

# Peran kinesiologi dalam prevensi dan manajemen obesitas

Rio Sofwanhadi

Departemen Anatomi

Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

Jakarta

## ABSTRAK

Upaya mengurangi faktor risiko pada obesitas dengan latihan fisik mempunyai risiko cedera muskuloskeletal. Perlu dilakukan penilaian faktor risiko tersebut pada awal, selama berlangsung, dan akhir suatu program latihan. Penilaian tersebut meliputi: penilaian ada / tidaknya cacat muskuloskeletal, luas sempitnya jelajah gerak, kelenturan sendi, postur 2 arah, dinamika tinggi rendahnya pusat gravitasi tubuh, tipologi tubuh, analisis jejak langkah (*field gait analysis*), kekuatan dan ketahanan otot.

## PENDAHULUAN

Kinesiologi atau biomekanika adalah mekanika makhluk biologis. Sistem biologis dipelajari dengan pendekatan fisika-mekanik, sehingga terdapat telaah biomekanik tentang sistem lokomosi, sistem kardiovaskuler, sistem respirasi dan lainnya. Bergantung pada keadaan sistem biologis yang ditelaah, maka biomekanik dibagi dalam cabang biostatika dan biodinamika. Selanjutnya biodinamika ditelaah lagi dalam biokinetika, yakni telaah tentang seluk beluk geometri perpindahan tubuh / segmen tubuh dalam dimensi ruang dan biokinetika yakni telaah tentang seluk beluk gaya-gaya yang menimbulkan dan mempengaruhi gerak / kinematika sistem biologis tersebut. Gaya otot, gaya gravitasi dan gaya gesek yang terjadi pada makhluk biologis menjadi perhatian biokinetika. Ilmu anatomi, fisiologi, fisika gerak / mekanika, antropologi ragawi berperan sebagai induk disiplin biomekanika atau kinesiologi. Kinesiologi diperlukan dalam ilmu olahraga dan kegiatan fisik, pekerjaan manufaktur, ergonomi, ortopedi, dan rehabilitasi medik.

Makalah ini mengangkat topik keadaan obesitas, sebagai keadaan yang penuh risiko kesehatan, yang harus diobati, dengan cara menurunkan berat badan sampai normal. Usaha ini sebaiknya dicapai melalui pengaturan diet dan latihan fisik (olahraga). Mengingat berbagai risiko kesehatan yang mengancam penderita obesitas, maka pengelolaan penderita obesitas memerlukan berbagai keahlian, agar tercapai tujuan pengelolaan obesitas yakni menurunkan kadar lemak tubuh, menghilangkan semua faktor risiko, meningkatkan

kebugaran fisik sambil mewaspadai timbulnya efek samping pengelolaan. Perlu disadari, bahwa latihan fisik, akan membebani sistem muskuloskeletal. Penderita obesitas sangat rentan terhadap pembebanan fisik. Untuk mengantisipasi timbulnya cedera pembebanan fisik, maka pemeriksaan muskuloskeletal awal sangat penting. Secara singkat dikatakan bahwa diperlukan kemampuan untuk 1. mengevaluasi kebugaran sistem muskuloskeletal pralatihan 2. menentukan jenis latihan fisik dan programnya dan 3. melakukan evaluasi dan pengawasan berkala, terutama atas kelemahan kelemahan pada temuan awal pemeriksaan, agar dapat dideteksi adanya cedera secara dini.

## Pemeriksaan Kinesiologi (*Biomechanic testing*).

Di laboratorium gerak modern, pemeriksaan faktor kinetik dan kinematik dilakukan dalam gait / movement laboratory yang dapat menyajikan data sangat akurat.

Meskipun demikian, tanpa adanya peralatan canggih tersebut di atas dengan peralatan sederhanaapun dapat dilakukan evaluasi diagnostik kinesiologik sebagai berikut:

### 1. Pemeriksaan Kelainan Morfologi untuk mendeteksi adanya kelainan<sup>2</sup> berikut<sup>2</sup>:

*Rangka Tubuh:* pada columna vertebralis: scoliosis, hyperlordosis, gibbus, sacralisasi, tropisme, spondilolisthesis, spina bifida; pada thorax: *funnel chest, pigeon chest, barrel chest, rickett's thorax, Harrison's groove, winged scapula;* pada pelvis: *broad pelvis, anterior cleft,*

*posterior cleft*, spondylolisthetic, assimilation; pada femur: *coxa vara*, *coxa valga*, *internal femoral torsion*; pada genu: *genu varum*, *genu valgum*, *genu recurvatum*; pada patella: *patella alta*, *squinting patella*, *frog eyed patella*, *hypermobile patella*; pada tibia: *tibia vara*, *internal tibia torsion*, *external tibial torsion*; pada sendi talocruralis / ankle: *ankle valgus*, *anklevarus*, *pronated foot*, *supinated foot*, *pes cavus*, *splay foot*, *Dudley Morton's foot*, *hallux valgus*, *hallux rigidus*, *hammer toes*, *bunion*.

