

ANATOMI OTOT DAN **LATIHAN BEBAN** DALAM OLAHRAGA



Roy Try Putra
Andri Wahyu Utomo
Cicilia Novi Primiani



UNIPMA Press

ANATOMI OTOT DAN **LATIHAN BEBAN** DALAM OLAHRAGA

“ Buku ini menggambarkan dan menjelaskan konsep bagaimana memahami anatomi otot dan latihan beban yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan dalam setiap cabang olahraga. Diawali dengan menuangkan konsep dasar anatomi otot dan latihan beban berbasis sport science yang menunjang pemahaman bagi pembaca dalam menjalankan program latihan dengan baik dan tepat

Buku ini juga membahas tentang konseptendon & ligamen, Otot polos, otot lurik, otot jantung, mekanisme kelelahan otot, latihan, latihan beban, dan pendekatan cabang ilmu dalam latihan beban yang harus diterapkan oleh setiap pembaca yang berpedoman pada pendekatan ilmiah. Didukung pemahaman tentang norma atau aturan latihan. Sering kita temukan di lapangan masih banyak pelanggaran yang dilakukan oleh para olahragawan yang kemungkinan masih kurangnya pemahaman dasar dalam hal ini.

Guna untuk di jadikan pedoman dan tuntutan latihan disesuaikan kebutuhandi setiap cabang olahraga menjadi lebih bermanfaat dan tepat sasaran, dalam buku ini juga membahas metode latihan yang mampu memberikan petunjuk untuk berlatih sesuai kebutuhan dan waktu yang di miliki. ”



UNIPMA Press

Penerbit UNIPMA Press

Universitas PGRI Madiun

Jl. Setia Budi No.85 Madiun, Jawa Timur 63118

E-mail: upress@unipma.ac.id

Website: kww.unipma.ac.id

ISBN 978-623-8095-19-3



Anatomi Otot dan Latihan Beban Dalam Olahraga

**Roy Try Putra
Andri Wahyu Utomo
Cicilia Novi Primiani**



UNIPMAPress
WE GOT IT

Penulis:

Roy Try Putra
Andri Wahyu Utomo
Cicilia Novi Primiani

Editor:

Andri Wahyu Utomo

Perancang Sampul:

Roy Try Putra

Penata Letak:

Andri Wahyu Utomo

Cetakan Pertama, Desember 2022

Diterbitkan Oleh:

UNIPMA Press Universitas PGRI Madiun
JI. Setiabudi No. 85 Madiun Jawa Timur 63118
E-Mail: upress@unipma.ac.id
Website: kwu.unipma.ac.id
Anggota IKAPI: No. 207/Anggota Luar Biasa/JTI/2018

ISBN: 978-623-8095-19-3

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang
All right reserved

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah *Subhana Wata'ala* atas taufik dan hidayahNya serta memberikan kemudahan sehingga penulisan buku yang berjudul "Anatomi Otot dan Latihan Beban Dalam Olahraga" dapat diselesaikan dengan baik. Penulis buku ini termotivasi jiwa seorang guru yang selalu berkeinginan dalam berpartisipasi untuk mencerdaskan keidupan bangsa melalui dunia pendidikan, khususnya dalam bidang anatomi dan latihan beban dalam olahraga. Jika kamu bukan anak raja dan anak ulama maka menulishlah (Imam Al Ghazali).

Buku ini di tulis lengkap sehingga mampu memberikan kemudahan bagi pengguna, buku ini tidak hanya pegangan bagi mahasiswa olahraga, tetapi di rekomendasi bagi kalangan fitness mania, pecinta latihan beban, muscle building. Buku ini disajikan secara berkesinambungan dalam 7 bab. Uraian buku ini menggunakan istilah nomina anatomica dan istilah Bahasa keolahragaan untuk mengajak para pengguna atau pembaca lain agar faham dan terbiasa serta mengaplikasikan istilah yang telah disajikan.

Penyusun dengan rendah hati dan menyadari bahwa buku ini memiliki kekurangan. Penulis terbuka atas saran, masukan, dan kritikan yang tujuannya membangun dan memperbaiki pada karya buku yang selanjutnya. Semoga buku yang sederhana ini mampu memberikan manfaat bagi pembaca.

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 Tendo dan <i>Ligament</i> Kontraksi	1
A. Bagian-bagian Sistem Muskular	2
1. <i>Ligamen</i>	3
2. <i>Tendo</i>	3
3. <i>Aponeurosis</i>	4
4. <i>Fascia</i>	5
B. Kerja Otot	7
C. Cedera pada Ligamen dan Otot	8
D. Ringkasan	10
E. Evaluasi	11
BAB 2 Struktur Jaringan Otot Polos dan Mekanisme Kontraksi	13
A. Struktur Jaringan Otot Polos	14
B. Jenis-Jenis Otot Polos	15
1. Otot polos unit tunggal (<i>single unit</i>)	16
2. Otot polos unit ganda (<i>multi unit</i>)	16
C. Mekanisme Kontraksi dan Relaksasi Otot Polos	16
D. Ringkasan	19
E. Evaluasi	20
BAB 3 Struktur Jaringan Otot Lurik Dan Mekanisme Kontraksi	21
A. Struktur Jaringan Otot	22
B. Struktur Jaringan Otot Lurik	24
C. Bagian-Bagian Otot Lurik	25
1. <i>Miofibril</i>	25

2. <i>Sarkolemma</i>	26
3. <i>Retikulum sarkoplasma</i>	26
4. <i>Sarkoplasma</i>	26
5. <i>Nukleus</i>	27
6. Garis melintang gelap terang.....	27
7. <i>Sarkomer</i>	27
8. <i>Filamen aktin</i>	27
9. <i>Filamen miosin</i>	28
D. Mekanisme Kontraksi Otot Lurik.....	29
1. Struktur <i>filament aktin</i> dan <i>miosin</i>	29
2. Mekanisme kontaksi otot " <i>sliding filament</i> ".....	30
E. Ringkasan.....	33
F. Evaluasi.....	34
BAB 4 Struktur Jaringan Otot Jantung dan Mekanisme	
Kontraksi	35
A. Struktur Jaringan Otot Jantung.....	36
B. Mekanisme Kontraksi Sel Otot Jantung.....	38
C. Mekanisme Relaksasi Otot Jantung.....	40
D. Penggunaan Energi.....	41
E. Ringkasan.....	42
F. Evaluasi.....	43
BAB 5 Mekanisme Kelelahan Otot	44
A. Aspek Kelelahan.....	45
B. Aspek Kelelahan Otot.....	46
1. Kelelahan otot lokal.....	47
2. Kelelahan otot pada olahraga <i>endurance</i>	47
C. Metabolisme Energi Pada Saat Olah Raga.....	48
D. <i>Glukosa</i> dan <i>Asam Laktat</i>	51
E. Ringkasan.....	54
F. Evaluasi.....	55

BAB 6 MUSKULAR PADA LATIHAN	56
A. Struktur Sistem <i>Muskular</i> dan Fungsinya	57
B. Peta Lokasi dan Nama Sistem <i>Muskular</i>	59
1. Sistem <i>muskular</i> daerah kepala dan leher.....	59
2. Sistem <i>muskular</i> anggota gerak.....	64
C. Ringkasan	67
D. Evaluasi	68
BAB 7 LATIHAN.....	69
A. Pengertian Latihan.....	70
B. Sistematika Latihan.....	79
C. Kecirikan Latihan.....	82
D. Tujuan dan Target Latihan	84
E. Ringkasan	86
F. Evaluasi	89
BAB 8 LATIHAN BEBAN	89
A. Latihan Beban	90
1. Latihan beban dalam	96
2. Latihan beban luar/bebas.....	97
B. Keunggulan dan Kelemahan Latihan Beban Luar dan Latihan Beban Dalam	98
C. Sistem Energi pada Latihan Beban	100
D. Pengaruh Latihan Beban Terhadap Tipe Serabut Otot.....	105
E. <i>Warm-Up</i> Model Protokol RAMP pada Latihan Beban	109
F. Ringkasan.....	113
G. Evaluasi	116
BAB 9 PENDEKATAN CABANG ILMU DALAM LATIHAN BEBAN.....	117
A. Prinsip-prinsip Latihan Beban.....	118
1. Hukum Fisiologis	120
2. Hukum Pedagogik	123
3. Hukum Timbal balik.....	125

4. Hukum Kekhususan (<i>specificity</i>).....	128
5. Hukum Fisiologi.....	129
B. Norma-Norma Latihan Beban.....	131
C. Metode Latihan Beban.....	144
D. Ringkasan.....	151
E. Evaluasi.....	152
DAFTAR PUSTAKA.....	154
PROFIL PENULIS.....	158
SINOPSIS SAMPUL BELAKANG.....	161

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 6.1 Nama otot wajah, dan fungsinya	62
Tabel 8.1 Keunggulan dan Kelemahan	100
Tabel 8.2 <i>Energy system</i> latihan beban.....	104
Tabel 8.3 Struktur dan sifat-sifat fungsional serabut otot.....	107
Tabel 8.4 Perubahan Biokimia serabut Otot karena Latihan	108
Tabel 9.1 Norma-norma latihan beban.....	133
Tabel 9.2 Intensitas latihan	136
Tabel 9.3 Intensitas latihan mengacu pada denyut nadi	138
Tabel 9.4 Jumlah repetisi dan beban latihan.....	142

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Anatomi dan contoh letak <i>ligamant</i> dan <i>tendon</i>	2
Gambar 1.2 Anatomi <i>ligament</i> dan <i>tendon</i>	4
Gambar 1.3 <i>Aponeurosis</i> pada bagian <i>abdominal</i>	4
Gambar 1.4 Susunan lapisan <i>Fascia</i>	6
Gambar 1.5 Aktivitas pergerakan otot pada <i>origo</i> dan <i>insersio</i>	7
Gambar 1.6 Klasifikasi pada saat otot terjadi pergerakan	8
Gambar 2.1 Struktur jaringan otot polos	15
Gambar 2.2 a. Jenis otot polos <i>single unit</i> , b. Jenis otot polos <i>multi unit</i>	16
Gambar 2.3 Mekanisme kontraksi otot polos	18
Gambar 2.4 Ringkasan mekanisme kontraksi otot polos	18
Gambar 2.5 Mekanisme relaksasi otot polos.....	19
Gambar 3.1 Struktur bagian otot (secara anatomis)	23
Gambar 3.2 Mikrofotomikrografi otot pewarnaan HE (A) kumpulan fasikulus berbentuk seperti mozaik; (B) Struktur fasikulus otot; (a) fasikulus; (b) serabut otot; (c) sel lemak; (d) endomisium; (e) perimisium, (f) epimisium, (g) pembuluh darah.	24
Gambar 3.3 Struktur anatomi otot lurik	29
Gambar 3.4 Struktur jaringan otot lurik	29
Gambar 3.5 Struktur serabut otot dan bagian komponen <i>aktin</i> dan <i>miosin</i>	31
Gambar 3.6 Mekanisme <i>sliding filament</i> kontraksi otot lurik.....	32
Gambar 4.1 Struktur sel otot jantung (N= <i>nukleus</i> ; M= serat otot; D= <i>duktus interkalatus</i> ; C= <i>kapiler</i>)	37
Gambar 4.2 Mekanisme kontraksi otot jantung	41
Gambar 5.1 Siklus asam laktat (siklus <i>Cori</i>)	52
Gambar 6.1 Nama otot sesuai dengan area/lokasi	58

Gambar 6.2 Peta/area otot bagian wajah	60
Gambar 6.3 Peta/area otot bagian wajah dan leher	61
Gambar 6.4 Peta/area otot bagian leher	63
Gambar 6.5 Otot leher	65
Gambar 6.6 Otot lengan atas	65
Gambar 6.7 Otot lengan bawah	65
Gambar 6.8 Otot punggung	66
Gambar 6.9 <i>Back muscle anatomy</i>	66
Gambar 6.10 Otot perut	67
Gambar 7.1 <i>Science development</i> dan penunjang teori dan metodologik latihan	71
Gambar 7.2 Piramida aspek- aspek Latihan	73
Gambar 7.3 Penamaan dalam latihan	75
Gambar 7.4 Rumusan kualitas fisik olahragawan	78
Gambar 7.5 Fase latihan	80
Gambar 8.1 Dampak pemberian beban	93
Gambar 8.2 Kontraksi otot	94
Gambar 8.3 Sistem energi	102
Gambar 8.4 Kontribusi sistem energi berlandaskan waktu berolahraga	105
Gambar 8.5 Energi Predominan berhubungan waktu beraktivitas	105
Gambar 9.1 Prinsip-prinsip latihan beban	119
Gambar 9.2 Kurva <i>overcompensation</i> /rangsangan dari latihan	121
Gambar 9.3 Prinsip-prinsip latihan beban	121
Gambar 9.4 Fluktuasi latihan	125
Gambar 9.5 Dinamika latihan	126
Gambar 9.6 Variabel Latihan	136
Gambar 9.7 Kaidah pengaturan VIR	140
Gambar 9.8 Model piramida <i>training</i>	150

BAB 1

TENDON DAN LIGAMENT

CAPAIAN PEMBELAJARAN

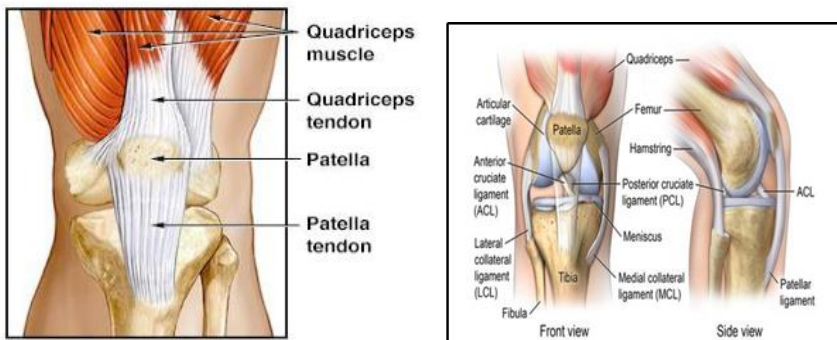
Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mahasiswa mampu mendiskripsikan struktur *ligament, tendon* dan *Fascia*.
2. Mahasiswa mampu membedakan struktur *ligament, tendon* dan *Fascia*.
3. Mahasiswa mampu menganalisis fungsi fisiologis *ligament, tendon* dan *Fascia*.
4. Mahasiswa mampu menganalisis cedera *ligament, tendon* dan *Fascia* akibat suatu perlakuan/aktivitas.

A. Bagian-Bagian Sistem Muskular

Sistem otot sering disebut sebagai sistem *muscular* merupakan sistem jaringan otot tubuh yang memungkinkan adanya aktivitas atau pergerakan. Aktivitas sistem otot tubuh *vertebrata* (manusia) dipengaruhi dan dikendalikan oleh aktivitas sistem *nervorum* (sistem syaraf). Struktur jaringan otot yang menyusun struktur tubuh dengan aktivitas gerakan baik secara sadar maupun tidak sadar. Sistem otot penyusun otot rangka biasanya dipengaruhi oleh aktivitas sistem syaraf dengan gerakan disadari. Sedangkan otot penyusun organ-organ dalam dipengaruhi oleh aktivitas sistem syaraf dengan gerakan tidak disadari. Hali ini dimungkinkan karena perbedaan struktur jaringan otot yang akan dibahas dalam bab selanjutnya.

Sistem otot rangka, terletak sebagian besar pada rangka atau tulang, dihubungkan dengan suatu struktur yang sering disebut ligaman atau *tendon*, sehingga memungkinkan otot dapat melakukan pergerakan sekaligus dengan pergerakan tulang. Adanya *ligament* dan tendo inilah, makan otot yang menempel pada tulang tidak terlepas dan memungkinkan terjadinya pergerakan. Berikut ini akan dijelaskan struktur *ligament* dan *tendon* beserta Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Anatomi dan contoh letak *ligaman* dan *tendon*

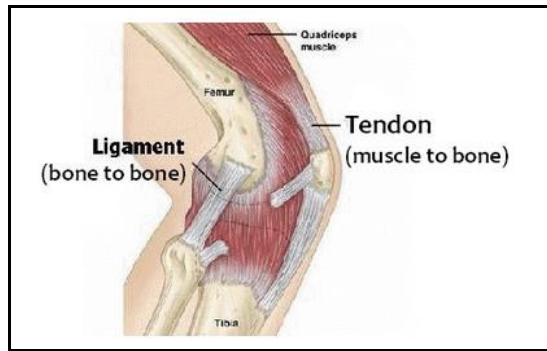
Sumber: <https://flexfreeclinic.com/infokesehatan/detail/69?title=cedera-lutut-bagian-i>

1. Ligament

Merupakan jaringan ikat *fibrosa* yang lentur, yang mengikat satu tulang dengan tulang lainnya. Fungsi penting *ligament* adalah: a) untuk menahan/mempertahankan struktur tulang serta otot agar tetap stabil, tidak bergeser apabila terjadi pergerakan, b) adanya *ligament* dapat mengendalikan jangkauan pergerakan sendi, c) menstabilkan persendian sehingga tulang dapat bergerak dengan selaras, d) dengan adanya *ligement*, persendian dapat bergerak dengan “terbatas” sehingga dapat terhindar dari cedera. Meskipun demikian, *ligament* ini seringkali mengalami peregangan bahkan bisa sampai perubahan posisi terutama pada saat adanya beban pada persendian terlalu berat.

2. Tendon

Merupakan jaringan ikat *fibrosa* yang menghubungkan sistem otot dengan tulang. Setiap bagian sistem otot mempunyai *tendon* pada ujungnya. Adanya kemampuan peregangan pada *tendon*. Fungsi *tendon* adalah: a) mengirimkan daya kekuatan antara otot dengan tulang, b) sebagai perantara antara tulang dengan otot sehingga dapat mengantar tulang dan otot dapat bergerak. Beberapa *tendon* dalam struktur muskular diselimuti oleh sarung *tendon* yang terdiri dari membran *sinovia*. Struktur ini berfungsi untuk mengurangi gesekan sewaktu otot-otot berkontraksi. Bagian *tendon* yang melekat pada tulang yang relatif tidak bergerak disebut *origo*, sedangkan bagian *tendon* yang melekat pada tulang yang relatif bergerak disebut *insersio*.

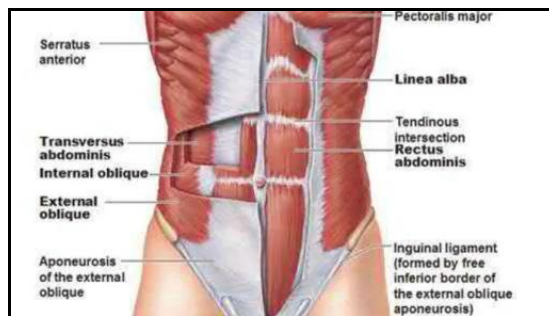


Gambar 1.2. Anatomi *ligament* dan *tendon*

Sumber: <https://flexfreeclinic.com/artikel/detail/102?title=penanganan-efektif-cedera-tendon-dan-ligamen>

3. *Aponeurosis*

Struktur jaringan otot, selain *tendon* juga dikenal adanya *aponeurosis*. Struktur *aponeurosis* ini merupakan struktur otot berbentuk lebar dan pipih, berwarna putih seperti *tendon*. *Aponeurosis* merupakan salah satu jenis jaringan ikat padat dengan struktur teratur yang tersusun dari serabut-serabut kolagen yang berhimpitan secara paralel dan sangat kuat. Diantara serat-serat tersebut terdapat sel *fibroblas*. Secara anatomis, struktur *aponeurosis* ini berbentuk lebar, pipih (Gambar 1.3). Adanya perbedaan utama antara *tendon* dan *aponeurosis* yaitu *tendon* memungkinkan bahwa tubuh dapat bergerak dan menjadi fleksibel. Sedangkan *aponeurosis* memungkinkan tubuh menjadi lebih kuat dan stabil.



Gambar 1.3 *Aponeurosis* pada bagian abdominal

Sumber: <https://www.google.com/search?q=aponeurosis+otot&client=firefox-b-d>

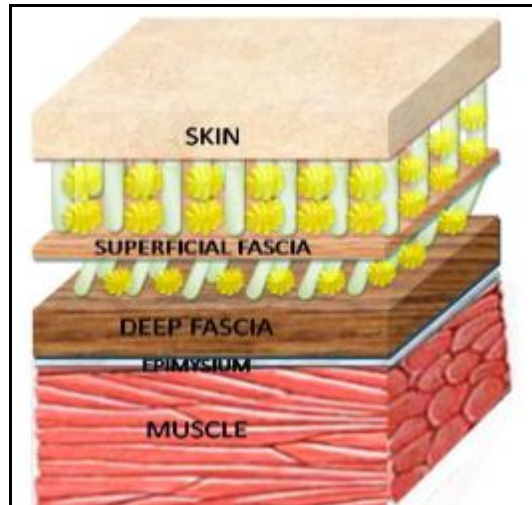
4. *Fascia*

Fascia merupakan salah satu bagian dalam sistem otot dengan struktur lapisan tipis. *Fascia* sebagai *connective tissue* yang mengelilingi dan menahan struktur organ, pembuluh darah, tulang, serabut syaraf dan otot di tempatnya. Fungsi lapisan *Fascia* secara umum sebagai penyangga, stabilisasi dan lapisan tebal seperti "bantal", sistem penggerak dan fleksibilitas pergerakan otot. *Fascia* mempunyai 3 lapisan yaitu: a) *Fascia* terletak/terbentang secara bebas terletak di bagian *superfisial* (*superficial Fascia*), b) Bagian sistem otot atau bagian konektif tebal (*deep Fascia*), dan c) Bagian sub serous (*subserous Fascia*).

Superficial Fascia terletak di bagian bawah *stratur dermis* kulit. *Deep Fascia* terbentuk dari lapisan yang cukup rumit mengelilingi otot dan struktur internal. Lapisan *Deep Fascia* berfungsi membantu pergerakan otot, menyediakan jalan terusan jaringan syaraf dan pembuluh darah, dan juga sebagai lapisan/bantalan otot. *Subserous Fascia* merupakan lapisan *Fascia* yang memisahkan *deep Fascia* dari membran yang berada dalam tubuh, yaitu bagian *cavum abdominal* dan *cavum thorax*. Adanya lapisan dapat memberikan fleksibilitas organ-organ dalam.

Jaringan *Fascia* pada otot (*myoFascia*) terdapat bahan yang sebagai substansi substansi dasar (*ground substance*). *Ground substance* ini mempunyai fungsi sebagai alat transportasi nutrisi, mengangkut zat-zat metabolisme dan merubah konsistensi gelatin ke busa gel. Kondisi ini sebagai pencegahan apabila terjadi cedera atau trauma. Apabila terjadi cedera atau trauma, secara kimiawi maupun mekanis/fisis, maka bentukan busa ini akan mengeras dan kehilangan elastisitasnya. Hal ini menyebabkan *myoFascial* mengalami penegangan bertujuan menjaga jaringan otot tetap

fleksibel dan lentur. Lapisan jaringan *Fascia* seperti pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Susunan lapisan *Fascia*

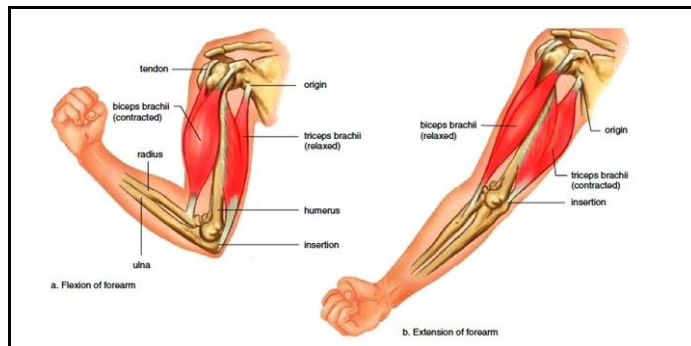
Sumber: <https://eprints.umm.ac.id/49600/3/BAB%20II.pdf>

B. Kerja Otot

Sistem gerak tubuh dilakukan secara aktif oleh, dengan aktivitas gerakan terjadi dengan aktivitas otot berkontraksi dan berelaksasi atau memendek dan memanjang. Aktivitas pergerakan otot selalu terjadi secara antagonis dan sinergis, sehingga pada saat terjadi pergerakan, selalu melibatkan dua atau lebih otot yang terletak di sekitarnya. Misalnya, pada saat gerakan bagian lengan otot *biceps*, maka otot *biceps* akan berkontraksi dan otot *triceps* akan mengalami relaksasi. Pergerakan otot selalu melibatkan beberapa bagian otot sehingga terjadi pergerakan.

Aktivitas pergerakan otot selalu melibatkan bagian otot dan tulang yang sering disebut *origo* dan *insersio*. Adapun penjelasan bagian *orio* dan *insersio* adalah sebagai berikut. a) *Origo* merupakan bagian yang terletak di ujung otot melekat pada tulang dengan pergerakan tetap atau stabil pada saat terjadinya kontraksi. *Origo* ini sering disebut sebagai *tendon* pada tulang yang tidak dapat digerakkan. b) *Insersio* merupakan bagian ujung otot melekat pada tulang, dan mengalami perubahan posisi

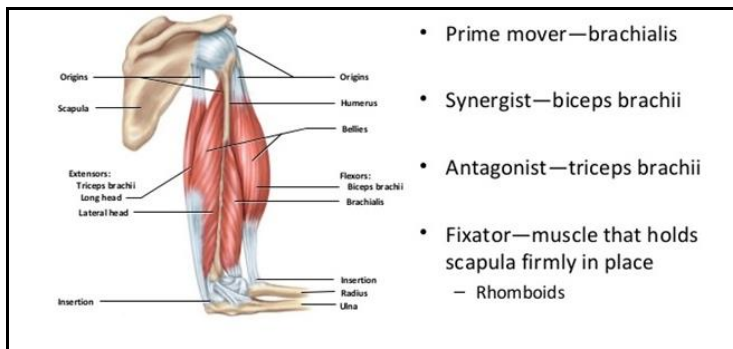
pada saat terjadinya kontraksi. *Inersio* ini sering disebut sebagai *tendon* pada tulang yang dapat digerakkan. Pada saat melakukan pergerakan, otot *biceps*, bagian *tendon* pada pangkal lengan di dekat bahu tetap diam meskipun otot *biceps* berkontraksi (*origo*), lalu bagian *tendon* pada siku akan bergerak saat kontraksi (*inersio*). Aktivitas ini dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Aktivitas pergerakan otot pada *origo* dan *inersio*
 Sumber: <https://apki.or.id/klasifikasi-kerja-otot-berdasar-perannya/>

Adapun saat otot melakukan pergerakan, ada klasifikasi kerja otot dibedakan menjadi empat golongan, yaitu (Gambar 1.6)

1. Otot *agonist/prime mover*, yaitu merupakan otot utama yang berkontraksi pada saat melakukan pergerakan, hal ini sering disebut otot yang paling dominan.
2. Otot *antagonist* yaitu merupakan otot yang bekerja berlawanan dengan otot *agonist*. Otot *antagonist* melakukan pergerakan dengan memanjang/ memendek pada saat otot *agonist* bergerak.
3. Otot *sinergist* yaitu merupakan otot yang mendukung gerak otot agonist baik secara langsung maupun sebagai *fixator*.
4. Otot *fixator* yaitu merupakan otot yang mempertahankan gerakan menjadi statis melalui kontraksi *isometrik* (ketegangan otot meningkat, namun panjang otot tetap sama karena tidak terjadi pergerakan sendi).



Gambar 1.6 Klasifikasi pada saat otot terjadi pergerakan
 Sumber: <https://apki.or.id/klasifikasi-kerja-otot-berdasar-perannya/>

C. Cedera Pada *Ligament* dan Otot

Aktivitas pergerakan otot sangat mempengaruhi aktivitas *ligament* dan otot. Pergerakan tersebut dapat terjadi secara tiba-tiba, sehingga hal ini dapat mengalami cedera pada *ligament* dan otot. Aktivitas pergerakan otot yang terjadi secara tajam karena suatu pergerakan yang sangat cepat dan tiba-tiba misalnya melempar, melompat, “mendarat” dengan posisi salah, berlari, dan melompat. Cedera *tendon* tidak selalu terjadi akibat aktivitas tinggi, tetapi juga terjadi akibat aktivitas motorik halus, misalnya mengetik, menggerakkan mouse computer. Kondisi cedera ini dikenal dengan *repetitive strain injury* (RSI). Biasanya cedera *ligament* sering terjadi pada para atlet, yang biasa terjadi adalah terkilir, robek *ligament* pada bagian lutut dan pergelangan kaki.

Gejala cedera *ligament* dan *tendon* sering dirasakan sakit pada bagian tertentu. Biasanya gejala klinis cedera *ligament* dan *tendon* berupa: a) rasa nyeri yang semakin bertambah nyeri pada saat menggerakkan otot; b) terasa kaku pada area cedera yang biasanya terasa sangat sakit pada pagi hari; c) adanya pembengkakan, teraba hangat dan memerah; d) seringkali terdapat benjolan.

Terjadinya cedera pada *ligament* dan *tendon* dapat dilakukan reposisi dalam beberapa waktu tergantung kondisi akut/kronis cedera.

Cedera akut perlu dilakukan proses reposisi dengan melakukan protokol *RICE* dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menghentikan aktivitas yang dapat menyebabkan cedera (*REST*).
2. Menggunakan kompres dingin selama 15-20 menit, sesering mungkin dalam waktu 72 jam pertama (*ICE*).
3. Menggunakan kompres dengan perban elastis (*COMPRESSION*).
4. Melakukan elevasi dengan berbaring untuk mengurangi cedera lebih parah, bengkak dan sakit (*ELEVATION*).
5. Menggunakan obat pereda rasa nyeri.
6. Memeriksa diri sesegera mungkin ke dokter.

Aktivitas secara terus menerus dapat mempengaruhi mekanisme kerja otot. Durasi, intensitas dan frekuensi aktivitas otot dapat menimbulkan cedera pada otot. Cedera pada *ligament* dan *tendon* dapat dicegah, dengan beberapa cara yaitu:

1. Aktivitas pemanasan sebelum melakukan aktivitas/olah raga

Proses pemanasan sebelum melakukan olah raga mempunyai tujuan untuk meningkatkan proses aliran darah, oksigen dan nutrisi ke sistem otot. Hal ini menyebabkan otot, *tendon*, *ligament* dan persendian menjadi lebih lentur, sehingga pada saat terjadi kontraksi olah raga, otot-otot sudah siap untuk mengalami peregangan. Hal-hal yang perlu diperhatikan apabila pada saat olah raga mengalami nyeri di bagian otot, yaitu jangan melakukan aktivitas seperti melompat, berjalan, dan berlari.

2. Menggunakan alas kaki sesuai ukuran dan modelnya, sehingga lebih nyaman dan aman.
3. Melakukan aktivitas sesuai dengan proporsi dan kemampuan, menghindari melakukan aktivitas secara bersamaan.
4. Setelah melakukan olah raga, perlu dilakukan proses pendinginan, melakukan gerakan-gerakan semakin melambat dengan intensitas semakin berkurang.

5. Menghindari melakukan gerakan secara berulang. Apabila harus melakukan hal tersebut, maka perlu memberikan waktu istirahat secukupnya.
6. Mencoba melakukan aktivitas secara berbeda, contohnya apabila cedera *ligament* dan *tendo* terjadi saat lari *marathon* maka perlu diganti dengan olahraga lain, misalnya berenang, sepeda statis dan yoga.

D. Ringkasan

Sistem otot rangka, terletak sebagian besar pada rangka atau tulang, dihubungkan dengan suatu struktur yang sering disebut *ligament* atau *tendon*, sehingga memungkinkan otot dapat melakukan pergerakan sekaligus dengan pergerakan tulang. Adanya *ligament* dan *tendon* inilah, makan otot yang menempel pada tulang tidak terlepas dan memungkinkan terjadinya pergerakan.

Sistem otot sering disebut sebagai sistem *muscular* merupakan sistem jaringan otot tubuh yang memungkinkan adanya aktivitas atau pergerakan :

1. *Ligament* merupakan jaringan ikat *fibrosa* yang lentur, yang mengikat satu tulang dengan tulang lainnya
2. *Tendon* merupakan jaringan ikat fibrosa yang menghubungkan sistem otot dengan tulang
3. *Aponeurosis* struktur jaringan otot, selain *tendon* juga dikenal adanya *aponeurosis*
4. *Fascia* merupakan salah satu bagian dalam sistem otot dengan struktur lapisan tipis.

Dalam kerja otot aktivitas pergerakan otot selalu melibatkan bagian otot dan tulang yang sering disebut *origo* dan *insersio*. Aktivitas pergerakan otot sangat mempengaruhi aktivitas *ligament* dan otot. Pergerakan tersebut dapat terjadi secara tiba-tiba, dapat mengakibatkan

efek negatif cedera dan dalam penanganannya dapat menerapkan proses reposisi dengan melakukan protokol *RICE* Cedera pada *ligament* dan *tendon* dapat dicegah, dengan beberapa cara antara lain : pemanasan yang cukup sebelum beraktivitas, melakukan aktivitas sesuai proporsi kemampuan tidak *over training/activity*, pendinginan/*cool-down* setelah aktivitas.

E. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini:

1. Bandingkan dan bedakan bagaimanakah struktur *ligament*, *tendon* dan *Fascia*?
2. Berikan contohnya di manakah posisi/letak *ligament*, *tendon*, *aponeurosis* dan *Fascia*.
3. Masing-masing *ligament*, *tendon* dan *Fascia* mempunyai fungsi fisiologis. Berikan contohnya masing-masing *ligament*, *tendon* dan *Fascia* terkait letaknya secara anatomis dan fungsi fisiologisnya.
4. Aktivitas/kontraksi otot dapat menyebabkan terjadinya cedera pada *ligament*, *tendon* dan *Fascia*. Berikan arguemntasi saudara mengapa hal ini dapat terjadi.
5. Berikan contoh peristiwa cedera pada *ligament*, *tendon* dan *Fascia*.
6. Berikan analisis saudara, apakah *ligament*, *tendon* dan *Fascia* merupakan struktur otot yang mampu melakukan proses kontraksi.
7. Bagaimanakah terjadinya pergerakan otot dengan melibatkan adanya origo dan insersio?
8. Setiap terjadinya aktivitas pergerakan otot, selalu melibatkan adanya mekanisme *agonis* dan *antagonis*. Berikan diskripsi mengapa hal tersebut dapat terjadi.

9. Aktivitas pergerakan otot selalu melibatkan lebih dari 2 otot, dan mekanismenya terjadi secara sinergis dan *antagonis*. Mengapa demikian dan berikanlah contohnya.
10. Seorang olahragawan selalu melakukan aktivitas gerakan olah raga secara benar. Apabila pergerakan dilakukan tidak benar, akan mengalami cedera *ligament*. Berikan analisis saudara dalam hal ini.

BAB 2

STRUKTUR JARINGAN OTOT POLOS DAN MEKANISME KONTRAKSI

CAPAIAN PEMBELAJARAN

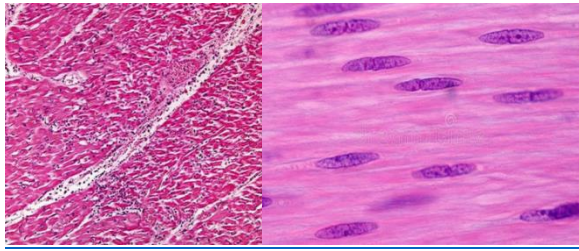
Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mahasiswa mampu mendiskripsikan struktur otot polos.
2. Mahasiswa mampu menelaah mekanisme kimiawi dan fisika kontraksi otot.
3. Mahasiswa mampu menelaah siklus lambat dari jembatan *myosin*.
4. Mahasiswa mampu menelaah mekanisme kontraksi dan relaksasi otot polos.

A. Struktur Jaringan Otot Polos

Struktur jaringan otot merupakan struktur jaringan kompleks dalam sistem tubuh dengan fungsi aktivitas pergerakan. Salah satu sel penyusun jaringan otot adalah sel otot polos. Struktur sel otot polos merupakan sel otot dengan bentuk sel memanjang, kedua ujungnya runcing berbentuk gelendong dan inti sel (*nukleus*) terletak di bagian tengah sel otot. Terdiri dari serat-serat atau benang-benang halus (*myofibril*). Sifat *myofibril* otot polos lebih *homogen* dan lebih kecil daripada *myofibril* serabut otot lurik (Gambar 2.1). Miofibril otot polos mempunyai diameter 1-5 μm dengan panjang sekitar 20-500 μm , panjang sel antara 100-200 μm , dengan ukuran paling panjang mencapai 600 μm .

Struktur sel otot polos tidak ada gambaran garis-garis seran lintang. Otot polos juga dapat melakukan kontraksi seperti halnya otot lurik. Waktu kontraksi otot polos dari 3 sampai 180 detik. *Myofibril* otot polos lebih kecil dibandingkan *myofibril* otot lurik, *retikulum sarkoplasma* kurang berkembang dibandingkan otot lurik. Garis-garis/corak tidak ada, dan tidak ada *sarkomer*, karena *filament* tersusun tidak parallel, sitoplasmanya bersilangan dan bersentuhan dengan membran sel. *Myofibril* otot polos mempunyai komponen protein aktin, *myosin*, dan *tropomyosin* tetapi tidak mempunyai protein *troponin*. *Retikulum sarkoplasmic* tidak berkembang seperti pada otot lurik. Protein *myosin* sebagai pembentuk *filament* tebal berukuran diameter 15-20 nm dan protein aktin sebagai pembentuk *filament* tipis berukuran diameter 6-7 nm, yang terdapat di sekitar *nukleus* dan sebagian besar *sitoplasma*



Gambar 2.1. Struktur jaringan otot polos
Sumber: <https://saintif.com/otot-polos-adalah/>

Sifat kerja jaringan otot polos adalah di luar kesadaran, artinya setiap saat jaringan otot polos tetap bekerja, tanpa ada yang mengendalikan. Berdasarkan sifat/fisiologisnya, adalah lambat dalam menerima dan menanggapi rangsangan, dan bekerja di bawah pengaruh saraf tak sadar. Berdasarkan sifat dan mekanisme kerjanya, jaringan otot polos terletak pada organ-organ dalam. Jaringan otot polos terdapat pada dinding sel pembuluh darah, saluran pencernaan, paru-paru, dan saluran reproduksi, serta saluran ekskresi.

B. Jenis-Jenis Otot Polos

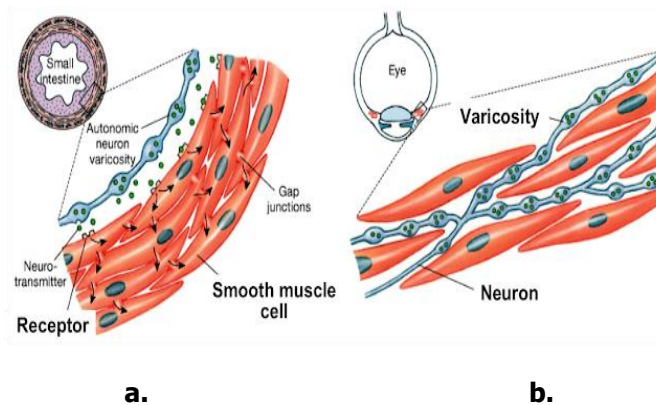
Sel otot polos terdiri dari dua jenis, yaitu: 1) otot polos unit ganda (*multi unit*) dan 2) otot polos unit tunggal (*single unit*), masing-masing jenis otot polos seperti pada penjelasan berikut.

1. Otot polos unit tunggal (*single unit*)

Otot polos unit tunggal merupakan otot polos yang memiliki banyak *myofibril* (Gambar 2.2.a). Setiap *myofibril* tersebut saling berhubungan dan berkontraksi serta *membran* selnya saling melekat satu sama lain, dengan adanya *gap junction* pada tempat yang berbeda, sehingga memudahkan *myofibril* dapat disebarkan ke *myofibril* lainnya.

