

**HUBUNGAN KEKUATAN DAN DAYA LEDAK OTOT
TUNGKAI PADA CABANG OLAHRAGA ATLETIK
DI SEKOLAH KHUSUS KEBERBAKATAN
OLAHRAGA MAKASSAR**

SKRIPSI PENELITIAN



**MUH. AMIN
R021181702**

**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI
FAKULTAS KEPERAWATAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**HUBUNGAN KEKUATAN DAN DAYA LEDAK OTOT
TUNGKAI PADA CABANG OLAHRAGA ATLETIK
DI SEKOLAH KHUSUS KEBERBAKATAN
OLAHRAGA MAKASSAR**

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana

Disusun dan diajukan oleh

**MUH. AMIN
R021181702**

kepada

**PROGRAMSTUDI FISIOTERAPI
FAKULTAS KEPERAWATAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR 2020**

SKRIPSI

**HUBUNGAN KEKUATAN DAN DAYA LEDAK OTOT
TUNGKAI PADA CABANG OLAHRAGA ATLETIK
DI SEKOLAH KHUSUS KEBERBAKATAN
OLAHRAGA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

MUH. AMIN

R021181702

telah disetujui untuk diseminarkan di depan panitia Ujian Skripsi pada
tanggal 11 Juni 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

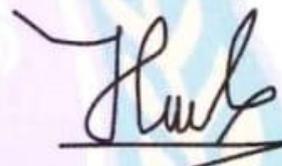
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Djohan Aras, S.Ft., Physio., M.Kes.

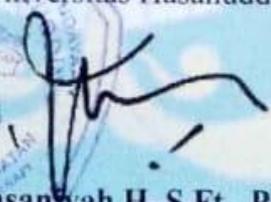
Pembimbing II



Yudi Hardianto, S.Ft., Physio., M.Clin.Rehab.

Mengetahui

**Pymt. Ketua Program Studi S1 Fisioterapi
Fakultas Keperawatan
Universitas Hasanuddin**

Andi Besse Ahsanyah H, S.Ft., Physio., M. Kes

NIP. 19901002 201803 2 001

SKRIPSI

**HUBUNGAN KEKUATAN DAN DAYA LEDAK OTOT
TUNGKAI PADA CABANG OLAHRAGA ATLETIK
DI SEKOLAH KHUSUS KEBERBAKATAN
OLAHRAGA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

MUH. AMIN

R021181702

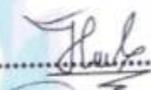
Telah disetujui untuk diseminarkan di depan panitia Ujian Skripsi pada
tanggal 11 Juni 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

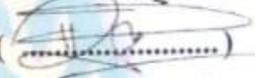
1. **Dr. Djohan Aras, S.Ft., Physio., M.Kes**

(.....)

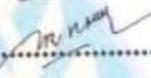
2. **Yudi Hardianto, S.Ft., Physio., M.Clin.Rehab.**

(.....)

3. **Rijal, S.Ft., Physio., M.Kes., M.Sc.**

(.....)

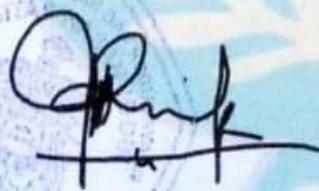
4. **Dr. Nukhrawi Nawir, M.Kes.AIFO**

(.....)

Mengetahui,

a.n Dekan Fakultas Keperawatan
Wakil Dekan Bidang Akademik,
Riset dan Inovasi
Fakultas keperawatan
Universitas Hasanuddin

Pymt. Ketua Program Studi S1 Fisioterapi
Fakultas Keperawatan
Universitas Hasanuddin


Rini Rachmawaty, Skep.Ns.,MN.,Ph.D
NIP. 19800717 200812 2 003


Andi Besse Ahsaniyah H, S.Ft., Physio.,M. Kes
NIP. 19901002 201803 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muh. Amin

Nim : R021181702

Program Study : S1 Fisioterapi

Judul Skripsi : Hubungan Kekuatan Otot Tungkai dan Daya Ledak Otot Tungkai pada Cabang Olahraga Atletik di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Makassar.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, bahwa skripsi ini adalah bukan hasil karya saya sendiri atau plagiat maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Juni 2020

Yang Menyatakan

The image shows a yellow adhesive stamp (Meterai Tempel) with a Garuda emblem. The stamp contains the text "METERAI TEMPEL", the serial number "E51E4AHF42108348B", and the value "6000 ENAM RIBU RUPIAH". A handwritten signature is written over the stamp.

Muh. Amin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin tiada henti-hentinya penulis haturkan syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa ta'ala* atas segala limpahan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan judul “ Hubungan kekuatan dan Daya Ledak Otot Tungkai Pada Cabang Olahraga Atletik Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Makassar”.

Penulis tak lupa Shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam* beserta keluarga, para sahabat, tabi'in dan tabiut tabi'in. sehingga penulis sadar bahwa hidup ini penuh perjuangan dan tantangan yang harus dihadapi dengan usaha dan doa. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan. Namun berkat doa, bimbingan, arahan dan motivasi dari berbagai pihak sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi penelitian ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih terima kasih kepada :

1. Ibu Andi Basse Ahsaniyah A. Hafid, S.Ft.,Physio., M.Kes., selaku Ketua Program Studi S1 Fisioterapi Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin yang telah membagikan ilmu kepada penulis.

2. Ayahanda Bapak Dr. H. Djohan Aras, S.Ft., Physio., M.Kes., selaku pembimbing I penulis yang selalu meluangkan waktu, tenaga dan pikiran yang dengan sabar selalu membimbing penulis dari awal penyusunan proposal, penelitian dan penyusunan skripsi. Terimakasih Physio atas bimbingan dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis, semoga Allah SWT membalasnya dengan luapan anugrah amal yang tidak terkira.
3. Bapak Yudi Hardianto, S.Ft,Physio, MClinRehab selaku pembimbing II penulis yang senantiasa dengan sabar membimbing penulis, memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis. Mohon maaf jika selama ini merepotkan Physio, terimakasih banyak atas bimbingannya. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan dan kerendahan hati dengan beribu kebaikan.
4. Bapak Rijal, S.Ft., Physio., M.Kes. dan Bapak Dr. Nukhrawi Nawir., M. Kes., AIFO selaku penguji yang banyak memberikan arahan dan masukan untuk perbaikan skripsi penulis.
5. Bapak Ahmad Fatillah selaku staf tata usaha yang telah membantu penulis dalam hal administrasi selama penyusunan dan proses penyelesaian skripsi ini.
6. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Kesehatan (BPSDMKES) yang telah memberikan kesempatan melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi serta bantuan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi. Penulis haturkan terimakasih yang sedalam dalamnya.

7. Istri dan anak-anak saya yang selalu mendukung dan memotivasi penulis dan selalu menjadi tempat ternyaman bagi penulis hingga penulis bisa menyelesaikan laporan skripsi ini.
8. Bapak Aco Tang yang selalu meluangkan waktunya membantu untuk penulis dalam proses penelitian dan menyelesaikan skripsi ini
9. Teman-teman Fisio B dan mahasiswa regular, yang selalu meberikan suntikan semangat dan bantauan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Semoga Allah selalu meridhoi setiap langkah-langkah kalian menuju kebaikan dan kesuksesan.
10. Kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih yang sebesar sebesarnya, semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah SWT.

Kami menyadari laporan skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Amin

Makassar, 11 Juni 2020

Muh. Amin

ABSTRAK

MUH. AMIN *Hubungan Kekuatan dan Daya Ledak Otot Tungkai Cabang Olahraga Atletik di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Makassar* (dibimbing oleh Djohan Aras dan Yudi Hardianto)

Persaingan olahraga prestasi dewasa ini semakin ketat. prestasi bukan lagi milik perorangan tetapi menyangkut harkat dan martabat suatu bangsa. Dengan demikian pemerintah telah memberikan kesempatan dan layanan pendidikan kepada segenap pemuda untuk mengikuti pendidikan olahraga bagi yang memiliki bakat olahraga melalui sekolah khusus keberbakatan (Sofyan, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekuatan dan daya ledak otot tungkai cabang olahraga atletik di sekolah khusus keberbakatan olahraga makassar. Penelitian ini merupakan penelitian korelasi antara dua variable.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sampel 19 orang. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data primer melalui instrumen pengukuran kekuatan otot tungkai dengan menggunakan *leg dynamometr* dan daya ledak otot tungkai dengan menggunakan *Vertical Jump Test*. Penelitian dilakukan pada bulan maret 2020. Selanjutnya, uji statistik yang digunakan adalah uji korelasi *Spearman's rho* untuk mengetahui adanya hubungan antar variabel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan dan daya ledak otot tungkai ($p=0,046$) dimana $P < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kekuatan dan daya ledak otot tungkai cabang olahraga atletik di sekolah khusus keberbakatan olahraga makassar.

