

**BAB II**  
**DAYA LEDAK OTOT LENGAN DAN KELENTURAN OTOT**  
**PUNGGUNG DENGAN KETERAMPILAN LEMPAR LEMBING GAYA**  
**AMERIKA**

**A. Lempar Lembing**

**1. Sejarah Lempar Lembing**

Lempar lembing merupakan suatu aktivitas yang membutuhkan kecekatan dan kekuatan dalam melempar. Mediana berupa lembing, yaitu sejenis tombak, tetap lebih ringan dan kecil. Awal mulanya, lempar lembing lebih identik dengan aktivitas berburu nenek moyang manusia. Sebagaimana olahraga atletik lainnya, lempar lembing diadopsi dari kaum laki-laki pada zaman tersebut.

Aktivitas ini baru berkembang menjadi suatu olahraga ketika manusia memasuki masa bercocok tanam dan beternak, meninggalkan masa nomaden yang lebih kental dengan aktivitas berburunya. Manusia mulai menetap dengan membangun perkampungan atau perkotaan. Perubahan gaya hidup pun terjadi. Salah satunya adalah aktivitas fisik seperti melempar lembing tidak lagi digunakan untuk berburu. Aktivitas itu dialihkan menjadi suatu olahraga yang dipertandingkan. Unsur untuk memperoleh makan (berburu) berubah menjadi upaya pemenuhan hiburan dan prestasi.

Walaupun belum di temukan sejarah yang otentik mengenai lempar lembing, tapi sebagian ahli menyakini olahraga ini telah berkembang sejak zaman Yunani Kuno. Saat itu, lempar lembing termasuk olahraga populer. Tak kalah dengan olahraga atletik lainnya, seperti lari, lompat dan lempar cakram. Olahraga lain yang bernuansa militer pun juga sama populernya,

seperti gulat, tinju, memanah, dan balap kereta. Hal ini menunjukkan bahwa kebudayaan militer Yunani berpengaruh pada perkembangan olahraga mereka.

Jamak diketahui bahwa peradaban Yunani Kuno adalah tempat lahirnya olahraga atletik saat ini. Bahkan pertandingan Olimpiade pada zaman modern meniru Olimpiade yang pertama kali digagas oleh bangsa yang terkenal dengan para filsufnya itu. Termasuk masa dilansungkannya, yaitu setiap empat tahun sekali.

Menilik pada sejarahnya, Olimpiade pada masa Yunani kuno merupakan perayaan akbar bangsa Yunani. Tak hanya berisi pertandingan olahraga, tapi juga jadi tempat diselenggarakannya berbagai kemegahan seni dan budaya. Even ini merupakan ekspresi masyarakat Yunani untuk bersyukur dan menyembah para dewa kepercayaannya. Nama Olimpiade sendiri diambil dari nama Gunung *Olympus*, tempat hidupnya para dewa mereka. Karenanya, Olimpiade punya nilai sakral. Pada saat acara tersebut berlangsung, segala konflik bersenjata (perang) dan eksekusi bagi para narapidana ditangguhkan. Tujuannya agar perayaan berlangsung damai. Sehingga para atlet yang bertanding dapat berkompetisi dalam suasana saling menghargai.

Lempar Lembing diperadaban lain selain diperadaban Yunani Kuno, juga tercatat dilakukan diperadaban kuno lainnya seperti peradaban Cina dan Mesir Kuno. Namun, tidak sepopuler seperti di Yunani. Olahraga yang populer diperadaban Cina Kuno adalah senam dan *acrobat*. Sedangkan

di Mesir Kuno, olahraga yang paling diminati adalah renang dan memancing. Mengingat Sungai Nil sebagai peradaban bangsa Mesir, menjadikan kedua olahraga tersebut lebih sering dilakukan oleh mereka. Termasuk juga untuk dipertandingkan. Sehingga sangat berkesan jika banyak ahli yang memilih peradaban Yunani Kuno sebagai awal mulanya olahraga lempar lembing. Olahraga yang berakar pada aktivitas berburu leluhur manusia di zaman purba.