2. Otot polos unit ganda (*multi unit*)

Otot polos unit ganda merupakan otot polos terdiri dari serabut/*myofibril* yang berbeda-beda (Gambar 2.2.b). Setiap *myofibril* ini bekerja tersendiri tanpa saling berhubungan dan saling berpengaruh dengan *myofibril* pada otot polos lainnya. Contoh otot polos unit ganda adalah otot polos siliaris pada mata, otot piloerektor, kontraksi otot ini menyebabkan rambut (bulu kuduk) berdiri. Kontraksi otot polos unit ganda dipengaruhi oleh rangsangan syaraf simpatis.



Gambar 2.2. a. Jenis otot polos single unit, b. Jenis otot polos multi unit
Sumber: <https://www.biologiedukasi.com/2016/03/mechanisme-kontraksi-otot-polos.html>

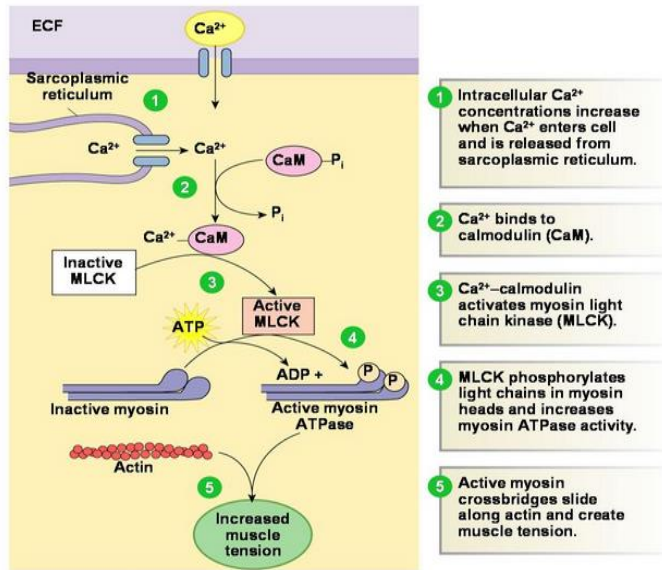
C. Mekanisme Kontraksi dan Relaksasi Otot Polos

Seperti halnya otot lurik, otot polos juga mampu melakukan kontraksi, hal ini disebabkan adanya struktur *filament* dan komposisi protein yang dimiliki miofibrilnya. Berdasarkan komposisi fisikokimiawinya, maka dasar kontraksi otot adanya kandungan protein *aktin* dan *miosin* pada miofibrilnya. Filamen otot polos tidak mempunyai protein *troponin* seperti halnya otot rangka, sehingga mekanisme kontraksinya berbeda dengan kontraksi otot rangka. Filamen *aktin* dan *miosin* pada otot polos saling berinteraksi antara satu partikel protein dengan protein lainnya. *Endomysium* hanya sedikit ditemukan pada otot polos. Proses kontraksi diaktivasi oleh Ca^{+2} dan ATP. Terdapat adanya

protein pengikat kalsium yaitu *calmodulin* (CaCM) yang disebut Kaldesmon, terlibat dalam aktivasi dan deaktivasi pengikatan *myosin* pada filamen.

Otot polos mengandung sub unit *myosin light-chain* yang disebut *p-light chain*, dimana *p-light chain* terdapat dalam bentuk terfosforilasi dan tidak terfosforilasi. Proses fosforilasinya tergantung pada aktivitas protein yang bergantung CaCM yang disebut sebagai *myosin light chain kinase* (MLCK). Tanpa adanya CaCM, otot polos tidak berkontraksi, enzim kinase tidak aktif dan *p-light chain* tidak terfosforilasi. Adapun mekanisme kontraksi otot polos adalah sebagai berikut (Gambar 2.3 dan 2.4).

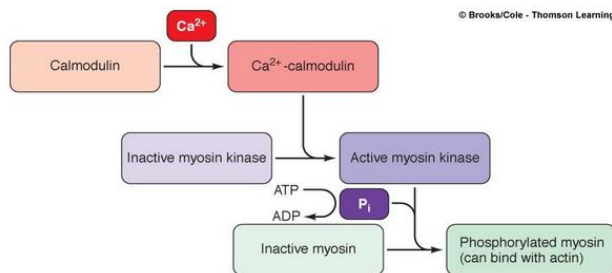
1. Konsentrasi Ca^{+2} intrasel meningkat pada saat Ca^{+2} dilepaskan dari *reticulum sakoplasma*.
2. Ca^{+2} berikatan dengan *Calmodulin* (CaCM), sehingga CaCM yang telah teraktivasi akan mengaktivasi *enzim kinase*.
3. Ca^{+2} + CaCM mengaktivasi *myosin myosin light chain kinase* (MLCK).
4. *Myosin light chain kinase* (MLCK) memfosforilasi ikatan kepala *myosin* sehingga meningkatkan aktivitas *ATP ase myosin*. *Enzim kinase* yang teraktivasi akan mentransfer *fosfat* dari ATP ke *myosin cross bridges* (terbentuk jembatan silang).
5. Jembatan silang yang aktif akan bergeser sepanjang *aktin*. Jembatan silang yang terfosforilasi berinteraksi dengan *aktin* menyebabkan pemendekan *myofibril* (kontraksi).
6. Defosforilasi *myosin* oleh *enzim myosin fosfatase*.
7. Otot polos mengalami relaksasi pada saat Ca^{+2} intrasel mengalami penurunan.



Gambar 2.3. Mekanisme kontraksi otot polos

Sumber: <https://www.austincc.edu/apreview/PhysText/Muscle.html>

Ringkasan mekanisme kontraksi otot polos seperti pada Gambar 2.4:



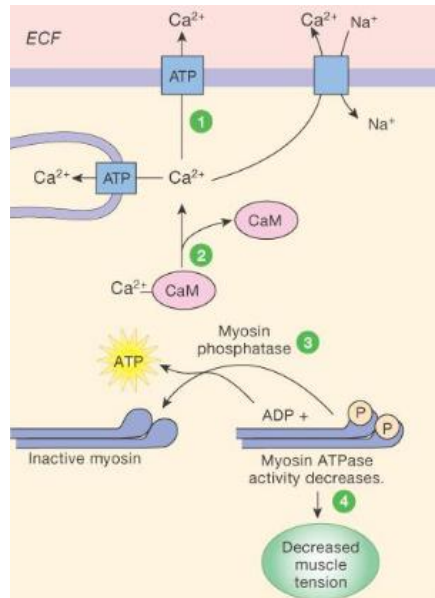
Gambar 2.4. Ringkasan mekanisme kontraksi otot polos

Sumber: <https://www.austincc.edu/apreview/PhysText/Muscle.html>

Mekanisme kontraksi otot polos diikuti dengan mekanisme relaksasi. Adapun mekanisme relaksasi otot polos adalah sebagai berikut (Gambar 2.5).

1. Kadar Ca⁺² bebas di dalam *sitoplasma* menurun pada saat Ca⁺² dipompa ke luar dari sel atau kembali ke dalam *reticulum sarkoplasma*.

2. Ca^{2+} melepaskan ikatan *Calmodulin*.
3. *Myosin fosfatase* melepaskan *fosfat* dari *myosin*, sehingga akan menurunkan aktivitas *myosin ATP ase*.
4. Penurunan ATP ase pada *myosin* mengakibatkan penurunan peregangan otot.



Gambar 2.5. Mekanisme relaksasi otot polos

Sumber: <https://quizlet.com/571190709/smooth-muscle-flash-cards/>

D. Ringkasan

Struktur jaringan otot merupakan struktur jaringan kompleks dalam sistem tubuh dengan fungsi aktivitas pergerakan. Salah satu sel penyusun jaringan otot adalah sel otot polos. Sifat kerja jaringan otot polos adalah di luar kesadaran, artinya setiap saat jaringan otot polos tetap bekerja, tanpa ada yang mengendalikan. Sel otot polos terdiri dari dua jenis, yaitu: 1) otot polos unit ganda (*multi unit*) dan 2) otot polos unit tunggal (*single unit*). Mekanisme kontraksi otot polos diikuti dengan mekanisme relaksasi.

E. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini

1. Diskripsikan struktur sel otot polos, dan bagaimanakah struktur miofibrilnya?
2. Berikan argumentasi saudara, apa yang menyebabkan terjadinya kontraksi dan relaksasi otot polos?
3. Mekanisme fisikokimiawi kontraksi dan relaksasi otot polos merupakan rangkaian peristiwa kontraksi dan relaksasi otot, berikan penjelasan saudara terkait hal tersebut?
4. Bagaimanakah mekanisme kontraksi dan relaksasi otot polos?
5. Otot polos terletak di organ-organ dalam, bekerja di luar kesadaran dengan kontraksi lebih lambat dibandingkan kontraksi otot lurik. Bagaimanakah hal ini dapat terjadi?
6. Mekanisme kontraksi dan relaksasi otot polos memerlukan adanya *enzim*. Berikan penjelasan mengenai peran *enzim* dalam peristiwa tersebut.

BAB 3

STRUKTUR JARINGAN OTOT LURIK DAN MEKANISME KONTRAKSI

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur otot lurik
2. Mahasiswa mampu menganalisis mekanisme kontraksi otot lurik
3. Mahasiswa mampu menganalisis mekanisme biokimiawi kontraksi otot lurik

A. Struktur Jaringan Otot

Jaringan otot merupakan struktur jaringan aktif peka terhadap rangsang, seperti rangsangan listrik, kimia, dan mekanis, sehingga dapat menghasilkan potensial listrik, potensial aksi. Seperti pokok bahasan sebelumnya, bahwa struktur jaringan otot terbagi menjadi struktur jaringan otot lurik (otot skelet), otot polos, otot jantung. Secara histologis terdapat perbedaan struktur antara ketiga jaringan otot tersebut. Adapun secara keseluruhan, struktur jaringan otot dilapisi oleh sebuah lapisan jaringan ikat fibrosa atau yang sering disebut *Fascia*. *Fascia* banyak mengandung serabut-serabut kolagen yang disebut epimisium.

Bagian *epimisium* terdapat tonjolan-tonjolan yang masuk ke jaringan otot disebut perimisium. Struktur *perimisium* mengelilingi satu bundel otot disebut *fasicilus*. Adanya tonjolan-tonjolan perimisium memasuki *fasiculus* yang memisahkan satu sel otot dengan yang lainnya disebut *endomesium*. Pada bagian ujung-ujung otot, epimisium, *perimisium*, dan *endomesium* bersatu membentuk *tendon* berbentuk bulat panjang seperti tali yang melekatkan otot pada *periosteum* tulang.

Ada bagian struktur jaringan otot berbentuk pipih dan lebar disebut *aponeurosis*. *Aponeurosis* ini seperti *tendon*, tetapi berbentuk lebar dan pipih. *Aponeurosis* merupakan salah satu jenis jaringan ikat padat teratur yang tersusun atas serat-serat kolagen berhimpitan secara paralel dan sangat kuat, diantara serat-serat tersebut terdapat sel fibroblast. Struktur *aponeurosis* ini sudah dijelaskan pada pokok bahasan sebelumnya.

Struktur jaringan otot merupakan struktur bangunan selain adanya serabut otot, juga terdapat bagian-bagian pembungkus yang terdapat pada struktur luar sampai dengan struktur dalam serabut otot. Berdasarkan hal inilah, maka penjelasan struktur otot seperti pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 mulai dari struktur luar sampai struktur

dalamnya (secara histologis). Struktur otot sebagai jaringan otot yang merupakan bangunan struktur yang terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. *Epimysium*

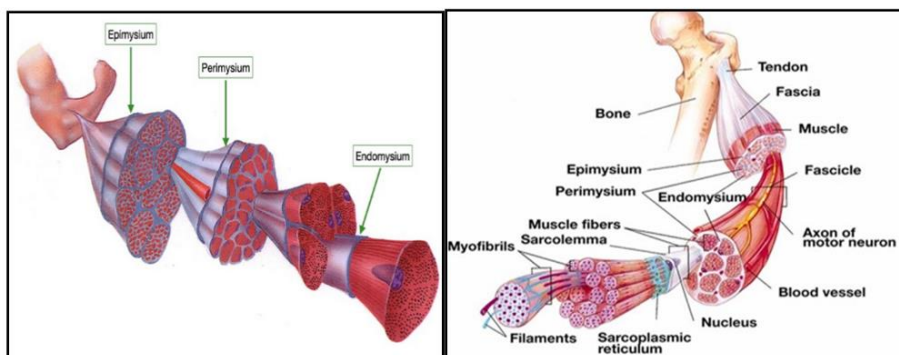
Merupakan lapisan pembungkus terluar, mengelilingi otot, memisahkan otot dari jaringan dan organ sekitarnya. *Epimysium* mengandung pembuluh darah, *limfe* dan serabut saraf.

2. *Perimysium*

Perimysium merupakan pembungkus *fasikulus* otot, terdiri dari serat kolagen dan elastis, mengandung pembuluh darah dan serabut saraf.

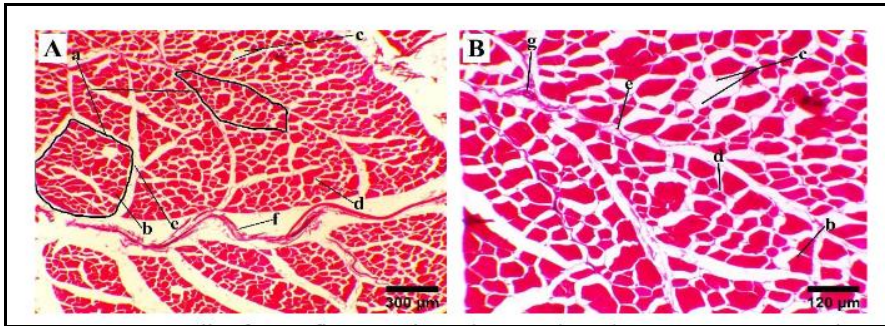
3. *Endomysium*

Merupakan pembungkus serabut otot, terdiri dari jaringan ikat longgar, mengandung pembuluh darah, serabut saraf dan sel-sel satelit. Serat kolagen pada ketiga lapis pembungkus otot bersatu pada ujung otot dan membentuk tautan otot berupa *tendon* atau *aponeurosis*.



Gambar 3.1. Struktur bagian otot (secara anatomis)

Sumber: <https://apki.or.id/lapisan-pembungkus-otot/>



Gambar 3.2 Mikrofotomikrografi otot pewarnaan HE (A) kumpulan *fascikulus* berbentuk seperti mozaik; (B) Struktur *fascikulus* otot; (a) *fascikulus*; (b) serabut otot; (c) sel lemak; (d) *endomysium*; (e) *perimysium*, (f) *epimysium*, (g) pembuluh darah.
Sumber: Amtiran *et al.*, (2021)

B. Struktur Jaringan Otot Lurik

Otot lurik sering disebut sebagai otot rangka atau otot seran lintang. Sesuai dengan namanya, maka otot lurik ini terletak pada tulang (melekat pada tulang), orang awam sering menyebutnya sebagai daging. Tulang merupakan bagian sistem penegak otot rangka, oleh karena itu tulang dapat bergerak karena otot ini dapat melakukan kontraksi. Sehingga sering dikatakan bahwa tulang/rangka sebagai alat gerak pasif sedangkan otot sebagai alat gerak aktif. Berdasarkan letak dan fungsinya, bahwa otot lurik/otot seran lintang ini bersama-sama dengan tulang saling bersinergi dan membentuk sistem muskuloskeletal. Pergerakan otot rangka ini terjadi karena ada kontrol dari sistem syaraf pusat, sehingga kontraksi otot lurik terjadi secara *volunter* (bekerja di bawah kontrol kesadaran). Dalam melakukan proses kontraksi, otot lurik menggunakan sekitar 25% konsumsi O₂ pada saat beristirahat dan dapat meningkat 20 kali lipat selama berolahraga.

Struktur tubuh manusia terdiri dari otot, sekitar 40% berat dari tubuh, tubuh manusia memiliki sekitar 600 otot rangka. Sel otot lurik/rangka/seran lintang terdiri dari serabut-serabut/serat otot (*fiber*) yang disebut *myofibril*. *Nukleus*/inti sel terletak di bagian tepi. Secara histologis, jaringan otot lurik memiliki corak/*striated*, hal ini disebabkan

karena adanya garis/pita gelap terang bergantian yang terletak berselang-seling. Gambaran garis-garis terang gelap ini disebabkan adanya *filament-filament* protein yaitu protein aktin (menunjukkan gambaran tipis), *myosin* (menunjukkan gambaran tebal), dan *actomyosin*. Secara histologis struktur otot rangka merupakan serabut serat panjang berbentuk silindris, dengan diameter serat 10-100 µm dan panjangnya 100 µm dapat juga mencapai 30 cm (Gambar 3.1).

Otot lurik mempunyai peran penting dalam melakukan suatu pergerakan, dengan salah satu ujung otot lurik terletak/melekat pada suatu bagian yang tidak bergerak (*origo*) dan pada ujung lain dengan perlekatan pada bagian yang tidak bergerak (*insersio*). Cara perlekatan otot lurik pada rangka menggunakan tendo atau *aponeurosis*, contohnya yaitu otot *biceps* dan *triceps*, yang terletak di bagian lengan (tulang *humerus*). Bagian tengah otot (badan otot) sering disebut *Belly*. *Tendon* pada pangkal tidak menggerakkan tulang (bersifat *origo*) dan pada ujung menggerakkan tulang (bersifat *insersio*).

C. Bagian-Bagian Otot Lurik

Struktur jaringan otot lurik terdiri dari berbagai bagian, masing-masing bagian tersebut mempunyai fungsi fisiologis dalam proses kontraksi otot. Adapun bagian-bagian otot lurik adalah sebagai berikut, dengan adanya Gambar 3.3. dan Gambar 3.4.

1. Myofibril

Merupakan struktur *myofibril* (serabut otot) tampak adanya terdiri dari *filament-filament* atau disebut sebagai *miofilamen*. Miofilamen ini mengandung komponen protein yang berhubungan dengan proses kontraksi otot. Adapun protein tersebut adalah protein aktin (menunjukkan gambaran tipis), *myosin* (menunjukkan gambaran tebal), dan *actomyosin*. Setiap ujung *myofibril* berikatan dengan permukaan dalam *sarkolemma*, apabila *myofibril* memendek, maka

otot akan memendek dan terjadi kontraksi. Dalam satu *myofibril* terdapat sekitar 100.000 *sarkomer* yang tersusun dari ujung ke ujung.

2. Sarkolemma

Sarkolemma merupakan membran sel mengelilingi *sarkoplasma*, dengan organela sel sama dengan *organela* sel lainnya. *Sarkolemma* disebut juga miolemma merupakan membran sel otot lurik terdiri dari lapisan tipis berbahan *polisakarida* dan mengandung serat kolagen. Sel otot lurik banyak mengandung *myoglobin*, yaitu suatu protein yang dapat menyimpan O₂ di dalam sel sehingga oksigen tersebut dapat digunakan dalam proses metabolisme, oleh karena itu *myoglobin* sering disebut sebagai *oxygen-binding* protein.

3. Retikulum sarkoplasma

Merupakan retikulum *sarkoplasma retikulum sarkoplasmik* atau disebut juga *retikulum endoplasmik* terletak di dalam *sarkoplasma* serat otot. Mekanisme kontraksi otot dipengaruhi oleh adanya *retikulum sarkoplasmik* ini. Semakin banyak keberadaan retikulum sarkoplasmik, maka mekanisme kontraksi otot akan semakin cepat. Retikulum sarkoplasmik menyimpan Ca⁺² saat otot berada dalam keadaan istirahat. Jika distimulasi untuk berkontraksi maka kalsium akan dilepaskan ke *sarkoplasma*. Pada membran retikulum *sarkoplasma* terdapat pompa Ca⁺² yang berfungsi untuk memompa kalsium kembali ke *retikulum sarkoplasma* setelah otot berkontraksi.

4. Sarkoplasma

Merupakan sitoplasma otot yang terdiri dari miofibril dan "terpendam" dalam serat otot di dalam suatu matriks. Adanya berbagai kandungan senyawa kimia yaitu *kalium*, *magnesium*, *fosfat*, *enzim-enzim*, protein, serta *mitokondria* dalam jumlah banyak. Oleh karena itu serabut otot bergaris pada saat kontraksi memerlukan energi, disekitarnya terdapat banyak pembuluh kapiler darah, serta adanya *mitochondria* dalam jumlah besar. *Mitochondria* yang terletak

pada *sarkoplasma* mengandung berbagai *enzim* respirasi penting untuk melakukan *metabolisme*. Adanya kandungan *pigmen* protein yang disebut *myoglobin*.

5. **Nukleus**

Nukleus sel otot lurik berbentuk bulat panjang, jumlah inti banyak, terletak di tepi dan sejajar dengan *sarkolema*. *Nukleus fibroblast* di dalam *endomysium* terletak di luar permukaan serabut otot.

6. **Garis melintang gelap terang**

Otot lurik mempunyai penampang yang tampak adanya garis-garis terlihat seperti pita dengan gambaran gelap dan terang. Pemeriksaan di bawah sinar polarisasi pita warna gelap dan terang tampak saling melintang. Pita gelap disebut pita A (*Anisotropik*), dan pita terang disebut pita I (*Isotropik*). Di tengah-tengah pita I tampak adanya garis gelap dan tipis disebut sebagai garis Z. Sedangkan di tengah-tengah pita A tampak adanya garis terang dengan ukuran lebih lebar disebut pita H.

7. **Sarkomer**

Merupakan satu bagian unit *myofibril* terletak diantara garis Z sampai garis Z berikutnya, panjangnya 2-3 mm. Sarkomer merupakan satu unit kontraktile otot bergaris. Pada waktu kontraksi otot, satu unit sarkomer akan memendek kira-kira setengahnya saat otot dalam keadaan relaksasi. *Sarkomer* mempunyai sepasang *filament* yang mengandung protein tampak garis tebal disebut *myosin* dan protein tampak garis tipis disebut *actin*.

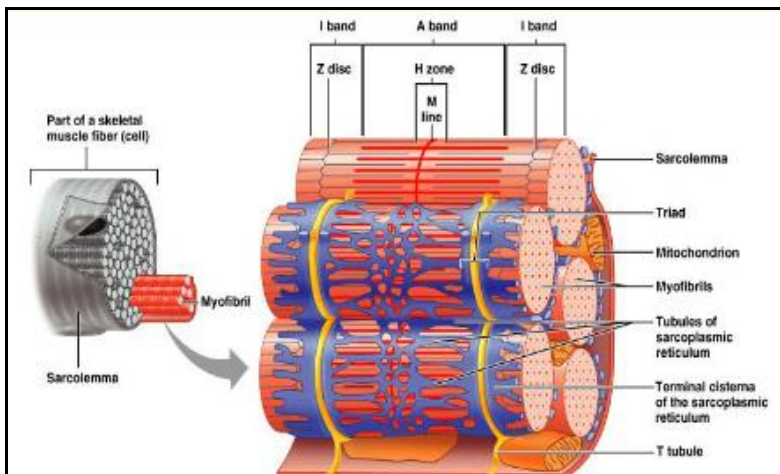
8. **Filament actin**

Merupakan *miofilament* tipis membentuk *heliks* ganda, terletak sepanjang *miofilament*, terikat pada salah satu ujung *sarkomer*. Pita F *aktin* tersusun dari unit tunggal G atau *globular actin*, (*monomer aktin* G) yang masing-masing mempunyai sisi aktif. Pita lurus F atau *fibrous*

actin mempunyai tempat pengikatan. *Actin site* dapat berikatan dengan *miosin* selama kontraksi otot. *Tropomiosin* adalah suatu protein yang panjang, yang membelit sepanjang lekukan *heliks* ganda *aktin* F. Masing-masing *tropomiosin* menutupi 7 *aktin* pada sisi aktif. Kejadian pada filamen tipis dapat diringkas sebagai berikut: pertama adanya kalsium bebas pada *sarkoplasma*, *tropomiosin* menutupi *miosin binding sites* pada *aktin*. Adanya kalsium di dalam *sarkoplasma* menyebabkan pengikatan kalsium di dalam sakoplasma menyebabkan pengikatan kalsium pada Tn-C. Akibatnya adalah perubahan *konformasi* pada *tropopin* menggerakkan molekul *tropomiosin* yang terikat, bergerak lebih ke dalam ke luar alur heliks dari F-*aktin*, membuka penutup *miosin binding sites* pada G-*aktin*. Tereksposnya tempat pengikatan ini kemudian menyediakan interaksi 8 dengan kepala *miosin*. Pembuangan kalsium dari *sarkoplasma* mempertahankan keadaan konformasi asli dari *troponin* dan *tropomiosin*, mencegah interaksi antara *aktin* dan *miosin*, sehingga menyebabkan kondisi istirahat.

9. **Filament myosin**

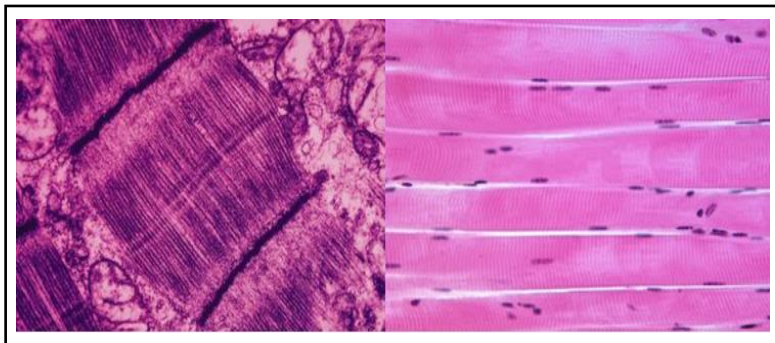
Kebanyakan molekul *miosin* berbentuk memanjang seperti tongkat golf. Masing-masing miofilamen mengandung sekitar 500 *miosin*. *Myosin* terbuat dari dua sub unit yang identik, melilit bersamamem bentuk bagian batang yang terletak paralel terhadap miofilamen *miosin* dan dua kepala yang memanjang ke samping. Area pusat tanpa mengandung *cross bridges* disebut daerah kosong (*bare Zone*). *Myosin* tersusun dari daerah *fibrous* dan *globuler*. Miosin merupakan protein dengan berat molekul sebesar kDa, membentuk filamen tebal dan menghidrolisis ATP. *Myosin* berinteraksi dengan F *aktin* untuk menghasilkan pergeseran filamen saat berkontraksi.



Gambar 3.3. Struktur anatomi otot lurik

Sumber:

http://eprints.undip.ac.id/50763/3/Nur_Azizah_Intan_P.I_22010112110049_Lap.KTI_Bab2.pdf



Gambar 3.4. Struktur jaringan otot lurik

Sumber:

http://file.upi.edu/Direktori/FPOK/JUR._PEND._KESEHATAN_&_REKREASI/PRODI._IL_MU_KEOLAHRAGAAN/198007212006042-IMAS_DAMAYANTI/Jaringan_Otot.pdf

D. Mekanisme Kontraksi Otot Lurik

Proses/mekanisme pergerakan/kontraksi pada otot lurik/seran lintang dapat diamati dan dipelajari menggunakan mikroskop elektron dan difraksi sinar X sesuai hasil penemuan Hansen dan Huxly (1955) mengemukakan teori kontraksi otot yang disebut model *sliding filaments*. Model *sliding filament* didasarkan adanya perubahan partikel protein aktin dan miosin. Partikel aktin dan *myosin* ini merupakan partikel

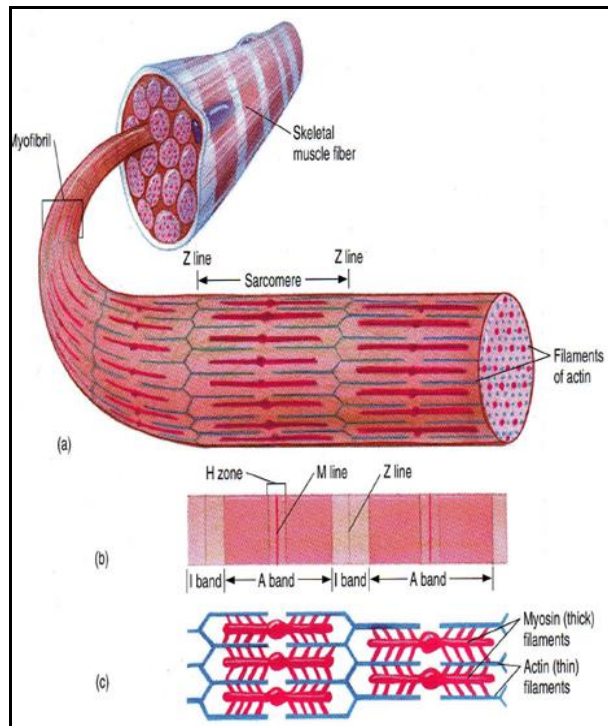
protein yang terdapat dalam struktur jaringan otot lurik. Dasar konseptual model *sliding filament* ini adalah bahwa kontraksi didasarkan adanya dua set *filament* di dalam sel otot kontraktil yaitu *filament actin* dan *filament myosin*. Rangsangan yang diterima oleh asetilkolin menyebabkan aktomiosin mengerut (berkontraksi), dengan prosesnya memerlukan energi.

1. Struktur filament aktin dan miosin

Setiap serabut otot (*myofbril*) terdiri atas satuan-satuan kontraktil yang disebut *sarkomer*. Garis horizontal tebal merupakan *filament* tebal dan garis tipis merupakan *filament* tipis. Setiap sarkomer dibatasi oleh dua buah garis/pita/band Z, pada tengah-tengah *sarkomer* terdapat garis/pita/band bagian saling tumpang tindih yang disebut garis/pita/band A. Tepat di tengah-tengah garis/pita/band A terdapat bagian yang hanya terdapat *filament* tebal saja yang disebut zona H, dan di tengah-tengah zona H terdapat garis M (tidak ada pada gambar di atas). Pada bagian ujung sarkomer terdapat bagian yang hanya terdiri dari filamen tipis dan garis Z, bagian ini disebut pita I.

Satu unit *sarkomer* terdiri dari garis gelap disebut zona Z, sedangkan garis terang disebut zona H. Garis gelap atau zona Z merupakan bagian tumpang-tindih dua molekul protein *filament* otot, yaitu aktin dan miosin. Protein otot yang tersusun atas aktin dan miosin disebut aktomiosin. *Filament* aktin tampak lebih tipis dari pada filamen miosin. Filamen aktin tersusun atas monomer aktin dan berkedudukan sejajar memanjang. Sedangkan, *filament myosin* merupakan *filament* tebal dan memanjang yang memiliki "kepala" untuk membuat perlekatan. Seperti penjelasan pada pokok bahasan sebelumnya, bahwa *filament* aktin dan *myosin* pada jaringan otot lurik akan mengalami perubahan. Saat terjadinya kontraksi otot, maka *filament* aktin akan bergerak diantara *myosin* ke dalam zona H (zona

H merupakan bagian miofibril terang di antara 2 pita gelap). Pada saat serabut otot memendek yang tetap ukuran panjangnya ialah ban A (pita gelap), sedangkan ban I (pita terang) dan zona H bertambah pendek pada waktu kontraksi seperti gambar 3.5 :

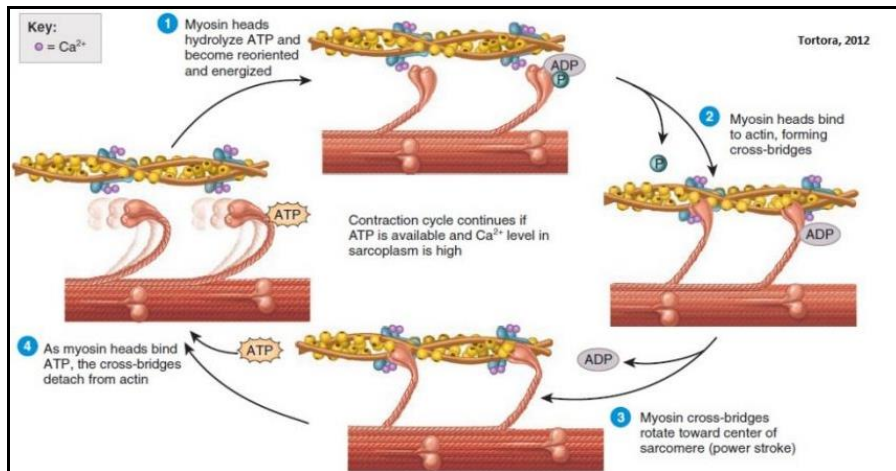


Gambar 3.5. Struktur serabut otot dan bagian komponen *actin* dan *myosin*
 Sumber: <http://biomedica.begotsantoso.com/teori-biologi/mekanisme-kontraksi-otot-2>

2. Mekanisme kontaksi otot "*sliding filament*"

Pada bagian ujung *filament myosin* dapat mengikat *Adenosin Triphosphate* (ATP) dan menghidrolisisnya menjadi *Adenosin Diphosphate* (ADP). Selanjutnya energi dilepaskan dengan cara memotong pemindahan ATP ke filamen miosin yang berubah bentuk ke konfigurasi energi tinggi. *filament myosin* berenergi tinggi ini kemudian mengikatkan diri pada kedudukan tertentu pada aktin membentuk jembatan silang. Selanjutnya energi pada *filament myosin* dilepaskan, dan ujung *myosin* beristirahat dengan energi rendah. Pada saat inilah terjadi proses relaksasi. Relaksasi ini mengubah sudut

perlekatan ujung *myosin* menjadi *myosin* ekor. Ikatan antara *myosin* energi rendah dan aktin terpecah ketika molekul baru ATP bergabung dengan ujung *myosin*, kemudian siklus tadi berulang lagi. Adapun ringkasan siklusnya terdapat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6. Mekanisme *sliding filament* kontraksi otot lurik

Sumber: <https://pak.pandani.web.id/2016/09/mechanism-kontraksi-otot.html>

Secara ringkas tahapan kontraksi otot lurik dapat dijelaskan sesuai dengan tahapan sebagai berikut.

1. Adanya aksi potensial yang dihantarkan pada sepanjang saraf dan berakhir pada bagian membran sel otot.
2. Bagian ujung syaraf dilepaskan zat *neurotransmitter* berupa *asetilkolin*.
3. Senyawa *asetilkolin* akan bekerja pada bagian membran *myofibril* (serabut otot) dan akan membuka "pintu" (*gate*) *Natrium*.
4. Adanya *ion Natrium* dalam jumlah relatif banyak akan memulai terjadinya aksi potensial pada membran otot lurik.
5. Peristiwa aksi potensial akan dihantarkan sepanjang membran otot sebagaimana yang terjadi pada membran syaraf.

6. Aksi potensial yang terjadi pada membran otot lurik akhirnya akan sampai pada bagian tengah otot yang akan menstimulasi *retikulum sarkoplasma* melepaskan ion Kalsium.
7. Adanya ion Kalsium akan berikatan dengan *troponin-C*, dan hal ini merupakan awal ikatan antara aktin dengan *myosin*.
8. Adanya ikatan antara aktin dan *myosin* menyebabkan kedua *filament* ini saling menarik ke arahtengah (*sliding filament mechanism*) dan inilah yang peristiwa kontraksi otot.
9. Setelah beberapa waktu, ion Kalsium akan dipompa kembali ke dalam retikulum *sarkoplasma*, lalu terjadi pelepasan ikatan antara aktin dan *myosin* (relaksasi).

E. Ringkasan

Jaringan otot merupakan struktur jaringan aktif peka terhadap rangsang, seperti rangsangan listrik, kemis, dan mekanis, sehingga dapat menghasilkan potensial listrik, potensial aksi. Struktur jaringan otot merupakan struktur bangunan selain adanya serabut otot, juga terdapat bagian-bagian pembungkus yang terdapat pada struktur luar sampai dengan struktur dalam serabut otot. Struktur otot sebagai jaringan otot yang merupakan bangunan struktur yang terdiri dari beberapa bagian yaitu: 1) *epimisium*, 2) *perimisium*, 3) *endomysium*.

Dalam struktur jaringannya otot lurik sering disebut sebagai otot rangka atau otot seran lintang. Otot lurik ini terletak pada tulang (melekat pada tulang) yang disebut daging, otot lurik mempunyai peran penting dalam melakukan suatu pergerakan. Struktur jaringan otot lurik terdiri dari berbagai bagian diantaranya 1) *miofibril*, 2) *sarkolemma*, 3) *retikulum sarkoplasma*, 4) *sarkoplasma*, 5) *nukleus*, 6) garis melintang gelap terang, 7) *sarkomer*, 8) *filamen aktin*, 9) *filamen miosin*.

Mekanisme dalam kontraksi otot luring disebut sliding filaments yang didasarkan adanya perubahan partikel protein aktin dan miosin.

F. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini.

1. Diskripsikan struktur jaringan (histologis) otot lurik/seran lintang.
2. Adanya endomisium, perimisium dan epimisium merupakan struktur penting pada otot lurik. Berikan argumentasi saudara terhadap bagian-bagian ini.
3. Apa yang dapat saudara temukan saat mengamati struktur jaringan otot pada penampang melintang dan penampang membujur? Berikan perbedaannya.?
4. Mengapa pada miofibril otot lurik terdapat pita/garis/band A, Z, H, dan I?
5. Garis-garis tersebut (pada soal nomor 2) digunakan untuk apa sajakah?
6. Protein aktin dan miosin sangat penting dalam proses kontraksi otot. Berikan diskripsi saudara terkait kedua protein ini?
7. Mekanisme *sliding filament* kontraksi otot lurik sangat spesifik dan unik. Berikan analisis saudara mengapa mekanisme *sliding filament* bisa terjadi?
8. Terjadinya kontraksi dan relaksasi otot dipengaruhi karena adanya energi ATP. Berikan penjelasan terkait ATP dalam mekanisme kontraksi otot lurik.
9. Peristiwa *sliding filament* melibatkan adanya ion Natrium dan Kalsium. Berikan diskripsi saudara bagaimanakah peran kedua ion tersebut?
10. Kontraksi otot lurik melibatkan peran syaraf dalam hal ini. Berikan penjelasan saudara mengenai hal ini.?

BAB 4

STRUKTUR JARINGAN OTOT JANTUNG DAN MEKANISME KONTRAKSI

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur otot Jantung
2. Mahasiswa mampu menganalisis mekanisme kontraksi otot Jantung
3. Mahasiswa mampu menganalisis mekanisme biokimiawi kontraksi Jantung

A. Struktur Jaringan Otot Jantung

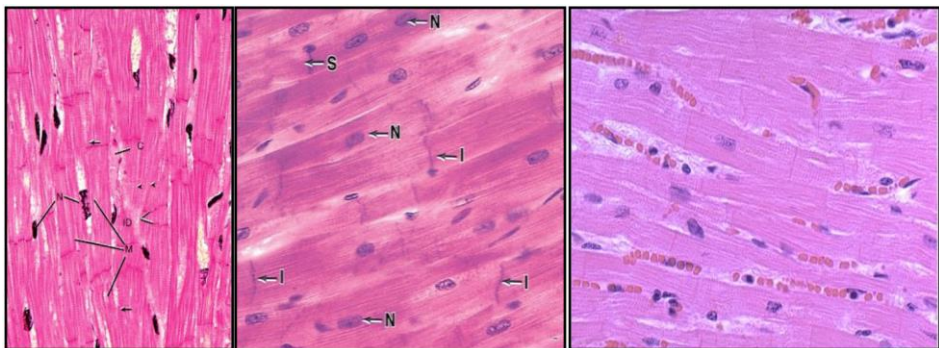
Otot jantung merupakan otot penyusun dinding organ jantung. Otot jantung meliputi sel-sel *cardiomyocyte* atau sel otot *myocardiocyteal*. Struktur otot jantung disebut sebagai *myocardium*. Otot jantung mempunyai sifat kontraksi tidak sadar, karena tidak dipengaruhi perintah sistem syaraf pusat otak. Struktur jaringan otot jantung terdiri dari serabut otot jantung yang bercabang-cabang (*diskus interkalatus*). Pada bagian diskus *interkalatus* merupakan jaringan yang terdiri dari membran sel, *desmosoma* dan *gap junction* sehingga memungkinkan terjadinya eksitasi satu sel ke sel lain menyebar secara cepat.