Kata Kunci : kekuatan otot tungkai, daya ledak otot tungkai,

ABSTRACT

MUH, AMIN *The relationship Strength and leg Explosive Power in Athletic at Makassar specialized of school for talented youths*
(supervised by Djohan Aras and Yudi Hardianto)

Today's competition for sports is increasingly fierce. Achievements no longer belong to individuals, but it concerns the personal and nation dignity. Thus, the government has provided educational opportunities and services to all youth to attend sports education for those who have sports talent through special gifted schools. (Sofyan, 2011).

This study aims to follow the relationship between strength and leg muscle explosive power in athletic sports at the Makassar specialized school of sports for talented youths. This research is a correlation study between two variables

The sampling technique in this study used a purposive sampling with a sample of 19 people. Data collection was done by collecting primary data through instruments measuring leg muscle strength using leg dynamometer and leg muscle explosive power using the Vertical Jump Test. Research was conducted in March 2020. Then, the statistical test used is the Spearman's rho correlation test to find the relationship between variabel.

The results showed that strength and leg muscle explosive power in men ($p = 0,046$) which $P < 0.05$. This shows that there is significant relationship between strength and leg muscle explosive power in athletic sports at the Makassar specialized school of sports for talented youths.

Keywords : *Leg muscle strength and leg muscle explosive power*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN PENELITIAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
1. Tujuan Umum	4
2. Tujuan Khusus	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
1. Manfaat Akademik.....	5
2. Manfaat Aplikatif.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Tinjauan Umum Tentang Keekuatan (Strenght)	6
1. Definisi Kekuatan.....	6
2. Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan	6
3. Manfaat Kekuatan	11
4. Efek Panjang Dari Trening.....	11
5. Sistem Sirkulasi Dalam Otot.....	13
6. Parameter untuk kekuatan (<i>Leg Dynamometer</i>).....	14
B. Tinjauan Umum tentang Daya Ledak (<i>Power</i>)	16
1. Definisi Daya Ledak	16
2. Faktor Yang Mempengaruhi Daya Ledak	18
3. Jenis Daya Ledak	20
4. Fisiologi Daya Ledak	21
5. Parameter Untuk Daya Ledak (<i>Vertical Jump</i>).....	24
C. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Kekuatan dan Daya Ledak Otot Tungkai	26
D. Kerangka Teori.....	38
BAB III KERANAGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	39
A. Kerangka Konsep	39
B. Hipotesis.....	40
BAB IV METODE PENELITIAN	41
A. Rancangan Penelitian	41
B. Tempat Dan Waktu Penelitian	41

C. Populasi Dan Sampel	41
D. Alur Penelitian.....	43
E. Variable Penelitian	43
F. Prosedur Penelitian.....	45
G. Pengolahan Dan Analisa Data.....	48
H. Masalah Etika.....	48
BAB V HASIL DAN PEMBAHASA	50
A. HASIL PENELITIAN	50
B. PEMBAHASAN	54
BAB VI PENUTUP	55
A. KESIMPULAN	55
B. SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	72

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1. Tes Kekuatan Otot (<i>leg dynamometer</i>)	15
2. Gambar 2. Mekanisme kontraksi dan relaksasi otot	23
3. Gambar 3. Kontraksi Otot Isotonik dan Isometrik.....	24
4. Gambar 4. Tes Loncat Tegak Dengan Papan Berskala.....	25
5. Gambar 5. System Phosphagen	42
6. Gambar 9. Mekanisme kontraksi dan relaksasi otot	34
7. Gambar 10. Tes Kekuatan Otot (<i>leg dynamometer</i>)	46
8. Gambar 11. Tes Loncat Tegak Dengan Papan Berskala.....	47

DAFTAR TABEL

1. Tabel 1. Normal penilaian dan klasifikasi kekuatan otot tungkai	16
2. Tabel 2. Penilaian Tes Loncat Tegak (<i>Vertical Jump Test</i>)	26
3. Tabel 3. Penilaian Tes Loncat Tegak (<i>Vertical Jump Test</i>)	26
4. Tabel 4. Normal Penilaian Dan Klasifikasi Kekuatan Otot Tungkai	44
5. Tabel 5. Penilaian Tes Vertical Jump (Satuan Ukuran Cm)	44
6. Tabel 5. Penilaian Tes Vertical Jump (Satuan Ukuran Cm)	45
7. Tabel 6. Karakteristik Sampel	50
8. Tabel 7. Distribusi Kekuatan dan Daya Ledak Otot Tungkai	51
9. Tabel 8. Tes Uji Normal.....	52
10. Tabel 9. Hubungan Kekuatan dan Daya Ledak Otot Tungkai	53

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1. Lembaran Persetujuan Kepada Subjek Penelitian.....	61
2. Lampiran 2. Informed Consent	62
3. Lampiran 3. Blanko Pemeriksaan	63
4. Lampiran 4. Surat Izin Penelitian Penanaman Modal.....	64
5. Lampiran 5. Surat Permohonan Izin Penelitian Etik	65
6. Lampiran 6. Kode Etik.....	66
7. Lampiran 7. Surat Permintaan Izin Penelitian	67
8. Lampiran 8. Surat Persetujuan.....	68
9. Lampiran 9. Hasil Olah Data Statistik	69
10. Lampiran 10. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	76
11. Lampiran 11. Dokumentasi.....	77
12. Lampiran 12. Riwayat Hidup Peneliti.....	79

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Persaingan olahraga prestasi dewasa ini semakin ketat. prestasi bukan lagi milik perorangan tetapi menyangkut harkat dan martabat suatu bangsa. Olahraga juga dijadikan sebagai alat pemersatu bangsa dan membentuk karakter individu dan kolektif dan olahraga juga bertujuan untuk kesehatan dan kebugaran jasmani. Itulah sebabnya berbagai daya dan upaya dilakukan oleh suatu negara untuk menempatkan atletnya sebagai juara pada berbagai kegiatan olahraga besar yang melibatkan nama suatu negara. salah satu upaya yang dilakukan agar atletnya berprestasi (Halim, 2009)

Untuk Meningkatkan prestasi olahraga perlu dilaksanakan melalui pembinaan atlet sedini mungkin dengan cara pencarian dan pemantauan bakat, pembibitan, pendidikan dan pelatihan olahraga prestasi melalui *intrakurikuler* dan *ekstrakurikuler*. Dengan demikian pemerintah telah memberikan kesempatan dan layanan pendidikan kepada segenap pemuda untuk mengikuti pendidikan olahraga bagi yang memiliki bakat olahraga melalui sekolah khusus keberbakatan (Sofyan, 2011). Data dari kementerian pendidikan dan kebudayaan sudah terdapat 14 unit Sekolah khusus keberbakatan olahraga (SKO) di Indonesia. Salah satunya ada di kota Makassar provinsi Sulawesi Selatan yaitu SKO dan Pusat Pendidikan dan Latihan Olahraga Pelajar (PPLP), dimana SKO dan PPLP ini bertujuan untuk membina, mendidik dan mengembangkan prestasi

olahraga yang dipersiapkan untuk kejuaraan olahraga baik di tingkat daerah, nasional bahkan internasional.

Dengan adanya pola pembinaan yang baik dan benar akan dapat membuka prestasi olahraga atlet atletik di makassar Sulawesi selatan pada suatu kejuaraan serta dapat menuai hasil yang bagus dan maksimal pada suatu pertandingan. Beberapa cabang olahraga yang terdapat di SKO diantaranya adalah sepak bola, sepak takraw, bulutangkis, pencak silat, panahan, atletik, dayun, tinju, taekwondo, karate, kempo, senam, dan volley pasir . Tetapi tidak semua cabang olahraga yang ada di SKO masuk dalam pembinaan PPLP, yang termasuk dalam pembinaan PPLP Salah satunya yaitu cabang olahraga atletik Karena sejauh ini cabang tersebut mampu berprestasi dan bersaing baik ditingkat daerah provinsi, nasional bahkan internasional. Adapun beberapa prestasi atau medali yang pernah diraih adalah medali emas di POPDA, POPNAS, KEJURNAS bahkan mendali perunggu di tingkat asia.

Atletik merupakan induk dari cabang olahraga atau bisa disebut dengan ibu dari semua cabang olahraga. Karena gerakan-gerakan yang ada didalam atletik dimiliki oleh sebagian besar cabang-cabang olahraga lainnya. Pada cabang olahraga atletik terdiri dari empat macam nomor, yaitu jalan, lari, lempar dan lompat. Sedangkan pada nomor lari terbagi menjadi enam macam yang salah satunya adalah lari cepat atau *sprint* yang kemudian dibagi lagi menjadi tiga jarak, yakni 100m, 200m, dan 400m. (Agung, 2010).

Untuk mendapatkan lari yang baik diperlukan faktor penunjang, salah satunya adalah kekuatan dan daya ledak otot tungkai. Daya ledak otot tungkai merupakan hasil dari kombinasi kekuatan dan kecepatan untuk melakukan kerja maksimum dengan waktu yang sangat cepat (Hepy Karin Ariasti, 2019). Kombinasi keduanya itulah yang menghasilkan kecepatan gerak secara *explosive*. Kekuatan otot dan kecepatan gerak merupakan ciri utama dari kemampuan *explosive*. Kekuatan dan Daya ledak sangat dibutuhkan dalam lari jarak pendek, terutama ketika akan melakukan start (Julfikar, 2017). Hal ini disebabkan karena kekuatan daya ledak merupakan daya penggerak setiap aktivitas fisik, juga memegang peran penting dalam melindungi atlet dari kemungkinan cedera, dan dapat membantu lebih kuat stabilitas sendi-sendi.

