

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi Fisiologi Otot Rangka

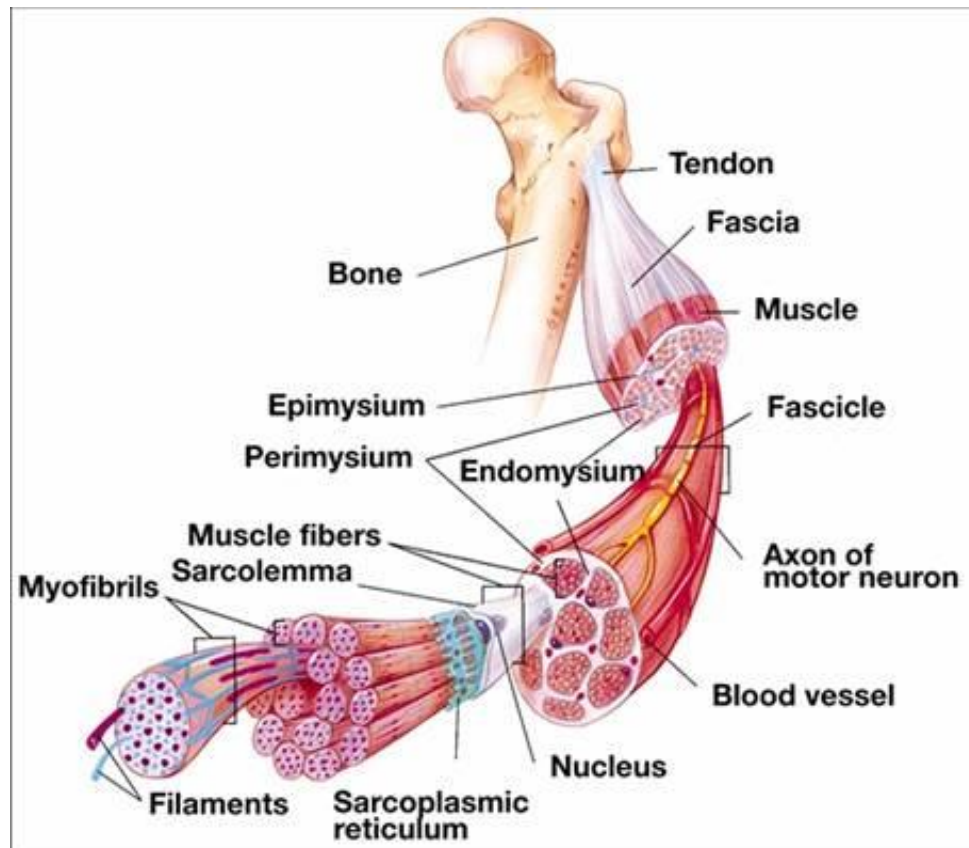
2.1.1 Struktur Otot Rangka

Kira-kira 40 persen dari seluruh tubuh terdiri dari otot rangka dan kira-kira 10 persen lainnya terdiri dari otot jantung dan otot polos. Otot rangka dibentuk oleh berbagai jenis jaringan, jaringan-jaringan ini terdiri atas jaringan saraf, pembuluh darah, jaringan ikat, dan sejumlah serat otot sendiri yang diameternya berkisar dari 10 sampai 80 mikrometer, masing-masing serat ini terbuat dari rangkaian subunit yang lebih kecil.^{5,11}

Terdapat tiga lapisan jaringan ikat dalam serabut otot rangka, lapisan terluar yang melapisi seluruh otot disebut epimisium, di dalam lapisan ini terdapat lapisan perimisium yaitu lapisan jaringan ikat yang membungkus satu kelompok serabut otot tersendiri yang disebut fasikuli. Masing-masing serabut otot di dalam fasikuli dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut endomisium.¹¹

Sel-sel otot memiliki bentuk yang unik, walau demikian sel-sel ini memiliki organela-organela yang hampir sama dengan yang dimiliki sel lain pada umumnya, seperti mitokondria, lisosom, dan lainnya. Namun, tidak seperti kebanyakan sel dalam tubuh, sel-sel otot memiliki inti yang multinuclear atau lebih dari satu. Salah satu ciri khas lain dari sel ini ialah

penamakan garis garis *striae*, garis ini dihasilkan dari pergantian bagian gelap dan terang di sepanjang serabut otot.¹¹



Gambar 1. Struktur Otot Rangka¹¹

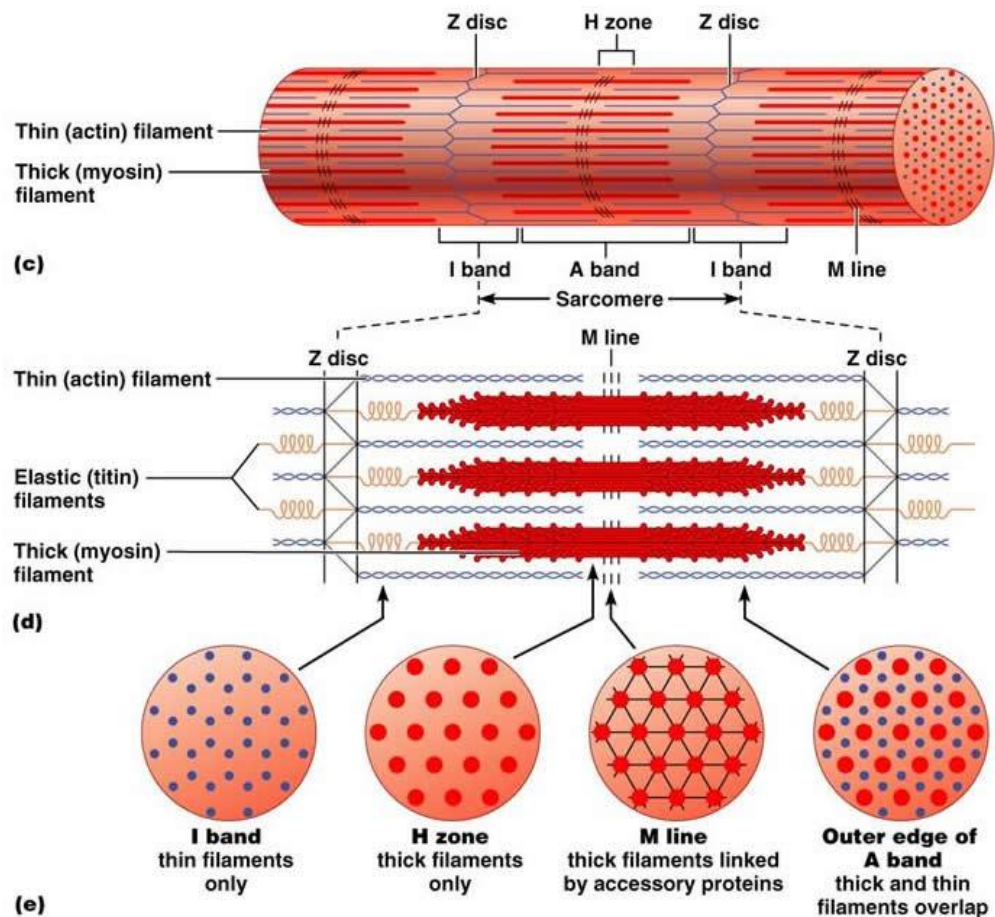
Sarkolema adalah membran serabut otot yang terdiri dari membran sel yang sebenarnya, yang disebut membran plasma dan sebuah lapisan luar yang terdiri dari satu lapisan tipis bahan polisakarida yang mengandung sejumlah serat kolagen tipis. Pada ujung serabut otot, lapisan permukaan sarkolema ini bersatu dengan serat tendon dan kemudian serat-serat tendon berkumpul