Diskus interkalatus berfungsi sebagai tempat perlekatan antar sel, sehingga strukturnya menjadi lebih kuat untuk dapat meneruskan tarikan antar sel dan komunikasi listrik antar sel yang saling berdekatan. *Nukleus* sel otot jantung berjumlah 1-2 terletak di bagian tengah (sentral). Barisan sel-sel jantung saling berhubungan membentuk seperti serat-serat. Struktur sel otot jantung terdapat struktur protein kontraktile sama dengan otot lurik/otot seran lintang/skelet. T-tubules pada sel otot jantung memiliki ukuran yang lebih besar dengan jumlah yang lebih banyak. Jumlah mitokondria 40% dari volume sitoplasma (jumlahnya lebih banyak dibandingkan otot lurik/skelet).

Berdasarkan uraian struktur otot jantung pada paragraf tersebut di atas, maka seringkali dinyatakan bahwa struktur otot jantung merupakan gabungan dari otot polos dan otot lurik/seran lintang. Ketiganya mempunyai struktur dan sifat mirip antara sifat dan strukturnya. Struktur jaringan otot lurik/seran lintang mempunyai kemiripan dengan struktur jaringan otot jantung. Kedua struktur otot jantung dan otot lurik/seran lintang mempunyai struktur adanya garis-garis gelap terang. Ada sedikit perbedaan, pada struktur jaringan otot jantung mempunyai diskus interkalatus sedangkan otot lurik/seran lintang tidak mempunyai diskus

interkalatus. Struktur jaringan jaringan otot jantung mempunyai nukleus terletak di tengah seperti letak nukleus otot polos sedangkan nukleus struktur otot lurik terletak di tepi.

Berkaitan dengan sifat kerjanya, struktur otot jantung, otot lurik/otot seran lintang dan otot polos mempunyai kemiripan. Ada perbedaan mendasar dalam hal ini, yaitu struktur jaringan otot jantung dan otot polos bekerja di luar kesadaran (*involunter*) sedangkan struktur jaringan otot lurik/seran lintang bekerja di bawah kesadaran (*volunter*). Otot polos dan otot jantung bekerja tanpa lelah tanpa beristirahat, hal ini disebabkan sel otot jantung memiliki sejumlah mitokondria. Adapun struktur otot jantung seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Struktur sel otot jantung (N= *nucleus*; M= serat otot; D= *duktus interkalatus*; C= kapiler)

Sumber: <http://selotiprednote.blogspot.com/2011/02/sifat-dan-histologi-ototjantung.html>

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka ciri spesifik otot jantung adalah sebagai berikut: a) Mempunyai nukleus terletak di bagian tengah bentuk memanjang, b) *Myofibril* mempunyai panjang 50-100 μm , diameter kurang lebih 14 μm , c) Kontraksi otot jantung di luar kesadaran, tidak dipengaruhi sistem syaraf pusat, d) Serabut pada otot jantung berupa sarkolema terdiri dari miofibril-miofibril, e) Jumlah miofibril otot jantung sekitar 1500 *filament*, f) Aktivitas kerja terus menerus, g) Sel jantung mempunyai 1 dan 2 inti sel ada beberapa sel

yang mempunyai nukleus 3-4 buah, h) Berbentuk silindris, mempunyai diskus *interkalatus*, i) *Inervasi* otot jantung dipengaruhi sistem syaraf otonom yaitu sistem syaraf simpatik dan syaraf parasimpatik, j) Mempunyai diskus *interkalatus*, sering disebut jembatan antara, k) Mempunyai serabut bercabang-cabang dengan pita-pita gelap terang.

Fungsi otot jantung merupakan struktur jaringan penting bagi tubuh. Beberapa fungsi otot jantung sebagai berikut: a) Memompakan darah dari jantung ke seluruh tubuh, b) Sel-sel otot jantung berkontraksi, c) Membersihkan tubuh dari hasil metabolisme atau karbondioksida, d) Berkontraksi dan relaksasi. Mekanisme kontraksi sel otot jantung dapat memberikan fungsi fisiologi yang beragam sel otot jantung dalam proses metabolisme tubuh.

B. Mekanisme Kontraksi Sel Otot Jantung

Mekanisme kontraksi sel-sel otot jantung dapat terjadi akibat terjadinya potensial aksi yang dihantarkan di sepanjang membran sel otot jantung. Organ jantung dapat mengalami kontraksi secara ritmis yang diakibatkan karena adanya penjalaran impuls listrik yang dibangkitkan oleh organ jantung itu sendiri yang disebut "*autorhythmicity*". Sifat sel otot jantung terdapat dua jenis khusus, yaitu sel kontraktil dan sel otoritmik. Kedua jenis sel ini mempunyai sifat fisiologis yang berbeda.

Adapun mekanisme kerja fisiologis sel-sel kontraktil akan melakukan kerja mekanis, yaitu memompa darah. Mekanisme kerja fisiologis sel-sel otoritmik akan mencetuskan dan menghantarkan potensial aksi, dan hal ini akan bertanggung jawab untuk kontraksi selsel pekerja. Ada perbedaan pada sel-sel otot rangka dengan sel otot jantung. Hal ini dibedakan bahwa sel otot rangka memiliki potensial membran istirahat, tetapi sel otot jantung tidak mempunyai potensial membran istirahat. Kondisi ini disebabkan karena adanya aktivitas

"*pacemaker*" (pacu jantung). *Pacemaker* jantung berupa proses depolarisasi yang diikuti oleh proses potensial aksi, apabila potensial membran tersebut telah mencapai batas ambang tetap. Oleh karena itu timbulah potensial aksi secara berkala, hal ini akan tersebar ke seluruh organ jantung sehingga menyebabkan jantung dapat berdenyut secara ritmis/teratur tanpa adanya rangsangan melalui saraf.

Proses pembentukan potensial aksi pada otot jantung memiliki mekanisme yang sama pada potensial aksi otot rangka. Potensial istirahat aksi otot jantung berkisar 105 milivolt. Nilai ini meningkat dari membran istirahat yang awalnya sebesar - 85 milivolt. Peningkatan sebesar 20 milivolt ini akan membentuk sebuah gelombang paku (*spike*) yang disebabkan oleh masuknya ion Na ke dalam sel melalui kanal cepat natrium. Kanal ini membuka dan menutup dengan sangat cepat selama sehingga menyebabkan intrasel menjadi lebih positif.

Sel otot jantung bersifat autoritmik yaitu sebagai otot yang mempunyai daya rangsang untuk dirinya sendiri, sehingga menyebabkan aksi potensial yang spontan yang menyebabkan proses kontraksi. Adanya aksi potensial akan menimbulkan depolarisasi membrane serat otot dan berjalan lebih dalam ke dalam serat otot pada tempat dimana potensial aksi dapat mendepolarisasi *sarkolema* dan sistem tubulus T, sehingga ion kalsium dari cairan ekstrasel masuk.

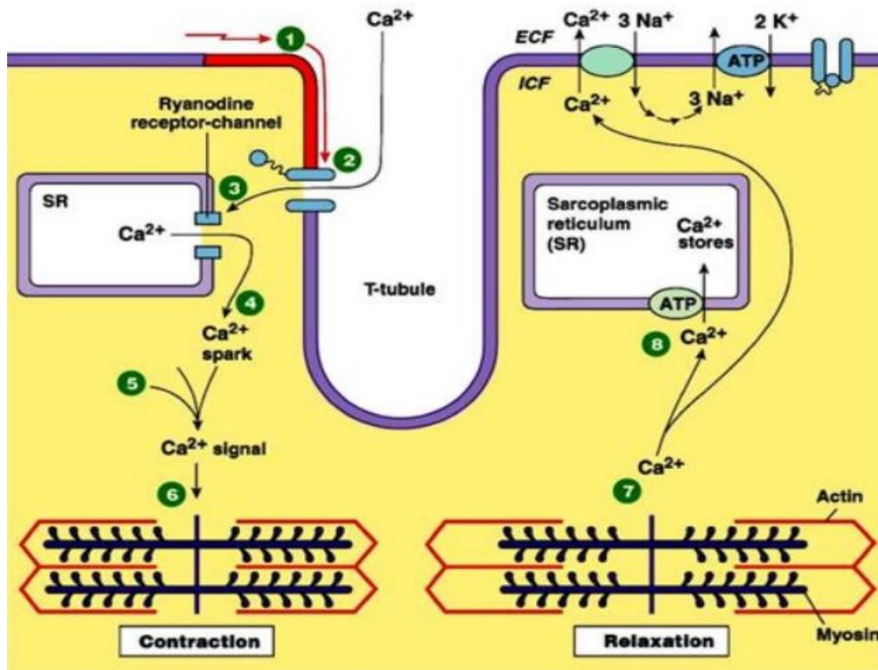
Potensial aksi juga menyebabkan *reticulum sarkoplasma* melepaskan sejumlah besar ion kalsium kedalam *myofibril*. Adanya ion kalsium dalam jumlah besar, efek penghambatan *troponin/tropomiosin* terhadap *filament* yang akan dihambat. Adanya peningkatan ion kalsium maka akan meningkatkan gabungan kalsium troponin. Kompleks *troponin* akan mengalami perubahan bentuk yang menarik molekul *tropomiosin* dan memindahkannya lebih dalam kelekukan antara dua untaian aktin. Sehingga bagian aktif dari aktin tidak tertutupi. Setelah *filament* aktin menjadi teraktivasi oleh ion-ion kalsium, kepala jembatan

penyebrangan dari *filament myosin* menjadi tertarik ke bagian aktif *filament* aktin.

Setelah kepala jembatan penyeberangan melekat pada bagian aktif menimbulkan kekuatan *intramolekuler* yang akan menyebabkan kepala miring ke arah lengan dan menarik filament aktin (*power stroke*) segera setelah kepala miring secara otomatis terlepas dari bagian aktif kembali ke arah normal. Kemudian kepala akan berkombinasi bagian aktif yang baru sepanjang *filament* aktin, kemudian kepala miring lagi untuk menimbulkan *power stroke* baru, sehingga kepala jembatan penyebrangan membelok ke depan dan ke belakang berjalan sepanjang *filament* aktin, menarik ujung filament aktin ketengah filament *myosin* sehingga terjadi kontraksi. Proses tersebut akan berlangsung terus sampai *filament* aktin menarik *membrane Z* menyentuh ujung akhir filament *myosin*. Kontraksi akan terus berlangsung sehingga lebih memendekkan panjang *sarkomer* ujung-ujung *filament myosin* menjadi kusut dan kekuatan kontraksi menurun dengan cepat. Mekanisme kontraksi otot jantung seperti pada Gambar 4.2.

C. Mekanisme Relaksasi Otot Jantung

Ion Ca^{2+} yang kembali ke retikulum *sarkoplasma* meningkat. Ca^{2+} keluar dari sel lewat *sarkoplasma*, fasilitas pemasukan Ca^{2+} dalam *sarkoplasma* menurun. Menurunnya ion Ca^{2+} yang berikatan dengan *troponin C*. Meningkatnya kompleks *troponin/ tropomiosin* akan menutupi bagian aktif dari filament aktin sehingga menghambat aktin dan *myosin* berkontraksi. Menyebabkan aktin *myosin* relaksasi.



Gambar 4.2. Mekanisme kontraksi otot jantung

Sumber: <https://www.biologiedukasi.com/2016/03/mekanisme-kontraksiotot-jantung.html>

D. Penggunaan Energi

Energi yang digunakan pada proses kontraksi. Kebanyakan energi dibutuhkan untuk menjalankan mekanisme pembentukan *power stroke* untuk berkontraksi. Sebagian kecil energi digunakan untuk: a) Memompa ion Ca dari *sarkoplasma* ke dalam *retikulum sarkoplasma* setelah kontraksi berakhir, b) Memompa ion Na dan K melalui membran untuk mempertahankan lingkungan yang ionik untuk pembentukan aksi potensial. Energi yang digunakan untuk kontraksi otot adalah ATP. ATP ini terdapat pada kepala jembatan penyebrangan. Sebelum digunakan ATP dipecah menjadi ADP dan P inorganik. ADP yang sudah digunakan dengan segera akan mengalami *refosforilasi* untuk membentuk ATP baru. Ada sumber energi untuk *refosforilasi* yaitu:

1. Sumber energi utama yang digunakan untuk menyusun kembali ATP adalah creatinin phospat, yang membawa ikatan phospat berenergi

tinggi yang serupa dengan ATP. *Creatinin phospat* segera dipecahkan dan pelepasan energi menyebabkan terikatnya sebuah ion *phospat* baru pada ADP untuk membentuk ATP.

2. Sumber energi yang lain yang digunakan untuk menyusun kembali *creatinin phospat* dan ATP adalah Glikogen yang sudah disimpan dalam otot. Pemecahan glikogen secara enzimatis menjadi asam piruvat dan asam laktat yang berlangsung cepat akan membebaskan energi yang digunakan untuk mengubah ADP menjadi ATP dan untuk membentuk kembali penyimpanan kreatinin *phospat*.
3. Sumber energi dari metabolisme oksidatif dengan mengkombinasikan O_2 dan bahan makanan seluler untuk membebaskan ATP.

E. Ringkasan

Otot jantung merupakan otot penyusun dinding organ jantung. Otot jantung meliputi sel-sel *cardiomyocyte* atau sel otot *myocardiocyteal*. Struktur otot jantung merupakan gabungan dari otot polos dan otot lurik/seran lintang. Ketiganya mempunyai struktur dan sifat mirip antara sifat dan strukturnya. Fungsi otot jantung merupakan struktur jaringan penting bagi tubuh. Beberapa fungsi otot jantung sebagai berikut: a) Memompakan darah dari jantung ke seluruh tubuh, b) Sel-sel otot jantung berkontraksi, c) Membersihkan tubuh dari hasil metabolisme atau karbondioksida, d) Berkontraksi dan relaksasi.

Mekanisme kontraksi sel-sel otot jantung dapat terjadi akibat terjadinya potensial aksi yang dihantarkan di sepanjang membran sel otot jantung. Energi dibutuhkan untuk menjalankan mekanisme pembentukan power stroke untuk berkontraksi. Energi yang digunakan untuk kontraksi otot adalah Adenosina trifosfat/ATP.

F. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini.

1. Struktur jaringan otot jantung dan otot lurik/seran lintang terdapat persamaan dan perbedaan. Berikan diskripsi persamaan dan perbedaan.
2. Adanya pacemaker pada organ jantung, maka menyebabkan terjadinya gerakan ritmis pada sel otot jantung.
3. Adanya sumber energi untuk refosforiliasi pada saat penggunaan energi untuk kontraksi otot jantung. Berikan diskripsi penggunaan energi kontraksi otot jantung.
4. Apa yang terjadi adanya potensial aksi pada miofibril pada sel otot jantung.
5. Berikan diskripsi peran ion Calsium, Natrium dan Kalium dalam peristiwa kontraksi otot jantung.

BAB 5

MEKANISME KELELAHAN OTOT

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mahasiswa mampu mendiskripsikan aspek kelelahan.
2. Mahasiswa mampu menganalisis metabolisme energi pada saat olahraga.
3. Mahasiswa mampu menganalisis metabolisme energi secara anaerobik.
4. Mahasiswa mampu menganalisis metabolisme energi secara aerobik.

A. Aspek Kelelahan

Kelelahan (*fatigue*) merupakan suatu fenomena fisiologis, suatu proses terjadinya keadaan penurunan toleransi terhadap kerja fisik. Penyebabnya sangat spesifik tergantung pada karakteristik kerja. Manusia yang mengalami kelelahan pada dasarnya merupakan sebuah proses kehilangan efisiensi, penurunan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh, sehingga tubuh tidak mampu melakukan fungsinya. Kondisi ini juga merupakan kondisi fisiologis sehingga menyebabkan perasaan subyektif lelah. Adanya rasa lelah dapat merupakan suatu aspek perlindungan tubuh terhadap keterbatasan kemampuan fisik dalam menghindari terjadinya kerusakan fisik, ketegangan, dan gangguan-gangguan psikologis. Adanya rasa lelah juga memberikan sinyal bagi tubuh untuk melakukan istirahat, sehingga tubuh berkesempatan dalam proses pemulihan kembali.

Penyebab kelelahan dapat ditinjau dari aspek anatomis dan aspek fungsi. Kelelahan dari aspek anatomis berupa kelelahan sistem saraf pusat, neuromuskular dan otot rangka. Kelelahan dari aspek fungsi berupa kelelahan elektrokimia, metabolik, berkurangnya substrat energi, *hiper/hipotermia* dan *dehidrasi*. Terjadinya kelelahan baik mental maupun fisik dapat menyebabkan kondisi tubuh turun, sehingga tubuh menjadi sangat rentan terhadap berbagai infeksi. Beberapa pendapat menjelaskan bahwa kelelahan merupakan suatu kondisi pada tubuh manusia, dengan rasa lelah secara alami atau rasa lelah akibat/setelah melakukan latihan fisik atau mental yang terlalu berat. Rasa lelah dapat terjadi secara akut maupun kronis, bahkan kelelahan dapat terjadi secara tiba-tiba. Gejala klinis yang ditimbulkan akibat kelelahan antara lain adalah demam, nyeri otot, nyeri persendian, mual, pusing, serta radang tenggorokan.

Beberapa pendapat terkait kelelahan otot, di antaranya adalah penimbunan asam laktat sehingga terjadi penimbunan H^+ bebas yang

berasal dari hasil hidrolisis ATP dan glikolisis anaerob pada otot yang berolahraga. Mekanisme yang berperan dalam menjelaskan kelelahan telah diklasifikasikan secara umum sebagai akumulasi produk dan depresi substrat. Kelelahan otot secara umum dapat dinilai berdasarkan persentase penurunan kekuatan otot, waktu pemulihan kelelahan otot, serta waktu yang diperlukan sampai terjadi kelelahan.

B. Aspek Kelelahan Otot

Kondisi kelelahan otot pada umumnya merupakan proses berkurangnya kinerja/aktivitas otot, sehingga kondisi ini menimbulkan rasa lelah. Aspek kelelahan dapat juga dikatakan sebagai aspek kelelahan otot, yang merupakan ketidakmampuan otot dalam mempertahankan *power output* otot. Kelelahan otot dapat dipulihkan dengan beristirahat dan pemberian nutrisi yang tepat.

Aspek kelelahan otot merupakan fenomena kompleks, penyebabnya dapat disebabkan adalah: 1) Adanya permasalahan penyediaan energi, ATP mroses glikolisis anaerob, 2) Adanya akumulasi hasil produk yaitu H^+ dan asam laktat dalam sel, 3) Adanya kegagalan mekanik otot dalam melakukan konsentrasi, 4) Perubahan mekanisme kerja sistem saraf. Secara biokimiawi, adanya peningkatan jumlah asam laktat menyebabkan penurunan pH sel. Kondisi ini akan menyebabkan penurunan derajat keasaman, sehingga menyebabkan turunnya kecepatan reaksi. Akibat turunnya kecepatan reaksi, selanjutnya menyebabkan penurunan kemampuan metabolisme serta produksi energi (ATP).

Kondisi kelelahan otot dapat bersifat lokal maupun menyeluruh, hal ini dapat menyertai olahraga *endurance* maupun olahraga yang berintensitas tinggi yang berlangsung singkat. Berikut akan dijelaskan adanya aspek kelelahan otot.

1. Kelelahan otot lokal

Kondisi kelelahan otot lokal (*local muscular fatigue*) merupakan keadaan yang terjadi setelah mengikuti latihan fisik berintensitas tinggi dan berlangsung singkat yang disebabkan adanya akumulasi produksi asam laktat dalam otot dan darah. Kelelahan otot ini berhubungan dengan mekanisme sintesis energi (ATP) selama proses kontraksi-kontraksi otot di dalam serabut otot. Serabut otot ada 2 tipe, yaitu serabut otot tipe I (serabut otot tipe lambat ST/*slow-twitch*) serta serabut otot tipe II (serabut otot tipe cepat FT/*fast-twitch*).

Serabut otot tipe FT (*fast-twitch*) yang lebih banyak berperan pada aktivitas fisik atau olahraga yang berintensitas tinggi. Serabut otot FT lebih cepat mengalami kelelahan dibandingkan dengan serabut otot ST, hal ini karena serabut otot FT mempunyai kemampuan sistem anaerobik tinggi. Kondisi ini dapat menyebabkan proses pembentukan asam laktat mejadi lebih cepat.

2. Kelelahan otot pada olahraga *endurance*

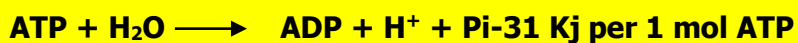
Kondisi kelelahan otot yang terjadi akibat aktivitas olahraga atau latihan endurans (*endurance exercise*) tidak disebabkan adanya akumulasi produksi asam laktat. Kelelahan disebabkan selain oleh karena terjadinya kelelahan pada otot (komponen lokal), juga karena faktor di luar otot (komponen tubuh lainnya). Kelelahan ini karena pengaruh faktor komponen lokal, yaitu semakin menipisnya cadangan glikogen otot baik pada serabut otot FT (*fast-twich*) maupun ST (*slow-twich*). Hal ini dapat juga disebabkan karena peristiwa *hipoglikemia*, penipisan glikogen hati, dehidrasi, kehilangan elektrolit, *hipertermia*, dan kebosanan psikologis. Kelelahan akibat olahraga *endurance* merupakan kelelahan yang bersifat menyeluruh.

Berbagai aktivitas olah raga dapat terjadi intensitas rendah sampai tinggi, hal ini sering disebut sebagai aktivitas anaerobik.

Aktivitas olah raga dengan intensitas rendah sampai sedang sering disebut aktivitas aerobik. Aktivitas ini merupakan aktivitas olah raga yang dapat dilakukan secara terus menerus, dalam waktu cukup lama, contohnya ialah lari marathon, bersepeda, dan berenang. Sedangkan aktivitas olah raga dengan intensitas tinggi, membutuhkan energi tinggi dan cepat yang dilakukan dalam waktu singkat, tetapi tidak dapat dilakukan secara terus menerus disebut sebagai aktivitas anaerobik. Contoh olahraga anaerobik adalah lari cepat (*sprint*), *push-up*, *body building*, *gymnastic* atau lompat jauh. Aktivitas ini membutuhkan waktu istirahat dengan interval tertentu, agar energi (ATP) dapat diregenerasi, sehingga aktivitas dapat dilanjutkan kembali.

C. Metabolisme Energi Pada Saat Olah Raga

Proses sintesis *Adenosine Triphosphate* (ATP) di dalam tubuh merupakan suatu proses metabolisme energi dengan sebuah proses yang terjadi secara aerobik maupun secara anaerob. Adapun mekanisme proses tersebut dapat diringkas dalam reaksi kimia sebagai berikut.



Proses hidrolisis 1 mol ATP di dalam jaringan otot akan menghasilkan energi sebesar 31 kJ (7.3 kkal) di samping itu juga akan menghasilkan produk lain berupa *Adenosine Diphosphate* (ADP) dan Pi (*Phospat* anorganik). Pada saat aktivitas berolah raga terjadi 3 jalur metabolisme energi yang dapat dipergunakan tubuh dalam menghasilkan ATP yaitu: 1) Jalur hidrolisis *phosphocreatine* (PCr); 2) Jalur glikolisis anaerobik glukos; dan 3) Jalur pembakaran simpanan karbohidrat, lemak dan protein.

Aktivitas olahraga dengan aktivitas ringan sampai sedang yang merupakan aktivitas aerobik proses metabolisme energi berjalan melalui pembakaran simpanan karbohidrat, lemak dan sebagian kecil ($\pm 5\%$) dari pemecahan simpanan protein yang terdapat di dalam tubuh untuk menghasilkan ATP. Proses metabolisme ini akan berjalan dengan adanya Oksigen (O_2). Oksigen ini diperoleh melalui proses pernafasan. Sedangkan aktivitas olah raga dengan intensitas tinggi, bersifat anaerobik. Energi yang digunakan tubuh dalam melakukan aktivitas diperoleh melalui proses hidrolisis *phosphocreatine* (PCr) serta melalui glikolisis glukosa secara anaerobik. Proses metabolisme energi secara anaerobik ini dapat berjalan tanpa adanya oksigen (O_2).

Proses metabolisme secara anaerobik dapat menghasilkan ATP dengan proses lebih cepat jika dibandingkan dengan metabolisme energi secara aerobik. Oleh karena itu, untuk aktivitas olahraga dengan gerakan cepat yang membutuhkan energi besar dalam waktu singkat, metabolisme energi secara anaerobik dapat menyediakan ATP dengan cepat tetapi dengan waktu sangat singkat sekitar ± 90 detik. Meskipun prosesnya berjalan sangat cepat, tetapi metabolisme energi secara anaerobik hanya menghasilkan molekul ATP yang lebih sedikit dibandingkan dengan metabolisme energi secara aerobik (yaitu 2 ATP vs 36 ATP per 1 molekul glukosa).

Metabolisme yang terjadi secara aerobik akan menghasilkan energi dan produk samping berupa karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Sedangkan proses metabolisme secara anaerobik akan menghasilkan produk samping berupa asam laktat. Asam laktat akan terakumulasi dapat menyebabkan rasa nyeri pada otot, sebagai peristiwa kelelahan otot. Akibat terbentuknya asam laktat, maka aktivitas gerakan cukup berat dan memerlukan tenaga pada saat olahraga tidak dapat dilakukan secara terus menerus dalam waktu panjang dan lama tetapi perlu diselingi dengan waktu/interval istirahat.

Pada saat melakukan aktivitas/gerakan-gerakan fisik, maka sistem otot di seluruh tubuh, sistem sirkulasi darah, dan sistem pernafasan semakin meningkat aktivitasnya. diaktifkan. Pada saat awal aktivitas olah raga, maka proses metabolisme glukosa terjadi (sekitar 2 jam pertama). Hal ini terjadi metabolisme glikogen otot, pada saat proses aktivitas pergerakan otot dilanjutkan secara terus menerus, maka cadangan glikogen otot semakin berkurang. Hal ini menyebabkan terjadinya penggunaan glukosa semakin meningkat yang akan diambil dari cadangan glukosa yang berasal dari cadangan glikogen hepar. Apabila aktivitas pergerakan dilanjutkan terus menerus, maka sumber energi utama berasal dari asam lemak bebas hasil proses lipolisis jaringan lemak. Partikel protein sedikit berkontribusi dalam menghasilkan ATP, yaitu sekitar < 5% dari total energi untuk aktivitas. Perombakan glikogen otot semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas gerakan. Berdasarkan hasil penelitian, pada menit ke-40, penggunaan glukosa mencapai 7-20 kali dibandingkan pada saat istirahat, tergantung juga dengan intensitas aktivitas gerakan.

Aktivitas pergerakan dengan intensitas latihan 50%, 75% dan 100% VO₂Max dapat menyebabkan terjadinya peristiwa glikogenolisis sebesar 0,7 mmol/kg/menit; 1,4 mmol/kg/menit dan 3,4 mmol/kg bb/menit. Berdasarkan hal tersebut, proses metabolisme tergantung dari intensitas latihan/pergerakan fisik, durasi latihan/pergerakan, dan kondisi fisik. Aktivitas fisik/latihan pergerakan yang bersifat ketahanan (*endurance*) seperti *marathon*, bersepeda dengan menempuh jarak jauh, dll, proses metabolismenya terjadi secara aerobik, melalui pembakaran karbohidrat, lemak, protein. Pada saat aktivitas fisik/latihan *resisten training*, karbohidrat (glukosa darah, glikogen otot dan glikogen hati) lemak dalam bentuk *trigliserida* akan mengalami proses metabolisme secara aerobik di dalam tubuh. Adanya peningkatan kadar

asam laktat dalam otot dan darah dapat berakibat kurang menguntungkan bagi aktivitas sistem tubuh yaitu pada sel dan jaringan.

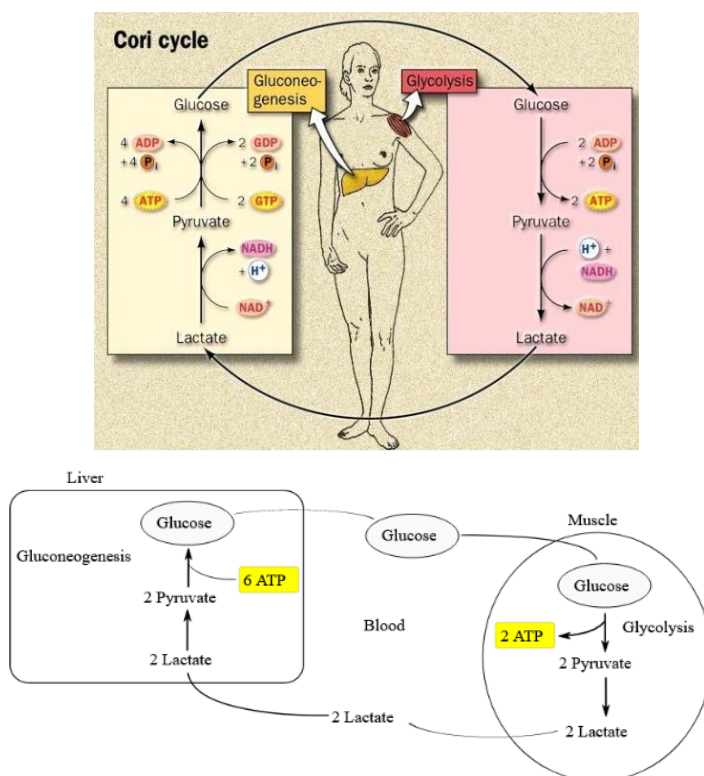
Berbagai usaha dapat dilakukan dalam mencegah kelelahan akibat aktivitas fisik yang ditimbulkan oleh penumpukan ion asam laktat dan ion, yaitu dengan cara menambah sumber energi, glukosa, menambah air dan elektrolit sehingga dapat mencegah terjadinya homeostasis (mampu beradaptasi dengan pembebanan). Pemberian suplemen larutan basa dapat menyebabkan perubahan pH, sehingga mengembalikan kondisi homeostasis.

D. Glukosa dan Asam Laktat

Proses hidrolisis karbohidrat kompleks menghasilkan produk utama berupa glukosa, dalam proses pencernaan. Glukosa yang terbentuk melalui proses *glikogenesis* disimpan dalam hepar (hati) dan otot sebagai glikogen. Jumlah glikogen yang tersimpan di dalam hati sekitar 5-8% dan otot sekitar 1-3%. Glukosa secara khusus diperlukan oleh banyak jaringan tubuh berada dalam bentuk pati, *fruktosa*, *galaktosa*. Glukosa juga dibentuk dari asam lemak dan gliserol melalui proses glukogenik. Reaksi glukogenik dapat digolongkan ke dalam dua katagori yaitu: 1) Senyawa yang meliputi konversi langsung menjadi glukosa tanpa daur ulang yang berarti, seperti beberapa asam amino serta propionat; 2) Senyawa yang merupakan hasil metabolisme parsial glukosa pada jaringan tertentu yang diangkut ke dalam hepar dan ginjal untuk disintesis kembali menjadi glukosa melalui mekanisme *glukoneogenesis*, seperti laktat dan *alanine*.

Saat aktivitas/pergerakan, otot mengalami *hipoksia*, sehingga glikogen akan diubah menjadi glukosa, dilanjutkan perubahan glukosa diubah menjadi laktat. Asam laktat masuk ke dalam hepar melalui aliran darah dan di dalam hati, akan diubah menjadi glukosa. Glukosa berada dalam sirkulasi darah, yang selanjutnya digunakan di dalam otot.

Glukosa dalam otot akan diubah menjadi glikogen. Peristiwa inilah merupakan siklus asam laktat atau siklus *Cori* (Gambar 3.1). Glukosa berfungsi dalam menghasilkan energi bagi jaringan tubuh. Proses glikolisis merupakan cara pelepasan energi dari molekul glukosa, kemudian oksidasi dari produk akhir glikolisis. Proses glikolisis terjadi di dalam *sarkoplasma* dan dikatalisis oleh enzim-enzim protein *sarkoplasma* terlarut pada setiap fase. Glikogen akan diubah menjadi glukosa 1-fosfat dan masing-masing unit dibagi menjadi dua fragmen 3-karbon. Produk akhir dari perombakan glukosa adalah asam piruvat.



Gambar 5.1 Siklus asam laktat (siklus *Cori*)

Sumber : http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/197003311997022/HERNAWATI/FILE_2.pdf
https://id.wikipedia.org/wiki/Siklus_Cori

Berdasarkan Gambar 3.1 yang ditemukan oleh Carl Cori dan Gerty Cori merupakan siklus energi yang terjadi antara perlintasan yang menghasilkan 3 senyawa yaitu senyawa asam laktat, asam piruvat,

alanine dalam siklus *glukoneogenesis*. Siklus Cori terjadi pada jaringan otot dan hepar. Asam laktat yang merupakan sintesis di otot dalam siklus glikolisis akan diabsorpsi oleh *hepar* dan diubah menjadi glukosa. Sekresi glukosa oleh hepar pada siklus *glukoneogenesis*, selanjutnya diabsorpsi oleh jaringan otot dan diubah kembali menjadi asam laktat

Proses glikolisis memerlukan 3ADP selanjutnya mengalami fosforilasi kembali untuk menghasilkan 3 ATP dan 4 ion H^+ setiap molekul glukosa 1-fosfat. Kondisi anaerobik, ion H^+ dilepaskan saat glikolisis. Suatu kondisi dalam siklus asam piruvat atau siklus Krebs tidak dapat menggabungkannya dengan O_2 pada kecepatan cukup oleh karena itu seringkali terakumulasi dalam otot. Kelebihan ion H^+ digunakan untuk mengkonversi asam piruvat menjadi asam laktat. Kondisi aerobik, ion-ion tersebut diterima oleh senyawa pembawa H^+ , nikotinamida adenin dinukleotida bentuk oksidasi (NAD^+) dan mentransportasikan H^+ ke dalam mitokondria untuk fosforilasi kembali sehingga menghasilkan 4 molekul ATP. Selanjutnya asam piruvat memasuki siklus Krebs dan dirombak menjadi CO_2 dan H^+ . Selanjutnya CO_2 berdifusi memasuki peredaran darah sebagai hasil sisa, sedangkan H^+ diterima oleh NAD^+ untuk membentuk senyawa NADH (NAD dalam bentuk reduksi).

Produk perombakan asam lemak dan protein, akan memasuki siklus Krebs yang akan dikonversi menjadi energi. Proses fosforilasi dalam proses glikolisis dan siklus Krebs yang terjadi di dalam rantai sitokrom yaitu besi (Fe) yang mengandung enzim di dalam mitokondria, secara bersama-sama dengan enzim siklus Krebs. Pada rantai *sitokrom*, ion H^+ dari proses glikolisis dan siklus Krebs akan ditransportasikan oleh NAD^+ selanjutnya bergabung dengan molekul O_2 membentuk H_2O .

Hasil energi yang dihasilkan, akan digunakan untuk proses *fosforilasi* kembali ADP, sisa energi akan hilang dalam bentuk panas. Setiap pasang ion H^+ dari siklus Krebs menghasilkan 3 molekul ATP.

Sedangkan setiap pasang ion H^+ yang dilepaskan dari proses glikolisis akan menghasilkan 2 molekul ATP. Kondisi istirahat, konsentrasi laktat dalam darah 1mmol/l akan meningkat sekitar 18 mmol/l, pada akhir pertandingan pelari jarak 400 m, dan meningkat 23 mmol/l. Selanjutnya pada atlet yang berlari dengan waktu 10 detik sampai 10 menit menghasilkan banyak asam laktat yang dihasilkan dari otot melalui metabolisme anaerobik.

E. Ringkasan

Kelelahan adalah fenomena fisiologis, suatu proses terjadinya keadaan penurunan toleransi terhadap kerja fisik. Penyebabnya tergantung pada karakteristik kerja yang dilakukan oleh individu. Penyebab kelelahan dapat ditinjau dari aspek anatomis dan aspek fungsi. Kelelahan otot secara umum dapat dinilai berdasarkan persentase penurunan kekuatan otot, waktu pemulihan kelelahan otot, serta waktu yang diperlukan sampai terjadi kelelahan. Aspek kelelahan dapat bersifat 1) kelelahan otot lokal, 2) kelelahan otot pada olahraga *endurance*.

Dalam proses metabolisme energi pada saat olahraga terjadi mekanisme dalam rekasi kimia. Berbagai usaha dapat dilakukan dalam mencegah kelelahan akibat aktivitas fisik yang ditimbulkan oleh penumpukan ion asam laktat dan ion, yaitu dengan cara menambah sumber energi, glukosa, menambah air dan elektrolit sehingga dapat mencegah terjadinya homeostasis.

F. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini:

1. Kondisi lelah dapat terjadi karena gangguan fisiologis, sehingga sering terjadi adanya kelelahan akut dan kronis. Bagaimanakah hal ini terjadi?
2. Kelelahan otot merupakan fenomena kompleks, penyebabnya dapat disebabkan dari berbagai hal. Diskripsikan fenomena kompleks tersebut.
3. Aktivitas olah raga dengan aktivitas ringan sampai sedang merupakan aktivitas aerobik. Sedangkan olah raga dengan aktivitas tinggi merupakan aktivitas anaerobik. Berikan penjelasan saudara mengenai hal ini.
4. Bedakan partikel glukosa yang terdapat pada siklus asam laktat (Siklus Cori).
5. Terbentuknya asam laktat, dapat menyebabkan terjadinya kelelahan, berikan argumentasi saudara.
6. Bedakan antara glikogen otot dengan glikogen hati dalam proses kelelahan otot.

BAB 6

MUSKULAR PADA LATIHAN

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

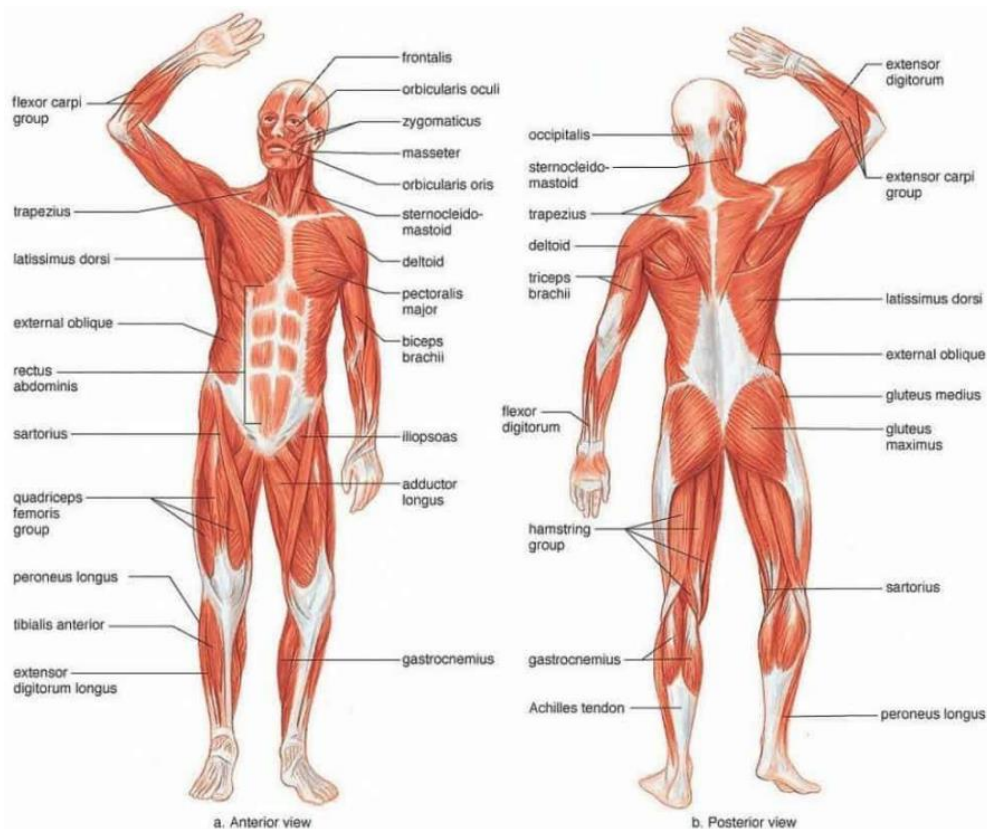
1. Mahasiswa mampu mendiskripsikan struktur muskular dan fungsinya dalam sistem tubuh manusia.
2. Mahasiswa mampu membedakan struktur otot pada kepala dan leher, anggota gerak, dan tubuh.
3. Mahasiswa mampu menganalisis aktivitas gerak otot di area/bagian sistem tubuh.