Dari hasil observasi saya dapatkan data pada SKO cabang olahraga atletik sebanyak 32 orang yang aktif sementara tidak adanya gambaran kebugaran fisik terutama kekuatan otot tungkai dan daya ledak otot tungkai sebagaimana merupakan komponen yang erat kaitannya dengan cabang olahraga atletik. Maka dari itu peneliti tertarik untuk mengetahui mengenai “Hubungan Kekuatan Otot Tungkai Dan Daya Ledak Otot Tungkai Pada Cabang Olahraga Atletik Di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Makassar”.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah diatas dapat di kemukakan masalah-masalah penelitian sebagai berikut:

Apakah ada Hubungan kekuatan dan daya ledak otot tungkai Pada Cabang Olahraga Atletik di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Makassar ?

C. Tujuan penelitian

1. Tujuan umum

Diketahui Hubungan antara Kekuatan dengan Dayak Ledak Otot Tungkai Pada Cabang Olahraga Atletik di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Kota Makassar”.

2. Tujuan khusus

- a. Diketahui distribusi Kekuatan dengan Dayak Ledak Otot Tungkai Pada Cabang Olahraga Atletik di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Kota Makassar.
- b. Diketahui Hubungan anatara Kekuatan dengan Daya Ledak Otot Tungkai Pada Cabang Olahraga Atletik di Sekolah Khusus Keberbakatan Olahraga Kota Makassar.

D. Manfaat penelitian

1. Manfaat Akademik

- a. Sebagai salah satu sumber informasi bagi pembaca menyangkut hubungan kekeuatan otot tungkai dan daya ledak otot tungkai pada cabang olahraga atletik.
- b. Dapat menjadi bahan acuan atau minimal sebagai bahan pembanding bagi mereka yang akan meneliti masalah yang sama

2. Manfaat Aplikatif

- a. Menjadi bahan pustaka yang untuk selanjutnya dapat digunakan dalam melakukan penilaian terhadap hubungan kekuatan otot tungkai dan daya ledak otot tungkai pada cabang olahraga atletik.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.
- c. Menambah pengetahuan, wawasan, dan pengalaman dalam mengembangkan diri dan mengabdikan diri pada dunia kesehatan dan olahraga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Kekuatan (Strenght)

1. Definisi kekuatan

Kekuatan (*strenght*) adalah komponen kondisi fisik seseorang tentang kemampuan dalam mempergunakan otot-otot untuk menerima beban sewaktu bekerja. dia menjelaskan juga kekuatan merupakan kemampuan neuromuskuler untuk mengatasi beban luar dan beban dalam. Atau energi untuk melawan suatu tahanan atau kemampuan untuk membangkitkan tegangan (*tension*) terhadap suatu tahanan (*resistense*) (Puspitasari, 2019)

Kekuatan merupakan unsur kondisi fisik yang berkaitan langsung dengan kesehatan dan kesegaran jasmani manusia. Suatu kegiatan manusia dalam gerak dan mengontraksikan otot memerlukan suatu kekuatan. dengan demikian kekuatan sangatlah diperlukan atlet dalam berbagai cabang bahkan nomor dalam suatu pertandingan. gaya yang ditimbulkan oleh kontraksi otot atau gaya yang minimbulkan gerak mekanis. sangatlah penting karena kekuatan merupakan sarat utama dalam menyokong suatu *power*. kekuatan yang dimiliki oleh manusia dapat bersifat bawaan atau pula dapat dilatih (Kuncoro, 2010)

2. Faktor yang mempengaruhi kekutan otot

Kekuatan otot seseorang, dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor penentu kekuatan seseorang yaitu besar kecilnya potongan melintang otot (potongan *morfologis* yang tergantung dari proses

hipertrofi otot), jumlah fibril otot yang turut bekerja dalam melawan beban, makin banyak fibril otot yang bekerja berarti kekuatan bertambah besar, Tergantung besar kecilnya rangka tubuh, makin besar skelet makin besar kekuatan, *Innervasi* otot baik pusat maupun perifer, Keadaan zat kimia dalam otot (*glikogen*, ATP), Keadaan tonus otot saat istirahat, apabila tonus istirahat makin rendah berarti kekuatan tersebut pada saat bekerja makin besar, umur dan jenis kelamin juga menentukan baik dan tidaknya kekuatan otot, ukuran *cross sectional* otot, Hubungan antara panjang dan tegangan otot pada waktu kontraksi dan ketersediaan energi dan aliran darah (Sherwood, 2014)

Kekuatan otot dapat didefinisikan sebagai kemampuan sistem *neuromuscular* untuk menghasilkan tenaga melawan tahanan dari luar. Kekuatan otot maksimal yang ditunjukkan oleh atlet tergantung dari pada tujuan konsep utama:

a. *Rekrutmen motor unit*

Rekrutmen motor unit berhubungan dengan dengan jumlah motor unit yang di sebut *into play*. Ketika lebih baik motor unit yang diaktifkan jumlah tenaga yang dihasilkan oleh motor meningkat, *rekrutmen* biasanya terjadi dalam pola lama dari motor unit yang lebih kecil ke motor unit yang lebih besar. Bahwa motor unit yang lebih besar memiliki nilai ambang aktivitas dan diaktifkan sesudah *motor unit* yang lebih kecil. juga diterima secara luas bahwa motor unit yang lebih besar diaktifkan dalam respon pembebanan *eksternal* yang lebih tinggi. Walaupun pola

rekrutmen motor unit di pengaruhi tidak hanya dari tenaga yang dikeluarkan, tetapi juga oleh kecepatan kontraksi, tipe kontraksi otot, tingkatan *metabolisme* dalam otot (Bompa, 2018).

b. *Rate coding motor unit*

Rate coding berhubungan dengan frekuensi *firing* motor unit, satu aspek unit dari *rate coding* adalah tenaga dibangkitkan oleh otot meningkat tanpa tambahan *rekrutmen motor unit*. Van cutsem dan kolega menyatakan *rate coding* memiliki peran yang signifikan dalam menentukan kecepatan kontraksi volunter. Dukungan anggapan ini dapat dilihat dalam beberapa investigasi yang menunjukkan bahwa tingkat *firing* motor unit yang lebih tinggi berhubungan dengan pengembangan tenaga yang lebih tinggi (Bompa, 2018)

c. *Sinkronisasi motor unit*

Pembungkus motor unit dalam respon terhadap aksi otot intensitas rendah dengan *dynamic twitch* yang di hasilkan dalam *asinkronous* pembungkus motor unit sebagai hasil aktivasi simultan dari jumlah motor unit dan secara *historis* telah di sarankan untuk meningkatkan pengeluaran tenaga. Penelitian terkini menyarankan *sinronisasi motor unit* mungkin tidak secara langsung mengubah tenaga maksimal atau kekuatan otot maksimal (Bompa, 2018)

d. Siklus *stretch-shortening*.

Siklus *stretch-shortening* dapat di definisikan sebagai kombinasi kerja otot *eksentrik* dan *konsentrik*. Siklus *stretch-shortening* dapat disamakan dengan kerja otot *plyometric* karena kerja otot eksentrik (otot memanjang) terjadi lebih dulu dari kontraksi konsentrik (otot memendek). yang diketahui efek siklus *stretch-shortening* adalah perubahan dalam kerja otot *konsentrik* selama fase akhir dari siklus. Perubahan penampilan hasil dari siklus *stretch-shortening* terjadi karena penyimpanan *energy elastic* selama *fase eksentrik*, aktivasi *stretch reflex* dan optimalnya aktivasi otot. beberapa investigasi menyatakan latihan penguatan meningkatkan kekuatan otot maksimal sebagai hasil dari hasil dari peningkatan kemampuan untuk meningkatkan siklus *stretch-shortening* (Bompa, 2018) .

e. *Inhibisi neuromuscular*

Inhibisi neural dapat terjadi sebagai hasil dari umpan balik neural dari berbagai *reseptor* otot dan sendi yang dapat mengurangi produksi tenaga. misalnya, *Inhibisi* terjadi pada golgi tendon organ yang bekerja sebagai *mekanisme proteksi*, mencegah *harmfull* tenaga tenaga otot selama usaha maksimal atau hampir maksimal (Bompa, 2018)

f. Tipe serabut otot

Cross sectional menyatakan kekuatan dan daya ledak otot atlet memiliki peresentase tinggi serabut otot tipe II (*fast twitch*)