menjadi berkas untuk membentuk tendon otot dan kemudian menyisip ke dalam tulang.⁵ Di dalam sarkolema terdapatlah sarkoplasma.¹¹

Sarkoplasma adalah matriks yang terdiri dari unsur-unsur intraselular yang di dalamnya mengandung protein-protein selular, organela, dan miofibril. Miofibril merupakan struktur *threadlike* berjumlah banyak yang mengandung protein kontraktile. Miofibril ini disusun oleh dua tipe filamen protein yaitu, filamen tebal yang disusun oleh protein miosin dan filamen tipis yang disusun oleh protein aktin. Di dalam aktin terdapat tambahan protein yaitu troponin dan tropomiosin, molekul ini berukuran kecil di dalam otot, namun memegang peranan penting dalam regulasi proses kontraksi otot. Letak dari filamen filamen inilah yang mengakibatkan terbentuknya penampakan *striae* pada serabut-serabut otot.¹¹

Miofibril kemudian dapat dibagi lagi ke dalam segmen-segmen tersendiri yang disebut sebagai sarkomer. Sarkomer ini kemudian dipisahkan satu dengan lainnya oleh selaput tipis protein struktural yang disebut garis Z. Filamen miosin terletak terutama di daerah gelap dari sarkomer, bagian ini dinamakan sebagai pita A, sedangkan filamen aktin terletak terutama di daerah terang dari sarkomer, bagian ini dinamakan sebagai pita I. Pada pertengahan sarkomer, terdapat bagian dari filamen miosin yang tidak saling bertumpang tindih dengan aktin, bagian ini disebut sebagai zona H. Cairan sarkoplasma mengandung kalium, magnesium, fosfat, enzim protein dalam jumlah besar, dan mitokondria dalam jumlah yang banyak yang terletak di

antara dan sejajar dengan miofibril. Terdapatnya mitokondria dalam jumlah yang banyak serta terletak di antara dan sejajar dengan miofibril menunjukkan bahwa miofibril-miofibril yang berkontraksi membutuhkan sejumlah besar adenosin trifosfat (ATP) yang dibentuk oleh mitokondria.^{5,11}



Gambar 2. Struktur Sarkomer¹¹

Retikulum sarkoplasmik merupakan nama lain dari retikulum endoplasma yang terdapat di dalam sarkoplasma serat otot. Struktur ini penting untuk menimbulkan kontraksi otot yang cepat, semakin cepat

kontraksi suatu otot, maka ia mempunyai banyak sekali retikulum sarkoplasmik.⁵

2.1.2 Kontraksi Otot

Potensial aksi tunggal menyebabkan kontraksi singkat yang kemudian diikuti dengan relaksasi. Respon ini disebut sebagai kontraksi kedutan otot (*muscle twitch*). Kedutan timbul kira-kira 2 mdet setelah dimulainya depolarisasi membrane, sebelum repolarisasi selesai. Lamanya kontraksi kedutan beragam, sesuai dengan jenis serabut otot yang dirangsang. Serabut otot cepat, yang terutama berperan dalam gerakan halus, cepat dan tepat, mempunyai lama kedutan 7,5 mdet. Serabut otot lambat, yang terutama berperan dalam gerakan kuat, menyeluruh, dan dipertahankan, memiliki lama kedutan sampai 100 mdet.¹²

2.1.2.1 Dasar Molekular Kontraksi

Proses yang mendasari pemendekan elemen kontraktil di otot adalah pergeseran filamen tipis pada filamen tebal. Lebar pita A tetap, sedangkan garis Z bergerak saling mendekat ketika otot berkontraksi dan saling menjauh bila otot diregang.

Pergeseran selama kontraksi otot terjadi bila kepala miosin berikatan erat dengan aktin, menekuk di taut kepala dengan leher, dan kemudian terlepas. Lonjakan tenaga (*power stroke*) ini bergantung pada hidrolisis ATP yang serentak. Molekul miosin-II adalah dimer yang memiliki dua kepala, tetapi setiap saat hanya satu yang melekat ke aktin. Banyak kepala miosin

mengalami siklus pada saat yang sama atau hampir bersamaan, dan kepala-kepala tersebut bersiklus berulang-ulang untuk menghasilkan kontraksi otot keseluruhan. Setiap *power stroke* akan memendekkan sarkomer sekitar 10 nm. Setiap filamen tebal mengandung 500 kepala miosin, dan setiap kepala bersiklus sekitar lima kali per detik selama berlangsungnya kontraksi cepat.¹²

Proses ketika depolarisasi serabut otot memicu kontraksi disebut dengan penggabungan eksitasi-kontraksi (*excitation-contraction coupling*). Urutan peristiwa yang berperan dalam kontraksi dan relaksasi otot rangka dirangkum pada tabel di bawah:

Tabel 2. Tahap Kontraksi Otot¹²

No.	Tahap-tahap kontraksi
1.	Pelepasan muatan oleh neuron motorik
2.	Pelepasan transmitter (asetilkolin) di <i>end-plate</i> motorik
3.	Pengikatan asetilkolin ke reseptor asetilkolin nikotinic
4.	Peningkatan konduktansi Na ⁺ dan K ⁺ di membrane <i>end-plate</i>
5.	Pembentukan potensial end-plate
6.	Pembentukan potensial aksi di serabut-serabut otot
7.	Penyebaran depolarisasi ke dalam di sepanjang tubulus T
8.	Pelepasan Ca ²⁺ dari sisterna terminalis retikulum sarkoplasma serta difusi Ca ²⁺ ke filamen tebal dan filamen tipis
9.	Pengikatan Ca ²⁺ ke troponin C, sehingga membuka tempat pengikatan miosin di molekul aktin
10.	Pembentukan ikatan silang (cross linkage) antara aktin dan miosin pada pergeseran filamen tipis pada filamen tebal, sehingga menghasilkan gerakan

Tahap-tahap relaksasi

1. Ca^{2+} dipompa kembali ke dalam retikulum sarkoplasma
 2. Pelepasan Ca^{2+} dari troponin
 3. Penghentian interaksi antara aktin dan miosin
-

2.1.3 Tipe Serabut Otot

Serat-serat otot terdiri atas dua jenis serabut, yaitu serabut otot tipe I, serabut lambat, serabut merah, atau serabut oksidatif lambat (*slow-twitch muscle fiber*) dan serabut otot tipe II, serabut cepat, serabut putih, atau serabut otot anaerobik (*fast-twitch muscle fiber*). Pada serabut tipe II masih dibagi menjadi dua macam, yaitu tipe IIa dan tipe IIb. Sehingga dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis serabut otot, yaitu tipe I (*slow twitch oxidative*), tipe IIa (*fast twitch oxidative*), dan tipe IIb (*fast twitch glycolytic*).¹³

Serabut otot tipe lambat mengandung enzim oksidatif dalam jumlah yang besar, berkontraksi secara lambat dan melepaskan energi secara bertahap sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh tubuh pada keadaan aktivitas *steady-state* misalnya jogging, bersepeda, dan *endurance swimming*. Serabut-serabut otot ini mengandung lebih banyak mitokondria, suplai pembuluh darah, dan mioglobin sehingga dapat secara efisien dalam menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi, membuatnya resisten terhadap kelelahan namun tidak dapat menghasilkan energi atau daya sebagaimana serabut otot

tipe cepat. Mioglobin yang lebih banyak terkumpul di dalam serabut tipe ini menyebabkan warna serabut ini menjadi lebih merah, karena mengandung pigmen mioglobin (seperti hemoglobin) di dalamnya. Ketika tubuh melakukan aktivitas tipe ketahanan, maka serabut otot tipe lambat ini akan lebih banyak digunakan untuk pergerakan sebab serabut otot jenis ini akan memenuhi kebutuhan energi dari otot yang bekerja.^{14,15}

Sedangkan serabut otot tipe cepat berkontraksi secara cepat dan melepaskan energi secara cepat, hal ini disebabkan serabut otot tipe ini mengandung lebih banyak retikulum sarkoplasma sehingga lebih cepat dalam melepaskan dan mengambil kembali ion kalsium, struktur kepala myosin juga sedikit berbeda dibanding serabut otot tipe lambat menyebabkan serabut otot ini lebih efisien dalam menghidrolisa ATP, namun serabut otot ini rentan terhadap kelelahan yang disebabkan jalur penghasil energi yang digunakan yaitu sistem metabolisme anaerobik. Tubuh banyak menggunakan serabut otot jenis ini untuk melakukan tipe aktivitas daya ledak, seperti angkat beban, senam atletik, dan lari sprint. Pada setiap individu rasio antara serabut otot tipe lambat dan cepat berbeda dan telah dideterminasi secara genetik, sehingga dapat menjadikan mereka lebih cocok pada suatu cabang olahraga atau aktivitas tertentu.^{14,15}

Latihan fisik yang tepat akan turut mengembangkan dan menimbulkan adaptasi yang tepat bagi tiap tipe serabut otot. Serabut otot tipe cepat akan menunjukkan perkembangan dan manfaat dengan latihan anaerobik, seperti

misalnya lari sprint atau latihan dengan interval dan latihan beban. Serabut otot tipe lambat akan menunjukkan perkembangan dan manfaat terutama dari aktivitas ketahanan yang menggunakan jalur sistem aerobik, seperti berlari, bersepeda, dan berenang.¹⁴

Tabel 3. Tipe Serabut Otot

	Serabut Tipe I <i>(Slow Oxidative)</i>	Serabut Tipe IIA <i>(Fast Oxidative Glycolytic)</i>	Serabut Tipe IIB <i>(Fast Glycolytic)</i>
Kecepatan kontraksi	Lambat	Cepat	Cepat
Kekuatan kontraksi	Rendah	Sedang	Tinggi
Kapasitas anaerobik	Rendah	Sedang	Tinggi
Kapasitas aerobik	Tinggi	Sedang	Rendah
Densitas kapiler	Tinggi	Sedang	Rendah
Densitas mitokondria	Tinggi	Tinggi	Rendah
Ukuran motor neuron	Kecil	Sedang	Besar
Substrat utama	Trigliserida	PC, Glikogen	PC, Glikogen
Aktivitas	Intensitas rendah jangka panjang	Intensitas tinggi jangka panjang	Intensitas tinggi jangka pendek
Presentasi rata-rata serabut otot	50%	35%	15%

2.2 Kesegaran Jasmani

Aktivitas manusia selalu memerlukan dukungan dari kesegaran jasmani, kesegaran jasmani menurut ilmu fisiologi merupakan keadaan

kemampuan dan kesanggupan jasmani atau tubuh untuk melakukan penyesuaian pada alat-alat tubuhnya terhadap pembebanan fisik tertentu atau terhadap keadaan lingkungan yang diberikan kepadanya dan harus dapat diatasi secara efisien tanpa menimbulkan kelelahan yang berlebihan dan akan pulih secara sempurna, serta bebas dari penyakit.¹ Oleh sebab itu kesegaran jasmani sangat penting artinya bagi manusia untuk melakukan aktivitasnya sehari-hari, terutama dalam melakukan kegiatan olahraga, sebab suatu tingkat minimal kesegaran jasmani sangat diperlukan oleh setiap kegiatan olahraga. Untuk mencapai kesegaran jasmani dalam aktivitas sehari-hari serta meningkatkan prestasi maka diperlukanlah latihan fisik pada setiap individu.