A. Struktur Sistem Muskular dan Fungsinya

Sistem *muscular* (sistem otot) manusia tersusun sekitar 40-50% dari berat badan total. Jaringan otot (*muscle tissue*) tersusun dari selsel otot berbentuk serabut-serabut panjang sejumlah mikrofilamen yang disebut *myofibril*. Jaringan otot merupakan sebuah jaringan yang digunakan sebagai alat gerak aktif pada tubuh. Jaringan otot berfungsi sebagai: 1) alat gerak (pergerakan), 2) stabilisasi dalam posisi tubuh, 3) pengatur volume organ tubuh dan 4) pengatur suhu tubuh (*thermogenesis*).

Struktur jaringan otot terdapat dalam satu kesatuan unit yang disebut sebagai sistem otot. Otot dalam sistem tubuh terdapat pada organ dalam maupun pada rangka. Sistem otot mempunyai kemampuan berkontraksi dan relaksasi, hal inilah menjadikan sistem otot merupakan alat gerak aktif. Sistem otot selalu dikontrol pergerakannya oleh sistem *nervorum* (sistem syaraf).

Sistem otot juga berfungsi dalam stabilisasi dan dukungan tubuh, hal ini karena otot berfungsi dalam membantu menopang dan menggerakkan organ-organ tubuh. Seluruh otot berada dalam suatu area/lokasi tubuh baik pada organ dalam maupun pada rangka. Otot-otot organ dalam juga mampu melakukan kontraksi dan relaksasi. Pergerakan otot selalu dikontrol dan dikendalikan oleh sistem syaraf pusat Manusia memiliki sekitar 650 jenis otot rangka, otot rangka melekat pada bagian rangka, sehingga memungkinkan untuk bergerak. Seluruh otot pada sistem tubuh manusia berada pada suatu area/lokasi tertentu. Nama masing-masing otot menyesuaikan dengan organ dalam dan rangka, sesuai dengan area/lokasi tertentu. Adapun nama otot sesuai dengan area/lokasi seperti pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1. Nama otot sesuai dengan area/lokasi

Sumber: <https://www.gooddoctor.co.id/hidup-sehat/infosehat/mengenal-12-bagian-anatomi-tubuh-manusia-danfungsinya/>

Sistem otot mempunyai fungsi dalam proses *thermogenesis* merupakan proses produksi panas melalui proses metabolisme dalam tubuh. Proses metabolisme ini meliputi pengolahan, pencernaan, dan memproses produksi panas. Produksi panas tubuh yang dihasilkan dari akibat kontraksi otot sekitar 85%. Otot dapat menghasilkan panas dapat dijelaskan dengan ilustrasi berikut. Tubuh kita selalu terasa panas sesaat setelah berolahraga. Kondisi ini disebabkan karena pada saat bergerak atau saat kontraksi otot akan mengeluarkan energi yang tersimpan. Adanya aktivitas fisik otot membuat lebih banyak energi untuk menggabungkan oksigen dan adenosin trifosfat (ATP). Proses

pembentukan ATP akan menghasilkan energi panas, hal ini sebagai produk sampingan, sehingga dapat meningkatkan temperatur tubuh.

Beberapa respon tubuh yang menyebabkan terjadinya kontraksi otot secara cepat sehingga mampu menghasilkan panas adalah pada saat terjadinya respon menggigil. Respon menggigil merupakan reaksi atau gerak refleks akibat otot berkontraksi secara cepat, sehingga menghasilkan panas. Sistem otot juga mempunyai peran dalam pengaturan suhu tubuh, hal ini disebabkan karena sekitar 85% panas tubuh berasal dari kontraksi otot. Proses pengaturan suhu tubuh terjadi dengan adanya kontraksi dan relaksasi otot. Apabila suhu tubuh turun, otot akan berkontraksi lebih keras sehingga menghasilkan panas, contohnya pada saat menggigil.

B. Peta Lokasi dan Nama Sistem Muskular

Otot-otot seluruh tubuh mampu melakukan proses aktivitas kontraksi dan relaksasi. Seluruh otot dalam sistem tubuh berada dalam sebuah peta area otot dengan pembagian otot yang berbeda. Masing-masing area otot mempunyai nama dan fungsi yang berbeda. Otot-otot pada seluruh tubuh melekat pada rangka, sehingga nama masing-masing area otot sesuai dengan nama rangkanya. Area otot di seluruh tubuh terdapat pada bagian kepala, leher, anggota gerak atas, anggota gerak bawah, dan otot badan. Di samping itu masih ada bagian otot organ-organ dalam dengan struktur dan fungsi yang berbeda dengan otot rangka.

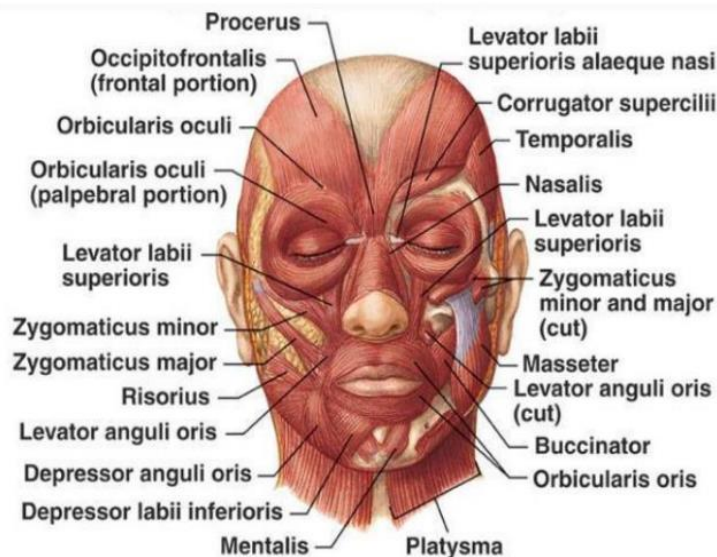
1. Sistem muskular daerah kepala dan leher

Ekspresi wajah manusia setiap saat terjadi karena adanya aktifitas otot-otot wajah. Otot wajah dapat mengalami perubahan ekspresi disebabkan adanya kontraksi dan relaksasinya otot wajah. Kontraksi dan relaksasi otot wajah merupakan kendali fungsi dalam pengendalian gerakan otot wajah manusia yang mencerminkan

ekspresi pada wajah manusia. Kendali otot wajah yang sering disebut sebagai *facial muscle*, *mimetic muscle*.

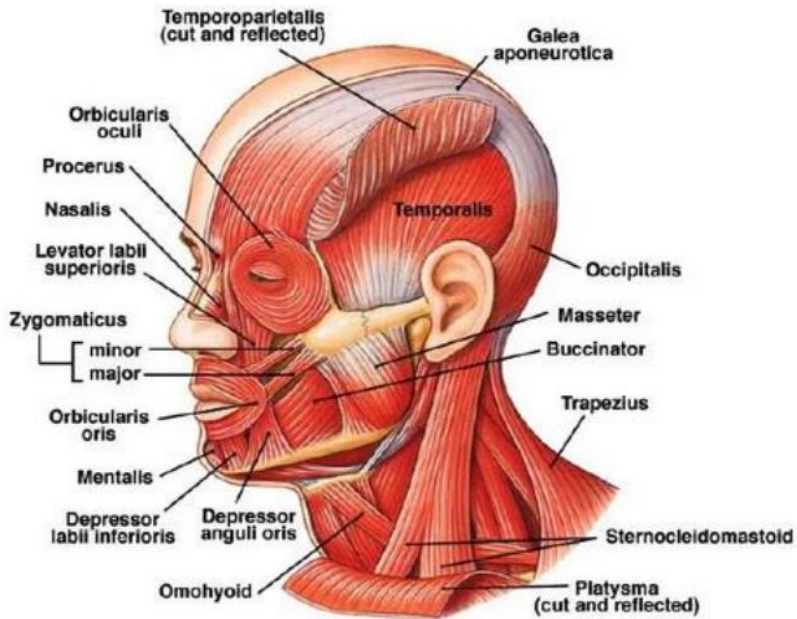
Proses atau mekanisme kontraksi pada otot-otot wajah terjadi karena dikendalikan akibat aktivitas sistem syaraf. Seperti halnya kontraksi otot di daerah wajah dan leher. Otot-otot pada area wajah manusia berjumlah 43 otot, hal ini dikendalikan oleh sebagian besar dari syaraf kranial, biasanya dikenal sebagai syaraf wajah. Syaraf-syaraf wajah ke luar dari korteks cerebralis dan muncul tepat di depan telinga. Masing-masing otot wajah mempunyai fungsi.

Struktur otot wajah merupakan jaringan otot dengan struktur tipis, yang terdapat di bawah kulit wajah. Otot wajah berada dalam suatu area kepala manusia. Area otot wajah terdapat dalam suatu peta sehingga dapat terbagi menjadi beberapa area. Adapun area otot wajah beserta dengan nama-nama ototnya seperti pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Peta/area otot bagian wajah

Sumber: <https://www.kibrispdr.org/detail-13/anatomi-wajah-manusia.html>



Gambar 6.3 Peta/area otot bagian wajah dan leher

Sumber: <https://www.kibrispdr.org/detail-13/anatomi-wajah-manusia.html>

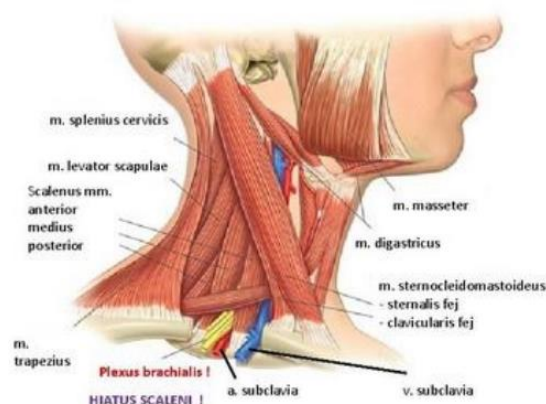
Otot daerah merupakan otot yang menghubungkan antara bagian kepala dengan bagian tubuh. Otot-otot daerah leher terdapat banyak otot dengan area berbeda. Otot-otot daerah leher berfungsi dalam pergerakan, penguatan dan penyangga kepala. Masingmasing area otot berkontraksi saling mendukung dan bekerja sama dalam melakukan kontraksi dan relaksasi. Berbagai aktivitas kontraksi dan relaksasi otot leher misalnya, gerakan menganggukkan kepala, menggeleng kepala, bahkan bersuara, bernyanyi merupakan aktivitas kontraksi otot leher bagian otot pita suara. Beberapa otot pada area wajah serta fungsinya seperti Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Nama otot wajah, dan fungsinya

No.	Nama Otot	Fungsi
1	<i>Occipito Frontalis</i>	Otot-otot pada tulang dahi yang lebar yang berfungsi membentuk tengkorak kepala bagian belakang
2	<i>Temporalis</i>	Otot-otot di sekitar tulang pelipis, untuk mengunyah
3	<i>Orbicularis Oculi</i>	Otot-otot di sekeliling tulang mata yang berbentuk bulat
4	<i>Orbicularis Oris</i>	Otot-otot di sekitar mulut berbentuk bulat seperti bola
5	<i>Succinator</i>	Otot-otot datar/rata di pipi yang berfungsi sebagai
6	<i>Quadratus Labii Inferioris</i>	Otot-otot di sekitar bibi bawah berbentuk persegi
7	<i>Triangularis</i>	Otot-otot di sekitar rahang berbentuk segi tiga
8	<i>Occipitalis</i>	Otot-otot di sekitar tulang tengkorak belakang
9	<i>Auricularis Posterior</i>	Otot-otot di sekitar samping belakang telinga
10	<i>Auricularis Superior</i>	Otot-otot di sekitar bagian atas telinga
11	<i>Zygomaticus Major</i>	Otot-otot besar pada tulang pipi yang menempel ke tengkorak
12	<i>Caninus</i>	Otot penggerak gigi taring
13	<i>Levator Labii Superior Alaeque Nasi</i>	Urut pengangkat bibir atas yang melekat pada tulang hidung
14	<i>Dilatores Naris</i>	Urut-urut penggerak lobang hidung
15	<i>Platysma</i>	Otot-otot pada leher atas
16	<i>Corrugator Supercilii</i>	Pergerakan alis untuk rileks dan berkumpul
17	<i>Transversus Nasal dan Dilator</i>	Bekerja bersama (secara sinergis) untuk membuka lubang hidung
18	<i>Zygomaticus Major</i>	Menggerakkan sekitar bibir untuk senyum
19	<i>Zygomaticus Minor</i>	Menggerakkan sekitar bibir untuk senyum
20	<i>Masseter</i>	untuk mengunyah, merupakan otot yang kuat
21	<i>Buccinator</i>	Menjaga pipi tetap tegang saat senyum
22	<i>Levator Anguli Oris,</i>	Menggerakkan bibir saat senyum
23	<i>Depressor Anguli Oris,</i>	Menggerakkan bibir saat senyum
24	<i>Depressor Labii Inferiores</i>	Terletak di bibir bawah, berfungsi menarik bibir ke bawah
25	<i>Buccinator</i>	Sebagai otot yang membentuk dinding samping rongga mulut, berfungsi menahan makanan waktu mengunyah, gerakan meniup
26	<i>Orbicularis Oris</i>	Sebagai <i>spinctor</i> mulut

27	<i>Nasalis</i>	Menggerakkan telinga, hidung, membuka lebar hidung dan telinga
28	<i>Procerus</i>	Membantu otot frontalis dan corrugator dalam berkerut
29	<i>Occipitalis</i>	Menarik sudut mulut ke lateral dan atas, membentuk lesung di pipi
30	<i>Risorius</i>	Penarik sudut elastis mulut
31	<i>Mentalis</i>	Menaikkan dan mengencangkan dagu ke atas dan ke bawah
32	<i>Pterygoideus Medialis/Mandibularis</i>	Otot pengunyah
33	<i>Pterygoideus Lateralis/Mandibularis</i>	Otot pengunyah

Tengkorak (*cranium*) sampai daerah permukaan pundak, yaitu bagian segmen servikal vertebrae cervicalis. Struktur otot daerah leher sangat lentur. Fungsi otot-otot leher menopang seluruh beban kepala, sehingga kepala tetap bisa berada pada posisinya, dapat meregang dan berputar ke segala arah. Otot daerah leher dapat melakukan kontraksi, sehingga memungkinkan terjadinya pergerakan secara bebas. Kondisi ini dimungkinkan adanya persendian (sendi putar) di daerah leher. *Vertebrae servikalis* terdapat tujuh ruas tulang, dan masing-masing terdiri dari tulang silinder. Antar tulang *vertebrae cervicalis*, sendi, otot, *ligament* dan *tendon* saling bekerja sama sehingga dapat terjadi pergerakan sinergis. Pada Gambar 6.4 merupakan anatomi otot daerah leher.



Gambar 6.4. Peta/area otot bagian leher

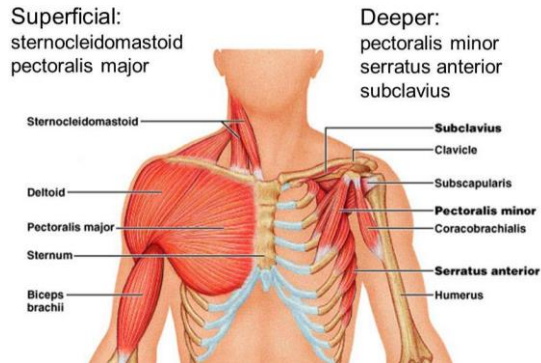
Sumber: <https://flexfreeclinic.com/infokesehatan/detail/108?title=torticolliskongenital>

Otot-otot area/bagian leher merupakan otot dengan struktur memanjang, salah satunya adalah muskulus *trapezius*. Otot trapezius merupakan otot terbesar, terletak superfisial di daerah punggung atas. Otot *trapezius* terletak di bagian *posterolateral occiput* yang memanjang ke arah lateral melintasi skapula dan berujung pada bagian superior otot latissimus dorsi. Selain otot *trapezius*, otot terbesar pada daerah leher adalah muskulus *sternokleidomastoideus*, merupakan salah satu otot leher terbesar terletak paling dekat dengan kulit, berjumlah sepasang, terletak di sisi kiri dan kanan leher. Fungsi utama muskulus *sternokleidomastoideus* adalah memutar kepala ke sisi yang berlawanan dan fleksi leher, melenturkan leher. Beberapa otot pada area wajah serta fungsinya.

2. Sistem muskular anggota gerak

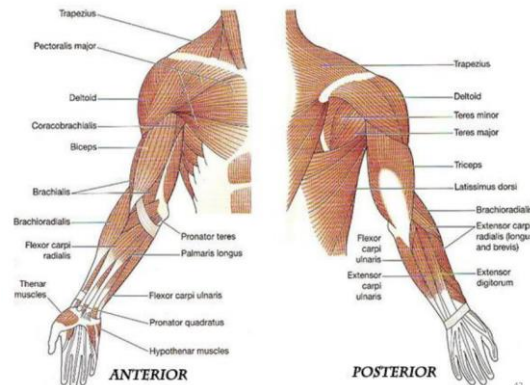
Anggota gerak merupakan anggota gerak tubuh yang paling banyak aktivitas pergerakannya, yang terbagi ke dalam anggota gerak atas dan anggota gerak bawah. Akibat kontraksi dan relaksasi otot, maka dapat menyebabkan adanya pergerakan oleh bagian otot di area anggota gerak. Kontraksi otot anggota gerak merupakan gerakan fungsional otot tersebut sehingga mampu melakukan aktivitasnya. Sistem muskular anggota gerak terbagi menjadi sistem muskular ekstremitas anterior dan ekstremitas posterior. Berikut adalah bagian/area otot daerah anggota gerak atas.

a. Sistem Muskular Anggota Gerak Atas (*Ekstremitas Superior*)



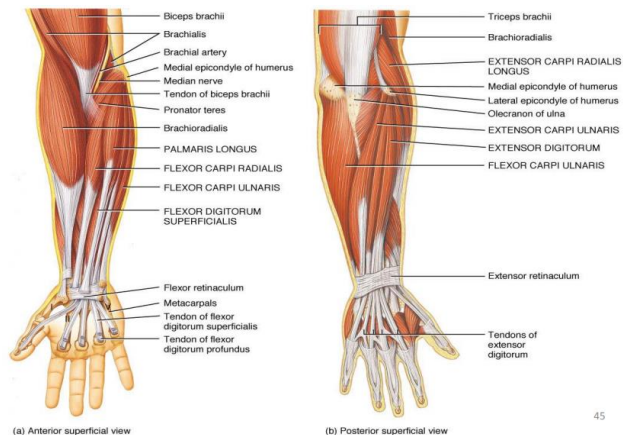
Gambar 6.5. Otot leher

Sumber: <https://docplayer.info/58608966-Anatomi-otot-by-hasty-widyastari.html>



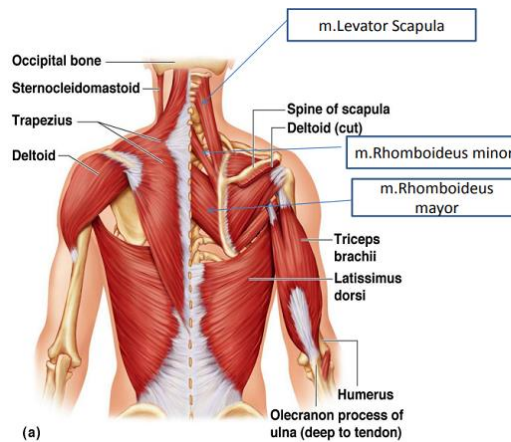
Gambar 6.6. Otot lengan atas

Sumber: <https://docplayer.info/58608966-Anatomi-otot-by-hasty-widyastari.html>



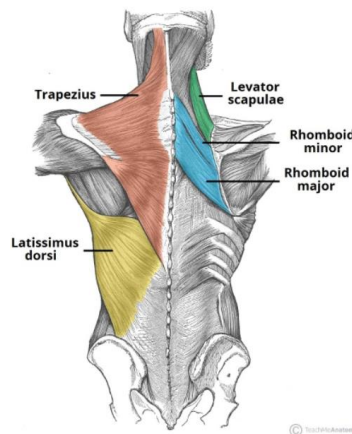
Gambar 6.7. Otot lengan bawah

Sumber: <https://docplayer.info/58608966-Anatomi-otot-by-hasty-widyastari.html>



Gambar 6.8. Otot punggung

Sumber: <https://docplayer.info/58608966-Anatomi-otot-by-hasty-widyastari.html>

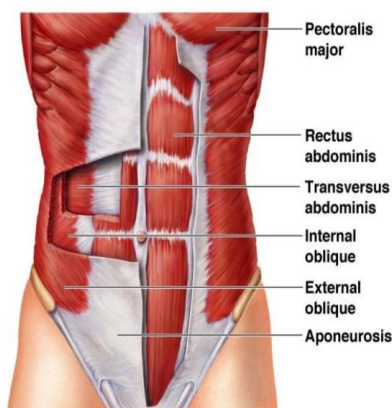


Gambar 6.9. Back muscle anatomy

Sumber: <https://himafisio-uh.org/anatomi-muskuloskeletal-eksrematas-atas/>

Otot *Trapezius* adalah otot yang berperan dalam menyusun struktur punggung pada manusia. Otot ini diberi nama *trapezius* karena memiliki bentuk yang mirip dengan bangun trapezium. Sudut-sudutnya berada di leher, dua berada di kedua bahu, dan satu sudut lainnya terdapat di tulang punggung T12. Otot Rhomboid adalah otot yang berbentuk seperti bangun jajar genjang yang membentang dari garis tengah tulang belakang hingga ke batas dalam tulang belikat. Otot Elevator scapula

adalah otot yang terletak pada bagian punggung dan leher. Otot Latissimus dorsi adalah salah satu otot yang terletak di punggung yang bertanggung jawab dalam gerak adduksi dan ekstensi bahu. Otot Erector spinae adalah otot yang bergabung dengan otot rangka pada bagian batang tubuh yang terletak pada sisi tulang punggung yang berperan membantu tubuh mempertahankan posisi tegak saat sedang berdiri maupun duduk.



Gambar 6.10. Otot Perut

Sumber: <https://himafisio-uh.org/anatomi-muskuloskeletal-eksremitas-atas/>

C. Ringkasan

Sistem *muscular* (sistem otot) manusia tersusun sekitar 40-50% dari berat badan total. Jaringan otot berfungsi sebagai: 1) alat gerak (pergerakan), 2) stabilisasi dalam posisi tubuh, 3) pengatur volume organ tubuh dan 4) pengatur suhu tubuh (*thermogenesis*) Pergerakan otot selalu dikontrol dan dikendalikan oleh sistem syaraf pusat Manusia memiliki sekitar 650 jenis otot rangka, otot rangka melekat pada bagian rangka, sehingga memungkinkan untuk bergerak. Sistem otot juga mempunyai peran dalam pengaturan suhu tubuh, hal ini disebabkan karena sekitar 85% panas tubuh berasal dari kontraksi otot. Otot-otot seluruh tubuh mampu melakukan proses aktivitas kontraksi dan relaksasi. 1) sistem daerah kepala dan leher. 2) sistem muskular anggota gerak; a) sistem muskular anggota atas (*ekstremitas superior*).

D. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini:

1. Jelaskan mengenai bagaimana proses atau mekanisme kontraksi pada otot-otot wajah bekerja ?
2. Bedakan sistem kerja antara bagian otot lengan atas posterior dan anterior.
3. Sistem gerak dibagi menjadi dua bagian yaitu eksterimitas bagian atas dan eksterimitas bagian bawah, masing-masing memiliki gerakan yang berbeda jelaskan, mekanisme gerakan tersebut.

BAB 7

LATIHAN

CAPAIAN PEMBELAJARAN

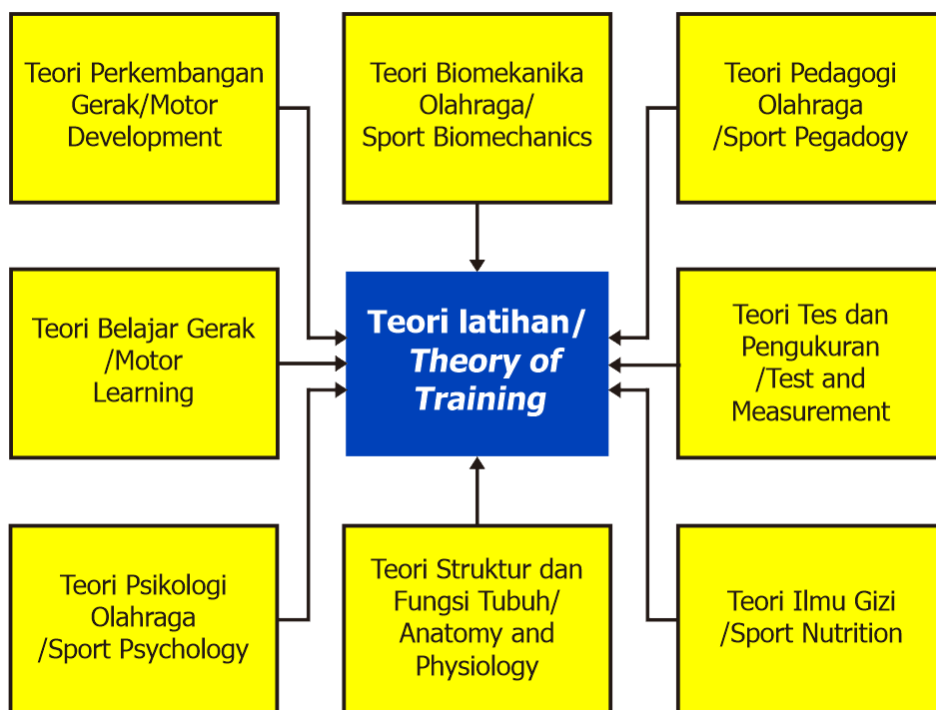
Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mahasiswa mampu mendefenisikan latihan
2. Mahasiswa mampu memahami sistematika dalam latihan.
3. Mahasiswa mampu memahami kecirian dalam latihan.
4. Mahasiswa mampu memahami tujuan dan target latihan.

A. Pengertian Latihan

Latihan kebutuhan yang tidak hanya dilakukan oleh seorang atlet. Melalui pelatihan, seseorang baik atlet atau non atlet upaya persiapan diri dalam meraih *goal setting* yang telah ditentukan sebelumnya. Istilah dari fisiologi olahraga seseorang akan mendapatkan target tujuan memperbaiki jaringan sistem organisme dan fungsi dalam pengoptimalan tahapan *physical fitness* memberi dampak lebih baik pada penampilan dan capaian tujuan seseorang. Kumpulan tulisan referensi dari ahli yang berkaitan dengan pelatihan berolahraga pada defenesis modern ini adanya dihubungkan setiap upaya peningkatan prestasi puncak (*peak performance*) prestasi tinggi yang dipertahankan lebih lama, menjaga merosotnya atau turunnya tingkat prestasi dengan sangat drastis. Latihan saat ini menjadi suatu kebutuhan yang wajib bagi kalangan masyarakat. Fenomena ini sudah sering kita jumpai sepingnya fasilitas olahraga yang di gunakan oleh masyarakat umum. *Mindset* mereka bahwa latihan itu khusus untuk atlet atau seseorang yang melakukan program *fattloss, weight againt*, membangun otot, rehabilitasi fisik pasca cedera berolahraga. Kaidahnya sebuah latihan bagi seseorang menu wajib masuk daftar kebutuhan dalam menjaga kualitas kebugaran jasmani bertujuan maintenance dan menjaga kualitas hidup.

Pendekatan ilmu sebelum berlatih merupakan kewajiban bagi setiap insan. Kemajuan *sport science* dan teknologi upaya dalam peningkatan dan pengembangan literasi olahraga dan capaian prestasi seringkali di gaungkan untuk mencapai kehidupan yang sehat dan bugar serta sejahtera yang tidak lepas atas dasar pendekatan secara ilmiah (*science approach*). (bompa,1990) dan (whyte etc, 2006) menjelaskan gambaran/ilustrasi yang berkaitan pendekatan *science aproach* disiplin ilmu keolahragaan baik untuk prestasi maupun olahraga yang tujuannya kebugaran tubuhnya. Diilustrasikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 7.1 *Science development* dan penunjang teori dan metodologik latihan
 Sumber: Bompa (1990) dan Whyte etc. (2006)

Setiap disiplin ilmu yang terkandung *sport science* dan *training science* maka akan mempengaruhi kemampuan/*performance* memiliki tujuan dalam pelatihan atau mencapai puncak prestasi perlu adanya fundamental/pondasi sebagai dasar yang memperkuat. Semua hendaknya menyadari bahwa setiap bentuk tahapan proses baik untuk meraih prestasi maupun tujuan kebugaran fisik membutuhkan serta adanya pertanggungjawaban secara ilmiah.

(Emral, 2017) menjelaskan bahwa latihan yaitu menggali, menyusun, dan pengembangan konsep latihan dan berlatih dengan mengkolaborasikan *science aproach* (pendekatan ilmu), pendekatan teknologi, dan pendekatan praktisi, pendekatan akademis, pendekatan kearifan local, sehingga proses berlatih dan melatih bisa berjalan secara benar, responsif, efektif serta efisien. Ada beberapa ciri khas dari proses atihan diantaranya yakni:

1. Sebuah proses dalam meraih progres kemampuan yang menunjukkan perubahan baik dan benar dalam olahraga, membutuhkan waktu pentahapan, serta mempunyai rencana program cermat dan tepat sesuai tujuan.
2. Proses latihan harus berdampak progresif overload serta dilakukan dengan teratur. Maksud teratur dalam latihan wajib direalisasikan dengan konsisten, ada kemajuan, dan kontinu (berkelanjutan). Dampak progresif overload maksudnya isi latihan pembebanan dari tahap ringan ke tahap berat, dari tahapan sederhana ke tahapan sulit (kompleks).
3. Wajib mempunyai sasaran dan tujuan di setiap satu sesi/satu unit latihan (satu kali tatap muka).
4. Teori dan praktik ialah isi dari materi latihan, tingkat pengetahuan dan penguasaan skill agar ajek.
5. Pendekatan desain yang kreatif, yakni model efektif dan tepat telah diprogramkan pentahapannya melalui memperhitungkan faktor kesukaran, gerakan yang kompleks, serta fokus sasaran berlatih.

Latihan yaitu pentahapan berkegiatan olahraga terdiri dari bermacam-macam model bersikap dan gerakan, terarah, berulang, tahap pembebanan yang semakin meningkat untuk restorasi ketepatan kemampuan (Wahyuri, 2019). sedangkan (Sukadiyanto., 2002) mengatakan bahwa latihan ialah sesuatu proses menyempurnakan keterampilan berolahraga yang isinya ialah teori dan praktikum, memakai desain dan peraturan penyelenggaraan dengan *scientific approach*, menggunakan kaidah/prinsip keterdidikan secara terprogram dan berkesinambungan, sehingga *goal* latihan bisa tercapai dengan tepat sesuai target waktu yang telah di tentukan. Menurut (Werner W. K. H., 2011) latihan yaitu merupakan suatu jenis kegiatan kondisi fisik yang butuh *plan*, dengan terstruktur, dan dilaksanakan dengan cara berulang dengan tujuan agar ada peningkatan atau menjaga konsistensi

satu jenis atau lebih komponen *physical fitness*. (Saharullah, 2019) menjelaskan bahwa pengertian latihan adalah sesuatu jenis dalam olahraga yang mewujudkan pelatihan perkembangan dan peningkatan atlet dalam menggapai *performa* jasmani dan rohani tingkatan tertinggi sesuai waktu yang telah ada perencanaannya dan programnya. Segala proses latihan hendaknya mengetahui apa yang harus disiapkan mulai dari komponen fisik, teknik, taktik serta mental. kebutuhan aspek ini akan melekat disetiap atlet dalam mempersiapkan *performance*. Aspek/komponen latihan bisa lihat pada bagan dibawah ini:



Gambar 7.2 Piramida aspek- aspek Latihan
Sumber: Bempa (1990:5)

Ungkapan (Nasrulloh et al., 2018) bahwa latihan ialah kegiatan yang diselenggarakan dengan sesuai rencana, sesuai program, sesuai tahapan-tahapan, adanya evaluasi dan direalisasikan berulang serta mempunyai *goal setting* untuk peningkatan dan mempertahankan kualitas kebugaran jasmani sesuai dengan target yang dipersiapkan. Pendapat (Hanafi, M., Prastyana, B., & Utomo, 2019) latihan adalah jenis berkegiatan aktivitas fisik secara sistematis, terdesain, serta dilaksanakan dengan cara berulang yang ditandai adanya peningkatan kemampuan atau progres. (Harsono, 2017) mengemukakan latihan

adalah suatu tahapan proses yang sistemik dari sebuah pelatihan yang pelaksanaannya dan penerapan dengan pola yang berulang dengan tahap semakin lam akan bertambah volume pembebanannya. Pernyataan (Budiwanto, 2012) latihan merupakan proses olahraga untuk meraih podium prestasi tertinggi di masa kini bukan hanya melaksanakan keolahragaan, tapi suatu proses yang merupakan memiliki tingkat kompleksitas pelik, metodologi, terkini, dan membutuhkan waktu. Secara tidak sadar jika *detraining* atau berhenti aktivitas latihan akan mempengaruhi terhadap kualitas dan kuantitas *performance* seseorang bahkan dalam waktu satu bulan tubuh akan memberikan respon signifikan merosotnya kemampuan fisik. Harus kita sadari kebutuhan berlatih ialah hingga hayat masih dikandung badan yang tentunya disesuaikan dengan kemampuan tubuh. Ada dampak fisiologis jika seseorang berhenti berlatih diantaranya ialah:

1. Penurunan kekuatan maksimal sebanyak 5 sampai 10% setelah 3 minggu tidak berlatih.
2. Menurunnya VO2Max sekitar 6 sampai 20% pasca empat minggu tidak latihan
3. Penyusutan massa otot sebanyak 6% setelah 3 sampai 4 minggu tidak melakukan aktivitas latihan (bedrest/imobilisasi mempercepat penurunan massa otot)
4. Kemampuan daya tahan jantung-paru menurun sampai 4 hingga 25% rentang waktu 3 sampai 4 minggu tidak latihan.
5. Kemampuan fleksibilitas berkurang sebanyak 7 sampai 30% setelah 4 minggu tidak berlatih.

Proses mendapatkan hasil capaian prestasi tinggi, dibutuhkan tahapan berlatih dan melatih olahraga adanya keterlibatan atlet, pelatih, serta komponen *support* sistem penunjang. Tahap proses pelatihan olahraga yang diterapkan wajib memakai langkah dan tata cara dengan efektifitas dan efisiensi yang sesuai kebutuhan.(Dikdik zafar sidik, paulus

L. Pesurnay, 2019) mengemukakan defenisi latihan ialah merupakan bentuk aktivitas direalisasikan dengan tahapan sistematis dan terprogram dengan pembebanan semakin bertambah sesuai dengan prinsip pembebanan untuk mencapai tingkatan fungsi jaringan tubuh yang lebih baik dan bugar.

Ada beberapa istilah latihan yang sering digunakan pada kata bahasa Inggris yang isi pemaknaannya ialah: *training*, dan *exercises*, *practice*. Pada umumnya panamaan istilah bahasa Indonesia kata-kata semua ini memiliki makna dan arti sama yakni latihan. Pada kaidah bahasa Inggris pernyataannya kata-kata ini mempunyai makna dan defenisi yang berbeda. Ketiga makna istilah ini, sesudah diterapkan dilingkungan dan lapangan secara cermat semuanya memiliki tujuan yang sama yakni kegiatan aktivitas fisik.



Gambar 7.3 Penamaan dalam latihan
Sumber: Roy (2022)

Defenisi latihan asal katanya dari ***training*** ialah terapan dan sebuah rencana untuk peningkatan potensi olahraga yang isinya perihal teori dan praktikum, metodologi, dan aturan penyelenggaraan disesuaikan dengan *goal setting* dan pencapaian target mampu diraih. latihan asal katanya *training* merupakan sebuah prosedur penuntasan

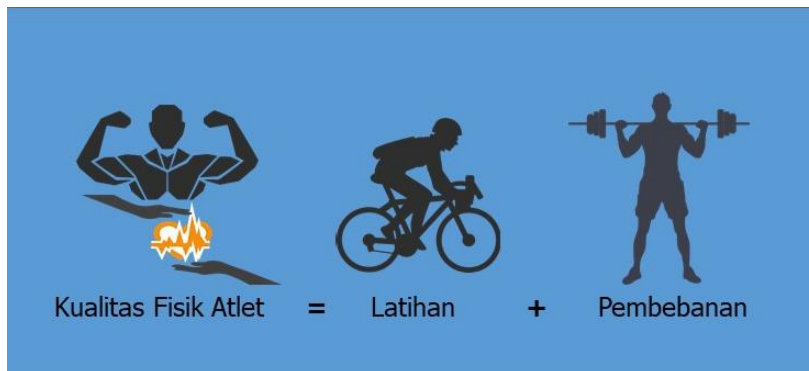
ke ranah sempurna dari kondisi berolahraganya melalui pendekatan ilmu keolahragaan dan teknologi, menggunakan kaidah edukasi yang telah perencanaan dan terorganisir, selanjutnya mampu menumbuhkan kesanggupan dan kapasitas seseorang atau atlet. Berikutnya pengertian latihan asal penamaan katanya dari *training* bisa diambil benang merahnya yakni suatu proses kemampuan yang disempurnakan dalam aktivitas olahragaisi materinya ialah teori serta praktikum, penggunaan metode, dan penyelenggaraan peraturan melalui kaidah-kaidah ilmiah dan teknologi, prinsip yang ditanamkan ialah edukasi sistematis dan terjadwal, sehingga *goal* atau target berlatihnya berhasil dan tergapai sesuai waktunya.

Penjelasan kata latihan dari asalnya penamaan ***exercises*** ialah suatu elemen superior tahap/ proses latihan kesehariannya untuk peningkatan mutu semua kapasitas organ tubuh, berikutnya memudahkan setiap atlet untuk menyempurnakan *movement*. *Exercises* sebuah isi materi pelatihan yang didesain dan dirancang setiap *coach* dalam satu kali tatap muka berlatih atau persesi tahap pelatihan. contohnya, materi latihan disusun setiap sekali pertemuan/sesi biasanya materi berisi diantaranya yaitu: (1) Pembuka diawali dengan doa dan pengarahan serta *yel-yel* motivasi, (2) pelaksanaan *warm up* (gerakan pemanasan) (3) pelatihan inti, (4) pemberian program berlatih tambahan, serta (5) *cooling down* (penutupan, doa, dan pemberian motivasi). Latihan dimaksudkan dalam kata *exercises* ialah pemberian materi dan jenis latihan yang terdapat di materi pelatihan inti dan materi pelatihan *suplemen*/penambahan. Pemberian materi dan pola latihan dalam sesi pembuka, sesi *warm-up*, dan sesi *cooling down* umumnya semua itu sama, penamaan *practice* maupun sebutan *exercises*. *Exercises* atau latihan merupakan golongan dari bagian istilah penamaan/kata *training* yang direalisasikan ketika proses berlatih persesi/perhari/ satu kali pertemuan.