## 2. Sejarah Atletik di Indonesia

Istilah atletik yang digunakan di Indonesia saat ini diambil dari bahasa Inggris yaitu *Atletic* yang berarti cabang olahraga yang meliputi jalan, lari, lompat, dan lempar. Di Indonesia atletik dikenal melalui bangsa Belanda yang telah menjajah kita. Pada waktu itu, atletik belum banyak dikenal, karena hanya dilakukan di lingkungan sekolah dan dunia kemeliteran saja. Pada tahun 1943, mulai diselenggarakan perlombaan atletik antarsekolah yang diikuti oleh tiga perkumpulan sekolah yaitu GASEMBA dari Bandung, GASEMA dari Yogja, dan GASEMBO dari Solo. Mulai saat itulah atletik sering diperlombakan di Indonesia.

Setelah Indonesia merdeka, pengembangan cabang olahraga atletik semakin pesat dengan berdirinya organisasi atletik pada tanggal 3 September 1950 yang disebut dengan Persatuan Atletik Seluruh Indonesia (PASI) di Semarang. Sedangkan Organisasi Atletik Internasional terbentuk pada 17 Juli 1912 di *Stockholm*, Swedia. Pembentukan tersebut bersamaan

dengan Olympiade ke-5, dengan nama “*Internatinal Amateur Athletic Federation*” atau dapat disingkat dengan IAAF.

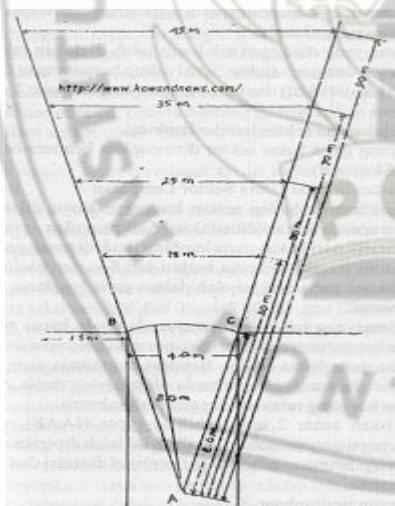
### 3. Pengertian Lempar

Melempar merupakan proses gerak seseorang melakukan gerakan terhadap suatu benda agar suatu benda tersebut dapat dipindahkan sejauh mungkin. Menurut Yudha M. Saputra (2001: 67) pengertian lempar lembing adalah “merupakan salah satu kemampuan dalam melemparkan benda berbentuk lembing, sejauh mungkin”. Menurut Soenarjo Basoeki (2003:89) lempar lembing adalah “salah satu nomor perlombaan dalam kelompok lempar di dalam cabang olahraga atletik”.

Dari pengertian yang telah diberikan para ahli tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pengertian lempar adalah salah satu nomor dalam perlombaan atletik yang melemparkan benda berbentuk lembing, sejauh mungkin. Sedangkan lembing merupakan suatu benda yang terdiri dari mata lembing, badan lembing dan tali pegangan lembing. Mata lembing terbuat dari metal, badan lembing terbuat dari kayu atau metal atau bambu. Badan lembing yang terbuat dari metal dipergunakan dalam perlombaan resmi nasional ataupun internasional, dalam pendidikan biasa menggunakan bambu. Tali lembing terletak melilit pada titik pusat lembing. Untuk ukuran panjang lembing yang digunakan dalam perlombaan resmi yaitu 2,6-2,7 meter untuk putra dan 2,2-2,3 untuk ukuran yang putri.

Unsur gerak dan tujuan dari proses gerakan menjadi bagian dari kegiatan melempar. Kedua hal tersebut merupakan satuan yang utuh dan berupa gerakan yang sering disebut teknik melempar lembing, yang selanjutnya diungkapkan dalam teknik lempar lembing. Kemampuan seorang pelempar dalam melempar lembing dipengaruhi faktor eksternal yang berupa lapangan dan alat lembing. Suatu cara mengatasi tahanan eksternal ini, dapat diatasi dengan berlatih secara intensif.