Komponen kemampuan fisik terdiri atas:

a. Ketahanan Kardiovaskuler

Ketahanan kardiovaskuler merupakan kemampuan seseorang dalam menggunakan sistem jantung, paru, dan pembuluh darahnya secara efektif dan efisien untuk menjalankan kerja secara terus-menerus.

b. Ketahanan Otot

Ketahanan otot merupakan kemampuan individu dalam mempergunakan ototnya untuk berkontraksi secara terus-menerus dalam waktu yang relatif lama dengan beban tertentu.

c. Daya Ledak Otot

Daya ledak otot merupakan kemampuan individu dalam menggunakan kekuatan maksimum yang dikerahkan dalam waktu singkat.

d. Keseimbangan

Keseimbangan merupakan kemampuan individu dalam mengendalikan saraf-saraf otot.

e. Koordinasi

Koordinasi merupakan kemampuan individu mengintegrasikan bermacam-macam gerakan berbeda ke dalam pola gerakan tunggal secara efektif.

f. Kecepatan

Kecepatan merupakan kemampuan individu untuk mengerjakan gerakan secara berkesinambungan dalam bentuk sama dalam waktu singkat.

g. Kelincahan

Kelincahan merupakan kemampuan individu untuk mengubah posisi di area tertentu dalam waktu singkat.

h. Kelenturan

Kelenturan merupakan efektifitas individu untuk penyesuaian diri dalam segala aktivitas dengan cara mengulurkan tubuhnya lebih luas.

2.3 Daya Ledak Otot

2.3.1 Pengertian Daya Ledak Otot

Daya ledak dapat dinyatakan sebagai kekuatan eksplosif dan banyak dibutuhkan oleh cabang-cabang olahraga yang predomnan kontraksi otot cepat dan kuat, kedua unsur ini saling berpengaruh. Kekuatan dari sebuah otot

ditentukan terutama oleh ukurannya, sehingga kekuatan dari sebuah otot dapat dipengaruhi oleh kadar testosteron dalam tubuhnya maupun dari suatu program latihan kerja yang akan meningkatkan ukuran dari otot.⁴ Otot yang kuat mempunyai daya ledak yang besar, dan hampir dipastikan memiliki nilai kekuatan yang besar.³ Daya ledak otot merupakan gabungan antara kekuatan dan kecepatan atau pengerahan gaya otot maksimum yang menyangkut kekuatan dan kecepatan kontraksi otot yang dinamis dan eksplosif, serta melibatkan pengeluaran kekuatan otot atau kemampuan otot untuk berkontraksi dengan kekuatan yang optimal dan maksimal dalam waktu yang secepat-cepatnya dalam mengatasi beban yang diterima.^{7,16}

Daya ledak (*power*) adalah kemampuan kerja otot (usaha) dalam satuan waktu (detik). *Power* ini merupakan hasil perkalian kerja (usaha) dengan kecepatan, sehingga satuan *power* adalah kg (kilogram) x meter/detik. Sedangkan kg x meter merupakan satuan usaha, dengan demikian *power* dapat diartikan sebagai usaha per detik.¹⁷

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas, maka kemampuan daya ledak merupakan kombinasi kekuatan dengan kecepatan, sehingga dapat diperhitungkan berdasarkan atas kerja per satuan waktu.¹⁷

2.3.1.1 Daya Ledak Otot Tungkai

Kemampuan daya ledak yang baik, terutama daya ledak otot tungkai, menentukan seseorang untuk mencapai prestasi optimal, sebab otot-otot

tungkai merupakan pusat gerak yang utama bagi tubuh secara keseluruhan.³

Otot tungkai ini dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- a. Otot tungkai atas yang terdiri dari: m. Abductor Femoris, m. Quadriceps Femoris (m. Rectus Femoris, m. Vastus Lateralis, m. Vastus Medialis, dan m. Vastus Intermedial), m. Fleksor Femoris (m. Biceps Femoris, m. Semimembranosus, m. Semitendinosus, dan m. Sartorius).
- b. Otot tungkai bawah yang terdiri dari: m. Tibialis, m. Extensor Talangus Longus, m. Ekstensor Digitorum longus et brevis, m. Fleksor Hallucis Longus, m. Soleus, m. Gastrocnemius, dan lainnya.
- c. Otot-otot kaki yang terdiri dari: m. Abductor Hallucis, m. Adductor Hallucis, m. Fleksor Hallucis Brevis, m. Fleksor Digitorum Brevis, dan m. Quadratus Plantaris.²⁰

Faktor yang mempengaruhi daya ledak otot meliputi kekuatan otot dan kecepatan kontraksi. Otot yang kuat mempunyai daya ledak yang besar, dan hampir dipastikan memiliki nilai kekuatan yang besar.³ Peningkatan daya ledak otot tungkai dapat dicapai dengan rangsangan latihan yang optimal yaitu latihan dengan intensitas tinggi dan repetisi yang cepat, sehingga daya ledak yang dihasilkan karena penggabungan kecepatan dan kekuatan juga menjadi lebih besar.⁸ Peningkatan tersebut dapat dicapai dengan bermacam-macam bentuk latihan fisik, seperti *sprint training*, lompat tali, *squat jump*, dan lainnya.³

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Daya Ledak Otot

Pada penelitian-penelitian sebelumnya didapatkan beberapa faktor yang mempengaruhi pengembangan kemampuan daya ledak otot yaitu:

- 1) Kecepatan hantaran rangsang dari otak ke otot
- 2) Jumlah serabut otot yang dilayani oleh sinyal yang dihantarkan
- 3) Pengaruh *sensory feedback* dari otot yang berkontraksi yang melibatkan *muscle spindle* dan *golgi tendon organs*
- 4) Jenis serabut otot yang terlibat
- 5) Pemanfaatan energi pada otot (banyak sedikitnya ketersediaan ATP dan ATPase dalam otot)¹⁷

Faktor yang mempengaruhi daya ledak otot bila dilihat lebih mendalam potensi daya ledak seseorang dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal.⁷

1) Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh atlet sendiri diantaranya: jenis kelamin, berat badan, panjang anggota gerak, kebugaran fisik, dan usia.