Interpretasi latihan yang menunjukkan kata *practice* ialah jenis aktivitas untuk peningkatan kemampuan (keterampilan) olahraga dengan memanfaatkan jenis alat/*equipment* dengan menyesuaikan kebutuhan dan goalnya setiap cabang olahraga. Tahapan proses ketika kegiatan pelatihan dan proses melatih mahir/terampil *move* sesuai cabang olahraga serta pendukung memakai jenis alat yang bisa dimanfaatkan. Adapun contohnya, seorang atlet panahan diberikan kesempatan sesi *practice* melakukan tembakan kesasaran dimulai dengan sikap berdiri, memasang anak panah ketali busur, selanjutnya mengangkat dan menarik penuh, mengarahkan anak panah ke target sesuai dengan jarak yang telah ditentukan, target yang ditargetkan ialah warna kuning yakni poin *inner X* dan poin 10. Untuk mendapatkan nilai yang ajek maka atlet wajib melaksanakan *practice* bertujuan mendapatkan tingkat keterampilan yang konsisten untuk mencapai nilai yang tinggi olahraga panahan tantangan yang terberatnya ialah menjaga konsistensi/kejegan/keistiqomahan dalam menahan beban busur, merelease/ melepaskan arrow, serta membidik. Proses dalam pelatihan dengan *practice* bentuk bagian dari proses berlatih yakni kata *exercises*.

Latihan yang memiliki ciri yang paten, asal katanya baik *training*, *exercise*, dan *practice* ialah pemberian beban latihan yang progressive overload. Tahapan proses berlatih dan melatih membutuhkan penerapan beban yang bertahap, *progresive overload* memberikan dampak hasil sehingga mempengaruhi terhadap perkembangan dan peningkatan fisik yang berkualitas, teknik, mental, sikap serta sosial para atlet. terkhusus latihan tujuannya peningkatan suatu kualitas kemampuan olahraga secara menyeluruh bisa dilaksanakan secara latihan pemberian beban yang bertahan serta kontinue. Sasaran yang utama sebuah latihan kondisi fisik ialah mencapai peningkatan derajat bugarnya energi (*energy fitness*) dan bugarnya otot (*muscular fitness*). *Energy fitness*

lingkupnya meningkatnya kemampuan aerobik, anaerobik, alaktik dan laktik. *Muscular fitness* lingkupnya meningkatkan potensi komponen kondisi fisik/biomotor, antara lain yakni lingkupnya: *strength, endurance, speed, power, flexibility, balance, coordination*, dan *agility*. Kualitas fisik dan pembebanan dirumuskan bisa dicermati pada gambar dibawah ini.



Gambar 7.4 Rumusan Kualitas Fisik Olahragawan
Sumber: Sukadiyanto (2002)

Penyebutan berlatih yang dikemukakan Mc Ardleet *al.*,(2001) ada dua yakni *acute exercise* dan *chronic exercise*. *Acute exercise* ialah sistematika berlatih diselenggarakan satu sesi tatap muka atau disebut dengan *exercise*, berikutnya *chronic exercise* merupakan proses pelatihan diselenggarakan terus-menerus frekeunsinya 3-4 hari atau sampai penentuan periode bulanan (*training*). Seseorang sementara menjalani desain program latihan (*training*) dengan sungguh-sungguh bisa memberikan efek dan dampak perubahan fisiologis di dalam tubuhnya, lain halnya ketika menjalani aktivitas berlatih desain program *exercise* adanya pengaruh *transformasi* sifatnya hanya sesaat atau tidak ajek (waktunya relatif singkat serta cepat).

Secara desain besar target dan goal dalam latihan ialah (a) peningkatan kualitas kondisi fisik fundamental secara general sertake seluruhan, (b) pengembangan dan peningkatan kapasitas fisik spesifik,

(c) menaikkan dan penyempurnaan teknik, (d) pengembangan dan penyempurnaan siasat, skenario dan desain bermain, (e) peningkatan kualitas dan penguasaan mental olahragawan ketika berkompetisi. Goal latihan mampu diperoleh dengan tepat jika proses pelatihan dijalankan berdasarkan kaidah fundamental serta aspek latihan mengacu pada pendektakan ilmu keolahragaan dan teknologi. Progres bisa terjadi ketika seseorang menjalani *exercise* terjadi respon atau stimulus. Setiap perubahan yang prosesnya melalui *training* dinamakan adaptasi. Berlatih dirancang baiknya mengacu pada kadar/kemampuan tubuh dalam menstimulus respon pola latihan yang jalani atau dibebankan, jika tubuh didistribusikan pembebanan latihan sangat ringan dampaknya tidak akan ada perubahan terhadap adaptasi. Suatu tubuh diberi pembebanan *overload* berlebihan tubuh tidak mampu menerima respon maka bisa berefek pada kerusakan jaringan, cedera, serta *over training*. Pemberian latihan akan tercipta respon pada seluruh organ tubuh, apakah respon tersebut berdampak baik atau buruk semua tergantung pada porsi pembebanan. Pentingnya setiap orang memahami kemampuan tubuh serta proses latihan tidak diraih dengan instan perlu ketekunan dan konsiten untuk mendapatkan target dan *goal setting*.

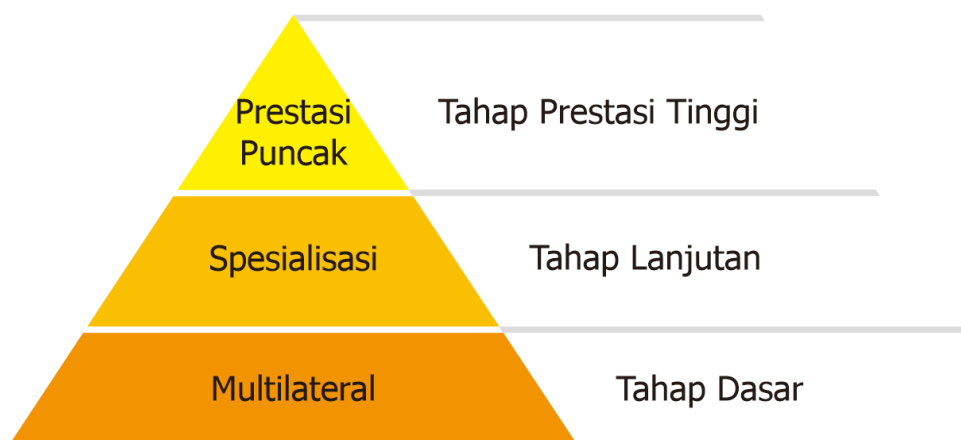
B. Sistematika Latihan

Pencapaian hasil berlatih perlu memahami sistematika dalam proses latihan ketekunan, konsistensi dan selalu ingin belajar untuk merealisasikan kegiatan latihan merupakan ciri latihan yang baik dan benar. Latihan membutuhkan planning yang matang sesuai pendekatan ilmiah, pelaksanaan yang sistematis menyesuaikan karakter cabang olahraga, mempersiapkan dan menyediakan waktu, dan bagi olahragawan atau *sport enthusias* memahami dasar pembinaan olahraga. Penerapan yang sistematis memiliki banyak keuntungan dalam mencapai target dan tujuan. Proses yang sistematis akan membuat

penyelenggaraan latihan lebih tertatat serta mengutamakan nilai proses atau perencanaan jangka panjang. Aspek dan komponen fundamental dalam menentukan tahapan atau sistematika proses latihan mampu di jabarkan yaitu pada penjelasan dibawah ini:

1. Tahap-tahap latihan

Setiap latihan harus memiliki mindset yang berkelanjutan/kontinue/ konsistensi dalam mencapai setiap goal setting/ tujuan yang akan dicapai. Tidak sedikit yang ingin memulai latihan beban menginginkan hasil cepat/instan oleh sebab itu banyak proses yang mereka lalui dengan program yang tidak scientific sehingga progres dari latihanya stagnan bahkan bisa berdampak *burn out*. Perlu kita sadari bahwa latihan memiliki proses yang sistematis, terencana, serta terukur, hal ini membutuhkan waktu yang panjang dan bertahap disesuaikan dengan tujuan berlatih melalui pendekatan ilmiah dan IPTEK. Tahapan untuk mencapai latihan yang optimal dengan hasil yang maksimal dibagi menjadi beberapa tahapan yakni bisa dicermati pada gambar dibawah ini:



Gambar 7.5 Fase Latihan
Sumber: Bompa (1990)

a. Tahapan Latihan Dasar

Fundamental sesuatu yang wajib dimiliki setiap orang yang akan menjalankan program latihan agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Jika memiliki pondasi yang kuat dan kokoh maka setiap tahapan selanjutnya akan lebih ringan dihadapi. Setiap landasan tentunya tidak serta merta dicapai dengan cepat. Seseorang memerlukan waktu dan proses yang panjang untuk mendapatkan fase ini. Kunci dalam menggapai tahap ini ialah dengan menjalani latihan secara terprogram dimulai dari ringan ke tahap yang berat, dari tahapan sederhana ke yang sukar dengan melaksanakan prinsip/asas latihan yang sesuai kebutuhan dan tepat serta konsistensi. Target dari fase latihan dasar ini ialah memberikan pondasi yang kuat dan sesuai pada setiap orang yang akan menjalani latihan, hal ini berhubungan dengan komponen fisik, teknik, mental dan strategi sebagai upaya untuk meraih hasil yang maksimal melalui usaha *development*, peningkatan keterampilan, dan penguatan karakter. Tahapan latihan dasar ini memiliki target yang wajib dicapai ialah sebagai berikut:

- 1) Perkembangan kondisi fisik menyeluruh
- 2) Perkembangan fundamental movement sesuai konsentrasi olahraganya,.
- 3) Kesiapan dalam latihan dan mendesain pribadi yang berkarakter disiplin, jujur, sportif, konsisten, serta memiliki tekad yang tangguh untuk latihan.
- 4) Mindset yang terbuka untuk mengambil sisi positif dari pengalaman dan dijadikan sebagai pelajaran serta evaluasi.
- 5) Mengembangkan bakat dengan memberikan arahan yang baik dan benar.

b. Tahapan Latihan Lanjutan

Tahapan ini memiliki peran yang besar sebagai jembatan dari tahapan fundamental menuju tahapan tertinggi. Fase tahapan bertujuan melatih untuk mengokohkan fundamental skill movement, kualitas latihan, dan performa fisik, serta menjalankan proses berlatih secara khusus (spesialisasi) sesuai dengan cabang olahraga yang digeluti. Usia kurang lebih 14 tahun ialah yang direkomendasikan pada fase tahapan ini. Tahapan ini memiliki sasaran sebagai berikut:

- 1) Keinginan kuat (*will power*) siap berlatih dan menghadapi setiap tantangan fisik dan psikologi baik dari internal atau eksternal.
- 2) Meningkatkan dan mengembangkan seluruh pondasi komponen/ aspek komponen fisik menuju spesialisasi ketahapan tertinggi dimasa yang akan datang.
- 3) Peningkatan dan pemeliharaan latihan teknik dan taktik.

c. Tahapan Tertinggi/puncak

Fase ialah bagian puncak dari seluruh tahapan dan proses berlatih. Semua proses latihan yang dimulai dari tahap dasar, tahap lanjutan, sehingga mencapai tahap tertinggi/puncak tidak serta merta diraih dengan badan yang santai. Tantangan setiap orang atau atlet jika ingin mencapai seluruh tahapan dengan baik dan benar maka harus mampu konsisten untuk menjaga performa tetap dititik ini. Tahapan ini mempunyai tujuan yakni performa/kondisi atlet terbaik siap dalam mengikuti sebuah kejuaraan/kompetisi baik ditaraf nasional atau internasional untuk mencapai prestasi puncak. Target/sasaran pada tahapan ini ialah untuk mencapai prestasi tertinggi.

C. Kecirian Latihan

Merujuk pada penjabaran tentang definisi latihan yang meliputi *training, exercise, practice* dan tujuan dalam mencapai goal/tujuan yaitu dengan cara pemberian beban, bisa di tarik benang merahnya latihan ialah mendesain, memprogram, meningkatkan, peningkatan, serta meregenerasikan setiap potensi dengan konsep proses pelatihan mengkombinasi pendekatan ilmiah dan *experience* praktis sehingga proses pelatihan bisa berjalan dengan efektif dan efisien. Setiap model latihan memiliki kecirian untuk menentukan kaidah-kaidah dalam berlatih apakah program yang dilakukan telah sesuai dengan tujuannya. Setiap individu memiliki goal dalam latihan ada yang tujuannya menurunkan berat badan, menaikkan berat, badan membentuk badan, meningkatkan performa, kondisioning, dan untuk mencapai prestasi tinggi. Seluruh tujuan ini memiliki keistimewaan/konsentrasi/kecirian masing-masing dengan proses yang berbeda. Proses melatih dan berlatih memiliki ciri/ keistimewaan yang bisa dicermati sebagai berikut:

1. Proses dalam menggapai level performa dengan adanya progres disetiap fase berolahraga, yang membutuhkan perencanaan program secara cermat dan sesuai, serta memerlukan tahapan waktu yang telah ditentukan.
2. Setiap proses latihan wajib teratur dan memiliki prinsip progresif. Teratur bermakna latihan wajib dilaksanakan dengan cara konsisten, berkembang/perubahan, serta *continue* (terus menerus). Sedang prinsip progresif maknanya isi Latihan dijalankan/diberikan mulai tahap ringan ke tahap berat, dari tahap sederhana tahap lebih kompleks (sukar/sulit).
3. Prosesnya mempunyai tujuan/target/sasaran/*goal* setiap persesi pelatihan satu unit latihan.
4. Pemberian materi setiap proses latihan perihal teori dan praktik, agar memudahkan untuk dipahami serta aplikasinya bisa relatif ajeg.

5. Mengembangkan model dan kaidah latihan yang sesuai, yakni cara paling efektif dan efisien didesain secara bertahap dengan mempertimbangkan aspek kesukaran, gerakan yang kompleks, serta fokus pada prosesnya sehingga target latihan akan tercapai secara alami dan tidak ada prinsip mekar sebelum berkembang.

D. Tujuan dan Target Latihan

Manusia sebuah obyek yang wajib ditingkatkan performa, skill, dan penampilan dengan arahan serta intruksi dari coach/pelatih. Proses latihan yang dijalankan harus terpenuhi seluruh aspek latihan. Jangan menitik beratkan satu sisi yakni pada komponen fisik atau teknik saja. Untuk mencapai target setiap komponen latihan harus terpenuhi serta di laksanakan secara bertahap, ajeg, sesuai dengan periodisasi program latihannya. Dalam praktiknya masih banyak terjadi proses latihan merobotisasi para olahragawan/atletnya, sejatinya proses yang baik ialah membuat mandiri setiap proses diprogramkan tidak melepas prinsip evaluasi dan monitoring terhadap atletnya. Konsep yang baik setiap sesi latihan ditekankan mempunyai target jelas sehingga tujuan latihan bisa tergapai sesuai yang telah diprogramkan. Tujuan yang telah tersusun pada proses latihan harapannya mampu membuat semua atlet/olahragawan mempunyai performa konseptual dan *skill movement* agar di aplikasikan upaya mencapai puncak tujuan tertinggi.

Tujuan latihan secara umum ialah semua kalangan yang menjalani proses latihan sehingga mampu merealisasikan dan mempunyai kompetensi konseptual serta skill untuk membantu setiap potensi atlet/sesorang memulai bidang olahraga melalui pendekatan *sport science*. Sedangkan target/sasaran latihan secara general ialah proses peningkatan kesanggupan dan kesiapan seseorang dalam meraih performa terbaik baik untuk ranah kebugaran fisik atau capaian prestasi. Perumusan tujuan dan target/sasaran proses latihan memiliki sifat

ranahnya jangka panjang atau ranahnya untuk jangka pendek disesuaikan dengan kondisi yang akan dicapai. Adapun tujuan dan target/sasaran latihan secara garis besar dapat dicermati pada penjelasan berikut ini diantaranya yakni:

- a. Meningkatnya kualitas fundamental fisik secara keseluruhan. Pada tahap dan fase ini proses pada program latihan berkiblat di orietasinya untuk meningkatkan kualitas pondasi fisik secara menyeluruh dan general. Yang menentukan dari pondasi fisik berkualitas ialah level dari energi yang bugar dan otot yang bugar.
- b. Peningkatan dan pengembangan potensi fisik secara terkhusus (spesifik). Latihan tujuan peningkatan kemampuan fisik secara khusus pada tiap cabang olahraga, mempunyai sasaran yang beda antara satu dengan lainnya. Setiap proses disesuaikan dengan kebutuhannya mulai dari kebutuhan sistem gerak, lama latihan dan kompetisi, dan kebutuhan sistem energi yang dipergunakan dalam mendukung setiap menampilkan kondisi performa atau potensinya yang telah dimiliki.
- c. Menyempurnakan dan mengembangkan teknik. Target latihannya ialah peningkatan dan penyempurnaan proses gerak dengan cara tepat dan efisiensi. Menggunakan teknik baik dan benar sejak awal memberikan manfaat dalam menghemat energi untuk melakukan gerakan sehingga proses latihan bisa bertahan lama serta mengurangi kesalahan dalam melaksanakan aktivitas gerak yang *continue*. Jika dalam aktivitas melakukan gerak tidak baik dan benar bisa memicu/potensi terjadinya cedera dalam proses latihan. Tahap ini tentunya harus dicermati agar latihan tetap aman dan memiliki progres terhadap performa dengan jangka panjang.
- d. Peningkatan, pengembangan, dan penyempurnaan taktik pola latihan dan kompetisi, strategi latihan dan permainan. Penyusunan teknik dan strategi dibutuhkan kecermatan, kejelian, ketajaman

untuk menganalisis aspek kelemahan dan aspek kelebihan. Penguasaan komponen taktik setiap olahragawan mendahulukan aspek teknik yang mumpuni dan terampil.

- e. Memaksimalkan kondisi dan kualitas potensi mental/psikis olahragawan baik ketika berlatih atau mengikuti kompetisi. Aspek mental/psikis yang harus dilibatkan dengan porsi yang lebih besar karena merupakan bagian dari faktor krusial dalam mendukung capaian latihan dan berkompetisi secara maksimal. Aspek mental ini sering kita jumpai dilapangan dasar praktiknya masih minim dalam pengaplikasiannya. Sering terjadi ketika menjelang kompetisi hasil dari kondisi mental masih jauh dari kata memuaskan atau mencapai target. Komponen ketika berlangsung kompetisi memiliki peran yang besar yakni sebesar 90%. Dasarnya ialah manusia sebuah kesatuan sistem psiko-fisik kompleks. Sedangkan dalam meraih prestasi sebuah akumulasi proses belajar dan berlatih.

E. Ringkasan

Latihan saat ini menjadi suatu kebutuhan yang wajib bagi kalangan masyarakat. Fenomena ini sudah sering kita jumpai sepiunya fasilitas olahraga yang di gunakan oleh masyarakat umum. *Mindset* mereka bahwa latihan itu khusus untuk atlet atau seseorang yang melakukan program *fattloss*, *weight againt*, membangun otot, rehabilitasi fisik pasca cedera berolahraga. Kaidahnya sebuah latihan bagi seseorang menu wajib masuk daftar kebutuhan dalam menjaga kualitas kebugaran jasmani bertujuan maintenance dan menjaga kualitas hidup.

Ada beberapa istilah latihan yang sering digunakan pada kata bahasa Inggris yang isi pemaknaannya ialah: *training*, dan *exercises*, *practice*. Pada umumnya panamaan istilah bahasa Indonesia kata-kata semua ini memiliki makna dan arti sama yakni latihan. Pada kaidah

bahasa Inggris nyataannya kata-kata ini mempunyai makna dan defenisi yang berbeda.

Latihan membutuhkan planning yang matang sesuai pendekatan ilmiah, pelaksanaan yang sistematis menyesuaikan karakter cabang olahraga, mempersiapkan dan menyediakan waktu, dan bagi olahragawan atau *sport enthusias* memahami dasar pembinaan olahraga. Penerapan yang sistematis memiliki banyak keuntungan dalam mencapai target dan tujuan. Proses yang sistematis akan membuat penyelenggaraan latihan lebih tertatat serta mengutamakan nilai proses atau perencanaan jangka panjang.

Proses melatih dan berlatih memiliki ciri/ keistimewaan yang bisa dicermati sebagai berikut; Proses dalam menggapai level performa dengan adanya progres disetiap fase berolahraga, yang membutuhkan perencanaan program secara cermat dan sesau, serta memerlukan tahapan waktu yang telah ditentukan. Setiap proses latihan wajib teratur dan memiliki prinsip progresif. Teratur bermakna latihan wajib dilaksanakan dengan cara konsisten, berkembang/perubahan, serta *continue* (terus meneru). Sedang prinsip progresif maknanya isi Latihan dijalankan/diberikan mulai tahap ringan ke tahap berat, dari tahap sederhana tahap lebih kompleks (sukar/sulit). Prosesnya mempunya tujuan/target/sasaran/*goal* setiap persesi pelatihan satu unit latihan. Pemberian materi setiap proses latihan perihal teori dan praktik, supaya lebih mudah dipahami serta aplikasinya bisa relatif ajeg. Mengembangkan model dan kaidah latihan yang sesau, yakni cara paling efektif dan efisien didesain bertahap dengan mempertimbangkan aspek kesukaran, gerakan yang kompleks, serta fokus pada target Latihan.

Tujuan latihan secara umum ialah semua kalangan yang menjalani proses latihan sehingga mampu merealisasikan dan mempunyai kompetensi konseptual serta skill untuk membantu setiap potensi

atlet/sesorang memulai bidang olahraga melalui pendekatan *sport science*. Sedangkan target/sasaran latihan secara general ialah proses peningkatan kesanggupan dan kesiapan seseorang dalam meraih performa terbaik baik untuk ranah kebugaran fisik atau capaian prestasi. Perumusan tujuan dan target/sasaran proses latihan memiliki sifat ranahnya jangka panjang atau ranahnya untuk jangka pendek disesuaikan dengan kondisi yang akan dicapai.

F. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini:

1. Bandingkan dan bedakan pengertian dari *training, exercise, dan practice*?
2. Berikan contohnya ciri-ciri sistematika latihan dan ciri latihan?
3. Sebutkan jelaskan aspek-aspek dalam latihan?
4. Jelaskan 3 defenisi latihan menurut para ahli?
5. Jelaskan apa pengaruh pada anatomi dan fisiolgi ketika seseorang berhenti latihan?

BAB 8

LATIHAN BEBAN

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Mengetahui defenisi latihan beban
2. Memahami kelebihan dan kelemahan latihan beban
3. Memahami system energidalam latihan beban
4. Memahami peran latihan beban terhadap serabut otot
5. Memahami *Warm-up* model protokol RAMP pada latihan beban

A. Latihan Beban

Latihan beban bentuk kegiatan yang telah menjadi bagian dari fenomena dan kebiasaan masyarakat Indonesia masa kini era dimana teknologi makin pesat berkembang dan cepat dalam tindakan. Namun fenomena ini tidak terjadi secara menyeluruh wilayah kota maupun desa. Fenomena latihan beban masih didominasi masyarakat perkotaan yang didukung oleh fasilitas olahraga yang telah disediakan pemerintahan setempat. Salah satu pendukung terbesar ialah sudah menjamurnya fasilitas *fitness center* atau *gym*. Pada dasarnya latihan beban sudah menjadi kebutuhan bagi masyarakat yang untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas kebugaran jasmani.

Mitos yang sudah mendarah daging bagi kalangan masyarakat khususnya bagi kaum hawa memiliki mindset aktivitas latihan beban akan membuat mereka borotot. Sesungguhnya *weight training* tergantung dari tujuan latihan yang telah diprogramkan. Beberapa kalangan kaum awam meranggapan latihan beban akan memberikan dampak badan sakit/ atau biasanya mereka sebut kemeng-kemeng. Belum banyak yang faham setiap latihan memiliki prinsip *progressive overload* yang pembebanan secara bertahap disesuaikan dengan level masing-masing. Tubuh akan merespon setiap kegiatan latihan beban dan akan beradaptasi sesuai intensitas latihannya. Mengapa sering kali kita jumpai pasca latihan mengalami tubuh yang nyeri perasaan ini wajar karena tubuh proses adaptasi terhadap pembebanan dalam bahasa ilmiah proses nyeri tersebut disebut *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*.

Konsep pada berlatih beban ada aktivitas gerak yang sangat umum yakni *pull* (menarik), *push* (mendorong), serta menahan. Latihan beban ialah jenis-jenis aktivitas berolahraga yang tidak awam tujuan pengembangan performa penggunaan gaya beban gravitasi, untuk menahan berat didapatkan dari otot dengan cara peregangan *concentric*

atau *eccentric*. Model latihan ini posisi otot digunakan pada tubuh berefek terjadi kontraksi memakai berat badan atau *equipment* lain untuk menstimulus *grow muscle*, kinerja otot, strength dan *endurance*, dengan tujuan kelompok otot yang ditargetkan dan variasi/bentuk gerak tertentu. Avery dan Wayne (2009) menyebutkan setiap *weight training* jenis aktivitas berlatih olahraga yang telah didesain programnya dan terstruktur dengan penggunaan beban sesuai porsi dan pelaksanaan memiliki tahapan yang tujuannya mengembangkan kualitas otot. Sedangkan (Baechle,2012) mendefenisikan Latihan beban yaitu aktifitas fisik pendekatan pembebanan untuk peningkatan performa seseorang upaya memfokuskan kekuatan yang tujuannya semakin naik level kekuatan, *muscle endurance*, *hipertrofi*, potensi seorang atlet.

Banyak kalangan sudah mengetahui bahwa latihan beban sebagai upaya pendekatan dan jenis aktivitas olahraga tujuan peningkatan dan mengembangkan kondisi seseorang atau atlet. Setiap aktivitas olahraga jika ingin mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan, maka harus memiliki perencanaan program yang tepat dan jelas tujuannya dari latihan tercapai serta tidak mengalami stagnan atau overtraining pada pelaksanaan proses berlatih. *Weight training* jenis kegiatan olahraga yang rekomendasikan untuk setiap kalangan yang tentunya memiliki dampak yang baik untuk kebugaran seseorang. Aktivitas olahraga ini sudah memberikan banyak bukti sebagai upaya dan sarana memperbaiki kondisi fisik, penurunan badan yang berlebih dan menambah berat badan, memperbaiki postur tubuh dan memperkuat otot, persendian, dan tulang, terapi fisik atau rehabilitasi setelah cedera bonusnya ialah akan membuat badan atletis. Setiap pelaksanaan harus mengutamakan prinsip pembebanan yang disesuaikan dengan level kemampuan serta pendosisian/porsi disesuaikan pada tiap individu demi tercapai tujuan dari latihannya.

Pengaplikasian *weight training* harus dengan cara tepat dan efektif

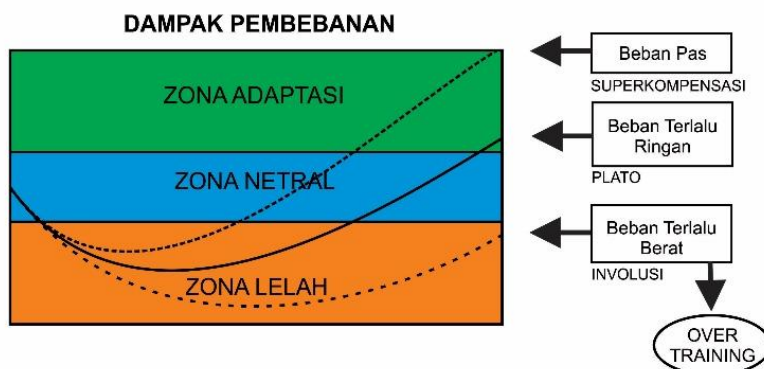
untuk meraih hasil yang sesuai. Pelaksanaan dengan cara tersusun dan terukur serta memperhatikan diet seimbang/sesuai (pengaturan jenis nutrisi yang tepat), periodisasi istirahat (*recovery*) dan pengaturan stres. Pada dasarnya olahraga (latihan beban) ialah rajanya, nutrisi ialah ratunya, putra mahkota adalah pola istirahatnya dan putri raja ialah manajemen stress. Frekuensi dalam berlatih direkomendasikan dilakukan 3-5 kali/pekan dengan intensitas latihannya disesuaikan kebutuhan serta goal (target) latihan. manajemen diet, makan dan asupan nutrisi juga harus menjadi perhatian disiplin karena memiliki peran setelah latihan terlaksana. Orang berproses menjalani desain/rencana pengaturan *weight loss/fat loss* memiliki prinsip disiplin perhatian kuantitas input kalori yang wajib lebih kecil dibandingkan kalori output (defisit kalori).

Perencanaan dan planning aktivitas latihan pembebanan penggabungan dari variabel-variabel dalam prosesnya. Setiap individu dalam mulai latihan perlu mencermati dan memahami variabel yang tujuannya memberikan progres yang tepat dan sesuai. Adapapun variabel yang di maksud antara lain yakni; pilih latihan yang sesuai dengan kebutuhan, fokus dan tujuan perkenaan bagian otot berurutan dimulai dari yang porsi ringan ke tahap yang berat, tahap- tahap gerakannya disesuaikan dengan prinsip progresif overload, memperhatikan indikator volume, intensitas, periodisasi istirahat, frekuensi serta tempo/ritme/irama proses pengangkatan beban. Semua jenis gerak pada latihan beban menampilkan ilustrasi terkait karakteristik dan kontraksi muscle, sendi sedang berproses di setiap tubuh seseorang.

Latihan pembebanan sebuah perencanaan program telah dirancang bertujuan peningkatan kemampuan/performa otot dan ketahanan tubuh melalui rangkaian pelatihan pemberian beban dengan cara bertahap yang sistem otot diberikan tekanan beban sehingga memberikan hasil/dampak terhadap perubahan, peningkatan, perkembangan

fisiologis. Perubahan akan nampak ketika latihan dilakukan dengan tetap dan sesuai dengan pendekatan prinsip latihan. Setiap proses dari latihan beban perlu bersabar dan konsiten agar latihan tidak mengalami sikap bosan dan *burnout*. Setiap latihan yang tujuannya hanya gaul semata maka seseorang akan cepat mengalami puas dengan hasil pencapaian. Setiap individu perlu harus menyadari bahwa latihan beban dilandasi dengan *life style* (kebutuhan hidup) karena kebermanfaatannya akan didapatkan sampai masa tua.

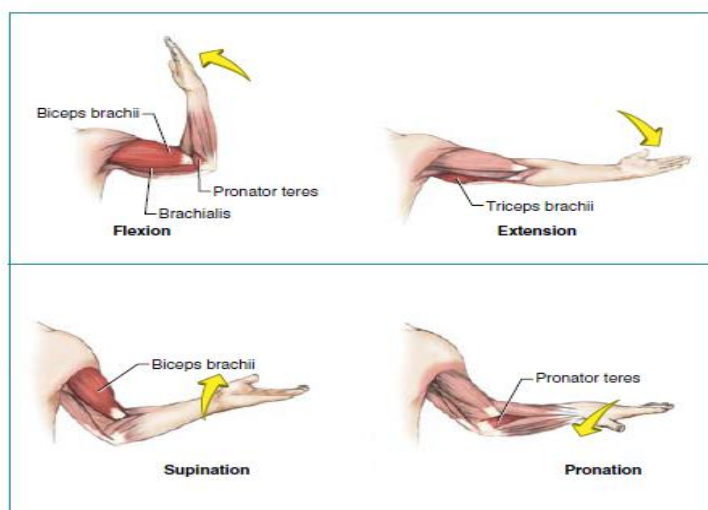
Setiap pembebanan akan memberikan dampak serta perubahan ke ranah peningkatan, stagnan, atau bahkan penurunan performa. Pentingnya bagi setiap pelatih atau yang ingin latihan mandiri mampu mendesain program dengan baik dan tepat. Fenomena yang terjadi masih banyak terjadi bagi seseorang yang yang baru memulai berlatih beban minimnya literasi sehingga dalam menjalani program latihan tidak berjalan sesuai dengan perencanaan latihan sesuai pendekatan ilmiah (*sport science*). Perlu diketahui latihan beban ialah latihan yang sangat sederhana dalam meningkatkan kemampuan fisik sesuai dengan tujuan yang telah di tentukan. Dampak dari stimulus pembebanan bisa di cermati pada gambar dibawah ini :



Gambar 8.1 Dampak Pemberian Beban
 Sumber: Irianto (2002)

Manusia memiliki otot yang bisa melaksanakan aktivitas dengan gerakan kontraksi (gerak menegang/memendekan), gerak relaksasi (gerakan memanjangkan) serta kondisi tidak ada gerakan kontraksi. Foss & Keteyian (1998) menjelaskan kontraksi otot mempunyai empat jenis yaitu;

1. Isotonik ialah *iso* (tetap) dan *tonic* (tegangan) kondisi dimana pemendekan otot ketika terjadi peningkatan tegangan.
2. Isometrik (statik) ialah *iso* (tetap) dan *metric* (panjang) keadaan otot menegang namun tidak memanjang serta tidak ada perubahan.
3. Eksentrik yakni memanjangkan otot atau meregangkan.
4. Isokinetik, yakni otot bereaksi dengan kecepatan yang konstan adanya pemendekan ketika terjadi tegangan melalui luas gerak.



Gambar 8.2 Kontraksi Otot
Sumber:Arnol & Jouko (2007)

Djoko (2009) mengungkapkan sesungguhnya *strength training* latihan pembebanan juga dikenal dengan *resistance training* yaitu suatu bentuk/jenis aktivitas olahragapenggunaan beban sebagai media/wahan tujuan pemberian stimulus berbagai model gerakan untuk memberikan dampak terhadap tubuh. Gagasan awal mulanyaberlatih pembebanan bertujuan otot yang dilatih yaitu dengan sasaran untuk peneningkatan

performa, ketahanan dan membangun otot. Zaman yang sudah berkembang sangat pesat sehingga terjadi *transformasi* pada model *weight training* yang desain untuk menaikkan level *cardiovascular* dan memperbaiki *body composition*. Pelaksanaan latihan beban dirancang dengan pendekatan *sport science* akan memberikan dampak positif yang baik bagi tubuh seseorang yakni: mencegah potensi cedera, meningkatkannya kekuatan otot/sendi/tulang, memperbaiki kualitas tidur, mampu mengontrol badan yang berlebih, kepercayaan diri lebih meningkat.

Selain itu pembebanan dalam latihan memberikan peningkatan serabut-serabut otot, komponen otot menjadi lebih berkualitas kekuatannya dan lebih efisien dalam aktivitas gerakan akibat tekan stressor otot ketika berkegiatan berlatih beban. Aktivitas latihan beban mampu untuk preventif penyusutan kualitas otot (*atrofi/ hipotropi*) ketika dilaksanakan dengan konsisten. Orang yang mempunyai kualitas otot, sendi, tulang yang baik penguasaan kontrol gerak yang mampu ia kondisikan dalam menjalani segala kegiatan sehari-hari serta memiliki kualitas kebugaran yang optimal. Latihan ini akan memproses pembakaran kalori lebih seingkat dan cepat sehingga mampu mengontrol berat badan seseorang. Latihan beban yang dilakukan dengan terprogram akan memperbaiki dan meningkatnya penampilan seseorang atau atlet. Memiliki otot yang berkualitas ialah wajib bagi setiap insan namun perlu adanya latihan yang tersusun dan terprogram agar setiap kinerja dan gerakannya semakin efektif dan efisien. Demikian dengan persendian akan berdampak dan meningkat kondisinya ketika tahapan pembebanan dilakukan sesuai dengan prinsip dan kebutuhannya. Tidak hanya berfokus pada otot dan sendi, *weight training* merangsang/ menstimulus tekanan dan stressor pada komponen tulang. Ketika penekanan/pembebanan pada tulang sesuai porsi/dosisnya perubahan kondisi tulang akan semakin kuat. Tulang yang terlatih dan performanya

berkualitas memberi sumbangsi terjadinya potensi pengeroposan tulang (*osteoporosis*). Melalui tahapan berlatih yang terencana, teratur, serta terukur mampu mencegah dari *sarkopenia* (penurunan kualitas otot setiap tahunnya ketika seseorang berumur 30 tahun)

Weight training (beban berlatih) suatu stimulus memberikan sinyal gerakan (motorik) yang mampu dikendalikan, pengaturan, serta pengontrolan oleh seseorang, atlet, maupun coach dalam upaya peningkatan/pengembangan/*maintainance* kualitas fungsi sistem jaringan pada tubuh. Perlu dicermati dan dipahami bahwa latihan beban memiliki dua bentuk jenisnya, aktivitas ini sering dijumpai ketika kita melakukannya atau saat kita melihat di sebuah tempat olahraga. Pada dasarnya proses berlatih dengan bebanbias memakai beban bebas, mengangakat berat badan sendiri, menggunakan mesin, atau sarana/*equipment* yang sesuai kebutuhan dan tujuan dalam meraih goal latihanya (Baechle, 2012). Adapun jenis/macam dari latihan beban ini diantaranya yaitu:

1. Latihan beban dalam

Kemudahan dari latihan beban dalam atau menggunakan beban sendiri sering dijumpai namun kenyataan masih banyak dikalangan masyarakat minim melakukan aktivitas ini dengan berbagai alibi/alasan. Proses berlatih beban dalam bisa dilakukan di mana saja dengan mengedepankan safety. Konsep gerakan yang digunakan lebih mudah karena sistem pembebanan berat beban tubuh sendiri. Fokus dari perkenanaan/sasaran otot masih terbatas karena tidak banyak variasinya seperti latihan beban bebas/luar. Beban dalam (*Inner Load*) ialah proses pembebanan dilakukan melalui variasi gerakan dengan memanfaatkan berat tubuh sendiri dengan mengacu pada prinsip *progresif overload* yan memberikan dampak anatomi dan fisiologis, sehingga ada ritme denyut nadi berdebar lebih cepat setelah melakukan aktivitas berlatih pembebanan.

Antara berlatih pembebanan luar dan pemebabanan ialah satu proses yang tidak terpisahkan karena saling berkaitan erat memiliki dampak/efek terhadap peningkatan dan pengembangan kebugaran fisik. Berlatih beban dalam sangatlah simpel dan sederhana, setiap gerakan yang akan dilakukan memerlukan kreatifitas agar setiap perkenaan otot yang ditargetkan sesuai dengan porsinya. Untuk memulai latihan ini kita melakukan gerakan cukup namun akan memberikan efek yang optimal pada perkembangan dan peningkatan performa tubuh kita. Diantaranya gerakan beban dalam yakni: gerakan squat, gerakan lunges, gerakan push-up, gerakan chin-up/pull-up, gerakan sit-up dan masih banyak variasi gerakan lainnya. Benefit atau keuntungan yang didapatkan ketika menggunakan jenis latihan beban dalam (menggunakan tubuh sendiri).

2. Latihan beban luar/bebas

Outer Load (beban luar) ialah berlatih beban kecilannya adanya pentahapan yang berkaitan volume, intensitas, periodisasi istirahat, frekuensi, durasi, serta irama pemberian beban pelatihan yang bisa dicermati dan perhatikan melalui saran/peralatan tujuannya untuk meningkatkan kebugaran fisik. Berlatih menggunakan beban bebas mampu memberi dampak yang lebih fokus pada sasaran otot karena memiliki bermacam-macam bentuk/variasi pengembangan gerak jika proses latihannya berdasarkan prinsi-prinsip yang telah ditentukan. Aktivitas *free weight* dominan dilakukan oleh orang yang sudah memiliki pengalaman yang baik serta mahir untuk menjalani proses berlatih. Seseorang yang ingin mulai berlatih beban bebas harus memahami kadar diri sebelum memilih jenis alat yang akan digunakan untuk latihan. Potensi cedera bagi orang yang mulai latihan free weight sangatlah tinggi mengingat gerakan ini menggunakan komponen otot lebih dari satu serta alat yang dipergunakan tidak memiliki pengaman seperti alat mesin, untuk itu free weight bukan alat yang direkomendasikan bagi orang pemula.

Prinsip *smart/* cerdas/ cermat/ tepat ketika kita akan action aktivitas olahraga sangatlah mutlak dan wajib bagi setiap orang sebelum memulai program latihan beban bebas. Seyogyanya memahami dan tahu tentang jenis/ variasi equipment/alat, sitematika penggunaan dan karakter-karakter setiap peralatan. Tujuan dan maksudnya *preventif* potensi/resiko timbulnya cedera ketika latihan mampu kita hindari sangatlah penting keamanan dalam proses berlatih khusus di dunia kebugaran/fitness. Terkenalnya sebuah latihan beban luar memakai jenis-jenis alat seperti equipment mesin, (*barbell, dumbbell, dan kettlebells*), *band* resistensi, bola stabilitas, atau mengkolaborasikan dari semua jenis peralatan dengan sesuai dosisnya, (Baechle,2014).