Adapun lapangan atau sektor lembing adalah sebagai berikut: Sesuai dengan gambar panjang lintasan awalan sepanjang 8 m, lebar lintasan awalan sepanjang 4 m, garis perpanjangan sektor sepanjang 1,5 m disisi kanan dan kiri sektor.



#### 4. Pengertian Lempar Lembing

Lempar lembing terdiri dari dua kata yaitu lempar dan lembing. Lempar yang berarti usaha untuk membuang jauh-jauh, dan lembing adalah tongkat yang berujung runcing yang dibuang jauh-jauh (Munasifah, 2008:4). Lempar lembing adalah salah satu olahraga yang terdapat dalam cabang olahraga atletik yang menggunakan alat bulat panjang yang berbentuk tombak dengan cara melempar sejauh-jauhnya (PASI, 1988:43). Selanjutnya *Jerver* (Munasifah 1996:142) menjelaskan bahwa “Lempar lembing adalah satu gerakan antara sentuhan tangan dengan menggunakan benda yang berbentuk panjang berusaha untuk melempar sejauh mungkin”. Untuk memperoleh jauhnya lemparan diperlukan kekuatan dan kecepatan gerak serta sudut pada saat lembing meninggalkan tangan.

Pengertian lempar lembing tidaklah lengkap kalau tidak diketahui sejarah atau riwayat perkembangan lempar lembing sebagai salah satu cabang atletik. Munasifah (2008:4-5) menjelaskan bahwa “Lempar lembing berawal dari kegiatan manusia zaman dahulu dalam berburu binatang yang sering menggunakan lembing dalam berburu mangsanya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan memakan binatang buruannya”. Lempar lembing pada zaman modern sudah menjadi olahraga yang diperlombakan, namun memahami sejarah tidak hanya sekedar untuk pengertian atau pengetahuan tentang kejadian pada masa lampau, melainkan untuk menemukan langkah-langkah pada masa yang akan datang.

## 5. Gerakan Lempar Lembing

Dalam lempar lebing terdapat 3 cara untuk memegang lembing (Grip), yaitu:

- a. Pegangan ibu jari dan jari telunjuk.

Dalam posisi ini ibu jari dan jari telunjuk berada di belakang tali balutan lembing, sedangkan jari-jari yang lain berada di dalam ikatan.

- b. Pegangan ibu jari dan jari tengah.

Posisi ibu jari dan jari tengah berada di belakang tali balutan, sedangkan jari telunjuk memanjang badan lembing.

- c. Pegangan "V"

Dalam pegangan ini lembing dipegang diantara jari telunjuk dan jari tengah. Pegangan ini dapat mencegah terjadinya cedera pada saat siku diluruskan berlebihan (*Over extended*).

Lembing yang digunakan terbuat dari logam untuk Putra beratnya 800 gram dengan panjang 2,70 m, sedangkan Putri beratnya 600 gram dengan panjang 2,30 m.

Gambar lapangan lempar lembing

A. Lapangan Lempar Lembing



B. Keterangan

- < lebar awal = 4 m
- < panjang awal = 40 m
- < BC merupakan busur, jari-jari  $AB=AC = 40$  m
- < Lebar garis lurus sisi kanan dan kiri =  $1\frac{1}{2}$  m
- < Lebar garis lempar = 7 m

C. Alat lembing

- < lembing terbuat dari bambu dengan bagian ujung runcing dari logam
- < untuk putra : panjang 2,60 m dan berat 800 gram
- < untuk putri : panjang 2,30 m dan berat 600 gram

Gambar 2.1 Lapangan Lempar Lembing

(<http://oktieseven.files.wordpress.com/2010/01/lempar-lembing.jpg>)

Untuk melakukan gerakan melempar dalam lempar lembing dapat dilakukan dengan teknik gerakan lempar yang dapat dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

a) Lari Awalan (*Approach*)

Posisi awal, pelempar berdiri tegak menghadap ke arah lemparan dengan kedua kaki sejajar.