Jenis kelamin akan mempengaruhi kekuatan dan kecepatan otot dengan adanya perbedaan hormon testosteron pada laki-laki dan wanita.⁹ Perbedaan terjadi sangat mencolok setelah seseorang mengalami pubertas, pada usia 18 tahun ke atas, laki-laki mempunyai kekuatan dua kali lebih besar daripada wanita.¹¹

Pembesaran masa otot dapat meningkatkan kekuatan otot. Kekuatan otot erat kaitannya dengan berat badan, semakin besar berat badan seseorang karena tebal otot yang meningkat, maka kekuatan otot akan bertambah.⁷

Tinggi badan adalah jarak dari alas kaki sampai titik tertinggi pada posisi kepala dalam posisi berdiri. Tinggi badan akan mempengaruhi pertumbuhan organ tubuh lainnya yaitu panjang lengan dan panjang tungkai.⁷

Kesegaran jasmani seseorang merupakan salah satu parameter dalam memberikan pembebanan latihan, sebab tingkat kesegaran jasmani yang kurang dapat mengakibatkan kelelahan sehingga tidak dapat melakukan pelatihan secara maksimal.⁷

Perbedaan dan penambahan usia atau umur sangat menentukan kekuatan otot. Tenaga mencapai puncak pada umur 20 tahun.⁷ Selain itu usia dapat menunjukkan tingkat kematangan yang dikaitkan dengan pengalaman.⁷

2) Faktor Eksternal

Suhu lingkungan yang panas akan berpengaruh terhadap aktivitas kerja otot karena sebagian dari volume darah akan dibawa ke kulit untuk mengkompensasi kelebihan panas dan mempercepat terjadinya pengeluaran keringat. Sedangkan suhu lingkungan yang dingin, tubuh

akan bereaksi untuk mengimbangi konsentrasi panas tubuh dengan reaksi menggigil, memerlukan energi tambahan.⁷

Kelembaban relatif menentukan proses pelatihan dalam hal kenyamanan pada saat latihan. Kelembaban relatif di Indonesia berkisar antara 70-80%. Kelembaban udara yang cukup tinggi atau di atas 90% akan mempengaruhi kesanggupan pengeluaran panas tubuh akibat aktivitas pelatihan melalui evaporasi. Sedangkan bila kelembaban udara di bawah 80% maka akan mempengaruhi keseimbangan panas tubuh oleh karena metabolisme meningkat akibat adanya aktivitas tubuh untuk mengimbangi suhu dingin sehingga tubuh mengeluarkan energi yang lebih besar untuk menyesuaikan suhu tubuh dengan suhu lingkungan.⁷

2.3.3 Pengukuran Daya Ledak Otot

Tes yang paling sering digunakan untuk mengevaluasi peningkatan kemampuan anaerobik pada atlet atau individu adalah tes *vertical jump*. Telah disebutkan bahwa tes ini lebih baik dalam mengukur daya (*power*) karena pada tes *vertical jump* ini dapat diukur sekaligus baik jarak lompatan secara vertikal dan daya keluaran (*power output*). Ketinggian yang dapat dicapai pada tes *vertical jump* memiliki korelasi secara langsung dengan sejumlah kerja (*force*) yang diproduksi oleh serabut-serabut otot. Pada saat tes *vertical jump* berlangsung, jumlah total ketinggian dan daya maksimal (*peak power*) dapat diukur, usaha mekanik yang dikerjakan untuk melakukan lompatan juga dapat dideterminasikan dengan menggunakan jarak yang telah diukur.

Dibandingkan tes yang lain, seperti tes *wingate cycle ergometer*, tes ini tidak mahal, mudah dilakukan, dan tidak membutuhkan peralatan yang banyak, sehingga tes ini dapat mudah dilakukan di lapangan.¹⁸

Prosedur pengukuran daya ledak otot dengan tes metode *vertical jump* adalah dengan melakukan pemanasan dinamis selama 8-10 menit, kemudian ujung jari tangan subjek ditaburi kapur dan berdiri menyamping dari dinding tempat tes akan dilakukan, dengan kedua kaki rapat dan menapak ke lantai, kemudian tangan sampel yang telah ditaburi kapur diangkat semaksimal mungkin kemudian memberi tanda di dinding dengan ujung jarinya (M1). Subjek kemudian meloncat setinggi mungkin dari posisi yang statis dan memberi tanda di dinding dengan ujung jarinya (M2). Peneliti mengukur dan mencatat data jarak dari M1 ke M2. Tes *vertical jump* dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Peneliti kemudian menghitung dan menilai rata-rata dari hasil lompatan yang dilakukan masing-masing sampel penelitian.¹⁸



Gambar 3. Tes *Vertical Jump*¹⁹

2.4 Latihan

2.4.1 Pengertian Latihan

Latihan adalah aktivitas olahraga yang dilakukan secara sistematis dalam mempersiapkan olahragawan atau atlet pada tingkat tertinggi dalam penampilannya. Bebannya ditingkatkan secara progresif serta dilakukan secara sistematis dan berulang-ulang (*repetitive*) dalam jangka waktu yang relatif lama sesuai dengan masing-masing individu dengan tujuan mencapai peningkatan kemampuan atau prestasi olahraga.⁷

2.4.2 Latihan Fisik

Latihan fisik yang teratur, sistematis, dan berkesinambungan yang dikerjakan dalam suatu program latihan akan meningkatkan kemampuan fisik seorang individu secara nyata. Sedangkan kemampuan fisik seseorang akan menurun bila latihan tidak dikerjakan secara teratur.⁶