B. Keunggulan dan Kelemahan Latihan Beban Luar dan Latihan Beban Dalam

Berlatih model *resisten training inner load* dan beban luar secara umum memiliki perbedaan yang sangat nampak, ketika latihan beban dalam bisa dilakukan dengan gerakan yang sederhana dan cenderung stabil saat melakukan proses gerak. Sangat beda dengan berlatih aktivitas beban luar memerlukan penyeimbangan dan stabilisasi tubuh ketika melakukan aktivitas gerakan. (Haff. 2000) melakukan pendekatan diskusi yang menjelaskan benefit umum pada beban luar ialah setiap aktivitas latihan memerlukan *coordination and balance* seperti aktivitas gerak olahraga sesungguhnya. Berlatih beban luar cenderung variasi dan jenisnya lebih luas bisa bertujuan dalam proses untuk, memperbesar, dan mengembangkan massa otot serta mampu meningkatkan energi yang keluar, dan membesarkan volume otot yang dapat meningkatkan pengeluaran energi, dan dapat pergunakan berlatih *balistic* dan eksplosif. Kelemahan umum beban luar harus membutuhkan partner dalam pelaksanaan untuk menjaga safety dan

dalam ranah psikologis beranggapan sesuatu yang menakutkan bagi orang yang masih pemula dalam latihan beban.

Latihan beban dalam bisa mendapatkan manfaat yakni memberi perlawanan semua arah, memberi *push and pull* dengan cara rentang gerak di sesuaikan, dan bisa dilakukan di mana saja serta tidak harus menggunakan alat/sarana. Memberikan rasa aman bagi orang yang baru memulai aktivitas *strength training*. Ada beberapa kekurangan dari aktivitas olahraga beban dalam yaitu tidak bervariasi memberikan model gerak dan simulasi gerak pada olahraga yang nyata sehingga perlu adanya kolaborasi dan kombinasi dalam meningkatkan performa. Terlihat jelas ketika fokus berlatih yang menggunakan model latihan beban dalam progres perkembangan massa otot tidak berkembang dan nampak membesar. Seseorang harus memiliki pola pikir yang terbuka hubungannya dengan olahraga beban karena masing-masing pendekatan metode mempunyai keunggulan yang akan memberikan manfaat terhadap kebugaran fisik kita. Pandangan berbeda menunjukkan berlatih beban luar lebih unggul karena memiliki pendukung sarana alat/*equipment*, membutuhkan motorik yang saling *cordination*serta *balance* yang memberi dampak stimulus dan pasokan otot menjadi semakin meningkat serta besar. Berlatih beban luar gabungan stabilisasi dan koordinasi dalam penyelesaian proses pengangkatan sebuah beban sedangkan aktivitas beban dalam stagnan dalam pemberian beban karena tidak beban tubuh sendiri yang digunakan jika seseorang tidak mampu menggunakan beban diri sendiri maka harus menggunakan bantuan sebuah alat untuk memulai pengangkatan beban yang di mulai dari yang ringan sehingga penting bagi kita yang fokus dalam latihan beban untuk menggunakan bentuk-bentuk latihan pendukung sesuai dengan kebutuhan serta tujuan (Le E Brown:2007:114).

Tabel 8.1 Keunggulan dan Kelemahan

Latihan Beban Dalam	Latihan Beban Luar
1. Keunggulan: a. Safety (lebih aman). b. Penggunaan waktu lebih hemat. c. Efektif dan efisien. d. Bisa semua kalangan. e. Dapat latihan mandiri atau kelompok	1. Keunggulan: a. Bebas/luwes dalam bergerak. b. Jenis latihan bervariasi. c. Mampu melatih otot secara general. d. Cermat dalam menambah beban. e. Pembebaban maksimal tidak terbatas
2. Kelemahan: a. Keterbatasan varias gerak. b. Fokus pada otot primer. c. Tidak semua orang mampu mengangkat beban sendiri. d. Beban maksimal dibatasi.	2. Kelemahan: a. Tidak safety. b. Dipergunakan kalangan yang sudah mahir c. Memerlukan partner/teman (<i>spotter</i>)

Sumber : Irianto (2003:32)

C. Sistem Energi Pada Latihan Beban

Segala aktivitas manusia bisa dianalisis dan dicermati melalui proses bergerak yang dilaksanakan dalam bentuk pengaplikasian energi yang dikenal dengan energy kinetic. Asal dari *energy* tersebut yakni energi kimia yang prosesnya dari makanan dimasukan ke tubuh selanjutnya di urai jadi stamina/tenaga yang dinamakan *energy potencial*. Tenaga (*energy*) sebuah prasyarat esensial untuk menjalankan kinerja fisik ketika berlangsungnya berlatih atau *compete*. Energi dalam tubuh memiliki jumlah secara akumulatif sangat melimpah serta batasnya tidak ada. Pada Kondisi seperti ini manusia diberi kesempatan bisa beraktivitas dan bekerja lebih dinamis dan dimana saja relatif lama waktu yang dijalani. Persediaan stamina pada tubuh dipergunakan proses kontraksi otot, *sel activity* dan perawatan/*maintenance* setiap fungsi sistem tubuh. Minim kuantitas simpanan *energy* berdampak terganggu sistem kerja fisiologis dan anatomis manusia, utamanya saat menjalani aktivitas latihan olahraga. Segala asupan *sport energy* penyuplaian dengan cara

berkesinambungan melalui asupan nutrisi yang status gizi seimbang disesuaikan dengan kebutuhan cabang olahraganya.

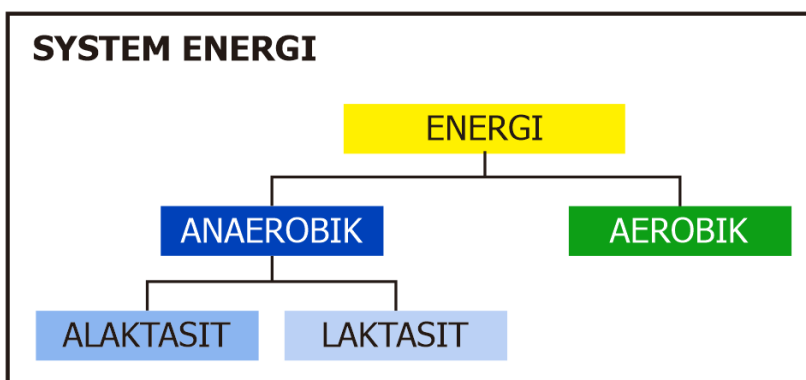
Stamina (*energy*) berdasarkan ungkapan Mathews dan Fox (1988) perubahan semua yang kita makan dari bahan makro atau mikro yaitu (karbohidrat, lemak serta protein) di proses menjadi ikatan stamina (*energy*) tinggi biasanya di sebut *Adenosin Triphospat* (ATP) penyimpanan terdapat pada otot. Sesuai penamaanya bahwa ATP jumlahnya ialah satu elemen *adenosin* dan tiga *elemen phospate*. Energi yang sering dipergunakan pada proses pengkotraksian *muscle*, yang didapatkan dari tahap mengubah ATP dengan tenaga tinggi ke *Adenosin Diphospate* (ADP)+ *Phospate* (P) .Ketika pada kondisi satu elemen *phospate* diurai, maka ADP+P di model ATP dan energi melepaskan diri. Tersedianya pasokan ATP pada sel otot memiliki keterbatasan, dengan keadaan yang seperti ini proses suplai ATP tetap berkelanjutan atau *continue* upaya pertahanan dan mempermudah segala beraktivitas fisik dengan cara berkesinambungan.

Upaya memenuhi ATP bisa dengan cara ketiga *energy system*, disesuaikan bentuk aktivitas/kegiatan yang sedang jalani. Adapun tiga jenis sistem ini ialah sebagai berikut: a) sistem ATP-PC, b) *system* asam laktat, c) *system* oksigen (O₂). Kedua *system* pertama, mengubah ATP dengan *system* tanpa oksigen biasa disebut dengan *anaerobic system*, ATP yang hasilnya dari *system* ketiga berproses dengan kontribusi oksigen atau lebih viral dengan penamaan "*aerobic system*".

Kebutuhan sistem energi yang digunakan dalam melaksanakan kegiatan bergerak, berolahraga, dan menajani aktivitas kehidupan manusia sistem energi yang dominan yakni a (1) *system energy anaerob* dan (2) *system energy aerob*. Selama proses otot menjalani aktivitas pada kedua sistem ini tidak bisa dipisahkan secara sepenuhnya. Sistem energi memifestasikan rangkaian tahapan untuk memenuhi stamina dengan cara *continue* berkelanjutan serta bergantian. Upaya

mencermati perbedaan dari dua sistem energi ini ialah terletak di sisi pemrosesan peguraian, pembagian, dan pemisahan penggunaan oksigen atau tidak memakai oksigen.

Setiap pememenuhan stamina pada sistem anaerobik tidak menggunakan bantuan oksigen, tetapi memanfaatkan penyimpanan energi yang terdapat pada otot. Berbeda dengan proses sistem energi aerob setiap menjalani suatu aktivitas atau berkegiatan dalam memenuhi stamina/dayanya dalam melakukan gerak membutuhkan asupan oksigen dengan cara didapatkan melalui proses respirasi. Proses ini bisa dicermati pada gambar dibawah ini:



Gambar 8.3 Sistem energi
Sumber: Mathews and Fox (1988)

Sudah banyak penjelasan dan keterangan yang menyebutkan dari para ilmuwan dan pakar. Upaya dalam melakukan gerak pada setiap manusia membutuhkan sistematisa dan energi yang hasilnya dengan cara taha dan proses sitem energi. Perlu dijelaskan dengan pendekatan ilmiah bahwa sistem energi yakni *Energy System* dan *Energy System Anaerobic*.

1. Energi Sistem Aerobik ialah stamina yang terdapat didalam *muscle* tahapan kinerjanya menggunakan oksigen. Bahan berasal dari makan yang telah diproses menjadi glukosa dan glikogendengan cara glikolisis aerobik. pada proses aktivitas yang *endurance* atau rentang waktu dengan memerlukan atau memakai bahanenergi berupa lemak dan protein. Sistematika kinerja sistem aerobik dalam berlatih, beraktivitas, dan bergerak dengan intensitas rendah ke tahap sedang berdurasi lama, contohnya: *marathon, ciclyng, trail run*, dan lainnya.
2. Sistem Energi Anaerobik suatu sistem energi yang bergerak, aktivitas, serta berolahraga tidak membutuhkan oksigen, adapun contohnya, *sprint*, angkat beban dll. Pembagian dari sistemnya diklasifikasikan menjadi dua sistem yakni:
 - a. Sistem Anaerobik Alaktik dimana penggunaan energi utamanya bersumber dari dipecahnya ATP-PC ketersediannya sudah ada pada tubuh kita yang tidak mengakibatkan terbentuk asam laktat. Energi ini proses pembentukannya dengan cepat, namun ketersediaan energi singkat dan sangat sedikit. Pemakaian awal dalam gerak atau memulai start, seringkali dinamakan "*start up System*" (thompson, 1991:2.15). dalam prosesnya energi mempunyai kinerja berintensitas tinggi serta waktu amat singkat. Perlu adanya sebuah strategi dalam penggunaannya agar maksimal dalam menjalani aktivitas latihan dan berolahraga.
 - b. Sistem Anaerobik Laktik ialah sebuah sistem dalam peranya memerlukan oksigen tapi reaksinya memberi dampak/ efek asam laktat atau zat buang, maka sering dinamakan sistem anaerobik laktat. Proses kinerjanya sistem ini berintensitas tinggi dengan durasi yang cukup lama. Adapun sumber utama

energi ini didapatkan dengan tahapan reaksi penguraian glukosa darah dan glikogen *muscle* melalui glikolisis anaerobik. Upaya memberi hasil *energy*, sistem ini memiliki dampak timbulnya asam laktat. Setiap terbentuknya proses pada energi ini tahapannya sangat cepat, bisa dipergunakan pada kegiatan singkat.

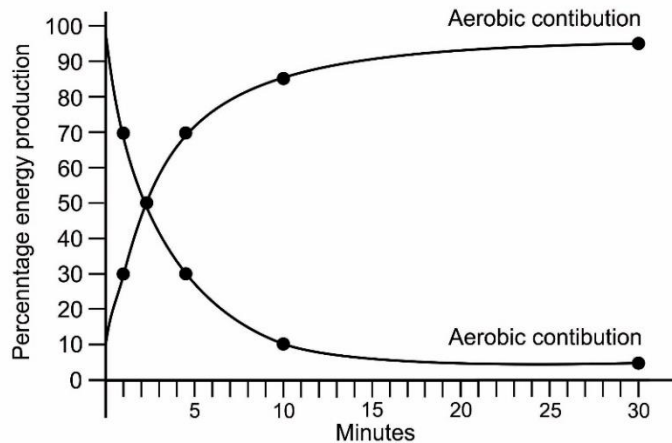
Tabel 8.2 *Energy system* latihan beban

Sistem Energi	Durasi(dtk)	Sumber Energi	Observasi
Anaer. Alaktik	1-4	ATP	-
Anaer. Alaktik	4-20	ATP,PC	-
Anaer. Alaktik	20-45	ATP,PC,Glukosa	Membentuk asam laktat
+Anaer. Laktik			
Anaer. Laktik	45-120	Glikogen	Berkurang asam laktat
Aerobik	120>	Glikogen,Lemak	Meningkatnya Penggunaan lemak

Sumber: Jensen (1987:11)

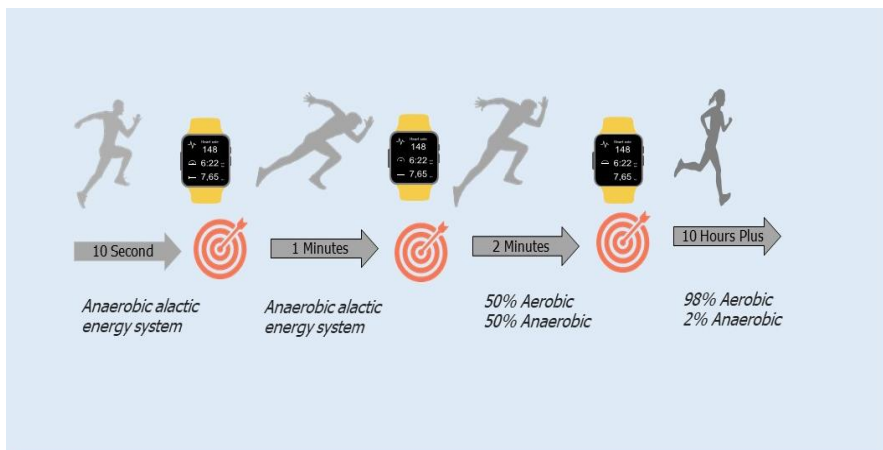
Penjelasan tabel diatas bisa dicermati dan difahami bahwa semua cabang olahraga mempunyai sistem energi predomnan yang beda-beda, sesungguhnya realisasinya dalam berlatih dianjurkan menjadi acuan dan dasar bagaimana pemberian beban berlatih yang sesuai pada cabang olahraga yang mempunyai sistem energi predomnan secara spesifik.

Peralihan sistem energi sebagai penentu seberapa dominan pasokan kedua energi ini memiliki peran ketika atlet/seseorang melaksanakan aktivitas berolahraga. Gambar bawah ini menunjukkan proses dan peran serta sistem energi selama berlangsung sesuai waktu jika atlet atau seseorang melaksanakan aktivitas tanpa jeda *recovery*.



Gambar 8.4 Kontribusi sistem energi berlandaskan waktu berolahraga
 Sumber: Thompson (1991)

Sesuai gambar diatas bisa dijabarkan dan uraikan lebih detail dalam prosesnya. Penggambaran ini bertujuan agar lebih mudah untuk difahami dan dicermati.



Gambar 8.5 Energi Predominan berhubungan waktu beraktivitas
 Sumber: Thompson (1991)

D. Pengaruh Latihan Beban Terhadap Tipe Serabut Otot

Para pakar pada bidang ilmu anatomi dan histologi mengelompokkan muscle jadi dua bagian yakni: *red muscle dan white muscle* menyesuaikan dominan warna terdapat pada *fiber muscle*. Merujuk pada klasifikasi otot, *muscle fiber* merah lebih dominan atau

sinkron dalam aktivitas waktu beroperasi lama atau *endurance*, kontraksinya lambat, sebagai penyanggah *postural*, kinerja *muscle* untuk melawan gaya gravitasi bumi, dibandingkan dengan otot putih lebih dominan digunakan dan ditemukan pada otot flektor (otot berperan dan dipergunakan posisi menekuk).

Seiring kemajuan teknologi, pembagian tipe *fiber muscle* menjadi lebih cermat dan teliti, sehingga hasil uji pada laboratorium bisa membantu kita untuk memahami, kenapa seseorang ada yang digolongkan tipe atlet *endurance*, ada pula yang digolongkan sebagai atlet yang mengutamakan *speed and strength*. Berikutnya, (Herbert A. De Vries 1990) menjelaskan ialah merupakan jenis serabut otot setidaknya dikelompokkan yang dasarnya empat pendekatan yang berbeda yaitu:

1. Melalui penglihatan anatomi (merah dan putih)
2. Peran dari otot ada yang *twitch* dan *slow* atau respon lelah yang scepat dan *endurance* kelelahan.
3. Biokimia yang terkandung (kondisi aerobik tinggi atau rendah)
4. Sifat tinjauan dari Hitokimia (jenis dan sifat terkandung enzim didalamnya)

Penyebutan dan pembagian jenis *fiber muscle* sangat bervariasi dan bermacam-macam perlu kita cermati dan fahami dengan baik. Misal pada tipe otot atlet *endurance* dinamakan: jenis aerobik, jenis I, merah, tonik, *slow twitch* (ST) atau *slow-oxidative* (SO), sedangkan jenis *muscle* bagi atlet yang dominan *speed and strength* dinamakan juga: tipe *anaerobic*, tipe II, putih, fasik, *fast-twitch* (FT) atau *fast-glycolytic* (FG).

Melalui pengelompokkan tiga tipe *muscle fiber* akan memperjelas bagi kita, menerapkan kaidah *energy* dihasilkan oleh ST (oksidatif), Fta (*oxidative-glycolytic*), dan Ftb (*glycolytic*). Berdasarkan kajian fisiologi olahraga ialah setiap tipe *muscle fiber* memiliki perbedaan *stimulus*

terhadap aktivitas latihan. Berdasarkan alasan ini para ahli fisiologi olahraga mengelompokkan dan diklasifikasikan susunan dan fungsi antara *muscle fiber* ST dan FT saling jadi pelengkap, penjelasan ini dapat dicermati di tabel dibawah ini:

Tabel 8.3 Struktur dan sifat-sifat fungsional serabut otot

Fungsional dan sifat fungsional serabut otot ST dan FT (Fta, FTb)				
No.	Sifat-sifat	Tipe Serabut Otot		
		ST	Fta	FTb
1	Aspek- Aspek Persyaratan			
	Ukuran syaraf motorik	Kecil	Besar	Besar
	Ambang pengerahan syaraf motorik	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Kecepatan Konduksi Syaraf Motorik	Lambat	Cepat	Cepat
2	Aspek Struktural			
	Diameter serabut otot	Kecil	Besar	Besar
	Afnitas troponin terhadap kalsium	Jelek	Baik	Baik
	Pengembangan Retikulum Sarkoplsama	Jelek	Baik	Baik
	Kepadatan Mitokhondria	Tinggi	Tinggi	Tinggi
	Kepadatan Kapiler	Tinggi	Menengah	Rendah
	Kandungan Mioglobin	Tinggi	Menengah	Rendah
3	Energi Dasar			
	Timbunan Fosfokreatin	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Timbunan Glikogen	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Timbunan Triglesireda	Tinggi	Menengah	Rendah
4	Aspek Enzimetik			
	Tipe Miosin ATPase	Lambat	Cepat	Cepat
	Aktivitas Miosin ATP ase	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Aktivitas enzim Glikolitik	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Aktivitas enzim Oksidatif	Tinggi	Tinggi	Rendah
5	Aspek Fungsional			
	Kekuatan Kontraksi	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Waktu Kontraksi	Lambat	Cepat	Cepat
	Waktu Relaksi	Lambat	Cepat	Cepat
	Produksi Tenaga	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Efisien Energi	Tinggi	Rendah	Rendah
	Daya Tahan	Tinggi	Rendah	Rendah
	Elastisitas	Rendah	Tinggi	Tinggi
6	Persentase Pada Tungkai			
	Pelari marathon	80	14	5
	Pelari sprinter	23	48	28

Sumber: Argsamita (2007)

Aktivitas latihan yang diselenggarakan dengan cara terprogram dan berkelanjutan akan memberi dampak besar terhadap tipe *fiber muscle*, walaupun pengaruhnya berbeda antar otot *slow twitch* dan otot *fast twitch*. Latihan dengan model tertentu akan memberi stimulus terhadap serabut serabut otot. Transformasi yang memberi dampak karena aktivitas latihan ialah:

1. Perubahan pada kapasitas dan kemampuan aerobik.
2. Terjadi transformasi tidak di level yang sama karena setiap otot memiliki karakteristik masing-masing.
3. Latihan tidak mampu mengkonversi *muscle fiber* disebabkan karena perbedaan otot yang ditinjau dari kemampuannya mempunyai sasaran performa sendiri-sendiri.

Diamati dari aspek biokimia latihan akan memberikan dampak dan perubahan pada *fiber muscle* yang bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 8.4 Perubahan biokimia serabut otot karena latihan

Perubahan aerobik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan isi glikogen 2. Peningkatan oksidasi glikogen <ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan jumlah dan ukuran mitokondria - Peningkatan aktivitas enzim siklus krebs dan ETS (elektron Transport System) 3. Peningkatan oksidasi lemak <ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan simpanan trigliserida otot - Peningkatan kemampuan persediaan lemak sebagai bahan bakar - Peningkatkan aktivitas enzim yang terlibat di dalam aktivitas - Transport dan pemecahan asam lemak
Perubahan anaerobik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan kapasitas sistem ATP-PC. <ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan simpanan ATP dan PC dalam otot - Peningkatan aktivitas enzim yang memberntuk dan memecah 2. Meningkatnya kapasitas glikolitik
Perubahan relatif serabut otot ST dan FT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kapasitas aerobik pada kedua serabut otot 2. Peningkatan kapasitas glikogen (FT lebih besar dari ST) 3. Hipertrofi mengacu pola latihan (FT – latihan speed

	dan strenght) (FT- dengan latihan endurance) pada kedua tipe fiber muscle tidak bisa saling dikonversikan.
--	---

Sumber: Argsasmita (2007)

E. *Warm-Up* Model Protokol RAMP pada Latihan Beban

Dilingkungan olahraga pemanasan atau sering dikenal dengan istilah *warming up* biasanya digunakan untuk bertujuan: 1) mempersiapkan atlet secara mental, 2) mempersiapkan atlet secara fisik untuk latihan atau kompetisi. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, dilingkungan olahraga profesional dan elit atlet pemanasan telah berevolusi berfungsi sebagai:

1. Mempersiapkan mental.
2. Mempersiapkan fisik.
3. Mencegahcedera/*injuryprevention*.
4. Meningkatkan performa/*performance enhancement*

Harus dipahami bahwa pemanasan dapat mencegah–mengurangi cedera dan memperbaiki *performance* dianggap sangat penting bagi para profesional dan elit atlet. Maka dengan kepentingan itu, potensi pemanasan yang dirancang secara baik akan memberikan efek maksimal kepotensi kemampuan dan *performance* atlet.

Berdasarkan hasil penelitian para pakar olahraga pemanasannya dirancang dengan baik dapat meningkatkan aliran darah, suhu otot, suhu tubuh, dan juga jaringan ikat (*ligamen*). Efek ini dianggap memberikan efek positif pada kinerja:

1. Kontraksi – relaksasi otot antagonis dan agonis yang lebih cepat
2. Perbaikan pada perkembangan kekuatan
3. Perbaikan waktu reaksi
4. Menurunkan kekentalan darah dalam otot.
5. Memfasilitasi pelepasan oksigen jauh lebih baik dari *haemoglobin* dan

mioglobin akibat suhu yang lebih tinggi.

6. Peningkatan aliran darah ke otot lebih aktif.
7. Reaksi metabolisme tubuh lebih sempurna

Mengingat pemanasan yang terencana memiliki potensi perkembangan atlet. Dr. Ian Jeffreys mengembangkan metode pemanasan yang disebut RAMP. Kerangka kerja RAMP yang dikembangkan oleh Dr. Jeffreys memungkinkan kegiatan mudah diklasifikasikan dan dibangun dalam urutan pemanasan sebagai berikut:

1. *Raise* (menaikkan)
2. *Activate* (aktifkan)
3. *Mobilise* (memobilisasi)
4. *Potentiate* (potensiasi)

Semua konten yang ada di sistem RAMP harus diperhitungkan secara strategis dalam periode singkat. Masing-masing dari empat fase model pemanasan ini memainkan peran penting dalam persiapan atlet.

Tahap 1 : *Raise*

Bertujuan:

- a) Meningkatkan suhu tubuh
- b) Meningkatkan denyut nadi
- c) Meningkatkan respirasi
- d) Meningkatkan aliran darah
- e) Meningkatkan aliran pelumas dipersendian

Semua aktifitas pada bagian ini harus sesuai dengan tujuan diatas, supaya tidak terjadi pemborosan waktu saat pelatihan. Biasanya bagian pemanasan ini mencakup gerakan intensitas rendah, gerakan multiarah atau gerakan rangkaian gerakan dinamis. Sebagai contoh latihan: *Squatting, lunging*, atau *crawling, Drill* gerakan kesegala arah atau ada perubahan arah *ABC's Drills (angkling, short straight fast leg, high knee, heelbutt kick, carioca, dsb)*

Tahap 2: *Activate & Mobilise*

Bertujuan:

- a) Mengaktifkan kelompok otot kunci
- b) Memobilisasi ruang gerak persendian yang akan digunakan selama aktifitas

Ketika merancang tahap aktivasi dan mobilisasi, yang penting diperhatikan oleh pelatih secara hati-hati adalah mempertimbangkan tuntutan dan gerakan fundamental yang akan diberikan di latihan inti. Sehingga memungkinkan pelatih menyiapkan latihan-latihan yang spesifik di saat pemanasan, dan karena memiliki kesempatan terbaik untuk secara efektif mempersiapkan para atlet untuk mengikuti latihan atau kompetisi dan mencegah cedera.

Disarankan agar pelatih mengembangkan banyak latihan yang mengaktifkan otot dan mobilisasi persendian yang menjadi kunci pada latihan inti. Variasi latihan untuk mencegah monoton dan menekan peningkatan performance menjadi peran penting pada tahap ini. Misalnya melibatkan latihan program prehabilitas seperti latihan mobilisasi gabungan yang spesifik, latihan *glute*, *mini-band*, latihan keseimbangan, dan sebagainya. Biasanya tahap gerakan ini secara khas meliputi: *Spinal mobility exercise (flexion, extension, lateral flexion, dan rotation)*. *Mini-band routines*. *Balance work*. *Core activity*: seperti: *Inchworms*, *superman's*, dsb. Estimasi durasi latihan selama 5 menit.

- Tahap 3: *Potentiation*

Bertujuan:

- Meningkatkan intensitas sebanding dengan intensitas latihan inti/kompetisi.

- Meningkatkan kinerja selanjutnya dengan memanfaatkan efek *potentiation* setelah di aktivasi

Tahap pemanasan tiga ini terpaku pada latihan yang secara langsung akan mengarah pada peningkatan kinerja untuk aktivitas berikutnya. Dikembangkan dengan menggunakan prinsip potensiasi setelah diaktivasi. Tahap akan mulai menggabungkan aktivitas khusus yang nanti akan digunakan pada latihan inti dengan intensitas yang meningkat.

Maka dari itu, isi tahap fase potensiasi adalah latihan yang sangat spesifik dengan intensitas meningkat untuk latihan inti. Contoh:Latihan intinya *Sprint*– tahap potensiasi mencakup latihan *sprint* khusus seperti: akselerasi 5-10 meter, *rolling sprint* 30–40meter, *pliometric* dan sebagainya. Estimasi durasi latihan selama 10 menit

Setelah menyelesaikan ketiga tahap ini secara bertahap meningkatkan intensitaslatihan saat pemanasan berlangsung, para atlet harus dipersiapkan secara fisikuntuk sesi latihan inti atau kompetisi yang akan dihadapi. Meskipun tidak adapanduan dalam model RAMP ini berkaitan dengan durasi/lamanya latihan setiap fase, ada beberapa faktor yang harus disesuaikan oleh Pelatih *Strength & Conditioning* seperti ketersediaan waktu, persyaratan fisik atlet, dan isi latihaninti/kompetisi.

Salah satu cara untuk menyusun pemanasan agar dapat optimal dan efektif adalah dengan menyesuaikan protokol RAMP dengan penekanan komponen latihaninti/kompetisi agar dapat memberikan pengaruh pada peningkatan *performance* yang lebih besar. Pelatih *Strength & Conditioning* terlebih dahulu mengidentifikasi tujuan pelatihan (latihan inti) dan menyesuaikan bagian pemanasan untuk mencapai tujuan latihan inti. Misalnya, jika tujuan latihan adalah untuk melatih gerakan pliometrik, maka pelatih dapat menyusun protokol RAMP dimodifikasi untuk mencapi tujuan latihan. Sebagai alternatif, jika

tujuan pelatih adalah untuk mengembangkan kecepatan, maka protokol RAMP (terutama bagian akhir "*Potentialion*") akan melibatkan latihan kecepatan yang dirancang untuk mengoptimalkan tujuan latihan.

Pemanasan harus direncanakan secara progresif dan diterjemahkan ke dalam konten latihan inti. Karena pemanasan yang dirancang dengan baik telah terbukti mengurangi dan mencegah cedera dan meningkatkan *performance*. Para profesional dan elit atlet harus memperhatikan tujuan dan isi setiap tahapan pemanasan yang disampaikan. Isi Pemanasan sebaiknya tidak hanya disesuaikan dengan konten latihan inti atau kompetisi, tetapi juga menunjang terhadap kekuatan dan kelemahan atlet.

F. Ringkasan

Konsep pada berlatih beban ada aktivitas gerak yang sangat umum yakni *pull* (menarik), *push* (mendorong), serta menahan. Latihan beban ialah jenis-jenis aktivitas berolahragayang tidak awam tujuan pengembangan performa penggunaan gaya beban gravitasi, untuk menahan berat didapatkan dari otot dengan cara peregangan *consentric* atau *ecsentric*. Model latihan ini posisi otot digunakan pada tubuh berefek terjadi kontraksi memakai berat badan atau *equipment* lain untuk menstimulus *grow muscle*, kinerja otot, *strenght* dan *endurance*, dengan tujuan kelompok otot yang ditargetkan dan variasi/bentuk gerak tertentu. Adapun jenis/macam dari latihan beban ini diantaranya yaitu: Latihan bebandalam kemudahan dari latihan beban dalam atau menggunakan beban sendiri sering dijumpai namun kenyataan masih banyak dikalangan masyarakat kurang minat melakukan aktivitas ini dengan berbagai *alibi*/alasan.

Proses berlatih beban dalam bisa dilakukan di mana saja dengan mengedepankan *safety*. Konsep gerakan yang digunakan lebih mudah karena sistem pembebanan berat beban tubuh sendiri. Fokus dari

perkenanaan/sasaran otot masih terbatas karena tidak banyak variasinya seperti latihan beban bebas/luar. Latihan beban luar/bebas. *Outer Load* (beban luar) ialah berlatih beban keciannya adanya pentahapan yang berkaitan volume, intensitas, periodisasi istirahat, frekuensi, durasi, serta irama pemberian beban pelatihan yang bisa dicermati dan perhatikan melalui saran/peralatan tujuannya untuk meningkatkan kebugaran fisik. Berlatih menggunakan beban bebas mampu memberi dampak yang lebih fokus pada sasaran otot karena memiliki bermacam-macam bentuk/variasi pengembangan gerak jika proses latihannya berdasarkan prinsi-prinsip yang telah ditentukan. Aktivitas *free weight* dominan dilakukan oleh orang yang sudah memiliki pengalaman yang baik serta mahir untuk menjalani proses berlatih.

Segala aktivitas manusia bisa dianalisis dan dicermati melalui proses bergerak yang dilaksanakan dalam bentuk pengaplikasian energi yang dikenal dengan energy kinetic. Asal dari *energy* tersebut yakni energi kimia yang prosesnya dari makanan dimasukan ke tubuh selanjutnya di urai jadi stamina/tenaga yang dinamakan *energy potencial*. Tenaga (*energy*) sebuah prasyarat esensial untuk menjalankan kinerja fisik ketika berlangsungnya berlatih atau *compete*. Energi dalam tubuh memiliki jumlah secara akumulatif sangat melimpah serta batasnya tidak ada. Pada Kondisi seperti ini manusia diberi kesempatan bisa beraktivitas dan bekerja lebih dinamis dan dimana saja relatif lama waktu yang dijalani. persediaanstamina pada tubuh dipergunakan proses kontraksi otot, *sel activity* dan perawatan/*maintenance* setiap fungsi sistemtubuh.

Jenis serabut otot setidaknya dikelompokkan yang dasarnya empat pendekatan yang beda-beda yaitu:

1. Melalui penglihatan anatomi (merah dan putih)
2. Peran dari otot ada yang *twitch* dan *slow* atau respon lelah yang

scepat dan *endurance* kelelahan.

3. Biokimia yang terkandung (kondisi aerobik tinggi atau rendah)
4. Sifat tinjauan dari Hitokimia (jenis dan sifat terkandung enzim didalamnya)

Penyebutan dan pembagian jenis *fiber muscle* sangat bervariasi dan bermacam-macam perlu kita cermati dan fahami dengan baik. Misal pada tipe otot atlet *endurance* dinamakan: jenis aerobik, jenis I, merah, tonik, *slow twitch* (ST) atau *slow-oxidative* (SO), sedangkan jenis *muscle* bagi atlet yang dominan *speed and strength* dinamakan juga: tipe *anaerobic*, tipe II, putih, fasik, *fast-twitch* (FT) atau *fast-glycolytic* (FG).

Pemanasan atau sering dikenal dengan istilah *warming up* biasanya digunakan untuk bertujuan:

1. Mempersiapkan atlet secara mental,
2. Mempersiapkan atlet secara fisik untuk latihan atau kompetisi.

Namun, dalam beberapa tahun terakhir, dilingkungan olahraga profesional dan elit atlet pemanasan telah berevolusi berfungsi sebagai ; mempersiapkan mental, mempersiapkan fisik, mencegah cedera/*injury prevention*, meningkatkan performa/*performance enhancement*.

Salah satu cara untuk menyusun pemanasan agar dapat optimal dan efektif adalah dengan menyesuaikan protokol RAMP (*Raise*-menaikkan, *Activate*-aktifkan, *Mobilise*-memobilisasi, dan *Potentiate*-potensiasi) dengan penekanan komponen latihan inti/kompetisi agar dapat memberikan pengaruh pada peningkatan *performance* yang lebih besar. Pelatih *strength & conditioning* terlebih dahulu mengidentifikasi tujuan pelatihan (latihan inti) dan menyesuaikan bagian pemanasan untuk mencapai tujuan latihan inti. Misalnya, jika tujuan latihan adalah untuk melatih gerakan pliometrik, maka pelatih dapat menyusun protokol RAMP dimodifikasi untuk mencapai tujuan latihan.

G. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini

1. Jelaskan defenisi dari latihan beban, latihan beban dalam, latihan beban luar?
2. Sebutkan serta jelaskan manfaat dari latihan beban?
3. Sebutkan kelamahan dan kelebihan latihan beban luar dan latihan beban dalam?
4. Jelaskan pengaruh dari latihan beban terhadap tubuh kita?
5. Sebutkan dan jelaskan *warm up* model RAMP?

BAB 9

PENDEKATAN CABANG ILMU DALAM LATIHAN BEBAN

CAPAIAN PEMBELAJARAN

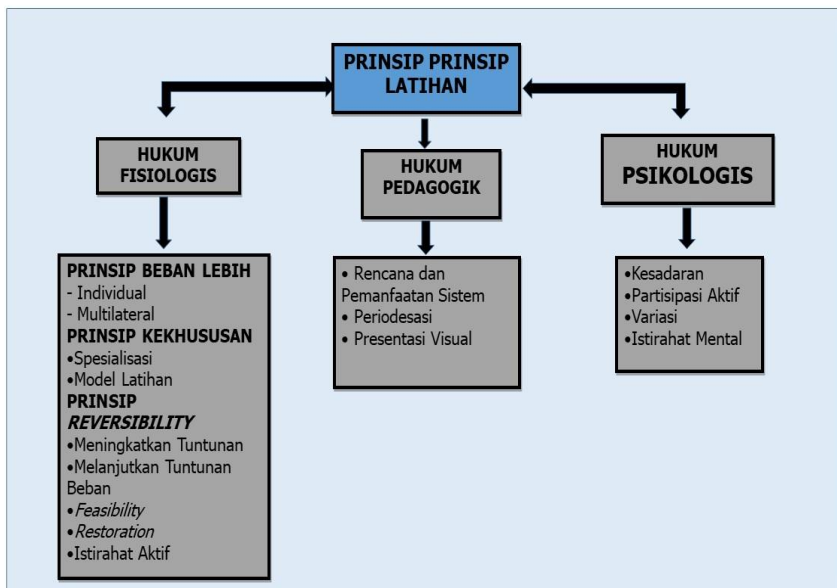
Setelah mempelajari BAB ini diharapkan :

1. Memahami prinsip-prinsip latihan beban
2. Memahami norma-norma latihan beban
3. Memahami metode latihan beban

A. Prinsip-prinsip Latihan Beban

Sport science ialah sebuah ilmu terapan dalam meningkatkan performa seorang atlet. melalui pendekatan ini bentuk jalan terbaik karena semua yang dilakukan membutuhkan pendekatan ilmiah agar mampu dipertanggungjawabkan. Proses dan tahap latihan sebuah keniscayaan yang tidak bisa dihindari baik secara hukum atau prinsip tertentu melalui pendekatan empiris serta keilmuan sudah teruji dan terbukti jelas seiring dengan perkembangan ilmu keolahragaan. Usaha peningkatan dan pencapaian prestasi atlet salah satu jalannya adalah dengan latihan yang berpedoman pada perencanaan atau program yang terstruktur dan terencana dengan baik. Perencanaan latihan dalam upaya peningkatan kondisi fisik harus dirancang dan didesain menyesuaikan dengan karakter dan kebutuhan cabang olahraganya ketika perancangan dan implementasinya wajib sesuai dengan prinsip dan norma latihan.

Latihan merupakan suatu tahapan aktifitas fisik yang diselenggarakan dengan cara sistematis, kontinue, dan beban kerjanya berprogres dengan cara berkelanjutan mengacu pada kaidah dan variabel pelatihan. Sistematis artinya terencana sesuai penjadwalan, sesuai pola/sistem yang ditentukan, desain, dan program yang telah direncanakan secara matang. Bertahap artinya dari mudah ke yang hingga sulit, tahapan sederhana menuju tahap kompleks, mulai level rendah tahap level tertinggi, memulai pilihan ranah ringan ketahap yang berat. Beban kerja/latihan yang meningkat artinya segera saatnya pemberian penambahan beban kerjanya wajib dinaikkan beban latihannya. Untuk memahami prinsip-prinsip pada latihan beban cermati gambar dibawah ini:



Gambar 9.1 Prinsip-prinsip Latihan Beban
Sumber : Dikdik (2019)

Desain gambar diatas bisa dicermati dan dijadikan sebagai referensi dalam menjalankan pola latihan yang tepat. Setiap pelatih atau orang yang hendaknya latihan memiliki dasar prinsip yang rasional dengan pendekatan yang *sport science* untuk mencapai target yang telah direncanakan. Berlatih dan melatih merupakan amanah yang tidak ringan dan bisa dilakukan sembarangan. Pembekalan literasi tentang berbagai kompetensi keilmuan yang harus di kolaborasi untuk mendapatkan desain latihan yang ideal yang tentunya memiliki prinsip-prinsip yang berkualitas yang dasarnya ialah pendekatan ilmiah.