Pemeriksaan ini akan menghasilkan data biostatika tentang ada / tidaknya *musculoskeletal structural anomaly* yang dapat menjadi *dynamical/ functional imbalance and asymmetry*.

2. **Penilaian jelajah gerak sendi (*range of motion = ROM*) dan kelenturan sendi (*flexibility*).** Jelajah gerak dan kelenturan yang terlalu kecil atau terlalu besar, dapat berakibat cedera pada latihan fisik.

3. **Evaluasi Postur, menggunakan metoda *New York State Posture Rating Scale*<sup>3</sup>**

Pemeriksaan ini menghasilkan penilaian yang menyokong penilaian biostatika. Penilaian Cacat muskuloskeletal yang dapat menjadi petunjuk kemungkinan terjadinya cedera pada waktu melakukan latihan fisik. Pemeriksaan ini juga bisa menggolongkan individu menjadi beberapa kualifikasi fisik berikut: sempurna, kurang sempurna dan buruk.

4. **Penetapan Pusat Gravitasi Tubuh metoda *Waterland Shambes*<sup>4</sup>**

Kesimpulan yang didapat dari penilaian ini adalah tentang tinggi rendahnya pusat gravitasi (pada posisi *supine*), serta apakah proyeksi pusat gravitasi (pada posisi berdiri) berada tepat di tengah di antara kedua telapak kaki dan berapa besar osilasinya.

Dinamika tinggi rendahnya pusat gravitasi, adalah merupakan fungsi sebaran masa tubuh, yang berubah pada latihan fisik.

5. **Penetapan Somatotipe metoda Heath Carter<sup>5</sup> / Atlas Sheldon<sup>6</sup>.**

Penetapan somatotipe ini akan memberikan gambaran tentang tipe obesitas ginekoid (*lower body obesity*) atau android (*upper body obesity*). Tipe ginekoid berkembang dari tipe dominan endomorf yang sangat *injury prone*, sedangkan tipe android yang berkembang dari tipe mesomorf, yang memiliki kemampuan otot yang

baik. Kedua asal tipologi akan menentukan perbedaan penatalaksanaan latihan fisik.

6. **Evaluasi Kinematic tungkai dan kaki cara lapangan (*Field gait analysis*)**

- a. **Metoda Evaluasi Jejak Langkah (*Treat Mat Evaluation*)<sup>7</sup>.** Diukur sudut sumbu kaki (*pternion-akropodion*) kanan dan kiri, pada posisi berdiri istirahat dan pada posisi berjalan dan berlari.

- b. **Metoda Penilaian.** Ada lima *strong gait determinants* yakni: 1. lamanya fase berdiri tegak (*single limb stance*), 2. kecepatan langkah (*walking velocity*), 3. frekuensi langkah (*cadence*), 4. panjang langkah (*step length*) dan 5. *ratio pelvic\_breadth / ankle spread*.

7. **Evaluasi Kinetika (*Muscle Force*).**

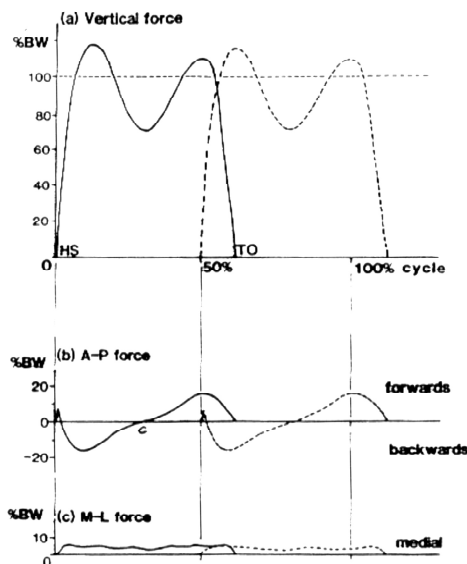
Pemeriksaan kekuatan otot (*strength*) dan daya tahan otot (*endurance*) menggunakan dynamometer.