53 – 60% . Karakteristik tipe otot atlet memainkan peranan yang bermakna pada kemampuan atlet mengeluarkan kekuatan dan daya ledak. Contohnya konsentrasi serabut otot tipe II pada pengangkat berat berhungan secara bermakna pada angkatan maksimal *Snatch* dan *clean and jerk* distribusi tipe serabut pada atlet juga memiliki hubungan yang bermakna terhadap kemampuan vertical jump atlet secara keseluruhan, atlet atlet yang berprestasi pada olahraga daya tahan, umumnya memiliki persentase otot tipe I (*slow twitch*) lebih tinggi, yang ditunjukkan oleh atlet yang memiliki kemampuan konsumsi oksigen lebih tinggi dan kapasitas menghasilkan tenaga yang lebih rendah. Atlet yang memiliki konsentrasi serabut otot tipe II lebih tinggi cocok untuk aktivitas olahraga yang memerlukan level kekuatan otot dan daya ledak yang tinggi. Memiliki serabut otot tipe I lebih tinggi cocok untuk latihan daya tahan (Bompa, 2018)

g. Hypertrofi otot

Peningkatan area *cross sectional* berkontribusi terhadap peningkatan hipertrofi otot terlihat dalam respon terhadap *resisten training*. Peningkatan area *cross sectional* pada otot meningkatkan jumlah elemen kontraktil dan peningkatan kemampuan membangkitkan tenaga. Serabut tipe II menunjukkan plastisitas, yang ditandai dengan peningkatan hipertrofi yang lebih cepat dalam respon terhadap *training* dan atrofi yang lebih cepat dalam respon terhadap *detraining* dari tipe serabut ini Kekuatan

dari sebuah otot ditentukan terutama oleh ukurannya, dengan suatu daya kontraktibilitas maksimum antara 3 dan 4 kg/cm.² dari satu daerah potongan melintang otot. Jadi manusia yang mempunyai jumlah testostosterone normal akan memiliki pembesaran otot yang sesuai, sehingga lebih kuat daripada orang yang tidak mendapat keuntungan yang di berikan testostosterone juga, atlet yang membesar ototnya melalui suatu program latihan kerja akan memiliki kekuatan otot yang bertambah (Bompa, 2018).

3. Manfaat Kekuatan Otot

Beberapa manfaat kekuatan otot yaitu:

- a. Melatih kekuatan menambah kekuatan dalam aktivitas fisik, biasanya orang dengan tingkat kekuatan otot rendah akan mudah merasa lelah dalam beraktifitas,
- b. Mencegah terjadinya cedera, karena dengan melatih kekuatan otot dapat membuat sel-sel tendon, *ligament*, dan kartilago menjadi lebih kuat sehingga mengurangi terjadinya cedera,
- c. Menurunkan kadar lemak dalam tubuh
- d. Kekuatan otot yang bagus juga dapat mencegah degenerasi otot,
- e. Meningkatkan kualitas hidup karena dapat meningkatkan energi, mencegah terjadinya cedera, dan membuat aktivitas sehari-hari lebih mudah.

4. Efek panjang dari *training*

Terdapat sejumlah perbedaan yang muncul antara atlet yang terlatih dan sekelompok yang kurang aktif atau tidak terlatih. Atlet

yang terlatih memiliki level kapasitas kerja yang tinggi di banding dengan yang tidak terlatih. Perbedaan yang muncul adalah perubahan pada kekuatan otot dalam sistem *metabolic*.

a. Perubahan pada kekuatan otot

Perubahan yang terjadi adalah otot nampak hipertropi, peningkatan myofibril, peningkatan jumlah mitokondria, peningkatan komponen sistem metabolisme fosfagen, peningkatan cadangan glikogen, dan peningkatan cadangan trigliserida (lemak). Perubahan ukuran serat terutama akibat peningkatan sintesis protein filamen myosin dan aktin, yang memungkinkan peluang interaksi untuk cross-bridge yang lebih besar dan dengan demikian meningkatkan kekuatan otot. Telah dilaporkan bahwa diameter otot rangka meningkatkan sekitar 30% sebagai akibat dari *resisten training* (hipertropi), saat otot bekerja menunjukkan peningkatan 46% pada jumlah nukleus dalam serat otot

b. Perubahan pada sistem *metabolic*

Perubahan yang terjadi adalah otot nampak hipertropi dan terjadi peningkatan kepadatan kapiler. Pada otot juga terjadi peningkatan jumlah dan ukuran mitokondria sehingga dapat meningkatkan kapasitas otot untuk membangkitkan ATP secara aerobik. Selain itu terjadi peningkatan konsentrasi myoglobin dalam otot yang dapat meningkatkan kecepatan transportasi oksigen dan kecepatan difusi oksigen pada mitokondria. Perubahan yang terjadi adalah penurunan kecepatan deplesi glikogen otot

pada level kerja sub maksimal. Hal ini disebabkan karena peningkatan kapasitas memobilisasi dan mengoksidasi lemak, peningkatan mobilisasi lemak dan enzim-enzim metabolic, disamping itu terjadi penurunan level asam laktat di dalam darah, berkurangnya fosfokreatin dan ATP dalam otot Skeletal. Hal ini akan diikuti oleh peningkatan kemampuan untuk mengoksidasi karbohidrat karena peningkatan potensial oksidatif didalam mitokondria dan peningkatan simpanan glikogen didalam otot.

5. Sistem Sirkulasi dalam otot

Penentu umum akhir fungsi kardiovaskular dalam latihan adalah mengangkut oksigen dan nutrisi lain ke otot. Untuk keperluan itu, aliran darah otot meningkat secara dramatis selama latihan. Hal ini terjadi karena 2 hal:

- a. Proses kontraksi aktual itu sendiri secara temporer menurunkan aliran darah otot untuk sementara karena otot berkontraksi memeras pembuluh darah intramuscular, oleh karena itu kontraksi otot tonik yang kuat dapat dengan cepat dapat mengalami kelelahan otot akibat berkurangnya pengangkutan oksigen dan nutrisi yang cukup selama kontraksi yang terus menerus.
- b. Aliran darah ke otot selama latihan dapat sangat meningkat. Perbandingan berikut ini menunjukkan kenaikan aliran darah maksimum yang dapat terjadi pada atlet yang terlatih baik : aliran darah selama istirahat : 3,6 sedangkan aliran darah selama latihan maksimal : 90. Jadi, aliran darah otot dapat meningkat maksimum

kira-kira 25 kali lipat selama latihan paling berat. Hampir separuh dari kenaikan aliran ini merupakan akibat vasodilatasi intramuscular yang disebabkan oleh pengaruh langsung kenaikan metabolisme otot. Separuh penyebab kenaikan lainnya disebabkan oleh banyak faktor, dimana yang paling penting mungkin kenaikan tekanan darah arteri dalam tingkat sedang yang terjadi selama latihan, biasanya naik kira-kira 30 persen. Kenaikan tekanan bukan saja memaksa lebih banyak darah melalui pembuluh darah, tetapi juga meregangkan dinding arteriole dan lebih lanjut menurunkan tahanan vascular. Oleh karena itu, kenaikan tekanan darah sebanyak 30 persen sering dapat meningkatkan aliran darah lebih dari sekedar menggandakan. Hal ini akan menambah kenaikan aliran yang besar yang telah disebabkan oleh vasodilatasi *metabolic*, paling sedikit dua kali lipat lagi.

6. Parameter untuk kekuatan (*Leg Dynamometer*)

Leg dynamometer adalah alat untuk mengukur kekuatan otot tungkai seseorang. alat ini bertujuan untuk mengukur kekuatan otot tungkai. Fasilitas atau alat yang digunakan terdiri dari *Leg Dynamometer*, *belt* (ikat pinggang), kertas dan pulpen/ pensil Adapun pelaksanaan, yaitu:

1. Peserta tes berdiri pada tumpuan *Leg Dynamometer* dengan kedua lutut di tekuk membentuk sudut 130° - 140° dan tubuh lurus.
2. Panjang rantai diatur sedemikian rupa sehingga posisi tongkat pegangan melintang di kedua paha.

3. *Belt* atau ikat pinggang dililitkan pada pinggang dan tongkat pegangan.
4. Tongkat pegangan digenggam dengan posisi tangan *pronasi* (menghadap kebelakang).
5. Tarik tongkat pegangan sekuat mungkin dengan meluruskan sendi lutut perlahan-lahan tanpa bantuan otot tangan dan otot punggung.
6. Kemudian baca penunjuk jarum skala pada saat nilai maksimum tercapai.
7. Tes ini dilakukan 3 kali dengan selang waktu istirahat 1 menit.
8. Skor tidak dicatat apabila pada waktu menarik alat di bantu dengan otot tangan dan otot punggung.



**Gambar. 1. Tes Kekuatan Otot Tungkai (*leg dynamometer*).
Sumber : www.amazon.co.uk**

Penilaian terbaik dari 3 kali percobaan dicatat sebagai skor dalam satuan kg dengan tingkat ketelitian 0,5 kg, sebagai hasil akhirpeserta tes. Hasil yang di peroleh di konversihkan pada table 1.