Lembing dipegang pada ujung belakang balutan tali memungkinkan suatu transfer kekuatan di belakang titik pusat gravitasi, sedangkan jari-jari mengimbangi tahanan dengan baik. Lengan kanan atau yang digunakan untuk membawa lembing ditekuk dengan lembing dibawa setinggi kepala dengan mata lembing menunjuk sedikit ke atas.

b) Lari Awalan 5 Langkah

Yang dimaksud lari awalan di sini adalah sepanjang 5-8 langkah sesuai dengan kemampuan dalam lari sprint, seperti suatu lari percepatan dan harus dalam satu garis lurus. Lembing masih dibawa dalam posisi setinggi kepala dengan mata lembing tetap menunjuk sedikit ke atas. Punggung tangan menghadap ke arah luar (*latera*). Selama lari lengan yang membawa lembing bergerak hanya sedikit, sedangkan lengan yang lain bergerak sesuai dengan irama lari. Lima langkah mengikuti lari awalan yang siklis tanpa suatu gangguan/interupsi. Urutan langkah itu adalah kanan – kiri – kanan – kiri – lempar. *Articulation* merupakan sumbu putaran ketika melakukan



lompatan dan gerak persendian ketika pelempar tersebut berlari merupakan gerak berputar dimana pusat putaran tersebut ada pada:

1. *Articulacio humeri* merupakan sumbu putaran ketika mengayunkan tangan
2. *Articulation coxae* merupakan sumbu putaran saat mengayunkan tungkai
3. *Articulation* merupakan sumbu putaran ketika melakukan lompatan.

Gerakan penarikan lembing dimulai pada saat kaki kiri mendarat, bahu kiri menghadap ke arah lemparan, lengan kiri ditahan di depan untuk menjaga keseimbangan. Sedangkan lengan yang melempar diluruskan ke belakang pada waktu langkah 1 dan 2, dan lengan pelempar ada pada posisi setinggi bahu atau sedikit lebih tinggi setelah penarikan, serta ujung mata lembing dikontrol selalu dekat dengan kepala atau di samping telinga. Dalam hitungan 3, lembing harus benar-benar lurus dan hitungan 4 lakukan silang/dorongan aktif dengan kaki kanan ke depan bukan ke atas menuju arah lemparan, badan condong ke belakang, bahu kiri dan kepala menghadap ke arah lemparan, poros lengan pelempar dan bahu paralel, dan langkah impuls adalah lebih panjang daripada langkah pelepasan/*delivery*. Hitungan kelima atau langkah kelima mengikuti dengan menempatkan kaki kiri yang diluruskan dan dikuatkan pada tumit masuk ke posisi *power* (*power position*). Dalam posisi *power*, lengan pelempar dengan lembingnya benar-benar berada di belakang, membentuk garis lurus dengan bahu.

Poros lembing dan poros bahu adalah paralel, sedangkan mata memandang ke depan. Pusat massa badan bergerak ke arah lemparan lewat atas kaki kanan dan dikontrol oleh kaki yang diluruskan. Sedangkan kaki kiri memblok separo bagian kiri badan. Dada mendorong ke depan dan menghasilkan "tegangan seperti tali busur" yang memungkinkan penggunaan sepenuhnya dari kaki, torso, dan lengan pelembar. Tegangan busur meningkat dengan menahan lengan ke belakang.

Untuk lebih jelasnya dapat melihat gambar di bawah ini



Gambar 2.2 Langkah-langkah dalam melempar lembing

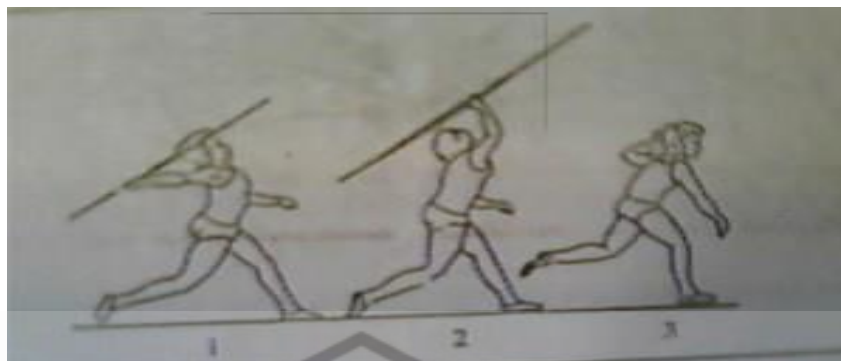
Sumber: <http://oktieseven.files.wordpress.com/2010/01/1.jpg>