#### Dinamika Tubuh

Gerak tubuh pada lokomosi yang alami adalah bersifat *alternating*, saling bergantian kanan dan kiri. Apabila dengan sengaja hanya satu sisi tubuh yang diberdayakan, maka sisi tubuh lainnya akan bertindak sebagai penyeimbang. Oleh karena itu prinsip *leverage* antara kanan dan kiri yang seimbang menjamin tubuh yang bekerja secara **hemat**, dan karenanya tidak mudah cedera. Pada waktu lokomosi, maka terjadi gerak bergantian antara sisi kanan dan kiri tubuh akan menghasilkan torsi bergantian batang tubuh yang seimbang. Momen yang menyebabkan torsi batang tubuh, diperkuat dengan ayunan bergantian anggota gerak atas dan bawah. Apabila bagian atas tubuh berputar kekiri, maka pada waktu yang bersamaan bagian bawah tubuh berputar kekanan. Bidang-temu kedua torsi ini, kira-kira berada pada disci intervertebrales antara Lumbal 2-3-4. Pada individu dengan kelemahan faktor ekstrinsik tulang belakang (otot dinding perut, otot pinggang, *erector trunci*, *ligamenta longitudinalia anterius et posterius*, *intertransversarius*, *flavum*, *interspinale*) di daerah ini maka gaya torsi yang timbul akibat proses lokomosi tersebut akan meruntuhkan faktor intrinsik tulang belakang (*discus intervertebralis*) di daerah ini dengan akibat *spondylolisis - spondylolisthesis* sampai *scoliosis structural*. Pada pemain bola basket ataupun voli, maka gerakan meloncat sambil berputar, adalah gerakan yang dianggap istimewa. Tetapi bagi mereka

yang mempunyai kelemahan otot dinding perut, maka gerakan berjalan sambil sering menoleh juga cukup berbahaya. Adalah keadaan yang sangat berbahaya, apabila pada titik temu gaya torsi tersebut terjadi tarikan disertai puntiran (*distention and rotation*), karena akan berakibat fraktura atau dislokasi (*spondylolisthesis*).

Sistem muskuloskeletal yang sempurna adalah sistem rangka yang seimbang (*poised*) dan simetri, baik aspek postur, kinematika (*ROM and flexibility*) maupun kinetiknya (momen pada sendi). Apabila dalam keadaan biostatika (diam) sistem ini efisien maka dalam keadaan biodinamika (bergerak), sistem muskuloskeletal ini besar kemungkinan masih efisien, kecuali apabila ada pengaruh lingkungan yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan momen gaya antara berbagai persendian yang dapat mempengaruhi torsi tubuh yang tidak seimbang. Seperti diketahui bahwa gerakan persendian semua makhluk biologis adalah gerak anguler, yang pada akhirnya menghasilkan gerakan lokomosi yang translational / gerak lurus. Gaya gaya yang bekerja pada tubuh / segmen tubuh makhluk biologis adalah gaya otot, gaya gravitasi, gaya gesek udara / air. Segmen tubuh yang bergerak dipengaruhi totalitas momen gravitasi, momen gaya linear dan momen gaya inersia pada persendian bersangkutan.



**Gambar.1. Ground Forces vertical force, antero-posterior (A-P) force and mediolateral (M-L) force**

*Body dynamics* obesitas berbeda dengan non obesitas karena, seorang obes dengan berat 90 kg yang dalam posisi berdiri biasa akan mendapatkan

*vertical ground force* sebesar  $90 \times 9.81 \text{ Newton} = 883,9 \text{ Newton}$ . Apabila ia berjalan biasa maka pada waktu *heel strike* ia akan mendapat tambahan 20% (970 N) dan 15% pada waktu *toe off*<sup>9</sup>; apabila berlari dengan percepatan keatas 10/detik/detik maka kakinya akan terkena *ground force* sebesar:  $90 \times (9.81 + 10) = 1629 \text{ Newton}$ , suatu gaya vertikal yang besar. Apabila si obes tersebut ada kelainan postur *genu valgus* atau *ankle valgus* atau yang lainnya, maka gaya momen (*bending moment*) yang mengenai lutut atau *ankle* akan mencederainya.

## PEMBAHASAN

Penanganan obesitas yang antara lain menjadi tugas para ahli latihan fisik, bertujuan untuk membakar lemak tubuh melalui kegiatan olah raga. Karena obesitas dapat terjadi pada semua jenis kelamin dan pada semua tingkatan umur manusia maka kondisi fisik muskuloskeletal awal pada penderita obese sangat bervariasi, baik mengenai biokinetika maupun biokinematika. Kelainan yang kemungkinan akan dijumpai pada tipologi ini adalah sebagai berikut:

Cacat Anatomis: genu valgum, ankle valgum, *overpronated foot*, hallux valgus.

Somatotipologi diperlukan untuk melihat apakah obesitas tipe ginekoid (*lower body obesity*) atau android (*upper body obesity*)<sup>9</sup>.

Kinematika: jelajah gerak semua sendi trunkus dan gelang bahu, gelang panggul mengecil. Bagian ekstremitas atas dan bawah makin distal makin normal.

Pusat gravitasi tubuh terletak lebih rendah dan kisaran proyeksi pusat gravitasi yang lebar.