Tabel 1. Normal Penilaian Dan Klasifikasi Kekuatan Otot Tungkai

(Satuan Ukuran : Kg)

No	Klasifikasi	Nilai	
		Putra	Putri
1	Baik Sekali	>321.00	>265.00
2	Baik	241.00-320.00	199.00-264.00
3	Sedang	121.00-240.50	99.00-198.50
4	Kurang	41.00-120.50	32.00-98.50
5	Kurang sekali	<40.50	<3150

Sumber : (Halim, 2009)

B. Tinjauan Umum Tentang Daya Ledak (*Power*)**1. Definisi Daya ledak (*Power*)**

Power atau Daya ledak dalam berolahraga sebagai salah satu komponen yang harus dimiliki di sebagian cabang olahraga, karena hal ini berkaitan dengan hasil dari seluruh unjuk kerja yang dilakukan baik secara individu maupun kelompok yang sedang melakukan aktivitas olahraga dimana hal komponen ini sangat dibutuhkan di sebagian cabang olahraga.

Daya ledak merupakan kualitas yang memungkinkan otot atau sekelompok otot untuk menghasilkan kerja fisik secara *eksplorisif*, serta melibatkan pengeluaran otot yang maksimal dalam waktu yang secepat-cepatnya (Sudarmanto, 2018)

Daya ledak otot adalah suatu kemampuan seseorang dalam mempergunakan kekuatan maksimum yang dikerahkan dalam waktu yang sependek-pendeknya. Dan daya ledak adalah *resultance* atau hasil perkalian antara kekuatan dan kecepatan. Dengan demikian daya

ledak otot tungkai merupakan kemampuan seseorang untuk mempergunakan atau menggerakkan tungkainya dengan kekuatan yang maksimum dalam waktu yang sesingkat- singkatnya (Rahaman, 2018).

Daya ledak otot tungkai dapat diperoleh berdasarkan kerja sekelompok otot atau sejumlah otot untuk menahan berat yang diangkatnya. Otot tungkai yang terdiri sebagian besar otot serat lintang adalah otot yang terdapat pada tungkai bawah daya ledak otot tungkai terjadi akibat saling memendek dan didukung oleh dorongan otot kaki dengan kekuatan dan kecepatan maksimal. Daya ledak otot tungkai dapat dilatih dan ditingkatkan melalui pelatihan fisik yang sistematis, terprogram dan terencana dengan baik (Hadiwijaya, 2013). Apabila seseorang dapat memanfaatkan daya ledak otot tubuhnya dengan baik, maka kemampuan terbaiknya pasti akan diperoleh, dan apabila semakin cepat seseorang melakukan aksi daya ledak otot maka hasilnya juga cukup baik. Ketepatan antara keduanya tidak jauh berbeda karena hal tersebut juga bergantung kepada seseorang tersebut untuk mendapat hasil yang maksimal dalam melakukan aksi secepat mungkin ataupun dengan waktu yang sesingkat singkatnya. (Putra, 2013)

2. Faktor yang Mempengaruhi Daya Ledak

Daya ledak optimal yang didapatkan secara progresif melalui Latihan yang diberikan untuk meningkatkan daya ledak bergantung pada kecepatan dan kemampuan motorik atlet. Dalam menggunakan daya ledak juga ada hal yang harus di perhatikan agar pelaksanaannya

berjalan baik. Karena hal tersebut mempengaruhi hasil kerja yang dilaksanakan (Sabatini, 2019)

Power atau daya *eksplosif* merupakan suatu rangkaian kerja beberapa unsur gerak otot dan menghasilkan daya ledak jika dua kekuatan tersebut bekerja secara bersamaan. *Power* atau daya *eksplosif* memiliki banyak kegunaan pada suatu aktivitas olahraga seperti pada berlari, melempar, memukul, menendang. Pelaksanaan gerak dari objek tersebut akan dicapai dengan sempurna jika orang tersebut dapat menerapkan kekuatan secara maksimal dengan satuan waktu yang sesingkat singkatnya.

Menurut (Hardiansyah, 2016) mengemukakan Salah satu faktor yang mempengaruhi daya ledak adalah :

a. Kekuatan

Tenaga, gaya atau ketegangan dihasilkan oleh otot atau sekelompok pada suatu kontraksi dengan beban maksimal. jadi semakin besar gaya atau tenaga yang di hasilkan otot saat kontraksi maka semakin besar daya ledak otot tersebut seperti halnya daya ledak tungkai.

b. Kecepatan kontraksi otot

Proses terjadinya kontraksi pada otot dikarenakan adanya rangsangan yang menyebabkan aktifnya filamen myosin. semakin cepat rangsangan yang di terima dan semakin cepat reaksi yang di berikan kedua filamen tersebut, maka kontraksi otot menjadi lebih

cepat, sehingga daya ledak yang dihasilkan karena penggabungan kekuatan dan kecepatan tersebut menjadi lebih besar.

c. Panjang otot

Akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan otot dengan jauhnya jarak antara tendon dengan insersio otot, maka semakin banyak serabut saraf otot yang berkontraksi sehingga kekuatan dan kecepatan otot menjadi lebih baik di banding dengan orang yang memiliki otot yang pendek.

d. Umur.

Daya ledak otot tungkai apabila tidak dilatih maka akan terjadi penurunan. Dimana peningkatan kekuatan otot yang maksimal dicapai pada usia 25 tahun yang secara berangsur-angsur menurun dan usia. Penurunan dipengaruhi kegiatan fisik individu. Selanjutnya pengaruh umur terhadap kelentukan dan komposisi tubuh pada umumnya terjadi karena proses menua yang disebabkan oleh menurunnya elastisitas otot karena berkurangnya aktivitas (Halim, 2009)

Daya ledak otot tungkai dapat ditingkatkan dan dikembangkan dengan berbagai macam latihan diantaranya melalui latihan *leg press* yang mengandung unsur tolakan yang singkat dan kuat atau dengan latihan *maxex* yang mengkombinasikan kerja maksimal dengan latihan untuk menghasilkan daya ledak serta latihan plyometric untuk melatih serabut otot cepat dengan intensitas tertentu tergantung jenis

latihan. Latihan ini harus dilakukan dengan hati-hati dengan berbagai macam variasi dan bertahap.

3. Jenis Daya Ledak Otot

Menurut (Bompa, 2018) mengemukakan bahwa daya ledak dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

a. Daya ledak asiklik

Dilakukan pada olahraga yang memiliki suatu gerakan yang secara terus-menerus berubah tanpa adanya kemiripan gerak dengan yang lainnya. Jenis olahraga yang dominan dalam penampilannya terdapat gerakan melempar, menolak dan melompat seperti pada cabang olahraga sepak bola, bola voli, bulutangkis, loncat indah, bola basket dll

b. Daya ledak siklik

Dilakukan pada cabang olahraga yang memiliki gerakan yang sama dan berulang-ulang. Cabang olahraga yang dominan gerakannya terdapat gerak maju pada seluruh badan seperti berenang, balap sepeda, lari cepat, dayung dll.

4. Fisiologi Daya Ledak Otot

Dalam setiap otot tubuh manusia terdiri atas campuran dari serabut otot cepat dengan serabut otot lambat. Kecepatan kontraksi dari otot saat melakukan aktivitas sangat dipengaruhi oleh kedua jenis serabut tersebut. Perbedaan dari kedua jenis serabut adalah sebagai berikut :

a. Serabut lambat (Tipe I, Otot Merah)

Memiliki ukuran serabut lebih kecil juga dipersarafi oleh serat-serat saraf yang lebih kecil. Dimana sistem pembuluh darah dan kapiler yang lebih luas menyediakan sejumlah oksigen tambahan. Peningkatan pada jumlah mitokondria membantu peningkatan metabolisme oksidatif serta serabut-serabut mengandung sejumlah besar myoglobin yaitu suatu protein yang mengandung zat besi yang serupa dengan hemoglobin. Myoglobin disimpan dengan oksigen sampai diperlukan; hal ini juga sangat mempercepat transport oksigen ke mitokondria (Guyton, 2016)

b. Serabut cepat (Tipe II, Otot putih)

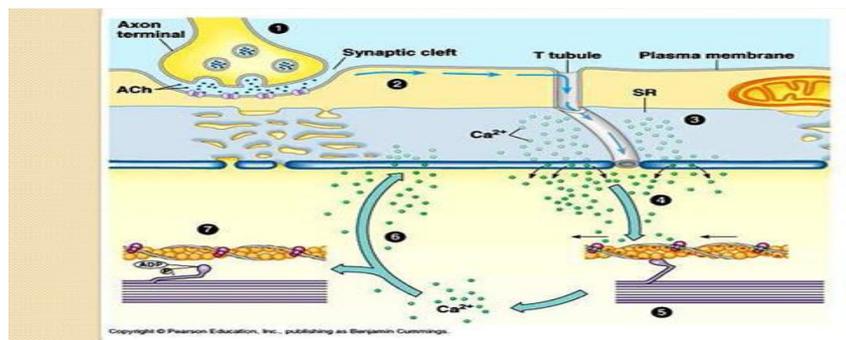
Dimana serabut ini sering digunakan untuk kontraksi otot yang besar. Dimana retikulum sarkoplasma yang luas dapat dengan cepat melepaskan ion-ion kalsium untuk memulai kontraksi. Memiliki sejumlah besar enzim glikolisis untuk pelepasan energy yang cepat melalui proses glikolisis. Memiliki kandungan myoglobin merah yang sedikit pada otot cepat sehingga otot ini dinamakan otot putih (Guyton, 2016)

Berdasarkan perbandingan dari kedua jenis serabut diatas maka jenis serabut otot yang digunakan dalam daya ledak otot ialah serabut tipe II dimana serabut ini dapat menampilkan kontraksi otot yang cepat dan kuat.