Ada beberapa pertimbangan umum yang dapat diterapkan pada program latihan fisik dan tahap persiapan atau kondisioning, antara lain: prinsip dasar latihan, berbagai fase latihan, pemanasan, dan pendinginan.⁶

2.4.3 Tujuan Latihan

Tujuan latihan fisik adalah untuk memperbaiki kemampuan teknik (keterampilan) atau penampilan (*performance*) atlet sesuai dengan kebutuhan dalam bidang olahraga spesialisasi atau yang digeluti, serta bertujuan untuk meningkatkan kesegaran jasmani dan menjaga kesehatan. Pelatihan yang dilakukan berulang-ulang mengakibatkan berkembangnya keterampilan

(kemampuan teknik) dan penampilan atlet sesuai dengan kebutuhan dalam bidang olahraga spesialisasi atau yang digeluti yang lebih baik, sehingga akan muncul penampilan yang maksimal dalam kompetisi.⁷ Selain itu, latihan yang terprogram dan dilakukan secara rutin berulang-ulang juga bertujuan untuk meningkatkan kekuatan daya tahan otot dan sistem kardiorespirasi.

Latihan yang dilakukan harus disesuaikan dengan ciri-ciri khusus pada cabang olahraga yang digeluti oleh atlet serta memperhatikan kondisi pada atlet itu sendiri. Pendekatan yang perlu mendapat perhatian untuk mencapai tujuan pelatihan utama adalah mengembangkan dasar-dasar latihan secara fungsional yang diarahkan untuk mencapai tujuan khusus sesuai dengan kebutuhan cabang olahraga itu sendiri.⁷ Salah satu karakteristik dari permainan sepak bola ialah ledakan (*burst*) secara terus menerus sehingga aktivasi dari kedua jalur sistem metabolisme baik aerobik maupun anaerobik selama pertandingan sangat dibutuhkan oleh tubuh.¹⁰ Pada beberapa kegiatan yaitu melakukan tendangan (*shooting*), meloncat, melakukan *tackling*, berlari *sprint*, dan mengubah kecepatan secara cepat dalam melakukan tembakan, kemampuan untuk meloncat serta kinerja dari sistem anaerobik terutama sangat penting dalam pertandingan ini.⁵ Sehingga jenis latihan anaerobik dengan cara latihan *sprint training* merupakan salah satu tipe latihan yang perlu dilakukan pada atlet sepak bola.

Peningkatan kemampuan jasmani yang baik, dapat dilakukan dengan memperhatikan faktor usia dalam memberikan pelatihan. Usia yang sesuai

dan memiliki progresifitas yang baik adalah pada masa adolesensi, yakni pada wanita berada pada usia 10-18 tahun, dan pada pria berada pada usia 12-20 tahun. Masa adolesensi merupakan masa transisi dari masa anak-anak menjadi dewasa, dimana masa ini anak mampu melakukan gerakan kompleks dan terstruktur yang nantinya dapat memperbaiki prestasi individu itu sendiri ataupun prestasi bagi timnya.²⁰

2.4.4 Prinsip Latihan

Prinsip dari latihan sesungguhnya adalah memberikan tekanan atau stres fisik secara teratur, sistematis, berkesinambungan, sehingga dapat meningkatkan kemampuan di dalam kerja.⁷ Prinsip-prinsip latihan untuk meningkatkan performa dari atlet yaitu, spesifisitas, beban berlebih dan bertambah, pemulihan, adaptasi, dan *reversibility* (prinsip pulih asal).¹⁹

Spesifisitas atau kekhususan adalah prinsip yang penting dalam latihan fisik, dimana latihan yang dilakukan harus sesuai atau spesifik terhadap tipe kekuatan yang diinginkan, sehingga berhubungan dengan hasil yang diinginkan. Seorang pelatih harus memiliki pengetahuan tentang tipe dominan dari aktivitas otot yang berhubungan dengan kegiatan olahraga yang akan dilakukan oleh atletnya, pola gerakan yang ikut di dalamnya, dan tipe kekuatan yang dibutuhkan. Walaupun spesifisitas penting, namun dibutuhkan pula dalam setiap latihan yang dilakukan untuk melakukan latihan fisik umum, seperti latihan squat. Latihan ini mungkin tidak berhubungan terlalu erat dengan pergerakan dari kegiatan olahraga namun dapat memberikan

keseimbangan perkembangan dan memberikan basis yang kuat terhadap latihan fisik spesifik yang dapat dibangun.¹⁹

Beban berlebih yang dimaksud adalah sistem atau jaringan tubuh akan beradaptasi dengan pembebanan ini, sampai pada suatu titik dimana tubuh sudah tidak dapat beradaptasi lagi.¹¹ Otot hanya akan menguat bilamana tekanan yang dilakukan melebihi intensitas yang biasa dilakukan. Beban yang diberikan harus meningkat secara bertahap dalam rangka meningkatkan respon adaptasi dalam latihan dan menaikkan secara bertahap rangsangan dalam latihan.¹⁹ Beban latihan harus mencapai atau melampaui sedikit di atas batas ambang rangsang, sebab beban yang terlalu berat akan mengakibatkan ketidakmampuan tubuh untuk melakukan adaptasi, sedangkan bila terlalu ringan tidak berpengaruh terhadap peningkatan kualitas fisik. Sehingga beban latihan harus memenuhi prinsip moderat, pembebanan yang diberikan dilakukan secara progresif dan diubah sesuai dengan tingkat perubahan yang terjadi pada olahragawan.^{7,20}

Istirahat diperlukan dalam rangka memulihkan tubuh dari kelelahan paska latihan dan memberikan kesempatan bagi tubuh untuk melakukan adaptasi. Adaptasi yang dimaksud yaitu reaksi yang timbul dari tubuh setelah pembebanan dari latihan fisik yang diterima sehingga kemampuannya untuk menerima beban yang diberikan bertambah. Adaptasi berlangsung selama proses pemulihan setelah sesi latihan selesai dilakukan. Jika latihan berlangsung kurang dari 10 detik, energi yang digunakan berasal dari sistem