1. Hukum fisiologis ialah hukum latihan yang mampu memberi pengaruh perubahan yang bisa terjadi pada seseorang/atlet pada fisiologiknya.
2. Hukum pedagogik yaitu latihan yang asal hukumnya berkaitan dengan desain latihan yang terencana, terdesain, terjadwal, dan direalisasikan dengan cara sistematis serta *continue*

mempertimbangkan potensi seseorang/atlet pendekatan *physical activity* sebagai media pendidikan.

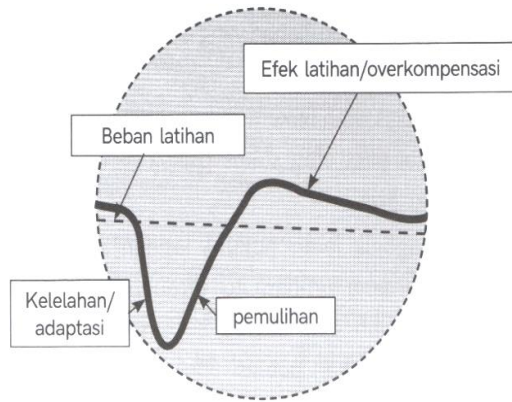
3. Hukum psikologis adalah hukum berlatih yang bisa memberi pengaruh psikis/mental seseorang atau atlet pada tingkat mentalnya sebuah jiwa yang ada pada manusia.

1. Hukum Fisiologis

Hukum ini memberikan gambaran yang merupakan prinsip melalui proses berlatih yang mampu memberi pengaruh dan dampak perubahan ke tahap lebih meningkat performa fisik/ tubuh seseorang atau atlet pada ranah anatomi dan fisiologi.

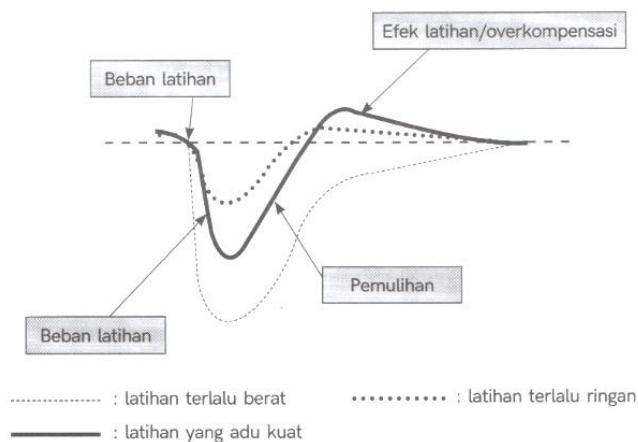
a. Prinsip Beban Lebih (*Overload*)

Prinsip ini sangat banyak mempengaruhi peningkatan kebugaran atlet, karena tubuh atlet membutuhkan sesuatu yang menantang keadaan kebugaran atlet. Dengan rangsangan pembebanan yang menantang disertai pemulihan yang optimal setiap kondisi kebugarannya akan mengalami peningkatan level dibandingkan pada kondisi sebelumnya. Dampak dari mendapatkan pembebanan latihan dan pemulihan ini adalah yang disebut over kompensasi atau keadaan ini bisa disebut juga sebagai efek latihan (*training effect*). Masa terjadinya over kompensasi akibat pembebanan latihan ini bervariasi waktunya bergantung pada jenis, intensitas latihan, dan kondisi atlet. Kondisi tersebut bias di perhatikan pada desain grafis pada gambar dibawah ini:



Gambar 9.2 Kurva Overcompensation/rangsangan dari latihan
 Sumber : Dikdik (2019) modifikasi dari IAAF "introduction of coaching theory"

Pengaruh latihan (*over compensation*) yang terjadi pada tubuh ketika proses latihan. Perlu diperhatikan dalam menjalani program latihan yakni ketika pemberian beban latihan sangat ringan, maka stimulus latihan pasca pemulihan menjadi kurang efektif. Demikian ketika Pembebanan berlatih sangat berat/besar maka kondisi tubuh akan memerlukan waktu yang lama dalam proses pemulihan.



Gambar 9.3 Prinsip-prinsip latihan beban
 Sumber : Dikdik (2019) modifikasi dari IAAF "introduction of coaching theory"

Untuk menghindari mal praktik pada tubuh kita sendiri atau penerapan latihan terhadap atlet maka dalam pembebanan perlu memahami overcompensation (pengaruh latihan) yang bisa di perhatikan pada gambar diatas maka dideskripsikan dengan pendekatan ilmu yang tepat yaitu:

- Penerapan latihan yang sangat ringan, level kelelahan rendah, jeda pemulihan singkat, dampak latihan (rangsangan baru) rendah, dan terlalu dini.
- Desain latihan yang amat berat maka level *delayednya* tinggi memerlukan waktu pulih yang panjang sehingga dampak letihan tergolong rendah dan rangsangan baru tergolong lambat.
- Program latihan yang di terapkan dengan benar dan tepat (adekuat) menyesuaikan dosis yang di butuhkan cabang olahraganya maka meberikan dampak latihan tergolong optimal.

1) Prinsip Individualisasi

Orang yang terlahir di dunia ini dibekali keistimewaan dan kecirian sendiri-sendiri. Hal ini yang harus difahami dan konsekwensi pada tiap individu ketika merespon beban latihan. Pentingnya memiliki sudut pandang yang berbeda ketika kita memberi perlakuan pada tiap atlet. Ketika atlet diberikan pembebanan yang beratnya sama secara otomatis atlet akan memberikan respon dan reaksi yang berbeda karena kemampuan atlet berbeda. Individu ini ada pengaruh dari berbagai faktor seperti; genetik, usia biologis, lamanya berlatih, jenis kelamin, antropometri, riwayat cedera. kaidah ini memiliki kaitan dengan prinsip *individual* yang penerapan latihan lebih khusus untuk seluruh olahragawan.

2) Prinsip Pengembangan Menyeluruh (*Multilateral*)

Hal ini *realit* setiap kemampuan gerak general dan

peningkatan *fitness* untuk target atau goalutama. Aspek ini harus sebagaiupaya skala prioritas menjalani pelatihan level junior atau tahap beginner level. Dalam impleentasinya prinsip latihan ini memberikan kekhasanahan pola gerakan maksimal baik potensi *skill* pondasi geraknya dan *fundamental* kecabangan olahraga. Prinsip latihan bentuk *fundamental* dalam atlet atau kondisi seseorang dimasa mendatang dengan kualitas terbaik dan istimewa. Prinsip latihan ini harus di aplikasikan pada tahap dasar atau *fundamental stage*

2. Hukum Kekhususan (*Specificity*)

Specific Adaptation to Imposed Demand (SAID) prinsip yang menjabarkan pembebanan khusus dalam proses latihan akan memberi hasil respon khusus. Penting bagi kita setiap merancang program latihan hendaknya cermat dan tepat agar tida terjadi mal praktik yang mengakibatkan hasil yang tidak sesuai. Desain program hukum kekhususan harus menyesuaikan dengan tahapan sebagai berikut:

- Cabang olahragan
- Peran atlet
- Peran otor yang dilibatkan
- Biomotor
- Sistem energi
- Pola gerak

Adaptasi latihan setiap individu akan meresponmelalui pendekatan eksklusifdi bagian *muscle* sudah *training*, intensitasnya, tuntutan metabolismenya, gerakannya, dan kegiatan tertentu. Dalam upaya penyempurnaan *skill* atau aktivitas tertentu, Atlet wajib menyelenggarakan kemampuan atau aktivitas keterampilan mekanika tubuh yang efektif dan sesuai untuk menghasilkan teknik yang lihai.

Contohnya seorang pemanah akan berlatih dan mengulang pematapan teknik pada jarak 70 M pada atlet devisi *recurve*, devisi *compound* jarak 50 M, dan jarak pada devisi standar nasional yakni 50, 40, dan 30 M. Tahap penerapan program latihan sudah nampak memiliki setiap devisi akan *ditreadment* sesuai predominannya yang tujuannya membangun kebutuhan devisi masing-masing.

Strategi atau pola latihan yang diaplikasikan harus menyesuaikan cabang olahraganya. Setiap orang atau atlet memiliki kelemahan dan kelebihan dalam proses berlatih tidak boleh menyamaratakan setiap kondisi individu agar tepat dalam pemberian program. Pembebanan latihan menjadi lebih mengacu pada kekhususan ketika rasio pembebanan, struktur yang tepat, dan sesuai.

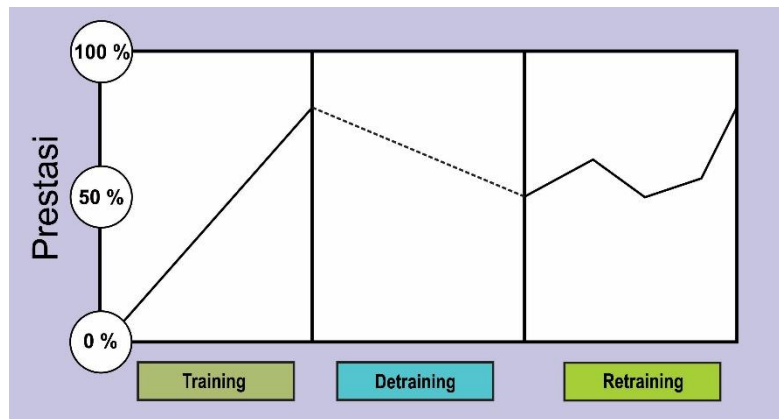
a. Hukum Spesialisasi

Kaidah dalam menerapkan proses latihan harus cermat karena pendekatan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan cabang olahraganya. Mulai dari komponen fisik yang dominan, komponen teknik kecabangan olahraganya, komponen strategi yang digunakan, serta aspek psikologis ketika berlatih dan berkompetisi. Aspek pendukung lainya seperti nutrisi dan periodisasi istirahat/ recovery penting untuk di perhatikan untuk mencapai target latihan kecabangan olahraganya.

b. Prinsip Model Tahapan Latihan

Desain ini dipergunakan upaya pengembangan model latihan yang kaitanya erat pada urgensi dari cabornya. bentuk ini memiliki tantangan berat dan proses yang lama karena untuk menuju puncak tertinggi. Prinsip ini ada kaitanya dengan strategi ketika melakukan sebuah program latihan atau menghadapi kompetisi.

3. Hukum Timbal Balik (*Riversibility*)



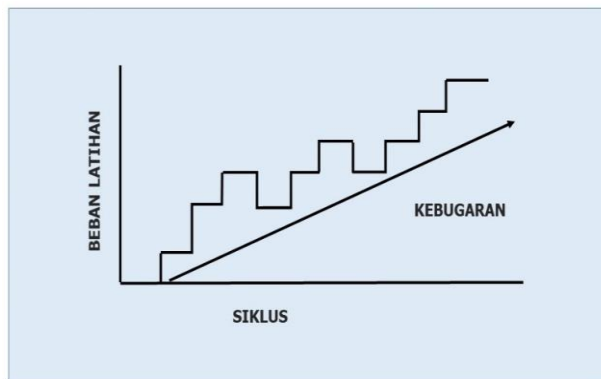
Gambar 9.4 Fluktuasi latihan
Sumber: Ambarukmi (2007)

Latihan memiliki efek yang menstimulus bisa diperoleh atlet tidak bertahan lama atau konstan. Performa tidak bisa bertahan lama dalam tubuhnya. Berjalannya waktu, dampak yang didapatkan bisa kembali kelevel semula (kembali asal). Pada hukum ini menerangkan tingkat kebugaran bisa menurun jika pembebanan latihan tidak berproses dan berprogres atau keberlanjutan (*continued*). "Jika kita tidak memanfaatkan (menggunakan), maka kita akan hilang" inilah prinsip *riversibility* yang artinya sebagai bentuk penurunan atau kemunduran sebuah performa akibat tidak memiliki disiplin konsistensi dan berkesinambungan menjalankan perencanaan latihan.

Ketika kondisi telah mengalami peningkatan pada fase *training*, bisa mengalami penurunan (*detraining*) apabila tidak menjalankan proses latihan yang tepat dan proses dalam mengembalikan pada performa semula membutuhkan waktu cukup lama (*retraining*). Untuk menjaga kondisi atau performa yang ajeg agar tidak mengalami *fluktuatif* (*up – down*) secara drastis, perlu jadi perhatian dan sungguh-sungguh dalam menjalankan strategi program latihan yang setiap aktivitas dilakukan kontinu serta berkelanjutan.

1) Prinsip meningkatkan tuntunan

Penerapan beban berlatih mempunyai tuntunan yang diselenggarakan secara keberlanjutan. Kebugaran umum dan khusus setiap orang atau atlet mengalami peningkatan, maka porsi pembebanan berlatih wajib dinaikkan levelnya secara reguler (*progressive overload*). Rasio berlatih ialah kritis. Seorang pelatih atau orang dalam menjalani latihan harus menetapkan seberapa lama *recovery* yang dibutuhkan setiap sesi serta antarseri.



Gambar 9.5 Dinamika latihan
Sumber : Dikdik (2013)

2) Prinsip Melanjutkan Tuntunan Beban

Penjelasan dari prinsip ini setiap atlet / seseorang tidak boleh terlalu lama berhenti berlatih ketika ia cedera harus ada strategi pemulihan dan latihan untuk penguatan. Ketika kondisi puncak sedang berjalan dan pembebanan diturunkan levelnya maka hasil bisa menurun untuk *performance*. Pentingnya mencermati penerapan *tapering*, *tapering off*, serta *deloading* serta pendukung lainnya.

3) Prinsip Kemungkinan Bisa Terjadi dengan Mudah (*Feasibility*)

Pernyataan dari kaidah ini setiap pemberian beban ketika berlangsung latihan telah didesain harus realistis. Capaiannya

target atau tujuan haram hukumnya memberi dampak rusak atau *burn out* prestasi atlet atau seseorang. Target latihan mengacu pada kemampuan individu yang dasarnya ialah parameter tes yang telah dijadwalkan dan realisasinya secara periodisasi sesuai sasaran cabang olahraga.

4) Istirahat (*Restoration*)

Restoration ialah pemulihan pasca pembebanan latihan yang berat atau sukar. Pada dasarnya *fase recovery(interval)* memiliki porsi yang sama vital seperti latihan. Jika program latihan *advance* atau pemberian intensitasnya tinggi maka harus diberikan kesempatan penerapan istirahat/ pemulihan yang sesuai porsinya. Sebaliknya jika pemberian dengan intensitas rendah atau ringan maka proses pemulihan berjalan cukup singkat dan cepat.

5) Istirahat Aktif (*Active Rest*)

Penerapan dan aplikasi fase istirahat aktif biasa disebut pemulihan aktif (*recovery active*) biasanya jalani diluar aktivitas latihan waktu normal atau di selenggarakan ketika libur berlatih *off session/ off day*. Volume dan intensitas porsi rendah pada masa istirahat aktif. Model istirahat ini di gunakan dalam fase transisi yang merupakan jenis aktivitas fisik ringan contohnya, jogging, renang, atau aktivitas berolahraga selain cabang spesifik. Setiap atlet akan memiliki kondisi dan performa pulih yang berbeda, ini tergantung pada kondisi *fitness* atlet. Semakin tinggi performa *fitness* maka atlet akan memiliki daya pulih relatif singkat.

4. Hukum Pedagogik

Kaidah hukum latihan yang *realeted* bagaimana proses berlatih itu dirancang, dijadwalkan, serta diimplementasikan sasarnya secara tepat dengan menganalisis kapasitas atlet serta memanfaatkan aktifitas fisik role model serta sarana *educasi*. Kaidah yang di bahas pada hukum ini yang bisa membantu seseorang, atlet, dan *coach* dalam memaknai esensi wawasan dalam berproses *learning and exercise* guna meningkatkan kesanggupan secara *all out* sehingga capaian prestasi diperoleh sesuai harapan.

a. Prinsip perencanaan dan penggunaan sistem dalam latihan

Latihan harus di desain melalui periodisasi yang tepat dan cermat akibatnya tahap latihan akan selalu pada jalur yg sudah direncanakan. Jika hal ini terjadi maka latihan yang adekuat yang menjadi tujuan bersama antara atlet dan pelatih akan terwujud.

b. Prinsip periodisasi

Setiap rencana latihan dan kejuaraan yang telah tersusun sedemikian bijak sehingga keadaan *peak performance* bisa capai target pada waktu yang sebelumnya sudah jadwalkan. Kaedah ini mengarahkan *coach* selalu senantiasa menikmati prosesnya latihan secara bertahap dan berkelanjutan. Serta menuntun pelatih dan atlet bahwa yang namanya prestasi bisa dicapai dengan proses yang benar, tanpa jalan pintas.

c. Prinsip presentasi visual

Proses pelatihan yang menggunakan kaidah ini dimaksudkan bertujuan memberi informasi pelatihan secara transparan dan gamblang pada seluruh atlet. Hal ini dirasakan penting karena bagaimana atlet kreatif introspeksi diri pada titik kesalahannya sendiri atau kelemahan yang telah dilakukan selama proses berlatih dalam upaya peningkatan prestasinya.

5. Hukum Psikologis

Hukum psikologik ini menjelaskan dengan baik dan benar tentang peran, pengaruh dan *mindset* pengetahuan/pemahaman olahragawan dan pelatih terhadap literasi psikologi disetiap tahapan berlatih dan melatih. Komponen ini menjadi faktor hasil yang maksimal saat atlet tampil/perform pada kompetisi yang di ikuti dan telah direncanakan sesuai program yang ditentukan. Literasi komponen mental atau psikologis penting untuk diketahui dan difahami baik oleh pelatih maupun atlet karena sebagai upaya dalam menerapkan *sport science* di setiap proses berlatih atau ketika mengikuti pertandingan yang telah ditentukan. Penting bagi team dalam meraih podium mampu mengaplikasikan komponen ini dengan tepat dan sesuai dengan perodesasinya karena komponen ini merupakan sebuah prinsip-prinsip yang perlu untuk di berikan dengan baik dan benar.

a. Prinsip Kesadaran (*Awareness*)

Prinsip ini menunjuk pada keperluan dan kewajiban bahwa pelatih bisa dan mampu memberikan penjelasan pada setiap atlet memiliki keterlibatan pada perencanaan program latihan, apa saja yang menjadi *goal* latihan, dan bagaimana meraihnya. Setiap atlet harus sadar diri pada posisinya sebagai orang yang harus berperan dan partisipasi aktif dalam mendesain dan evaluasi proses berlatihnya. Dengan demikian, atlet mampu menyadari betapa penting makna dari proses dan tahapan latihan untuk menghasilkan prestasi yang telah direncanakan dan diinginkan. Atlet wajib menyadari latihan ialah sebuah kebutuhan harus realisasikan dengan penuh tanggung jawab, sungguh-sungguh dan menjalani dengan ikhlas karena kewajiban yang jika hanya hal itu menjadi pondasi maka cenderung akan terjadi karena adanya instruksi atau arahan semata tanpa adanya niat dari dalam diri

atlet sendiri mau berlatih dan latihan lebih tangguh dan secara cerdas.

b. Prinsip Aktif, Partisipasi Sungguh-sungguh (*Active, Conscientious Participation*)

Prinsip ini memiliki kandungan makna ketika dalam meraih sebuah prestasi dengan maksimal, setiap atlet wajib memiliki keterlibatan aktif pada setiap tahapan berlatih yang sudah ia sepakati dan dipilih. Prinsip ini sering terlupakan dari perhatian atlet dan pelatih. Atlet ikut serta secara pasif hanya mengikuti latihan saja apa yang telah diarahkan atau menunggu pemberian perintah dari pelatih tanpa ada dasar serta sadar atas kesungguhan dalam merealisasikan proses berlatih. Perlu dan pentingnya memiliki pola pikir latihan merupakan suatu kebutuhan yang harus di laksanakan dengan baik dan benar.

Latihan ialah suatu cara *team work* antara atlet dan pelatih yang memiliki kandungan risiko yang tinggi. Setiap olahragawan wajib faham *goal* dari latihan dan *planning* yang telah konsep bersama-sama oleh *coach*. Baiknya atlet mampu membantu ketika ada masukan menyusun periodisasi latihan (tujuan latihan dan target prestasi di rancang bersama satukan tekad sama dan komitmen, tidak hanya kemauan sepihak). Pelatih ialah manusia biasa memiliki kekurangan. *Coach* pastinya tidak memahami bagaimana reaksi tubuh serta pola pikiran atlet terhadap stimulus berlatih yang telah diterima. Atlet wajib memberikan kualitas *feedback* dan *team work* dengan pelatih dalam meraih kemaksimalan latihan yang telah di programkan.

c. Prinsip Variasi (*Variety*)

Kompleksnya latihan dan level pemberian sebuah beban ketika berlatih menuju kesuksesan memerlukan variasi berlatih dan metode-metode berlatih dengan berbagai variasi menghindari

terjadinya stagnan atau *burnout* agar tidak jenuh/ boring (*boredom*). Faktor kejenuhan bisa berdampak kritis jika sebuah program yang diberikan kurang memiliki variasi contohnya pada gerak hanya lari saja yang secara teknik tidak kompleks (mempunyai varian berlatih yang terbatas) serta monoton. Monoton dalam pemberian menu latihan sangat sering terjadi yang berakibat jenuh dialami oleh atlet faktor metode, pola, bentuk, variasi latihan yang tidak jelas. Hal ini jelas sumber daya pelatih kurang literasi terhadap metode kepelatihan olahraga atau coaching art serta kompetensi pelatih masih jauh dari apa yang diharapkan. Pelatih merupakan seseorang yang tidak pernah berhenti belajar karena pelatih wajib mengikuti perkembangan *sport science* dan teknologi dalam upaya meningkatkan keterampilan dan prestasi atlet.

d. Prinsip Istirahat Psikologik (*Psychological Rest*)

Ketika keadaan lelah menghampiri, olahragawan/atlet akan menderita inkonsisten mentalnya atau guncangan mental (*psychological strain*) tidak hanya tekanan kelelahan fisik saja. Oleh sebab itu, selain peningkatan performa aspek fisik menjadi unggul dan istimewa, wajib memiliki kemampuan manajemen mengalihkan keadaan sehingga menimbulkan dan memunculkan tekanan (*stressor*) sewaktu menjalani program latihan atau berlangsungnya kejuaraan. Pada kedua keadaan ini penting homeostatis membantu dalam proses recovery psikis.

Manajemen *recovery* atau rest psikis berperan esensi setiap proses latihan berdampak menimbulkan soreness karena menjalani berlatih *strength and conditioning* bisa menyebabkan kelelahan mental/psikis terutama ketika system saraf mempengaruhi atlet memikirkan hal negatif terhadap latihan saat diberi pembebanan

tekanan dari coach ketika berlangsungnya latihan fisik utamanya di sesi latihan berkaitan dengan daya tahan (*endurance*).

Berdasarkan kajian para ahli merealisasikan kaidah ini fase berlatih *physical activity* terjadi saat kondisi tingkatan persiapan khusus pemberian volume training kategori medium namun jumlahnya superior (*top volume*). Selanjutnya intensitas bertambah naik secara bertahap mengarah pada intensitas menuju level tinggi. Keadaan tahap ini derajat stress/ lelah fisiologik berat tekanannya serta *Rating Perceive Exertion* (RPE) diposisi ketegori nilai sangat superior atau advance.

B. Norma-Norma Latihan Beban

Seseorang apakah mereka diposisi praktisi, *enthusiast*, atlet atau *coach* tidak akan lepas dari kebutuhan ilmu dan teknologi. Butuhnya kita terhadap ilmu melebihi kebutuhan kita terhadap makan dan minum. Tabungan terbaik bagi seseorang untuk semua kalangan ialah ilmu yang bermanfaat. Ilmu dan teknologi tidak bisa di peroleh dengan badan yang santai serta ilmu seperti air akan mencari pada dataran yang rendah untuk memenuhinya. Ilmu dan teknologi satu kesatuan yang tidak pernah dipisahkan peranya pada dunia olahraga.

Olahraga ialah aktivitas yang memberi kebermanfaatan setiap hari dan meningkatnya kualitas kebugaran jasmani, pelaksanaan terprogram, monitoring, sehingga seluruh penyelenggaraan yang berisi komponen-komponen absolut. Olahraga tidak akan lepas dari proses berlatih. Berlatih tidak memandang usia dan jenis kelamin serta status sosial. *Exercise* masuk daftar kebutuhan primer krn prosesnya selalu ada disetiap aktivitas seseorang. Seluruh pakar olahraga sepakat jika ingin terampil skillnya maka berlatihlah secara berkualitas. "*Never stop learning and exercise*".

Mencapai kualitas latihan yang diharapkan bagi insan olahraga harus memiliki norma yang tepat. Norma ialah suatu pedoman atau pengaturan dasar sebuah aktivitas latihan yang akan di desain serta direalisasikan secara tepat. Butir norma dalam latihan sudah di teliti oleh para pakar olahraga melalui *scientific approach* dan teknologi untuk mencapai target latihan. Setiap norma harus lakukan dengan asas keberlanjutan, ajek, menyesuaikan tujuan dan cabang olahraganya.

Penyusunan dan perencanaan sistematis latihan sebaiknya seseorang yang profesinya coach, atlet, praktisi, serta akademi mempertimbangkan asas aspek-aspek yang dinamakan norma *training*. Menyusun sebuah proses latihan dianjurkan mengkonsep seluruh aspek dan komponen tahapan pelatihan yaitu perihal jarak tempuh dan jumlah yang di ulang (volume), pembebanan dan *speed* (intensitas), frekuensi *performance* (densitas), serta tingkat kesukaran berlatih. Norma atau komponen training ialah sesuatu yang penting atau kunci yang desain dan dirancang konsepnya sebagai penentu takaran/porsi/dosis dan pembebanan pelaksanaan latihan.

Tabel 9.1 Norma-norma latihan beban

Frekuensi	Jumlah Latihan satuan waktu • Contoh: Latihan 6 kali perminggu
Intensitas	Ukuran Kualitas latihan Ukuran Intensitas antara lain: % Kinerja maksimum, % detak jantung Maksimum, % Vo2 Max, Kadar asam laktat darah
Time/ Durasi	Lama waktu latihan • Contoh: Dalam satu sesi latihan (pemanasan, latihan inti dan penenangan) dilaksanakan 2 jam.
Repetisi	Jumlah ulangan per item latihan • Contoh: Latihan untuk meningkatkan ukuran otot (hipertropi) dengan beban yang diangkat 8-13 kasi/ set.
Set	Kumpulan jumlah ulangan • Contoh: Untuk meningkatkan kekuatan otot memerlukan latihan sebanyak 3 / 6 set.
Seri/circuit	Serangkaian latihan yg terdiri beberapa pos/ station • Contoh: Latihan terdiri atas 3 circuit, masing-masing

	sirkuit 8 station
Volume	Ukuran Kuantitas latihan, meliputi: jumlah waktu latihan (durasi), jumlah jarak tempuh dalam satu sesi latihan, jumlah beban yang diangkat per unit waktu <ul style="list-style-type: none"> • Contoh: Latihan beban, mengangkat 10 Kg, 3 set, setiap set 10 repetisi, maka volume latihan 300 Kg. Volume latihan perminggu 3 sesi @ 90 menit
Interval	Jedah waktu antar latihan (antar repetisi, antar set, antar sesi) <ul style="list-style-type: none"> • Contoh: Interval antar set pada latihan beban untuk meningkat kekuatan 2 menit.
Sesi	Banyaknya jumlah unit latihan <ul style="list-style-type: none"> • Contoh: Satu sesi latihan yang berdurasi 120 menit, terdiri atas pemanasan 15 menit, latihan inti 95 menit, penenangan 10 menit.
Densitas	Ukuran derajat kepadatan latihan <ul style="list-style-type: none"> • Contoh: <ul style="list-style-type: none"> - Atlet A latihan Sprint 30 M, waktu tempuh 7 detik, dikarjakan 10 repetisi, interval antar repetisi 30 detik. - Atlet B latihan sprint 30 M, waktu tempuh 7 detik, dilakukan 10 kal, Interval antar repetisi 15 dt Densitas latihan atlet B lebih besar dibanding atlet A

Sumber: Ambarukmi, 2007

Dari penjelasan dan pernyataan diatas bisa diperoleh simpulan yang berkaitan dengan norma latihan beban (*strenght training*). Untuk mendapatkan hasil dan transformasi yang positif, proses dan progres latihan yang telah di rencanakan memiliki kualitas, efektif dan efisien selanjutnya fokus dan memperhatikan norma-normanya ialah sebagai berikut:

1. *Training volume* (volume latihan beban)
2. *Training intensity* (intensitas latihan beban)
3. *Training interval/ recovery* (periode istirahat pada latihan beban)
4. *Training frequency* (frekuensi pada latihan beban)
5. Repetisi dalam latihan beban
6. Set dalam latihan beban
7. Irama/ritme dalam latihan beban
8. Istirahat antar set dalam latihan beban



Gambar 9.6 Variabel Latihan
Sumber: Dikdik (2019)

Adapun penjelasan dari poin norma-norma latihan diatas sebagai berikut:

1. *Training volume* (volume latihan beban)

Kualitas pada perencanaan program latihan harus memenuhi segala kebutuhannya dengan menganalisis cabang olahraga. Salah satu norma yang penting jadi perhatian sebelum menjalani latihan ialah volume latihan, komponen ini memiliki peran untuk mengembangkan dan peningkatan kondisi performa seorang atlet. volume latihan ialah kuantitas atau jumlah materi harus diselenggarakan pada perunit latihan. Pengertian volume yang mudah difahami ialah totaljumlah aktivitas yang dijalani pada sebuah latihan. Pada awal berlatih volume harus diberikan dengan porsi tinggi. Tujuan yaitu pemberian volume yang tinggi maka performa fisik terstimulus meningkat naik levelnya. volumebisadiukur dari banyak pembebanan yang diangkat di setiap sesi berlatih, baik kondisisiklus makro dan kondisi siklus mikro, jumlah tiap setnya, repetisi yangdilaksanakanantiap sesi latihan. Pengukuran volume pada latihan kekuatan dengan jumlah ulangan (reps dan set), kg, ton, kwintal, lbs, ponds.

2. *Training Intensity* (intensitas latihan beban)

Intensitas ialah besarnya kerja yang telah dikeluarkan ketika merealisasikan berlatih dan bisa diartikan dengan berbagai metode yakni:

- a. Besarnya kinerja atau konsumsi energi persatuan seperti Watt (Joule/detik) atau *metabolic equivalents* (METs) (konsumsi O₂/menit/kg berat badan).
- b. Kecepatan gerak seperti meter/detik.
- c. Persentase dari performa maksimal seperti % dari: VO₂Max, denyut nadi maksimal, jumlah ulangan (repetisi) maksimal.
- d. Tahapan-tahapan metabolisme pada tubuh

Intensitas latihan adalah sebuah fungsi dari *effort* (kekuatan) stimulus saraf menghadapi pemberian pembebanan dalam berlatih. Performa kekuatan stimulus acuannya ialah cara *load*/pembebanan, *speed movement*, variasi dalam *recovery*, serta pengulangan periode istirahat. Intensitas latihan dinamakan kecil besarnya atau ringan beratnya upaya pada setiap atlet atau orang di setiap unit satu sesi latihan. Intensitas latihan dikaitkan dengan level kualitas kinerja yang wajib dilaksanakan per unit latihan. Setiap pelatih/ atlet/ *sport enthusias* harus memahami konsep intensitas yang baik sebelum melakukan latihan dengan tujuan mencapai kualitas latihan dan hasil yang telah didesain. Penentuan besarnya kinerja latihan bias dicermati pada table berikut ini:

Tabel 9.2. Intensitas latihan

Intensitas	Persentase(%)	Zona
Supermaksimal	100-105	1
Maksimal	90-100	2
Submaksimal	80-90	3
Medium	70-80	4
Intermediet	50-70	5
Rendah	30-50	6

Sumber: Bompa, 1994

Intensitas memiliki peran untuk pengaktivasi *neuromuskuler*, jika intensitas yang dilakukan besar maka memerlukan pengaktivasi *neuromuskuler* lebih besar. Intensitas suatu ukuran yang menunjukkan kualitas suatu stimulus berupa kegiatan gerak yang diberikan ketika berlangsung latihan. Setiap pemberian intensitas tidak hanya dilakukan pengukuran dari upaya pada setiap kinerja otot, syaraf mengeluarkan sebuah usaha atau tenaga setiap aktivitas latihan berlangsung.

Berat atau ringan *quality* setiap *exercise* atau latihan yang diprogramkan sering dinamakan sebagai intensitas. Menunjukkan suatu berat atau ringannya *exercise* biasa dinamakan intensitas. *Weight training*, latihan fisik, dan pembuatan program latihan tidak terlepas dari pemberian intensitas yang sudah tidak asing lagi perannya ialah barometer persentase pada pembebanan atau satu maksimum pengulangan pada gerakan (1 RM). Setiap proses latihan beban yang dilakukan dengan mempertimbangkan intensitas bisa assesmen atau pengukuran yaitu Repetisi Maksimum/Reps Max (1 RM). Dalam menentukan intensitas latihan dengan menggunakan metode serta pendekatan ilmiah mengacu pada denyut nadi maksimal (*maximum heartrate*). Jumlah denyutan jantung yang dihasilkan atau dicapai setiap menitnya dalam kegiatan aktivitas secara maksimal dinamakan denyut nadi maksimal (DNM). (220–umur) bentuk rumus yang sering di gunakan dan dijumpai disetiap literasi atau referensi. Peran fisiologi dalam latihan sangat besar setiap orang atau coach dalam menjalankan dan menentukan progam latihan beban atau latihan kondisi fisik ada tiga komponen variable dalam menentukan intensitas latihan yakni, suplai konsumsi oksigen literasi yang sering digunakan dalam pengukuran intensitas latihan pembebanan ialah penggunaan suplai oksigen dalam tubuh secara maksimal (VO_2Max), frekuensi denyut jantung penggunaan

frekuensi denyut jantung dalam *measurment* intensitas pendekatan yang paling mudah dan sederhana dalam penggunaannya, serta level asam laktat dalam darah mempunyai peran pada intensitas *strenght training* rekomendasikan oleh para pakar. Intensitas dalam proses latihan gambaran dari aspek-aspek kualitatif dari kinerja yang tahapan waktunya telah ditentukan, semakin padat volume kinerjanyaang aktivitas setiap unit waktu maka akan menjadi tinggi intensitas kerjanya.

Intensitas latihan bisa di assesmen merujuk pada VO_2Max (pengambilan oksigen maksimal) atau mengacu pada berat badan. Sebuah cara yang paling sederhana dan mudah dipakai untuk menentukan intensitas latihan ialah dengan mengukur denyut jantung yang merupakan metode tidak langsung dalam menentukan penggunaan oksigen dalam tubuh. (Fox, 1993) mengatakan *aerobic training* lazimnya memiliki takaran intensitas dibawah 80% Maximum *intensity*. Intensitas latihan bisa dijabarkan melalui distribusi pada performa maksimum (VO_2Max /denyut jantung), penggunaan energi persatuan.

Tabel 9.3 Intensitas latihanmengacu pada denyut nadi

Intensity	DN (Denyut Nadi)	Zona
Maksimal	180 >	1
Tinggi	170 – 185	2
Sedang	150 – 170	3
Rendah	120 – 150	4

Sumber: William H. Freeman. 1989

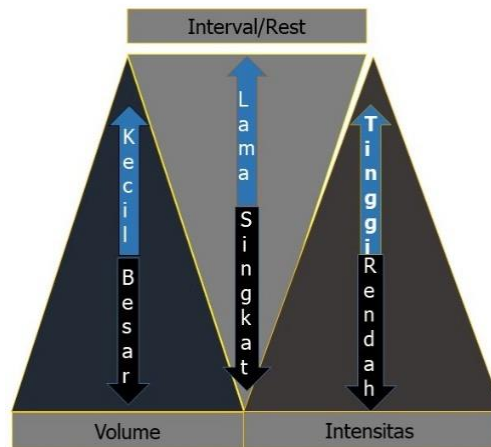
3. *Training Interval/ recovery* (periode istirahat pada latihan beban)

Pemberian istirahat merupakan menu wajib yang harus dterapkan pada setiap atlet atau orang yang melakukan latihan. Pencapaian performa yang berkualitas latihan dan istirahata memiliki peran yang penting dan tidak bias dipisahkan. Periode istirahata yang berkualitas dan cukup akan memberikan kesempatan kepada

tubuh atlet melakukan regenerasi energi dan refil kembali tenaga yang telah di gunakan ketika proses berlatih. Latihan ialah raja, nutrisi adalah permaisuri sedang periode istirahat ialah putra mahkota. *Recovery* merupakan tahapan banyaknya factor yang berpengaruh adanya saling keterkaitan kebutuhan pelatih dan atlet dalam memahami performa fisiologi atlet, dampak fisiologis dari pembebanan, pemulihan, dan dampak dari integrasi proses berlatih dan taktik. Jika pemberian istirahat tidak mencapai kadarnya maka bisa memberikan pengaruh serta dampak terhadap atlet diantaranya ialah kelelahan, *over training*, performa yang stagnan, progress latihan yang lambat.

Periode *recovery* dan waktu interval ialah samayaknipemberian waktu istirahat ketika proses berlatih berlangsung antara set dan repetisi (Sukadiyanto. 2009). Fenomena yang terjadi di lapangan masih banyak abai terhadap peran periode istirahat. Bahkan ada yang memiliki *mindset* jika istirahat sehari badan terasa sakit. Minimnya literasi yang berkaitan dengan latihan beban khususnya norma dalam latihan sehingga program dan periode istirahat yang banyak diabaikan sehingga memberikan pengaruh secara fisiologis dan psikologis.

Kaidah- kaidah penyusunan tiga norma latihan (1) pemberian volume latihan besar, intensitas rendah, maka singkat periode istirahatnya, (2) pemberian volume Latihan ringan, intensitas tinggi, maka lama periode istirahatnya.



Gambar 9.7 Kaidah pengaturan VIR
 Sumber: Dikdik (2019)

4. *Training Frequency* (frekuensi pada latihan beban)

Frekuensi ialah jumlah aktivitas latihan yang dilakukan per pekannya. Frekuensi latihan umumnya dilaksanakan secara rutin dan konsisten, penerapan desain latihan dengan durasi yang telah disesuaikan mampu memberikan dampak dan progress yang menaikkan level *fitness* dan tingkat kebugaran fisik seseorang. Frekuensi merupakan akumulasi besaran pelaksanaan latihan pada periode waktu yang telah didesain. Lazimnya pada periode waktu yang dipergunakan dalam menakar besaran frekuensi tersebut ialah dalam satu pekan. Tujuan Frekuensi *exercise* ini untuk menggambarkan total pertemuan/tatap muka (sesi) berlatih disetiap pekannya.

5. Set dalam latihan beban

Set merupakan suatu perhimpunan dan pengolongan yang di ulang ketika latihan diikuti periode *recovery* atau istirahat. Setiap mengangkat beban perlu mendesain dan mengatur berapa set setiap kali pengangkatan. Tujuan memberikan kesempatan kepada tubuh untuk mengisi kembali tenaga yang telah digunakan dalam latihan. Set merupakan jumlah repetisi dari

sebuah gerak tertentu. Werner(2011) menyatakan total gerak 2 sampai 4 set berlatih dengan 120 detik sampai 180detik recovery antar set tujuan peningkatan dan mengembangkan performa secara maksimal. Kurang dari 120 detik per set latihan bervariasi dan selang-seling membutuhkan dan menggunakan jenis kelompok *muscle* (*back* dan *chest*).