Berkontraksinya serabut otot pada otot rangka merupakan akibat adanya potensial aksi. Mekanisme kontraksi otot dapat terjadi melalui proses berikut :

- a. Asetilkolin yang dibebaskan oleh akson neuron motorik menyeberangi celah dan berikatan dengan reseptor / saluran di *motor end-plate*.
- b. Terbentuk potensial aksi sebagai respons terhadap pengikatan asetilkolin dan potensial *end-plate* yang kemudian timbul disalurkan ke seluruh membran permukaan dan turun ke tubulus T sel otot.
- c. Potensial aksi di tubulus T memicu pelepasan Ca^{2+} dari retikulum sarkoplasma.
- d. Ion kalsium yang dibebaskan dari kantung lateral berikatan dengan troponin di filamen aktin; menyebabkan tropomiosin secara fisik bergeser untuk membuka penutup tempat pengikatan jembatan silang di aktin.
- e. Jembatan silang miosin berikatan dengan aktin dan menekuk, menarik filamen aktin ke bagian tengah sarkomer; dijalankan oleh energi yang dihasilkan dari ATP.
- f. Ca^{2+} secara aktif diserap oleh retikulum sarkoplasma jika tidak ada lagi potensial aksi local.
- g. Dengan Ca^{2+} tidak lagi terikat ke troponin, tropomiosin bergeser kembali ke posisinya menutupi tempat pengikatan di aktin;

kontraksi berakhir; aktin secara pasif bergeser kembali ke posisi istirahatnya semula (Sherwood, 2014).



Gambar. 2. Mekanisme kontraksi dan relaksasi otot
(<http://www.docudesk.com>)

Sehingga semakin cepat rangsangan yang diterima dan semakin cepat reaksi yang terjadi pada filament aktin dan myosin maka membuat kontraksi otot semakin cepat, sehingga daya ledak yang dihasilkan karena penggabungan kekuatan dan kecepatan menjadi lebih besar. Keuntungan dari daya ledak otot adalah melatih system saraf dengan merekrut motor unit dan meningkatkan toleransi dari motor neurons terhadap peningkatan frekuensi innervasi. Sehingga membentuk adaptasi dalam *motor unit* dan membuat koordinasi *neuromuscular* lebih baik

Kontraksi otot di bedakan menjadi kontraksi isometric dan kontraksi *isotonic*. Kontraksi otot dikatakan *isometric* bila otot tidak memendek selama kontraksi, dan dikatakan *isotonic* bila otot memendek namun tegangan pada otot tetap konstan selama kontraksi (Guyton, 2016). Dengan berbagai variasi pola kontraksi antara lain *kosentrik*, *eksentrik* dan *pliometrik*.

a. Kontraksi *Isotonic*

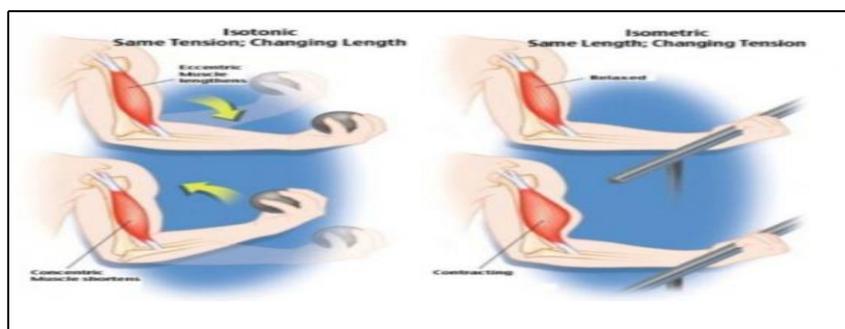
Kontraksi otot memendek yang menghasilkan tegangan. Nama lainnya adalah kontraksi dinamik, gerakan digambarkan berpola konsentrik jika sudut sendi mengecil akibat tegangan yang terbentuk. Kebalikannya adalah gerakan eksentrik, dimana sudut sendi membesar disertai dengan berkurangnya tegangan.

b. Kontraksi *Isometric*

Kontraksi otot yang menghasilkan tegangan tetapi tidak merubah panjang pendek otot.

c. Kontraksi *isokinetic*

Kontraksi otot secara maksimal pada kecepatan yang tetap melalui seluruh jangkauan kecepatan.



Gambar 3. Kontraksi Otot *Isotonik* dan *Isometrik*
 Sumber : (Budiatma, 2019)

5. Parameter Untuk Daya Ledak (*Vertical Jump*)

Vertical jump sering digunakan sebagai alat untuk pengukuran daya ledak otot tungkai. Dimana daya ledak sering disebut kekuatan *eksplosif*, ditandai adanya gerakan atau perubahan tiba-tiba yang cepat dimana tubuh terdorong ke atas (*vertical*) dengan mengerahkan kekuatan otot maksimal (Halim, 2009). *Vertical jump* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Peserta tes berdiri tegak menyamping dinding yg telah ditemeli papan berskala. Tiga jari bagian tengah menyentuh kapur halus, ujung jari tengah meraih setinggi mungkin papan berskala. kedua telapak kaki tetap di lantai jarak raihan dicatat.
- b. Kemuudian peserta tes menekuk lutut $\pm 130^\circ - 140^\circ$ meloncat setinggi-tingginya mungkin sambil meraih papan berskala tersebut.
- c. Tandai raihan dan catat , hitung selisi hasil raihan pertama dan hasil raihan kedua.
- d. Peserta dapat mencoba sebanyak 3 kali lompatan.
- e. Skor tidak dicatat apabila kaki menjinjit
- f. Penilaian : skor hasil loncatan(selisi raihan) terbaik dari 3 kali percobaan, dicatat sebagai hasil akhir peserta tes, hasil yang di peroleh di konversihkan.



Gambar. 4. Tes Loncat Tegak dengan Papan Berskala (Vertical Jump Tes)

(*Physioandrehab.net*)

Penilaiannya yaitu : skor hasil loncatan (selisi raihan) terbaik dari 3 kali percobaan dicatat sebagai hasil akhir peserta tes. Hasil yang di peroleh di konversikan pada tabel 1.4 atau 1.5 dan 1.6. Beberapa tabel untuk para meter untuk mengukur penilaian kekuatan otot yaitu :

Tabel 2. Penilaian Tes Loncat Tegak (*Vertical Jump Test*)**(Satuan Ukuran Cm)**

No	Klasifikasi	Nilai
1.	Sangat Baik	> 63,5
2.	Baik	53,3-63,5
3.	Sedang	40,6-53,2
4.	Kurang	22,8-40,5
5.	Sangat kurang	< 22,7

Sumber : (Halim, 2009)**Tabel 3. Penilaian Tes Loncat Tegak (*Vertical Jump Test*)****(satuan Ukuran : Cm)**

Umur 13-15 Tahun		Nilai	Umur 16-19 Tahun	
Putra	Putri		Putra	Putri
66 ke atas	50 ke atas	5	73 ke atas	50 ke atas
53-65	39-49	4	60-72	39-49
42-52	30-38	3	50-59	31-38
31-41	21-29	2	39-49	23-30
Sd – 30	20-dst	1	38-dst	22-dst

Sumber : (Halim, 2009)

C. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Kekuatan Dan Daya Ledak Otot Tungkai

Kekuatan merupakan komponen yang paling penting guna meningkatkan kondisi fisik secara keseluruhan. Hal ini disebabkan karena: kekuatan merupakan daya penggerak setiap aktivitas fisik, kekuatan juga memegang peranan penting dalam melindungi atlet dari kemungkinan cedera, dan kekuatan pula dapat membantu lebih kuat stabilitas sendi-sendi (Putra, 2013)

Sedangkan Daya ledak merupakan suatu komponen yang tidak dapat di pisahkan dari suatu olahraga dan kemampuan otot dalam

mengarahkan kekuatan yang di miliki dalam waktu cepat dalam satu aktivitas. Dimana daya ledak merupakan gabungan dua unsur komponen kondisi fisik yaitu kekuatan dan kecepatan. Daya ledak banyak digunakan pada cabang olahraga yang menggunakan unsur kecepatan dan kekuatan sebagai aspek utamanya.