Kinetika: gaya dan daya tahan otot yang rendah.

Dengan demikian, pengelolaan penderita obesitas menurut kaidah kinesiologi adalah:

1. Mengidentifikasi adanya semua faktor-risiko-cedera-latihan-fisik baik secara anatomik, biokinematik, biokinetika, biotipologik.
2. Memilih program latihan untuk aerobik (*lower body obesity*) maupun pembebanan (*upper body obesity*) dengan dosis yang kecil dengan durasi lama secara gradual meningkat. Jenis kelamin berpengaruh pada pilihan latihan, dimana laki-laki lebih tahan terhadap pembebanan karena faktor untuk *strength*, *speed* and *power* lebih baik, sedangkan wanita lebih unggul untuk fungsi kapasitas oksidasi, daya tahan kardiorespirasi lebih baik<sup>10</sup>. Memberikan latihan latihan otot, tendo dan tulang secara khusus pada bagian tertentu tubuh yang

mengalami anomali (segala jenis hallux) dan bantuan peralatan pembantu khusus (*orthotics, Milwaukee jackets, knee support, lumbar support, neck support*, dsb).

3. Memakai sepatu yang dapat menyerap *vertical force*, mencegah overpronasi dan tidak melakukan lokomosi pada *terrain* datar, tanpa gerakan loncat/lompat, tidak menoleh/memutar badan sewaktu berjalan. Apabila melakukan pembebanan sebaiknya dilakukan dengan posisi duduk.

Melakukan *periodical assessment* terutama terhadap hal hal yang akan diperbaiki (dinamika pusat gravitasi tubuh, ROM, *thread mat analysis, 5-gait determinants, muscle strength & endurance*).

4. Siklus kegiatannya adalah evaluasi awal – perencanaan – pengorganisasian – pelaksanaan – evaluasi - perencanaan baru dst. Setiap langkah pada siklus ini harus tetap dilakukan monitoring untuk memastikan semua sesuai rencana dan tidak ada tanda-tanda cedera. Dalam hal terjadi tanda-tanda cedera (nyeri sendi, nyeri tulang, nyeri otot dan tendo - *over-training syndrome*) maka seluruh kegiatan latihan dihentikan, istirahat sementara, dilakukan fisioterapi dan kemudian dimulai siklus baru.
5. Hal penting yang harus diwaspadai adalah besarnya moment *Z negative / anticlockwise (external torsion)*, *moment X negative / anticlockwise* dan *moment Z negative / anticlockwise* pada penderita obese yang bisa meningkatkan keadaan hallux pada lutut dan *ankle* apabila meloncat atau lari.

### KESIMPULAN

Pengelolaan obesitas selain pengaturan gizi adalah latihan fisik yang berupa latihan aerobik dan pembebanan. Latihan fisik dan pembebanan

memerlukan ilmu (kedokteran) olahraga dimana diperlukan telaah kinesiologi atau biomekanika Tujuan kinesiologi atau biomekanika dalam pengelolaan obesitas adalah untuk mengoptimalkan latihan fisik yang aman terhadap cedera. Karena itu berbagai pemeriksaan kinesiologik awal, yang dapat memberikan data faktor kinesiologik secara maksimal pada penderita, harus diupayakan sebaik mungkin. Perhatian khusus harus diberikan pada momen gaya yang timbul amat besar pada genu dan *ankle* apabila latihan melibatkan lari dan loncat.

### KEPUSTAKAAN

1. Sutherland DH. Gait Disorders in Children and Adults. Williams & Wilkins Baltimore/London 1984: 1-27.
2. Steindler A. Kinesiology of The Human Body under Normal and Pathological Conditions. Charles C Thomas Publisher. Springfield Illinois USA. 1955: 10-54.
3. Verducci FM. Measurement Concepts in Physical Education. The C.V.Mosby Company 1980.
4. Gowitzke BA, Milner M. Understanding the Scientific bases of Human Movement. Williams and Wilkins, Baltimore/London 1980.
5. Carter JEL, Heath BH. Somatotyping-Development and Applications. Cambridge: Cambridge University Press 1990.
6. Sheldon WH. The Varieties of Human Physique. Harper & Brothers Publishers. New York and London 1940.
7. Tax HR. Podopediatrics. Williams and Wilkins Baltimore/ London 1980.
8. Nichol AC. Postgraduate Diploma in Biomechanics. University of Strathclyde, Glasgow.
9. Clarke DH, Eckert HM. Limits of Human Performance. Human Kinetics Publishers, Inc. Box 5076, Champaign, IL 1985; 61820 (217) 351-5076. 81-92, 106-117.
10. Heyward VH. Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription. Third Edition. Human Kinetics 1977; 1-11, 177-202.