c) Pelepasan Lembing

Gerakan pelepasan lembing adalah gerakan penting untuk suatu lemparan yang baik, bahwa bahu, lengan atas, dan tangan bergerak berurutan. Mula-mula bahu melempar secara aktif di bawa ke depan dan lengan pelembar diputar, sedangkan siku mendorong ke atas. Pelepasan lembing itu terjadi di atas kaki kiri. Lembing lepas dari tangan pada sudut lemparan kira-kira  $45^{\circ}$  dengan suatu gerakan seperti

ketapel dari lengan bawah tangan kanan. Kaki kanan meluncur di tanah. Pada waktu lembing lepas terjadi pada suatu garis lurus dapat digambarkan dari pinggang ke tangan pelempar yang hanya sedikit ke luar garis vertikal, sedangkan kepala dan tubuh/*torso* condong ke kiri pada saat tahap pelepasan lembing. Lengan kiri ditekuk dan memblok selama pelepasan lembing. Setiap benda yang ada di bumi akan dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi meski seringnya apapun benda tersebut. Inilah yang menjadi penyebab mengapa setiap benda yang bergerak dia akan berhenti karena adanya gaya gravitasi tersebut. Seperti halnya yang terjadi pada lembing, setelah melambung tinggi maka lembing tersebut akan jatuh dan menancap di tanah. Saat melempar lembing diperlukan keseimbangan untuk mempertahankan posisi tubuh ketika melempar. Tubuh mengupayakan untuk menjaga keseimbangan dengan memusatkannya pada satu kaki tumpuan teori yang tepat yaitu keseimbangan dipengaruhi oleh letak segmen-segmen anggota tubuh. Ketika hendak melempar lembing melemparkan benda maka moment gaya juga harus kita perbesar sebab semakin besar moment gaya maka gaya yang dihasilkan juga akan semakin besar jadi juga dapat menghasilkan lemparan yang jauh. Semakin besar power kita dalam melempar benda maka akan semakin besar pula kecepatan benda tersebut.

Untuk lebih jelasnya dapat melihat gambar di bawah ini:



Gambar 2.3 Pelepasan Lembing

Sumber: <http://oktieseven.files.wordpress.com/2010/01/2.jpg>

d) Pemulihan

Pemulihan terjadi sebelum garis batas dengan suatu pembalikan arah lemparan ke kaki kanan. Lutut ditekuk secara signifikan dan pusat massa badan diturunkan dengan membengkokkan badan bagian atas ke depan.

## B. Daya Ledak Otot Lengan

### 1. Pengertian Daya Ledak

Daya ledak merupakan suatu unsur diantara unsur-unsur komponen kondisi fisik yaitu kemampuan biomotorik manusia, yang dapat di tingkatkan sampai batas-batas tertentu dengan melakukan latihan-latihan tertentu yang sesuai.

Daya ledak adalah suatu kemampuan seorang atlet untuk mengatasi suatu hambatan dengan kecepatan kontraksi yang tinggi. Daya ledak ini diperlukan di beberapa gerakan asiklis, misalnya pada atlet seperti melempar, tendangan tinggi atau tendangan jauh (Herre,1982:16). Lebih

lanjut dikatakan bahwa daya ledak adalah “kemampuan olahragawan untuk mengatasi tahanan dengan suatu kecepatan kontraksi tinggi”(Herre, 1982:102).