Setialah pegulangan jumlah gerakan diselenggarakan berurutan tidak ada jeda/*rest*, sedangkan *volume* bisa diartikan sebuah total ulangan gerakan, set, dan pembebanan dilakukan di setiap sesi *exercise*. Bompa (2015) menjelaskan set merupakan jumlah *repeat* dalam latihan per sesinya diiringi dengan periode istirahat. Umumnya set ialah sebuah strategi yang dijalankan pada latihan dalam mendesain berapa jumlah/total gerakan yang akan di angkat. Sedangkan (Werner:2011) mengemukakan set yaitu gerakan yang dilakukan dengan total pengulangan di sesilatih yang telah ditentukan. Contoh program latihan yang terdiri dari set, *reps*, dan *rest* yakni, latihan *back* (*late pull down*) 3 set, 12 *res*, dan periode *rest*/ istirahat 60 detik.

6. Repetisi dalam latihan beban

Repetisi merupakan total pengulangan di setiap jenis gerakan dalam berlatih. Bentuk repetisi rendah (1-4 *reps*) bertujuan peningkatan dan mengembangkan performa otot optimal. Jumlah yang repetisi lebih dari 10 nampaknya lebih sesuai untuk menstimulus *muscle endurance*. Intensitas tinggi daya tahan (durasi singkat) tampaknya ditingkatkan dengan skema 10 sampai 15 *reps*, sedangkan intensitas rendah daya tahan (durasi panjang) meningkat dengan lebih dari 20 *reps* Bompa (2009) berkata suatu skema ulangan/repetisi dipakai menghasilkan suatu adaptasi fisiologik tertentu. Berikut ialah tabel yang menunjukkan perihal berkaitan beban dan jumlah

repetisi dalam latihan beban:

Tabel 9.4 Jumlah repetisi dan beban latihan

1 RM Persentase	Jumlah Repetisi Latihan Power	Jumlah Repetisi Latihan Endurance
100	1	1
95	1-2	2-3
90	3	4-5
85	5	6-8
80	6	10-12
75	8	15-20
70	10	25-30
65	15	40-50
60	20	70-90
50	25-30	90-110
40	40-50	120-150
30	70-100	150-200

Sumber: Bompa (2015)

7. Irama/ritme dalam latihan beban

Strength training tidak terlepas dari manajemen pola ritme ketika mengangkat beban. Proses latihan pembebanan irama ini suatu yang dibutuhkan untuk mencapai gerakan yang efisien dan terkontrol. Melakukan pola irama latihan banyak variannya yakni, irama cepat, irama sedang, dan irama lambat tujuannya ialah memberikan respon serta stimulus terhadap pembebanan yang telah di tuju. Irama latihan suatu *size* waktu yang bisa memperlihatkan kecepatan pada ketika melakukan sebuah gerakan setiap berlatih pembebanan. Bentuk irama latihan merupakan cepat, sedang serta lambat aktivitas gerak *pull, push*, serta mengangkat ketika berlatih pembebanan.

Ritme latihan ialah ukuran waktu yang menunjukkan *speed* pada saat merealisasikan suatu gerakan, wujud dari ritme latihan merupakan cepat, sedang, atau lambatnya melaksanakan pola gerak ketika aktivitas latihan (Sukadiyanto,2009:39). Tempo

ketat yang kaitannya pengaturan lamanya/durasi waktu dibawah pemberian pembebanan di setiap gerakan yang dilakukan berulang-ulang, yang mana etika dijumpai setiap jumlah dari gerakan yang di ulang persetnya bisa mempengaruhi lamanya waktu setiap set yang di lakukan.

8. Densitas

Densitas latihan ialah suatu ukuran menunjukkan padat *time* stimulus (lamanya pembebanan). Padat atau tidaknya waktu stimulus (densitas) ini sangat dipengaruhi oleh lamanya pemberian *recovery time* serta periode istirahat. Pemberian kesempatan yang singkat di fase istirahat atau *recovery*, maka semakin padat (tinggi) densitas latihan. Sebaliknya jika pemberian *rest* atau *recovery* dengan waktu yang lama, rangsangan densitas latihan kualitasnya tidak padat (rendah). Densitas *training* ialah frekuensi pemberian ketika berlatih atau frekuensi atlet/ seseorang dalam menyusun kegiatan secara berulang aktivitas di setiap unit waktunya (Bompa,2009). Contohnya ketika latihan dengan waktu/durasi lamanya 3 jam,densitasnya berlatih (efektifitasnya) berlangsung dengan durasi 150 detik, adanya jeda *rest* atau istirahat maka lamanya latihan berkurang. Maka kualitas densitasnya tergolong rendah karena kepadatan latihan yang di kategorikan kurang.

Pencapaian kualitas latihan wajib bagi setiap orang, atlet dan pelatih memperhatikan *scientific approach* penerapan prinsip-prinsip dan latihan dan norma-norma latihan. Penting bagi seseorang berilmu sebelum beramal atau merealisasikan agar tidak menjadi mal praktik sehingga capaian desain program yang di rencanakan sesuai dengan landasan teoritis dan praktis. Fenomena perkembangan latihan beban mengalami perkembangan yang sangat pesat. Ketika masa pandemi covid

19 masyarakat sadar akan olahraga latihan beban yang dilakukan di rumah biasa di sebut *workout from home*. Latihan beban sangat sederhana dan mudah bagi setiap kalangan karena bias menggunakan berat beban sendiri atau bias menggunakan assesoris yang disediakan di tempat-tempat *Gym, fitness* atau kebugaran jasmani. Latihan *strength training* bisa lakukan kapan saja dan dimana saja ketika tempatnya mendukung dalam mencapai *goal* atau tujuan. Kunci dalam mencapai suksesnya berlaytih pembebanan ialah disiplin dan konsistensi. Pencapaian yang sederhana ialah cukup latihan, cukup nutrisi, cukup *recovery*, cukup hidrasi, serta cukup menejeman *stress*.

C. Metode Latihan Beban

Setiap manusia tidak terlepas dari proses latihan. Aktivitas latihan harus dilakukan dengan baik dan benar sesuai pendekatan *scientific*. Latihan beban merupakan aktivitas latihan yang sudah fenomenal dikalangan masyarakat yang memiliki peran dan manfaat untuk meningkatkan kebugaran fisik dan otot. Setiap latihan memiliki cara atau metode yang sesuai dengan kemampuan tubuh. Pada kenyataannya latihan beban masih banyak tidak berminat untuk melakukannya. Parkatisi dan akademisi sudah banyak memberikan edukasi dan metode yang sederhana yang sesuai dengan kemampuan seseorang dalam menjalani aktivitas latihan beban.

Metode latihan tidak lepas dari kebutuhan seseorang untuk mencapai *goal* yang telah di rencanakan. Metode merupakan sebuah cara atau prosedur yang sistematis dipergunakan oleh seseorang untuk menjalani setiap aktivitas. Dalam memberikan variasi metode berlatih bisa menggunakan sebuah metode yang sesuai dengan kebutuhan latihannya yakni sebagai berikut; *compound set, super set, triset, giant*

set, pyramide system, dandrop set.

1. *Compound Set*

Strategi latihan *compound set* merupakan melakukan aktivitas latihan menggunakan dua variasi pada satu kelompok *muscle* samadengan cara yang berurutan, tetapi bentuk latihanyabeda dalam setiap set tidak ada jeda *rest* antar setnya. *Compound set* ialah aktivitas latihan dua gerakan pembebanan berurutan dengan target otot sama tanpa adanya waktu istirahat disetiap gerakannya. Irianto (2002) menjelaskan metode *compound set* suatu cara latihan olahragawan atau seseorang menjalani dua latihan dalam *exercise* kelompok otot yang sama dan terapkan secara berurutan tanpa istirahat diantara setnya.

Metode yang dilakukan pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan atau performa kondisi fisik. *Compound set* salah satu strategi untuk mendesain latihan secara variasi yang bertujuan memberikan stimulus terhadap otot yang dilatih sehingga hasilnya memiliki progress yang di inginkan. Setiap atlet atau sesorang dalam berlatih tentunya melakukan gerakan yang bervariasi untuk menghindari stagnan atau kebosanan ketika berlatih sehingga otot berkembang dengan baik. Metode *compoundset* ini fokus pada latihan pembebanan yang tujuan perkenaannya sama pada bagian otot dengan memakai *equipment* peralatanya berbeda-beda. Pada gerakan *compound set* adanya keterlibatan kelompok *muscle* banyak atau gerakannya menggunakan persendian lebih dari satu (*multi joint*). Contoh gerakan atau latihan metode *compound set* yakni *Romanian deadlift, bent over row, dan squad* masih banyak lainnya gerakan *compound* yang bisa di gunakan dalam membangun kemampuan fisik, kebugaran fisik, dan membentuk otot.

2. *Set Block*

Metode latihan *weight training* yang aktivitas pembebanannya

di terapkan dengan bentuk gerakan *exercise* konstan pada beban dan repetisi tertentu yang sesuai tujuan dan kebutuhan serta kesempatan dalam latihan. Contohnya atlet menjalankan latihan *squad* dengan jumlah: 4 x 3 x 110 kg (95%). Maksudnya seorang atlet beban berat yang di angkat 110 kg (95 kemampuan maksimal) dilakukan sebanyak 4 repetisi dan 3 set. Setelah latihan *squad* selesai, maka atlet melakukan aktivitas variasi gerakan yang beda misalnya *lat pull down*.

3. Super Set

Superset ialah sebuah metode *exercise* yang dilakukan seseorang atau atlet dengan dua variasi gerakan yang fokusnya kelompok otot yang antagonis atau berlawanan umumnya dilakukan secara berurutan tanpa adanya jeda *rest* atau interval istirahat. Sandler (2010) menjelaskan *super set* sebuah metode yang laksanakan pada dua *exercise* satu per satu berlanjut, jeda sesaat atau tidak *rest* (interval) pada prosesnya.

Super set sebuah pendekatan latihan yang memfokuskan target tujuannya ialah otot saling kebalikan. Metode *super set exercise* adalah variasi latihan beban pelaksanaan bertujuan melatih kelompok-kelompok *muscleagonis* dan *antagonis* secara berturut-turut dan berulang tanpa pemberian istirahat disetiap perpindahan *equipment*. Metode system ini ada kesamaan pada metode system set. Namun setiap satu setnya dengan satu variasi geraknya di fokuskan pada *muscle* agonis kemudian tanpa jeda dilanjutkan dengan variasi gerkan yang sasaranya ialah otot antagonis. Misalnya setelah melakukan *leg curl* kemudian lanjut gerakan *squad*, *hamsting* dilanjutkan latihan *quadriceps* atau latihan *ticeps* di ikuti dengan latihan *biceps*.

4. Split Routines

Metode ini atlet merealisasikan latihan yang bertujuan fokus

pada sasaran otot tertentu di sesi latihannya. Pada sesi selanjutnya atlet melakukan latihan pada perkenaan otot yang berbeda. *Split routines* bertujuan mengkombinasi dan bervariasi dalam melakukan bentuk-bentuk latihan beban agar tidak menimbulkan kelelahan atau *stuck* (monoton). Contoh dari *split routines* pada hari jumat atlet berlatih otot punggung dan hari sabtu berlatih otot bagian dada.

5. *Triset*

Metode latihan triset memfokuskan pada perkenaan sendi lebih dari 1 dan dengan 3 jenis variasi latihan yang berbeda. Keuntungan dari triset yakni efisiensi waktu jika seseorang memiliki kegiatan yang cukup padat. Seseorang memiliki kesempatan waktu yang sama dan bagaimana kita memanajemen waktu berlatih dengan baik sesuai kebutuhan dan tujuannya. Stoppani (2006) mengemukakan metode *triset exercise* suatu *move development* dari *compoundset*, yakni memakai tiga variasi latihan pada group otot samadengan cara berulang tidak jeda atau rest antarset, gerakan *compound set* pelaksanaan dua bentuk *exercise*. Metode *triset* merupakan suatu *exercise* dengan menerapkan tiga jenis latihan pada satu set. Contohnya latihan otot punggung *pull up–chin up–close grip lat pulldown*. Latihan otot bahu *dumbbell soulder press–dumbbell lateral raise – pick up*.

6. *Circuit Training*

Metode ini sudah sering kita kenal metode sirkuit bentuk latihan yang menggunakan pos-pos *exercise* yang disusun berdasarkan desain latihan dalam meningkatkan kemampuan performa secara menyeluruh pada tubuh atlet. Setiap pos di rancangan secara berurutan yang bentuk gerakan yang berbeda-beda untuk perkenaan ekstrimitis bagian tubuh atas dan bergantian dengan ekstrimitis bagian tubuh bawah, antagonis dan agonis yang tujuannya agar otot tidak mengalami kelelahan pada otot local

tertentu. Agar memaksimalkan atlet dalam melakukan semua pos latihan sesuai program yang telah di tentukan.

7. *Giant Set*

Model latihan ini dilakukandengan 4-6 jenis latihan dan satu exercise dengan exercise lainnya jeda waktu *rest* sangat cepat bisa jadi sela istirahat ketika beralih ke gerakan berikutnya saja. Beban yang dipakaimerupakanbebanyangcukupberat. *Giant set* ialah metode yang ada kemiripan dengan metode *compound set* dan *triset exercise* yang fokusnya yaituterapkan pada satugroupototdengan cara berulang tidak ada jeda interval istirahat atau *rest*antar setnya (Stoppani, 2006). Contohnya latihan otot *bicep: standing dumbbel bicep curl, hummer, dan cable bicep curl*.

8. *Drop Set*

Model berlatih *drop set* ialah suatu bentuk latihan pembebanan dengan pemberian tambahan set dilaksanakan pasca selesainya pembebanan dengan set seperti biasa sesuai dengan yang telah direncanakan. Tujuannya untuk memberikan stimulus pada kinerja otot secara *progresif overload* agar mampu mencapai ambang batas performa biasanya. Model latihan ini di lakukan bagi yang sudah terampil dan terbiasa menggunakan latihan metode ini. *Drop set* ialah teknik pembebanan di lakukan sampai target set utama atau inti dengan berat bebanya maksimal sampai titik terberat atau gagal, selanjutnya tanpa ada jeda *rest* melaksanakan variasi latihan yang sama tetapi berat bebanya ringan di lakukan sampai repetisi maksimal di titik yang gagal atau tidak mampu mengangkatnya.

Latihan secara *drop set* adanya keterlibatan pengurangan banyaknya beban yang dipergunakan sehingga mampu melanjutkan dalam menyelesaikan pengulangan berlatih yang telah di programkan dan desain (Stoppani,2006). Sandler (2010) menjelaskan model *drop set* suatu exercise yang diselenggarakan bentuk perpanjangan dari

set pertama *exercise* yang mana penentuan pembebanan banyaknya repetisi hingga kemaksimalan angkatan atau gagal relatif, mengurangi beban, dan terus mengangkat menyelesaikan ketentuan set serta pengulangan sampai maksimal atau di anggap tidak mampu lagi.

9. *Multi POUNDAGE dan Burn Out*

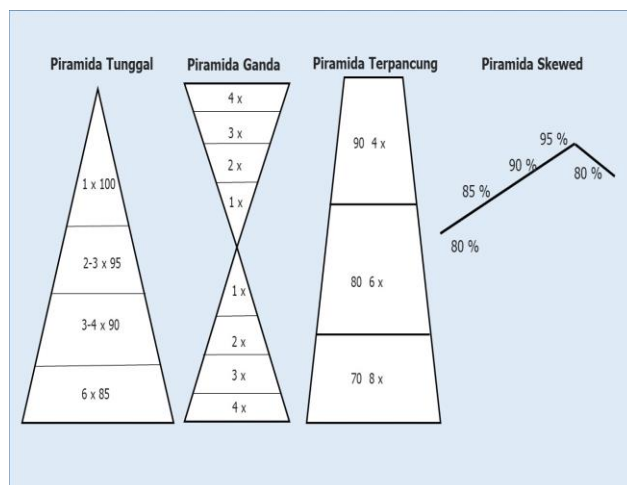
Pada model *exercise* ini ada kesamaan yang dasarnya atlet latihan beban mulai dari intensitas tinggi dan pengulangan berikutnya menurunkan intensitasnya dengan pengulangan semakin banyak. *Poundage exercise* ini tidak dibatasi repetisinya dengan jumlahnya baingan atau repsnya tapi memberikan kesempatan atlet mengangkat beban sampai atlet maksimal ada stimulus lelah. *Burn out exercise* repetisinya dibatasi sampai 20 kali. Jika di amati kedua *exercise* ini pada dasarnya kebalikan dari sistem piramidaada asumsi yang menjelaskan bahwa kebalikan dari piramida terbalik.

10. *Pyramide System*

Sistem latihan piramida ialah latihan dengan menaikkan level pembebanan setelah dilakukan satu set, selanjutnya melakukan tambahan pembebanan maka repetisi pengangkatan beban berkurang atau sebaliknya yakni menurunkan pembeban selanjutnya meningkatkan jumlah repetisi atau menambah beban maupun repetisi. Baechle (2012) menjelaskan piramida suatu pendekatan metode *exercise multi-set* yang bebannya bertambah berat (piramida naik) dan berkurang (piramida menurun). Sandler (2010) mengemukakan tiga versi model *weight training* dengan cara piramida yakni dengan menambah berat pembebanan dan berkurang repetisinya, menambah repetisinya dan berkurang berat bebannya.

Husein (2007) berasumsi metode piramid salah satu variasi sistem latihan *strength* yang di dominasi oleh para fitness mania atau para pecinta latihan beban mempunyai dampak baik untuk

meningkatkan performa kekuatan. Sistem piramida seorang atlet, *sport enthusiast*, penggemar olahraga latihan beban berlatih memulainya dari intensitas rendah yang repetisi banyak selanjutnya berangsur intensitasnya semakin tinggi dengan pengulangan sedikit bahkan sebaliknya. Metode latihan ini sangat direkomendasikan bagi setiap orang karena cukup sederhana dan tidak memberikan pressur atau penekanan terhadap otot dan sendi dengan berlebihan. Perlu diperhatikan setrategi dalam penggunaan energi atau tenaga dengan tepat agar mampu menggunakan pada set dan variasi gerak selanjutnya.



Gambar 9.8 Model Piramida *Training*
 Sumber: Bompa (1993)

11. Sirkuit *Training*

Metode sirkuit sering disebut dengan *circuit training* yaitu exercise ini dengan mempergunakan beberapa pos *exercise* yang dirancang sesuai kebutuhan dan kemampuan atlet sehingga bisa meningkatkan kemampuan dengan cara menyeluruh pada tubuh atlet. Pos-pos pada sirkuit rancang dengan berurutan yang bergantian antara tubuh bagian bawah dan atas, agonis dan antagonisnya dengan baik dan benar sehingga tidak ada lagi *fatigue*

yang terakumulasi pada otot bagian yang dilatih. Hal ini memberikan kesempatan bagi atlet untuk melakukan dan menyelesaikan seluruh pos *exercise* sesuai dengan kemampuan yang telah didesain oleh *coach*.

12. Pliometrik

Pliometrik ialah suatu metode *exercise* dalam meningkatkan kemampuan kekuatan kecepatan (*power*) dengan beban utama menggunakan badan sendiri yang memiliki tujuan untuk mengkorelasikan kemaksimalan yang dimiliki para atlet direalisasikan pada gerak cepat dan kuat (*powerful*) sesuai dengan kebutuhan cabang olahraganya. Pliometrik terapkan dengan cara bergerak melakukan lompatan-lompatan menggunakan satu/dua kakinya, dengan rintangan atau tidak menggunakan rintangan. Dasar-dasar latihan dengan metode Pliometrik ialah sebagai berikut:

- a. Dilakukan untuk atlet dewasa
- b. Dilaksanakan setelah fase latihan kekuatan maksimal
- c. Kontak anggota badan dengan tanah (landasan) harus sesingkat mungkin untuk mendapatkan hasil latihan yang efektif.
- d. Waktu pelaksanaan (durasi) tidak lebih dari 5 detik (sejauh atlet mampu melakukan kontak tanah dengan cepat).
- e. Pelaksanaan lebih dari 5 detik ditujukan untuk daya tahan-kekuatan kecepatan (*power endurance*) bagi cabang-cabang olahraga tertentu yang memiliki kebutuhan khusus.

D. Ringkasan

Setiap aktivitas latihan harus didasari oleh prinsip-prinsip yang kuat dan konsisten dalam merealisasikan. Prinsip Latihan merupakan suatu tahapan aktifitas fisik yang diselenggarakan dengan cara sistematis, kontinue, dan beban kerjanya berprogres dengan cara berkelanjutan mangacu pada kaidah dan variabel pelatihan. Sistematis

artinya terencana sesuai penjadwalan, sesuai pola/sistem yang ditentukan, desain, dan program yang telah direncanakan secara matang.

1. Hukum Fisiologis

Prinsip beban lebih (individual dan multilateral), prinsip kekhususan (spesialisasi dan model latihan), prinsip *reversibility* (meningkatkan tuntutan, melanjutkan tuntutan beban, *feasibility*, *restoration*, istirahat aktif).

2. Hukum Pedagogik

Rencana dan pemanfaatan sistem, periodisasi, presentasi visual

3. Hukum Psikologik

Kesadaran, partisipasi aktif, variasi, istirahat, mental, mendapatkan hasil dan transformasi yang positif, proses dan progres latihan yang telah direncanakan memiliki kualitas, efektif dan efisien selanjutnya fokus dan memperhatikan norma-normanya ialah sebagai berikut; *training volume* (volume latihan beban), *training intensity* (intensitas latihan beban), *training interval/ recovery* (periode istirahat pada latihan beban), *training frequency* (frekuensi pada latihan beban), repetisi dalam latihan beban, set dalam latihan beban, irama/ritme dalam latihan beban, Istirahat antar set dalam latihan beban

Metode latihan tidak lepas dari kebutuhan seseorang untuk mencapai *goal* yang telah direncanakan. Metode merupakan sebuah cara atau prosedur yang sistematis dipergunakan oleh seseorang untuk menjalani setiap aktivitas. Dalam memberikan variasi metode berlatih bisa menggunakan sebuah metode yang sesuai dengan kebutuhan latihannya yakni sebagai berikut; *compound set*, *super set*, *triset*, *giant set*, *pyramide system*, *drop set*, *circuit training*, dan *Pliometrik*.

E. Evaluasi

Diskusikan bersama dengan teman sekelompok dan kerjakanlah soal berikut ini:

1. Jelaskan peran prinsip latihan dalam mencapai hasil yang di rencanakan?
2. Sebutkan serta jelaskan norma - norma latihan?
3. Mengapa kita harus latihan sesuai dengan pendekatan ilmiah dan teknologi?
4. Bagaimana cara menentukan repetisi maksimal dalam latihan beban?
5. Jika seseorang dengan jadwal aktivitas padat maka rekomendasi metode latihan manakah yang diberikan. jelaskan?

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Eisa, E. S., Alghadir, A. H., & Gabr, S. A. 2016. *Correlation between vitamin D levels and muscle fatigue risk factors based on physical activity in healthy older adults*. *Clinical interventions in aging*, 11, 513.
- Ambarukmi dkk. 2007. *Pelatihan Pelatih fisik level 1*. Jakarta. Kementerian Negara Pemuda dan Olahraga.
- Arnold G. Nelson and Jouko Kokkonen. 2007. *Stretching Anatomy*. United States: Human Kinetics.
- Avery Faigen Baumand Wayne Westcott. 2009. *Youth Strength Training*. United States: HumanKinetics.
- Baechle, T. R. And Earle, R.W. 2012. *Fitness Weight Training*. United States: Human Kinetics.
- Baechle, T.R. and Earle, R. W. 2014. *Weight Training Steps to Success*. United States: Human Kinetics.
- Blasi, M., Blasi, J., Domingo, T., Pérez-Bellmunt, A., & Miguel-Pérez, M. (2015). *Anatomical And Histological Study Of Human Deep Fasciae Development*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37(6), 571-578.
- Bompa,T.O. and Buzzichelli, C. 2015. *Periodization Training for Sport*. United States: Human Kinetics.
- Bompa,T.O. and Haff, G. G. 2009. *Periodization Theory and Methodology of Training*. United States: Human Kinetics.
- Bompa, Tudor O. 1994. *Theory and Methodology of Training: The Key to Athletic Performance*. Kendall/Hunt Publishing Company, IOWA. USA. Hal:2-3.
- Bordoni, B., & Varacallo, M. 2018. *Anatomy, Bony Pelvis And Lower Limb, Gastrocnemius Muscle*.
- Budiwanto, S. (2012). *Metodologi Latihan Olahraga*. Fakultas Ilmu Keolahragaan.
- Caruel, M., & Truskinovsky, L. 2018. *Physics Of Muscle Contraction*. *Reports on Progress in Physics*, 81(3), 036602.
- Dave, H. D., Shook, M., & Varacallo, M. (2021). *Anatomy, Skeletal Muscle*. In Stat Pearls [Internet]. Stat Pearls Publishing.
- Deborah, A. W. , Charles, A. B. 2006. *Foundations of Physical Education Exercise Science and Sport*. Mc Graw-Hill International Edition.
- Dikdik Zafar Sidik, Paulus L. Pesurnay, L. A. (2019). *Pelatihan Kondisi Fisik*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Djoko, Pekik. I. 2002. *Bugar dan Sehat dengan Olahraga*. Yogyakarta. Andi publisher.

- Emral. 2017. *Pengantar Teori dan Metodologi Pelatihan Fisik*. Depok. Kencana
- Eshima, H., Tamura, Y., Kakehi, S., Nakamura, K., Kurebayashi, N., Murayama, T., ... & Watada, H. 2019. *Dysfunction Of Muscle Contraction With Impaired Intracellular Ca²⁺ Handling In Skeletal Muscle And The Effect Of Exercise Training In Male Db/Db Mice*. Journal of applied physiology, 126 (1), 170-182.
- Fahma, F. A., Abrori, C., & Hairrudin, H. 2020. *Pengaruh Pemberian Natrium Bikarbonat terhadap Kelelahan dan Nyeri Otot setelah Melakukan Treadmill*. Pustaka Kesehatan, 7(1), 40-44.
- Feriyawati, L. 2006. *Anatomi I Sistem Saraf dan Peranannya Dalam Regulasi Kontraksi Otot Rangka*.
- Foss, Merle L., Steven J. Keteyian. 1998. *Fox's Physiological Basic for Exercise and Sport-6th ed*. The Mc Graw-Hill Companies, e. Inc.
- Fox El, Bowers R.W & Foss ML. 1993. *The Pysiological Basis of Physical Education and Athletics 4th Ed.*. Philadelphia: Saunders College.
- Fox EL, Bower RW, Foos MI, 1988. *The Physiological Basis Of Physical Education and Athletics, 4th edition*. Philadelphia: Saunders College Publishing Frederic Delavier. Strength Training Anatomy. United States of America: Human Kinetics
- Gang, R., Nagarajan, S. M., & Anandhan, P. 2021. *Mechanism of The Effect of Traditional Chinese Medicine Fumigation on Blood Lactic Acid in Exercise Body*. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12 (3), 3295-3301.
- Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Ross, L. M., Broman, J., & Josephson, A. (Eds.). 2008). *Atlas of anatomy* (pp. 356-450). Stuttgart: Thieme.
- Gunawan, A. 2001). *Mekanisme dan Mekanika Pergerakan Otot*. Integral, 6 (2), 58-71.
- Harsono. 2017). *Kepelatihan Olahraga Teori dan Metodologi (2nd Ed.)*. PT Remaja Rosdakarya.
- Hasyim, Saharullah. 2019. *Dasar-Dasar Ilmu Kepelatihan*. Badan Penerbit UNM
- Hensey, M., O'Neill, L., Mahon, C., Keane, S., Fabre, A., & Keane, D. 2018). *A Review of The Anatomical and Histological Attributes of The Left Atrial Appendage with Descriptive Pathological Examination of Morphology and Histology*. Journal of Atrial Fibrillation, 10(6).
- Herzog, W., Powers, K., Johnston, K., & Duvall, M. 2015). *A New Paradigm for Muscle Contraction*. Frontiers in physiology, 6, 174.
- Husein, dkk. 2007. *Teori Kepelatihan Dasar*. Jakarta: Kementerian Negara Pemuda dan Olahraga.
- Ida Bagus Wiguna. 2017. *Latihan Kondisi Fisik*. Depok. Rajawali Pers
- Idris, I. 2016. *Fisiologi Otot Rangka*. Makassar: Universitas Hasanddin Makassar, 3-6.

- Kumairoh, S., & Syauqy, A. 2014. *Pengaruh Pemberian Pisang (Musa Paradisiaca) Terhadap Kelelahan Otot Anaerob Pada Atlet Sepak Takraw* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Lone, V. F., Ardiaria, M., & Nissa, C. 2017. *Perbedaan Efektivitas Pemberian Pisang Raja dan Pisang Ambon Terhadap Indeks Kelelahan Otot Anaerobik Pada Remaja di Sekolah Sepak Bola*. *Journal of Nutrition College*, 6(4), 350-356.
- Mansur dkk. 2009. *Materi Pelatihan Pelatih Fisik II*. Jakarta. Kementerian Pemuda dan Olahraga Republik Indonesia.
- Molnar, J. L., Diogo, R., Hutchinson, J. R., & Pierce, S. E. 2020. *Evolution of Hindlimb Muscle Anatomy Across The Tetrapod Water-to-Land Transition, Including Comparisons With Forelimb Anatomy*. *The Anatomical Record*, 303(2), 218-234.
- Nabilla, N. A. C. H. 2020. *Pengaruh Pemberian Vitamin B1, B6 dan B12 Terhadap Kelelahan Otot Petani Sawit di Gunung Timbul*. *Jurnal Medika Utama*, 2(01 Oktober), 266-270.
- Nasrulloh, A., Prasetyo, Y., & Apriyanto, K. D. 2018. *Dasar-Dasar Latihan Beban*. UNY Press, 1-140. <https://Docplayer.info/163394993-Dasar-Dasar-Latihan-Beban-Ahmad-NasrullohYudik-Prasetyo-Krisnanda-Dwi-priyanto.html>
- Parwata, I. M. Y. 2015. *Kelelahan dan Recovery Dalam Olahraga*. *Jurnal pendidikan kesehatan rekreasi*, 1 (1), 2-13.
- Putra, R. T., & Pambudi, F. R. 2021. *Pemahaman Pelatih Panahan Tentang Periodisasi Latihan Jangka Panjang Persatuan Panahan Indonesia Kabupaten Banjarnegara*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan Indonesia*, 1(2), 06-14.
- Putra, R. T., Jayadilaga, Y., & Aryatama, B. 2022. *Analisis Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) Pasca Latihan Beban pada Atlet Panahan Science Archery School*. *JURNAL STAMINA*, 5 (6), 247-257.
- Rianti, C. R., & Syauqy, A. 2014. *Pengaruh Pemberian Pisang (Musa Paradisiaca) Terhadap Kelelahan Otot Aerob Pada Atlet Sepak Takraw* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Roberts, T. J., Eng, C. M., Sleboda, D. A., Holt, N. C., Brainerd, E. L., Stover, K. K., ... & Azizi, E. 2019. *The Multi-Scale, Three-Dimensional Nature of Skeletal Muscle Contraction*. *Physiology*, 34 (6), 402-408.
- Rode, C., Siebert, T., & Blickhan, R. 2009. *Titin-Induced Force Enhancement and Force Depression: A 'Sticky-Spring' mechanism In Muscle Contractions?*. *Journal Of Theoretical Biology*, 259(2), 350-360.
- Saladin, K. S., & Miller, L. 1998. *Anatomy & Physiology (P. 1248)*. New York: WCB/McGraw-Hill.
- Sandler, David. 2010. *Fundamental Weights Training*. United States: Human Kinetics.

- Santoso Griwijoyo, Dikdik Zafar Sidik. 2012. *Ilmu Kesehatan Olahraga*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya
- Scoendfeld, B.J. 2010. *The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training*. Journal of Strength And Conditioning Research 2010 National Strength And Conditioning Association. 24 (10)/2857–2872.
- Sherwood, Lauralee. 2011. *Fisiologi Manusia: Dari Sel Ke Sistem / Lauralee Sherwood*: alih bahasa, Brahm U. Pendit: editor edisi bahasa Indonesia, Nella Yesdelita. -Ed.6- Jakarta: EGC
- Stoppani, J. 2006. *Enciclopedia of Muscle & Strength*. United States: Human Kinetics.
- Sukadiyanto. 2005. *Pengantar Teori dan Metodologi Melatih Fisik*. Yogyakarta: Pendidikan Kepelatihan Olahraga Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). *Muscle Contraction*. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 10(2), a023200.
- Wahyuri, B. H. dan A.S. 2019. *Pembentukan Kondisi Fisik*. Rajawali Pers.
- Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., & Liu, X. (2017). *Muscle Fatigue: General Understanding and Treatment*. Experimental & Molecular Medicine, 49(10), e384-e384.
- Werner W. K. H. and Sharon A. H. 2010. *Principles and Labs For Physical Fitness*. Wadsworth: United State of America.
- Werner W. K. H. and Sharon A. H. 2011. *Lifetime Physical Fitness and Wellness*. Wadsworth: United State of America.
- Westerblad, H., & Allen, D. G. 2003. *Cellular Mechanisms of Skeletal Muscle Fatigue*. Molecular and Cellular Aspects of Muscle Contraction, 563-571.

PROFIL PENULIS



Roy Try Putra, S.Or, M.Or. Lahir di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan, 25 Desember 1990. Pendidikan sarjana beliau di Universitas Negeri Makassar Prodi Ilmu Keolahragaan tahun 2009, pendidikan Magister beliau di Universitas Sebelas Maret Surakarta, Pasca Sarjana Ilmu Keolahragaan tahun 2015. Beliau merupakan tenaga pengajar di Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas PGRI Madiun beliau mengampu mata kuliah Latihan Beban, Pembinaan Kondisi Fisik, Olahraga Panahan, dan Olahraga Adaptif. Beliau pernah bekerja sebagai personal trainer di *Celebrity Fitness* Makassar (2014) dan *Luxury Gym* Makassar (2015), Lesensi Pelatih Fisik Nasional (PPFI) Perkumpulan Pelatih Fisik Indonesia (2018). Anggota Bidang Organisasi (P2SIKI) Perkumpulan Program Studi Ilmu Keolahragaan Indonesia periode masa bhakti (2022-2026). Lisensi Wasit Nasional Olahraga Panahan (2022). Lisensi Pelatih Panahan (2017 dan 2018). Founder Science Archery Akademi.



Andri Wahyu Utomo, S.Pd, M.Or. Lahir di Kabupaten Magetan, 12 April 1992. Dosen Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas PGRI Madiun sejak tahun 2017 sampai sekarang. Pendidikan Sarjana Program Studi Pendidikan Kepalatihan Olahraga, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta 2009. Program Magister dari Program Pasca Sarjana Ilmu Keolahragaan, Universitas Sebelas Maret Surakarta 2015. Beliau mengampu mata kuliah

antara lain Ilmu Gizi Olahraga, Senam, Bola Voli, Perencanaan Program Latihan, Metode Keplatihan Olahraga, Manajemen Keolahragaan, Jurnalistik Keolahragaan, dan Pencak Silat. Beliau juga aktif sebagai pengurus, Pengurus PBVSI Kabupaten Magetan, KONI Kabupaten Magetan founder VBK Magetan Junior, Aksi Muda Bola Voli Kabupaten Magetan, beliau merupakan pelatih Bola Voli Berlisensi Nasional serta tergabung dalam organisasi Pelatih Fisik Nasional LANKOR, Ahli Ilmu Faal Olahraga, Anggota APOPI Asosisasi Prodi Olahraga Perguruan Tinggi PGRI.



Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M.Pd, Lahir di Yogyakarta pada 27 November 1969. Dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Madiun sejak tahun 1996 sampai sekarang. Pendidikan Sarjana Kedokteran Hewan dari Universitas Gadjah Mada tahun 1992. Program Profesi Dokter Hewan tahun 1994. Program Magister dari Program Studi Teknologi Pembelajaran Universitas Adibuana Surabaya tahun 2005 dan Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang tahun 2011. Program Doktor diselesaikan pada tahun 2014 di Pendidikan Biologi dari Universitas Negeri Malang.

Penulis mengampu mata kuliah Anatomi dan Histologi Hewan, Embriologi Hewan, Fisiologi Hewan. Reviewer pada Program Kreativitas Mahasiswa Direktorat Pendidikan Tinggi tahun 2016-sekarang. Reviewer pada berbagai jurnal, Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society Rumania, Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology Journal (PCBMB) Tamil Nadu State India, Jurnal Metamorfosa Universitas Udayana, Jurnal Jambura Universitas Negeri Gorontalo, Jurnal Ilmu Alamiah Dasar Universitas Jember, JPBI

Universitas Muhammadiyah Malang, Jurnal Edubiotik IKIP Budi Utomo, Jurnal Bioeksperimen Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jurnal Florea Universitas PGRI Madiun, Jurnal Biota Universitas Ahmad Dahlan, Journal of Community Service and Empowerment Universitas Muhammadiyah Malang.

Bidang kajian yang ditekuni adalah eksplorasi bahan alam lokal serta keragaman hayati dalam implementasinya di bidang kesehatan dan pembelajaran. Penelitian dan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan berbasis pada pengembangan potensi kearifan lokal. Hasil-hasil penelitian telah dipublikasikan dalam jurnal ilmiah, seminar dan buku ajar. Hasil-hasil penelitian juga telah diimplementasikan dalam kegiatan pengabdian masyarakat.

SINOPSIS

Buku ini menggambarkan dan menjelaskan konsep bagaimana memahami anatomi otot dan latihan beban yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan dalam setiap cabang olahraga. Diawali dengan menuangkan konsep dasar anatomi otot dan latihan beban berbasiskan *sport science* yang menunjang pemahaman bagi pembaca dalam menjalankan program latihan dengan baik dan tepat.

Buku ini juga membahas tentang konsep *tendon* & ligamen, Otot polos, otot lurik, otot jantung, mekanisme kelelahan otot, latihan, latihan beban, dan pendekatan cabang ilmu dalam latihan beban yang harus diterapkan oleh setiap pembaca yang berpedoman pada pendekatan ilmiah. Didukung pemahaman tentang norma atau aturan latihan. Sering kita temukan di lapangan masih banyak pelanggaran yang dilakukan oleh para atlet atau *sport enthusiast* yang kemungkinan masih kurangnya pemahaman dasar dalam hal ini.

Guna untuk di jadikan pedoman dan tuntutan latihan disesuaikan kebutuhan pada setiap cabang olahraga menjadi lebih bermanfaat dan tepat sasaran. dalam buku in juga membahas metode latihan yang mampu memberikan petunjuk untuk berlatih sesuai kebutuhan dan waktu yang di miliki.

ANATOMI OTOT DAN LATIHAN BEBAN DALAM OLAHRAGA

“ Buku ini menggambarkan dan menjelaskan konsep bagaimana memahami anatomi otot dan latihan beban yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan dalam setiap cabang olahraga. Diawali dengan menuangkan konsep dasar anatomi otot dan latihan beban berdasarkan sport science yang menunjang pemahaman bagi pembaca dalam menjalankan program latihan dengan baik dan tepat

Buku ini juga membahas tentang konseptendon & ligamen, Otot polos, otot lurik, otot jantung, mekanisme kelelahan otot, latihan, latihan beban, dan pendekatan cabang ilmu dalam latihan beban yang harus diterapkan oleh setiap pembaca yang berpedoman pada pendekatan ilmiah. Didukung pemahaman tentang norma atau aturan latihan. Sering kita temukan di lapangan masih banyak pelanggaran yang dilakukan oleh para olahragawan yang kemungkinan masih kurangnya pemahaman dasar dalam hal ini.

Guna untuk di jadikan pedoman dan tuntutan latihan disesuaikan kebutuhandi setiap cabang olahraga menjadi lebih bermanfaat dan tepat sasaran, dalam buku ini juga membahas metode latihan yang mampu memberikan petunjuk untuk berlatih sesuai kebutuhan dan waktu yang di miliki. ”



UNIPMAPress

UNIPMA PRESS

Universitas PGRI Madiun

Jl. Setiabudi No. 85 Madiun, Jawa Timur 63118

Telp. (0351) 462986, Fax. (0351) 459400

e-mail : upress@unipma.ac.id

Website : www.kwu.unipma.ac.id