ATP-PC, dilakukan berulang dengan pemulihan yang sempurna, kira-kira memerlukan waktu 3 sampai 5 menit, maka adaptasi akan berlangsung, dimana penyimpanan ATP dan PC di dalam otot akan meningkat. Hal ini berarti bahwa ketersediaan energi akan meningkat lebih cepat dan mencapai puncak maksimal daya pengeluaran energi. Jika pembebanan berlebih dikerjakan untuk periode waktu sampai 60 detik, dengan pemulihan yang sempurna, akan ditemukan bahwa penyimpanan glikogen akan meningkat.¹⁹

Efek yang paling terlihat dari latihan beban berat pada serabut otot cepat adalah efek pembesaran dan penguatan, sehingga otot menjadi hipertrofi. Tingkat adaptasi akan bergantung pada volume, intensitas, dan frekuensi dari sesi latihan. Dalam penelitian terbaru dilaporkan bahwa latihan *sprint* selama 6 minggu dengan volume rendah, intensitas tinggi menghasilkan perubahan adaptasi bagian tubuh tertentu dan otot rangka yang hampir sama dengan latihan ketahanan tradisional dengan volume tinggi dan intensitas rendah dalam periode intervensi yang sama. Sedangkan penelitian lain mengatakan bahwa waktu adaptasi dari latihan *sprint* intensitas tinggi akan lebih cepat terjadi dibandingkan dengan latihan ketahanan intensitas rendah, namun setelah waktu yang lama, dua regimen latihan ini akan menghasilkan adaptasi yang hampir sama.¹⁹

Adaptasi tubuh (fisiologis) terjadi secara berkelanjutan, terprogram dengan latihan fisik yang teratur. Adaptasi fisiologis biasanya dapat terjadi setelah 8-12 minggu latihan.¹

Hasil dari peningkatan kualitas fisik sebagai akibat dari latihan yang bersifat *reversibility*, artinya kualitas fisik yang telah diperoleh melalui hasil latihan akan menurun kembali jika tidak melakukan latihan dalam kurun waktu tertentu, untuk itu kesinambungan suatu latihan mempunyai peranan yang sangat penting.⁷

Untuk memberikan tekanan atau stres fisik yang tepat pada individu perlu disusun suatu program yang akan mengembangkan sistem energi yang lebih dominan atau utama untuk melakukan aktivitas tertentu yang lebih daripada yang lain.⁷

2.4.5 Energi untuk Latihan

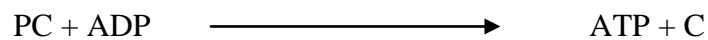
Sumber energi segera untuk kontraksi otot adalah komponen fosfat energi tinggi yaitu adenosin trifosfat (ATP). Meskipun ATP bukan satu-satunya molekul pembawa energi, namun molekul ini merupakan yang terpenting dan tanpa jumlah ATP yang adekuat, sebagian besar sel akan mati dengan cepat.¹¹

Sel-sel otot menyimpan ATP dalam jumlah yang terbatas, namun karena latihan otot membutuhkan ketersediaan ATP secara konstan untuk memproduksi energi yang dibutuhkan untuk kontraksi, maka berbagai jalur metabolik harus tersedia di dalam sel dengan kemampuan untuk dapat memproduksi ATP secara cepat. Sesungguhnya sel-sel otot dapat memproduksi ATP dengan salah satu atau kombinasi dari ketiga jalur metabolik yang tersedia, yaitu: (1) pembentukan ATP dari pemecahan

phosphocreatine (PC), (2) pembentukan ATP melalui degradasi dari glukosa atau glikogen atau bisa disebut sebagai proses glikolisis, dan (3) pembentukan oksidatif dari ATP.¹¹

Pembentukan ATP melalui jalur PC dan glikolisis tidak melibatkan penggunaan oksigen; sehingga kedua jalur ini disebut jalur anaerobik (tanpa oksigen). Sedangkan pembentukan oksidatif dari ATP dengan penggunaan oksigen disebut sebagai metabolisme aerobik.¹¹

Metode yang paling sederhana dan secara konsekuensi merupakan metode yang paling cepat dalam memproduksi ATP melibatkan donasi dari kelompok fosfat dan ikatan energi dari PC ke ADP untuk membentuk ATP.



Ketika onset dari latihan dimulai ATP dipecah menjadi ADP + Pi segera secepat itu pula ATP dibentuk kembali melalui reaksi PC. Meskipun demikian sel sel otot hanya menyimpan PC dalam jumlah yang sedikit, sehingga jumlah ATP yang dapat dibentuk kembali dari reaksi pemecahan PC terbatas. Kombinasi dari simpanan ATP dan PC disebut sebagai sistem ATP-PC atau sistem fosphagen, sistem ini menyediakan energi untuk kontraksi otot saat dimulainya latihan dan pada keadaan latihan dengan jangka waktu pendek dan intensitas tinggi (kurang dari 5 detik). Pembentukan kembali PC berlangsung pada saat pemulihan dari latihan.¹¹

Kepentingan dari sistem ATP-PC pada atletik dapat ditemukan pada latihan dengan jangka waktu pendek dan intensif, seperti misalnya pada lari

sprint 50 meter, lompat tinggi, olahraga angkat beban yang cepat, atau pemain *football* yang berlari cepat dalam jarak 10 *yard*. Semua aktivitas di atas membutuhkan waktu hanya beberapa detik untuk diselesaikan dan membutuhkan ketersediaan ATP yang adekuat. Sistem ATP-PC menyediakan reaksi satu enzim yang sederhana untuk memproduksi ATP yang cocok bagi aktivitas-aktivitas di atas.¹⁹

Jalur metabolik kedua yang dapat memproduksi ATP secara cepat tanpa menggunakan oksigen yaitu proses glikolisis. Glikolisis membutuhkan beberapa seri dari katalisis enzim, dan reaksi berpasangan. Glikolisis terjadi di dalam sarkoplasma sel-sel otot yang kemudian pemecahan satu gugus glukosa akan menghasilkan *net gain* dari dua molekul ATP dan dua molekul asam piruvat atau asam laktat.¹⁹

