arena.,2007).Terdapat tiga rumus yang dikembangkan oleh Nury untuk ras Mongoloid, tergantung pada data atau variabel yang tersedia atau terukur (Nusdwinuringtyas.,2011).

|     |                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | Distance + age + body height (BH) + body weight (BW) + sex + maximum heart rate on track + FEV <sub>1</sub> and FVC                                                                                                             |
|     | Maximum $\dot{V}O_2 = 0.05 (\text{distance}) + 0.042 (\text{age}) + 0.04 (\text{BH}) - 0.158 (\text{BW}) - 2.3 (\text{sex}^*) + 0.013 (\text{maximum heart rate on track}) + 2.299 (\text{FEV}_1) - 2.144 (\text{FVC}) - 4.783$ |
|     | $r = 0.692; r^2 = 0.479; r_{\text{adjusted}} = 0.443; p < 0.005$                                                                                                                                                                |
| (2) | Distance + age + body height + body weight + sex + maximum heart rate on track                                                                                                                                                  |
|     | Maximum $\dot{V}O_2 = 0.05 (\text{distance}) + 0.033 (\text{age}) + 0.04 (\text{BH}) - 0.17 (\text{BW}) - 2.316 (\text{sex}^*) + 0.015 (\text{maximum heart rate on track}) - 4.302$                                            |
|     | $r = 0.689; r^2 = 0.474; r_{\text{adjusted}} = 0.447; p < 0.005$                                                                                                                                                                |
| (3) | Distance + age + body height + body weight + sex                                                                                                                                                                                |
|     | Maximum $\dot{V}O_2 = 0.053 (\text{distance}) + 0.022 (\text{age}) + 0.032 (\text{BH}) - 0.164 (\text{BW}) - 2.228 (\text{sex}^*) - 2.287$                                                                                      |
|     | $r = 0.686; r^2 = 0.47; r_{\text{adjusted}} = 0.448; p < 0.005$                                                                                                                                                                 |

Explanation : \* 0= Male 1= Female

Walking Distance in meter

Age in years old

height in centimeter

body weight in kilogram

max heart rate on track in times/minute

FEV<sub>1</sub> dan FVC in liter

**Gambar 3. Rumus Nury untuk Prediksi VO<sub>2</sub> max**

Sumber : Nusdwinuringtyas, N., Widjajalaksmi, W., & Bachtiar, A. (2011). Healthy adults maximum oxygen uptake prediction from a six minute walking test. *Medical Journal of Indonesia*, 20(3), 195–200.

#### 2.4. Pemeriksaan Tes Jalan 6 Menit pada Sindrom Metabolik

Sindrom metabolik merupakan salah satu faktor resiko yang paling berpengaruh terhadap kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah. Obesitas merupakan komponen utama dari sindrom metabolik yang umumnya tidak menimbulkan gejala, namun baru disadari setelah menimbulkan gangguan fungsi organ seperti gangguan fungsi jantung atau stroke (Darmawan.,2018). Sindrom metabolik terkait dengan obesitas yang seringkali dikaitkan dengan perubahan struktural dan fungsional pada arteri yang dapat berlanjut ke kerusakan organ target, seperti jantung, otak, dan ginjal. *Remodeling* mikrovaskuler juga terjadi pada otot skeletal orang dewasa dengan sindrom metabolik yang tidak diobati. Kerusakan tersebut mengganggu kapasitas fungsional dan kemandirian jangka panjang dalam aktivitas sehari-hari, sehingga pasien sindrom metabolik berisiko tinggi mengalami keterbatasan dalam beraktivitas fisik (Ramos.,2014).