Menurut *Janssen*,( Ismaryati, 1983:167) menyatakan bahwa “daya ledak merupakan kombinasi dari kecepatan maksimal dan kekuatan maksimal. Daya ledak ini harus ditunjukkan oleh perpindah tubuh (tendangan jauh) atau benda (lembing yang dilempar) melintasi udara, dimana otot-otot harus mengeluarkan kekuatan dengan kecepatan yang tinggi, agar dapat membawa tubuh atau objek pada saat pelaksanaan gerak untuk dapat mencapai jarak. Sedangkan menurut Suharno HP (1984:11) daya ledak atau *explosive power* adalah “kemampuan otot atau sekelompok otot seseorang untuk mempergunakan kekuatan maksimal yang dikerahkan dalam waktu yang sependek-pendeknya atau sesingkat-singkatnya.

## 2. Daya Ledak Otot Lengan

*Power* (daya ledak) adalah gabungan kekuatan dan kecepatan yang merupakan salah satu aspek kondisi fisik yang sangat penting dalam pencapaian prestasi yang optimal. Menurut Sajoto (1988:58) *power* (daya ledak) adalah “kemampuan seseorang untuk melakukan kekuatan maksimum dengan usaha yang dikerahkan dalam waktu sependek-pendeknya.

## C. Kekuatan Otot Lengan

### 1. Pengertian Kekuatan

M.Sajoto (1995:8), menyatakan bahwa “kekuatan (*strength*)” adalah komponen kondisi fisik seseorang tentang kemampuannya dengan mempergunakan otot untuk menerima beban sewaktu bekerja. Agus Mahendra (1999:35), menyatakan bahwa “kekuatan” adalah sejumlah daya yang dapat dihasilkan oleh suatu otot ketika otot itu berkontraksi. Depdiknas (1999:35), kekuatan otot adalah salah satu komponen kesegaran jasmani dengan mengukur 5 kelompok otot tubuh dapat diperkirakan kekuatan otot seseorang.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kekuatan adalah tenaga kontraksi otot yang dicapai dalam sekali usaha maksimal.

### 2. Pengertian Otot Lengan

Otot merupakan suatu organ atau alat yang memungkinkan tubuh dapat bergerak. Sebagian otot tubuh ini melekat pada kerangka otot yang dapat bergerak secara aktif sehingga dapat menggerakkan bagian-bagian kerangka dalam suatu letak tertentu.

Otot dapat mengadakan kontraksi dengan cepat apabila ia mendapatkan rangsangan mekanis, dingin dan sebagainya. Aip Syarifuddin (1997 : 41), mengatakan bahwa dalam keadaan sehar-hari otot dapat bekerja atau berkontraksi menurut pengaruh atau perintah yang akan datang dari susunan saraf motoris.

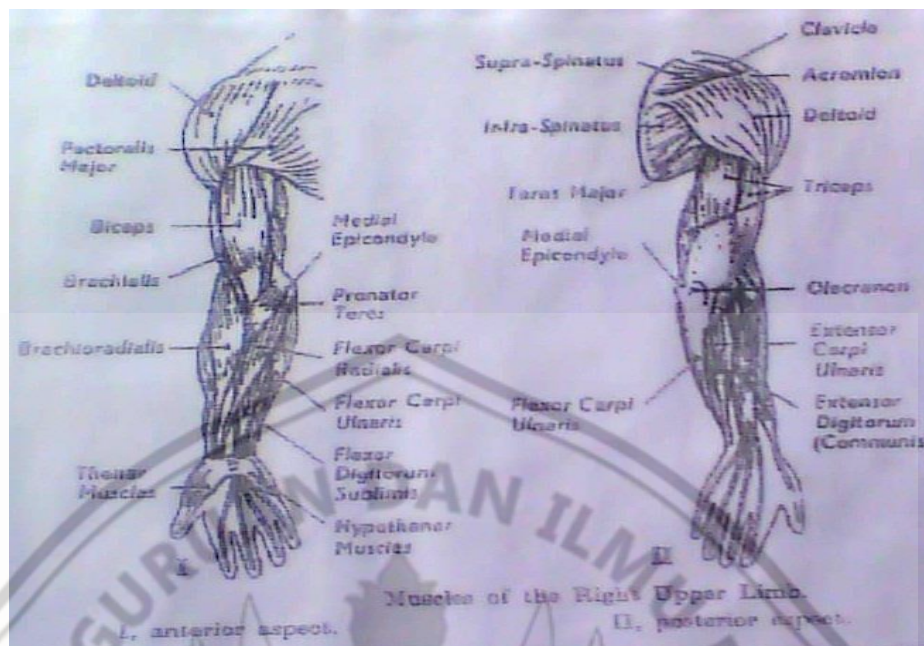
Kaswari (2007:63) menyatakan bahwa otot anggota gerak atas terdiri dari otot-otot bahu, otot-otot lengan atas, otot-otot lengan bawah dan otot-otot tangan. Dalam pembahasan ini, yang akan di bahas adalah otot-otot lengan atas dan otot-otot lengan bawah yang dimana tiap bagian otot-otot lengan atas dan otot-otot lengan bawah memiliki bagian sendiri, diantaranya:

a. Otot-otot Lengan Atas

Otot-otot lengan atas ini dibagi menjadi dua, yang di muka sebagai otot ketul (*muskulus Flexor*) dan yang di belakang sebagai otot kedang (*musculus extensor*). Otot-otot ketul diantaranya : *m.biceps brachii* (otot ketul lengan berkepala dua), *m.brachialis* (otot lengan dalam).

b. Otot-otot Lengan Bawah

Otot-otot lengan bawah sebagian besar insertiornya melekat pada telapak tangan dan jari-jari tangan. Dibedakan dengan otot ketul yang terletak di muka dan otot kedang yang terletak di belakang, otot ketul menggerakkan sendi siku, sendi-sendi tangan dan sendi-sendi jari tangan serta menyilangkan tulang hasta dan tulang pengumpil. Otot-otot kedang menyebabkan gerakan pada sendi siku. Jari-jari tangan serta merata hentakan tangan.



Gambar 2.4 Otot Lengan Atas dan Bawah

(<http://www.wikipedia.com//>)

## D. Kelenturan

### 1. Pengertian Kelenturan

Harsono, (1988:163) memberikan defenisi sebagai berikut:

“Kelenturan adalah kemampuan untuk melakukan gerakan dalam ruang gerak sendi, kecuali oleh ruang gerak sendi, kelenturan juga ditentukan oleh elastisitas tidaknya otot-otot dan ligament”.

*Paul Uram* (1986:14) menyatakan bahwa :”Latihan dalam program atlit tanpa pertimbangan yang memadai cenderung untuk mengurangi jangkauan normal dari gerakan dan membatasi respon otot”.

Kelenturan merupakan tingkat kemampuan maksimal dalam gerak sendinya. Kemampuan fisik ini dipengaruhi oleh elastisitas otot, tendon,



ligament dan struktur kerangka tulang. Selain itu, kelenturan juga dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, volume penampang otot dan aspek psikologis dalam bekerja (berolahraga).

## 2. Kelenturan

Kelenturan atau *flexibility* sering diartikan sebagai kemampuan seseorang untuk mengerjakan tubuh atau bagian-bagian dalam satu ruang gerak yang seluas-luas mungkin, tanpa mengalami cedera pada persendian. Oleh karena kelenturan ini dipangkal pada luas gerak bagian tubuh disekitar persendian tertentu, maka kebutuhan akan kelenturan akan berbeda-beda pada tipe cabang olahraga. Contohnya kelenturan yang dibutuhkan untuk cabang olahraga senam akan lebih besar dibandingkan cabang renang. Dalam hal ini yang menjadi masalah utama sama, yaitu traf mana yang baik bagi olahraga tertentu. Berbagai studi mengemukakan bahwa anak wanita lebih baik tingkat kelenturannya dibandingkan dengan anak laki-laki.

*Kasunitz dan Keeney (1958)* menyatakan bahwa “*weight training* tidak akan mengurangi kelenturan persendian”. Kekuatan otot tidak akan terjadi apabila dalam melakukan *weight training* gerakan dilakukan sepenuhnya sesuai dengan ruang gerak maksimum pada sendi yang bersangkutan. Perkembangan kelenturan seseorang itu mulai usia kanak-kanak hingga dewasa.