2.4.6 Latihan Anaerobik

Kemampuan anaerobik adalah kemampuan tubuh dimana mekanisme penyediaan energi untuk mewujudkan gerak yang bergantung pada kebutuhan oksigen tidak dapat terpenuhi seluruhnya oleh tubuh, ketika terjadi pertukaran energi dalam jaringan tubuh atau dengan kata lain, mampu hidup tanpa menggunakan oksigen.¹⁶

Latihan anaerobik bertujuan untuk melatih kemampuan anaerobik dengan melibatkan kontraksi otot yang berat dalam melakukan suatu kegiatan. Salah satu ciri dari latihan anaerobik ini adalah adanya beban latihan dengan intensitas yang tinggi, sebagai contoh latihan jenis ini yaitu lari *sprint* atau lari

jarak pendek dengan interval istirahat. Dalam melakukan prosedur latihan anaerobik dan aerobik yang perlu diperhatikan adalah pelaksanaan prosedur latihan dan takaran latihan. Pada latihan yang cepat dan singkat, latihan anaerobik lebih penting daripada latihan aerobik. Energi anaerobik dan aerobik tidak terjadi secara terpisah tetapi terjadi bersamaan pada waktu yang sama, namun biasanya ada suatu proses metabolik yang dominan. Prosedur latihan harus dilaksanakan sesuai dengan prinsip-prinsip dasar latihan meliputi: pemanasan, latihan inti, dan latihan penutup atau pendinginan. Sedangkan takaran latihan harus memperhatikan intensitas, durasi, dan frekuensi latihan.²¹

2.4.6.1 Volume Latihan

Volume latihan disebut juga jangka waktu yang dipakai selama sesi latihan, yang melibatkan beberapa bagian yaitu, waktu atau jangka waktu yang dipakai dalam latihan, jarak atau jumlah beban yang dapat diterima per satuan waktu, dan jumlah pengulangan bentuk latihan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Sehingga volume dapat diartikan sebagai jumlah keseluruhan dari kegiatan yang dilakukan dalam latihan atau sebagai jumlah kerja yang dilakukan selama fase latihan.⁷

Volume latihan pada umumnya terdiri atas:

- a. Durasi atau lama waktu latihan (dalam detik, menit, jam, minggu, bulan atau tahun).
- b. Jarak tempuh (meter) atau jumlah beban dalam satuan waktu.

- c. Jumlah repetisi atau set dalam satuan waktu.

2.4.6.2 Intensitas Latihan

Intensitas latihan adalah dosis latihan yang harus dilakukan seseorang menurut program yang telah ditentukan. Tingkatan intensitas beban latihan yang dianjurkan untuk daya ledak adalah dengan menggunakan tahanan beban 40-80% kemampuan maksimal, dengan kontraksi dan repetisi yang cepat.⁷

2.4.6.3 Frekuensi Latihan

Frekuensi latihan merupakan jumlah latihan yang dilakukan dalam periode waktu tertentu. Menetapkan frekuensi latihan akan bergantung pada tipe olahraga dan jenis komponen biomotorik yang dikembangkan. Peningkatan kekuatan otot frekuensi latihan dianggap cukup baik bila dilakukan sebanyak 2-3 kali seminggu.⁷

2.4.6.4 Densitas Latihan atau Interval Istirahat

Densitas latihan berkaitan dengan suatu hubungan yang dinyatakan dalam waktu kerja dan waktu pemulihan latihan. Berdasarkan hal tersebut, padat atau tidaknya densitas ini sangat bergantung oleh lamanya pemulihan yang diberikan. Semakin pendek waktu pemulihan maka densitas latihan semakin tinggi, sebaliknya semakin lama waktu pemulihan maka densitas latihan semakin rendah.⁷

Densitas latihan antara waktu kerja dan waktu istirahat yang optimal untuk membangun komponen biomotorik dan daya tahan otot berkisar antara 1:0,5 atau 1:1, sedangkan untuk rangsangan yang intensif, perbandingannya

antara 1:3 hingga 1:6. Latihan untuk kekuatan otot, waktu istirahat yang diperlukan berkisar antara 2-5 menit, bukan 0,5-1 menit, sebab untuk meningkatkan kekuatan otot waktu istirahat akan bergantung pada berat ringannya beban, jumlah repetisi, banyak set dan kecepatan dalam melakukan kerja.⁷

2.4.7 Perubahan Akibat Latihan

Latihan fisik yang teratur, sistematis, dan berkesinambungan yang dikerjakan dalam suatu program latihan akan meningkatkan kemampuan fisik seorang individu secara nyata. Sedangkan kemampuan fisik seseorang akan menurun bila latihan tidak dikerjakan secara teratur.⁷ Selain itu latihan olahraga yang dilakukan secara teratur dan kontinyu dengan intensitas yang cukup lama dan dalam jangka waktu tertentu akan menyebabkan perubahan fisiologi serta dapat memperbaiki penampilan fisik.²¹

Rangsangan latihan yang optimal untuk membangun daya ledak adalah latihan dengan intensitas tinggi dan repetisi yang cepat. Proses terjadinya kontraksi pada otot dikarenakan adanya rangsangan menyebabkan aktifnya filamen aktin dan filamen miosin. Semakin cepat rangsangan yang diterima dan semakin cepat reaksi yang diberikan oleh kedua filamen tersebut maka kontraksi otot menjadi lebih cepat, sehingga daya ledak yang dihasilkan karena penggabungan kecepatan dan kekuatan menjadi lebih besar.⁸ Efek yang terjadi akibat latihan dengan peningkatan beban secara bertahap adalah terjadinya peningkatan presentasi massa otot sehingga mengalami hipertrofi,

bertambah sebanyak 30-60%.⁴ Latihan kecepatan akan menjadikan serabut otot cepat (*fast-twitch muscle*) hipertrofi, terjadinya hipertrofi disebabkan oleh perubahan otot rangka, peningkatan jumlah filamen aktin dan miosin dalam setiap serabut otot sehingga menyebabkan pembesaran masing-masing otot.⁸

Dengan adanya peningkatan jumlah dan ukuran mitokondria pada sel-sel otot maka akan menyebabkan fungsi dari mitokondria lebih efektif. Dengan adanya peningkatan jumlah mitokondria dalam sel otot sehingga secara fisiologis merangsang perbaikan pengambilan oksigen.⁸