Daya ledak otot merupakan perkalian antara kekuatan dan kecepatan dan salah satu komponen fisik yang dibutuhkan dalam berbagai cabang olahraga dan merupakan kekuatan otot terbesar dalam periode waktu tersingkat menyelesaikan tugas. Berbicara daya ledak otot berarti selalu menyangkut kekuatan dan kecepatan kontraksi otot yang dinamis dan *eksplosif* serta melibatkan pengeluaran kekuatan otot yang maksimal dalam waktu yang cepat.(Aco, 2016)

Salah satu prinsip utama perkembangan otot selama latihan olahraga adalah sebagai berikut : Otot yang bekerja tanpa beban walaupun dilatih berjam-jam kekuatannya hanya sedikit meningkat, kekuatan otot yang berkontraksi lebih dari 50 persen gaya kontraksi maksimum akan berkembang dengan cepat bahkan bila kontraksi dilakukan beberap kali setiap harinya. Dengan menggukan prinsip ini, percobaan memperbesar otot menunjukkan bahwa enam kontraksi otot yang mendekati maksimal yang dilakukan dalam tiga set tiga hari seminggu kira-kira akan memberi peningkatan kekuatan otot maksimum tanpa mengakibatkan kelelahan otot yang kronis (Guyton, 2016)

Otot membentuk kelompok jaringan terbesar dalam tubuh, membentuk sekitar separuh berat tubuh. Otot rangka itu sendiri

membentuk sekitar 40% berat tubuh pada pria dan 32% berat tubuh pada wanita, sementara otot polos dan otot jantung membentuk sampai sekitar 10% sisanya dari total berat tubuh (Sherwood, 2014). Otot rangka dibentuk oleh sejumlah serat yang diameternya berkisar 10 sampai 80 mikrometer. Setiap serat otot mengandung beberapa ratus sampai beberapa ribu myofibril. Setiap myofibril memiliki sekitar 1500 filamen myosin dan 3000 filamen aktin, yang merupakan molekul protein polimer besar bertanggung jawab untuk kontraksi otot. Filamen aktin dan myosin saling bertautan sehingga menyebabkan myofibril memiliki pita yang terang dan gelap yang berselang-seling. Filamen myosin terdiri dari banyak molekul myosin yang membentuk kepala globuler yang membesar. Kepala ini membentuk jembatan silang ke molekul aktin yaitu suatu tempat katalitik yang menghidrolisis ATP. Bagian sarkomer yang hanya terdiri dari filamen myosin disebut zona H dan menebal di bagian tengah sebagai garis M. Filamen aktin terdiri dari tiga komponen yaitu aktin, tropomiosin, dan troponin. Molekul-molekul tropomiosin merupakan filamen panjang yang terletak di dalam alur antara 2 rantai di dalam aktin. Molekul troponin merupakan globuler kecil yang terletak pada interval pada molekul, troponin 1 menghambat interaksi myosin dengan aktin dan troponin C mengandung tempat pengikatan bagi ion Ca yang memulai kontraksi. Myofibril terendam di dalam serabut otot dalam suatu matriks yang disebut sarkoplasma. Juga terdapat mitokondria dalam jumlah banyak yang terletak di antara dan sejajar dengan myofibril-myofibril tersebut (Sherwood, 2014)

Serabut otot dapat di klasifikasikan dalam 2 jenis serabut berdasarkan karakteristik atau *fast twitch* (Sherwood, 2014). Serabut otot cepat terdiri lagi atas serabut otot tipe a dan tipe b. Karakteristik masing-masing tipe serabut otot dapat di lihat dari berbagai aspek, antara lain : Aspek kecepatan kontraksi, aspek kelelahan, aspek diameter, aspek konsentrasi.

Adonintriphoshate (ATPase), aspek konsentrasi mitokondria, aspek konsentrasi *enzyme glycoytic*. Berdasarkan karakteristik tersebut perbedaan waktu puncak ketegangan maksimum disebabkan adanya konsentrasi myosin ATPase yang tinggi pada serabut *fast twitch*. Waktu yang dibutuhkan untuk tegangan maksimal pada serabut *fast twitch* sekitar 1/3 dari waktu yang dibutuhkan oleh serabut *slow twitch* Artinya kecepatan kontraksi serabut otot *fast twitch* kira-kira 3 kali lebih cepat daripada serabut *slow twitch*. Serabut *fast twitch* juga lebih besar diameternya daripada serabut *slow twitch*. Serabut *fast twitch* mempunyai kemampuan *system* (Guyton, 2016).

Persentase serabut *slow twitch* dan *fast twitch* tidak sama pada seluruh otot ditubuh manusia. Pada umumnya otot-otot lengan dan tungkai setiap orang memiliki komposisi serabut yang sama/serupa.

Penelitian telah menunjukkan bahwa orang-orang yang dominan memiliki serabut *slow twitch* pada otot-otot tungkainya kemungkinan juga memiliki persentase serabut *slow twitch* yang tinggi pada otot lengan, demikian pula halnya dengan *fast twitch* (Sherwood, 2014).

Ukuran dasar otot seseorang terutama di tentukan oleh *hereditas* ditambah kadar sekresi testoteron ,yang pada pria akan menyebabkan otot yang lebih besar daripada wanita. Akan tetapi dengan latihan otot akan mengalami hipertrofi mungkin tambahan sebanyak 30 sampai 60 persen. Kebanyakan hipertrofi ini lebih disebabkan oleh peningkatan diameter serat otot daripada oleh peningkatan jumlah serat, hal ini tidak semuanya benar karena beberapa serat otot yang sangat membesar di yakini di tengah , di seluruh panjang otot untuk membentuk serat-serat yang seluruhnya baru sehingga meningkatkan jumlah seratnya.perubahan yang terjadi di dalam serat otot yang hipertrofi sendiri meliputi :

1. Peningkatan jumlah myofibril, sebanding dengan derajat hipertrofi.
2. Peningkatan enzim-enzim mitokondria sampai 120 persen
3. Peningkatan komponen sistem metabolisme fosfor termasuk ATP dan fosfokreatin sebanyak 60 sampai 80 persen
4. Peningkatan cadangan glikogen sebesar 50 persen
5. Peningkatan cadangan trigliserida(lemak) sebanyak 75 sampai 100 persen

Akibat semua perubahan ini kemampuan sistem metabolik *aerob* dan *anaerob* meningkat, terutama meningkatkan kecepatan oksidasi maksimum dan efisiensi sistem *metabolisme* oksidatif sebanyak 45 persen (Guyton, 2016)

Dalam kajian fisiologi olahraga menjelaskan bahwa latihan otot akan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan yaitu perubahan anatomi, kimiawi dan fisiologi. namun perubahan yang dominan

ditentukan oleh tujuan dan macam latihan. Perubahan anatomi ini terhadap latihan otot akan menyebabkan pembesaran otot ini terjadi karena membesarnya serabut otot (*hypertrofi* otot), bertambahnya kapiler didalam otot (kapilarisasi otot) serta bertambahnya jumlah jaringan ikat di dalam otot. bertambahnya unsur kontraktile di dalam serabut otot menyebabkan meningkatnya kekuatan otot (kekuatan aktif dan pasif otot) yaitu otot menjadi lebih kuat dan tahan terhadap regangan. perubahan biokimia terhadap latihan meliputi bertambahnya jumlah PC (*phosphocreatine*), glikogen otot 2-3 kali lebih banyak 50%, myoglobin dan enzim-enzim yang penting untuk proses *aerobic* (enzim-enzim Oksidatif) yang terdapat di mitokondria yang dapat meningkat 2x lipat (120%). Sedangkan perubahan fisiologi ditunjukkan oleh bertambahnya kekuatan dan daya tahan *static*, daya tahan dinamik dan kecepatan transmisi neuromuscular. Akibat semua perubahan ini kemampuan sistem *metabolic aerobic* dan *anaerob* meningkat terutama meningkatkan kecepatan oksidasi maksimum dan efisiensi sistem *metabolisme* oksidatif sebanyak 45 persen (Bompa, 2018)

Menurut Hillman (2012) menyatakan bahwa latihan pliometrik dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu *fase eksentrik*, fase amortisasi, dan fase konsentrik. Dari semua tiga fase tersebut sangat penting untuk kinerja pliometrik. *Fase eksentrik* merupakan fase mempersiapkan otot, fase amortisasi sebagai fase transisi antara *fase eksentrik* dan fase konsentrik yang merupakan hasil dari kedua fase sebelumnya.

1. *Fase Eccentric* (Pemanjangan)

Fhase Eccentric merupakan fase dimana terjadi prestretching otot dikarenakan otot aktif memanjang. Selama fase ini energi elastis tersimpan dalam komponen otot. Tahap ini merupakan tahap persiapan otot atau kesiapan dari individu agar bersiap-siap dalam melakukan aktivitas. Pada fase ini menggunakan fasilitasi dari muscle spindle sehingga kualitas dari respon gerakan ditentukan oleh laju peregangan yang terjadi pada otot. Aktivitas otot secara langsung berkorelasi dengan kuantitas rangsangan. Semakin besar stimulasi maka respon dari otot akan semakin besar. Tahap eksentrik adalah fase yang paling penting dari latihan pliometrik karena meningkatkan rangsangan untuk meningkatkan respon dari otot (Hillman, 2012).

2. Fase Amortisasi

Fase Amortisasi disebut juga sebagai fase transisi. Pada saat terjadi fase eksentrik akan segera diikuti oleh fase amortisasi yang kemudian dilanjutkan pada fase konsentrik. Fase amortisasi dapat didefinisikan sebagai jumlah waktu yang diperlukan untuk dapat bergerak dari fase eksentrik untuk beralih kegerakan konsentrik. Pada fase amortisasi ini harus berlangsung dengan cepat apabila terlalu lama dan banyak waktu yang dihabiskan pada fase ini maka energi elastis akan dijadikan sebagai panas yang akan terbuang. Jika fase amortisasi berlangsung lama akan menghambat refleksi

peregangan sehingga akan menyebabkan gerakan pada fase konsentris menjadi lebih lemah (Hillman, 2012).