### 3. Yang mempengaruhi kelenturan

#### a. Komposisi Jaringan Ikat

Semua jaringan ikat di dalam tubuh memiliki struktur elemen yang sama. *Fibrosit* mensintesis proteoglikan serta serabut-serabut ekstraseluler yang membentuk jaringan ikat.

#### b. Respon Jaringan

Keleluasaan gerak sendi serta kelenturan otot dalam suatu gerak, akan tetapi dapat dipertahankan selama bagian tubuh bergerak secara normal. Dan jaringan ikat akan tetap menjaga integritas serta kekuatannya, dan tetap mampu menahan secara tepat terhadap tekanan yang diterima (Costill, 1993:34).

#### c. Sifat Mekanik dan Fisik Kolagen

Kolagen akan menunjukkan sifat-sifat mekanik maupun fisiknya apabila terjadi suatu perubahan bentuk. Sifat ini memberikan kesempatan kepada kolagen untuk menanggapi beban yang diterima maupun perubahan bentuk secara tepat, serta akan memberikan kemampuan kepada jaringan untuk bertahan terhadap regangan yang kuat. Sifat mekanik tersebut adalah elastisitas, viskoelastisitas dan plastisitas (Faraggiana, 1972:80). Sedangkan yang bersifat fisik akan ditunjukkan dengan gaya relaksasi, rambatan, dan *hysteresis* (Noyes FR, 1979:118).

d. Otot

Kapsul sendi, ligament, fascia dan aponeurosis semuanya terdiri dari kolagen, yang diperkirakan sebagai jenis hambatan terhadap keterbatasan keleluasaan gerak sendi. Tendon sebagai bagian terpisah dari otot, diperhitungkan sebagai penghambat pasif. Hanya otot yang memiliki komponen aktif yang dapat membatasi keleluasaan sendi untuk bergerak maupun kelenturan ototnya. Komponen-komponen ini disebut sebagai elemen kontraktil yaitu *myosin* dan *aktin*.

e. Usia

Penuaan adalah merupakan suatu proses yang terjadi secara normal dan akan terus berkelanjutan. Selama proses penuaan akan terjadi peningkatan isi secara keseluruhan pada tendon, kapsul dan otot sepanjang luas penampang tersebut kolagen.

**D. Hubungan Daya Ledak Otot Lengan dan Kelenturan Otot Punggung Dengan Keterampilan Lempar Lembing Gaya Amerika**

Dalam olahraga atletik khususnya lempar lembing, daya ledak otot lengan dan kelenturan otot punggung sangat diperlukan seorang pelempar, terutama pada saat melakukan melempar, pada saat melempar, kaki yang satu bertumpu pada garis lempar, daya ledak otot lengan dan kelenturan otot punggung sangat diperlukan dalam lempar lembing gaya Amerika.

Daya ledak otot lengan dan kelenturan otot punggung yang baik digunakan melakukan lemparan yang maksimal oleh si pelempar ketika melakukan lempar lembing gaya amerika. Daya ledak otot lengan yang diperlukan dalam melempar menentukan seberapa jauh hasil lemparan yang dihasilkan oleh si pelempar. Jika kelenturan dan daya ledak otot lengan cukup bagus, maka hasil lemparan akan maksimal.

Daya ledak otot lengan dan kelenturan otot punggung turut mempengaruhi keterampilan melakukan lemparan gaya Amerika. Besar keberhasilan lemparan yang bergantung pada kekuatan otot lengan dan kelenturan otot punggung (*Dobengga, 1952;76*). Kelenturan dan daya ledak otot lengan yang digunakan untuk melakukan lemparan secara maksimal dalam melakukan lemparan gaya amerika.

Dari analisis tersebut, maka dapat dipastikan bahwa ada hubungan antara kekuatan otot lengan dan kelenturan otot punggung terhadap keterampilan lempar lembing gaya amerika. Jadi semakin baik daya ledak otot lengan dan kelenturan otot punggung seseorang maka akan semakin baik pula hasil lemparan yang akan dihasilkan dalam lempar lembing gaya amerik.