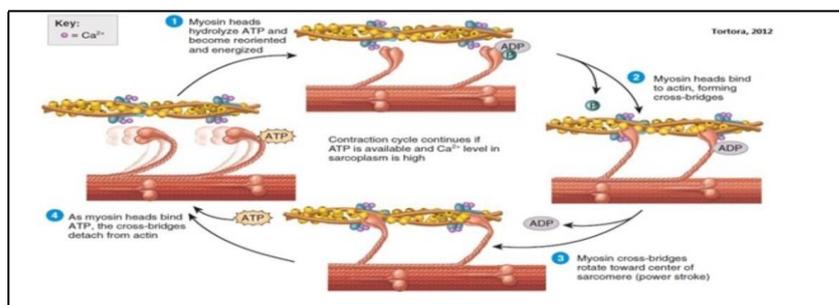
Semakin cepat fase amortisasi dari fase eksnetrik ke fase konsentrik, maka gerakan yang dihasilkan akan semakin kuat. Kekuatan yang dihasilkan merupakan kombinasi dari refleksi peregangan dan juga energi elastis yang tersimpan dalam otot yang kemudian akan dilepaskan sebagai bentuk gerakan. Pada dasarnya gaya yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh jumlah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan transisi dari eksentrik aktivitas konsentris, sehingga waktu transisi harus cepat untuk plimetrik untuk menghasilkan kekuatan maksimum (Hillman, 2012).

3. *Phase Concentric* (Pemendekan)

Phase Concentric merupakan tahap akhir dari gerakan dan juga hasil gabungan antara fase eksentrik dan fase amortisasi. Jika aktivitas eksentrik dan amortisasi terjadi secara cepat maka pada fase konsentrik akan menghasilkan produksi gerakan dengan kekuatan yang besar serta kecepatan yang meningkat (Hillman, 2012)

Mekanisme kontraksi-relaksasi otot ketika otot berkontraksi secara *isotonic*, terjadi pemendekan otot yang menyebabkan terjadinya ketegangan otot. Pita *aktin* akan meluncur saling mendekat menuju pusat *sarkomer* di antara pita *myosin*. Bila otot dirangsang dan terjadinya *potensial aksi* pada membran sel otot, maka ion Ca^{++} di luar sel akan masuk ke dalam sel otot disertai pelepasan ion Ca^{++} dalam jumlah yang besar dari retikulum

sarkoplasma dalam sel. Sehingga kadar ion Ca^{++} di sekitar elemen ktraktil otot meningkat. Ion Ca^{++} akan terikat dengan troponin C maka akan terjadi perubahan bentuk jalinan troponin-tropomiosin. Perubahan jalinan tersebut membuka daerah aktif dari pita aktin, sehingga cross-bridge melekat pada pita aktin, sehingga terjadi hubungan antara pita aktin dan myosin. Ketika cross-bridge melekat pada pita aktin, aTP yang terdapat pada cross-bridge terhidrolisis menjadi ADP dan sejumlah energy dilepaskan. *Energy* tersebut digunakan untuk menggerakkan pita aktin saling mendekat dengan pita myosin, sehingga sarkomer memendek dan timbul tegangan otot yang disebut proses kontraksi. biasanya otot mengalami pengisian kembali ADP di *cross-bridge* dengan dannya *energy* kembali membentuk ATP, sehingga ikatan antara aktin dan myosin melemah dan selanjutnya dengan adanya ATP ion Ca^{++} diangkut secara aktif masuk ke dalam retikulum sarkoplasma, troponin C terbebas dari ion Ca^{++} sehingga jalinan troponin-tropomiosin menutup daerah aktif aktin, lalu cross-bridge terlepas dari aktin. Kemudian aktin meluncur menjauh satu sama lain yang menyebabkan sarkomer kembali kebentuk semula sehingga terjadi rileksasi otot.



Gambar 9. Mekanisme Kontraksi dan Rileksasi Otot
Sumber : (Anisyah Citra, 2007)

Pemberian latihan atau aktivitas yang secara rutin menyebabkan perubahan yang terjadi pada tingkat otot dan saraf sehingga terjadi proses adaptasi yang memfasilitasi dan meningkatkan performa atau penampilan yang lebih cepat dan gerakan keterampilan yang sangat kuat. Dan adaptasi pada otot rangka dimana terjadi perubahan secara signifikan selama pemberian latihan 4-8 minggu. biasanya sudah terjadi perubahan fisiologi otot selama pemberian 2-4 minggu latihan dengan intensitas sedang sampai intensitas tinggi. maka demikian power menjadi komponen yang sangat penting untuk mencapai prestasi puncak. Daya ledak otot tungkai merupakan kemampuan kombinasi kekuatan dan kecepatan yang terealisasi dalam bentuk kemampuan otot untuk mengatasi beban dengan kontraksi yang tinggi. dan Daya ledak otot merupakan kemampuan otot dalam mengerahkan kekuatan yang dimiliki dalam waktu cepat dalam suatu aktivitas. Dalam cabang olahraga atletik seperti sprint atau lari jarak pendek sangat membutuhkan daya ledak (*power*) yang tinggi. Maka dari itu latihan fisik yang dilakukan secara berulang-ulang sehingga menggabungkan antara kekuatan dan kecepatan untuk menghasilkan daya ledak otot dimana menggunakan *energy* fosfokreatin. Dengan gerakan yang dilakukan berulang-ulang disetiap pertemuan maka secara tidak langsung dapat meningkatkan *power* tungkai *energy* dari sistem fosfagen digunakan untuk letupan-letupan singkat tenaga otot maksimal (Guyton, 2016). Terjadi suatu peregangan secara mendadak sebelum otot berkontraksi kembali sehingga dapat mencapai kekuatan maksimal dalam waktu sesingkat mungkin. Dimana

peenggabungan kekuatan dan kecepatan inilah yang akan menghasilkan daya ledak pada otot tungkai. *Power* adalah kemampuan untuk melakukan aktivitas secara tiba-tiba dan cepat dengan mengarahkan seluruh kekuatan dalam waktu yang singkat dan kemampuan kombinasi kekuatan dan kecepatan yang terealisasi dalam bentuk kemampuan otot untuk mengatasi beban dengan kontraksi yang tinggi.

Ketika serat otot secara cepat dibebani dengan kekuatan dari luar, maka menyebabkan peregangan secara tiba-tiba, pemanjangan serat terdeteksi oleh *muscle spindle*, yang kemudian mendatangkan respon dinamis. Suatu impuls yang besar di kirim ke saraf vetebra melalui saraf *afferent* bersinapsis langsung dengan saraf motorik *alpha*, mengirimkan kembali secara kuat impuls menuju serat otot rangka dan menyebabkan otot ini berkontraksi, sehingga menguasai kekuatan eksternal. Selain peran dari *muscle spindle*, golgi tendon organ juga memiliki peran penting dalam mendeteksi tegangan ketika terjadinya kontraksi otot atau peregangan. Ketika otot berkontraksi, golgi tendon organ diaktifkan dan merespon dengan menghambat kontraksi (*reflex inhibition*) dan mengaktifkan kelompok otot yang berlawanan (*antagonis*). Proses ini dikenal sebagai *autogenic inhibition*. Untuk meningkatkan kemampuan daya ledak otot intensitas latihan yang dilakukan harus ditingkatkan, baik dalam bentuk *frekuensi*, lama latihan, repetisi ataupun *set* sehingga otot dapat beradaptasi dalam meningkatkan kapasitas kemampuan kerja ke tingkat yang lebih tinggi. Dengan memeperhatikan besar beban

(*resistance/intensity*) dan ulangan kontraksi otot (*repetitions*), pembebanan terhadap otot dapat diatur

Upaya dalam meningkatkan unsur daya ledak dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kekuatan tanpa mengabaikan kecepatan atau menitik beratkan pada kekuatan, meningkatkan kecepatan tanpa mengabaikan kekuatan atau menitik beratkan pada kecepatan, meningkatkan kedua-duanya sekaligus, kekuatan dan kecepatan dilatih secara simultan. Sehingga daya ledak otot tungkai adalah suatu yang menyangkut tentang kekuatan dan kecepatan kontraksi otot yang dinamis serta melibatkan pengeluaran kekuatan otot yang maksimal dalam waktu yang secepat-cepatnya. Ada 3 cara dalam meningkatkan daya ledak, yaitu: 1) Meningkatkan kekuatan tanpa mengabaikan kecepatan; 2) meningkatkan kecepatan tanpa mengabaikan kekuatan; 3) meningkatkan kekuatan dan kecepatan secara bersama-sama.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa daya ledak otot merupakan perpaduan dari kemampuan otot untuk mengerahkan kekuatan otot tungkai secara maksimal dalam mengatasi beban dengan kontraksi otot yang cepat.

D. Kerangka Teori

