

## **BAB II**

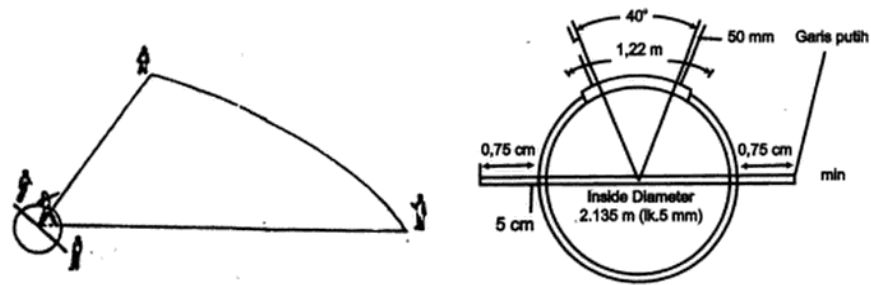
### **TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS**

#### **2.1 Tolak Peluru**

Tolak peluru termasuk nomor lempar dalam olahraga atletik yang memiliki kriteria tersendiri dari alat hingga lapangan yang digunakan. Alat utama yang digunakan disebut peluru, terbuat dari bahan besi dengan berat beragam. Berat peluru dalam olahraga tolak peluru untuk kelas senior putra adalah 7,25 kg dan putri 4 kg, sedangkan untuk kelas junior putra 5 kg dan putri 3 kg.

Asosiasi Internasional Federasi Atletik menetapkan bahwa batasan kelas dalam perlombaan dibagi berdasarkan usia. Kelas junior putra dan putri merupakan kelompok atlet dengan usia kurang dari 20 tahun, sedangkan kelas senior putra dan putri merupakan kelompok atlet dengan usia lebih dari 20 tahun.<sup>1</sup> Penelitian ini terfokus pada kelompok junior putra usia 12 hingga 15 tahun karena merupakan usia pubertas awal dimana peningkatan kekuatan otot dan kebugaran aerobik pada laki laki lebih besar daripada perempuan.<sup>11,12</sup> Sehingga penelitian ini dapat digunakan untuk acuan dalam menggali potensi siswa.

Lapangan tolak peluru juga memiliki kriteria tersendiri yaitu lengkungannya terbuat dari besi atau baja yang bagian atasnya harus rata dengan muka tanah di bagian luarnya. Bagian lingkaran dalam terbuat dari semen, aspal atau bahan lainya yang berbentuk padat namun tidak licin.<sup>13</sup>

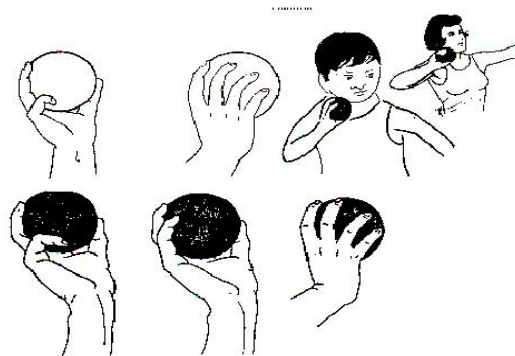


**Gambar 1.** Kriteria lapangan tolak peluru<sup>14</sup>

### 2.1.1 Teknik Tolak Peluru Gaya *O'brien*

Teknik tolak peluru gaya *O'brien* diawali dengan cara memegang dan memposisikan peluru di samping leher. Terdapat tiga macam teknik memegang peluru yaitu :

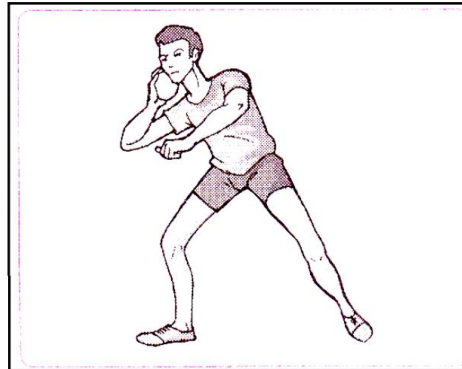
- peluru dipegang oleh jari jari yang diregangkan dengan kelingking sedikit ditekuk.
- peluru dipegang oleh jari jari yang agak dirapatkan dengan posisi ibu jari di samping peluru dan jari kelingking di bagian samping belakang peluru.
- peluru dipegang oleh jari jari yang lebih diregangkan dan posisi kelingking berada di bagian belakang peluru.



**Gambar 2.** Teknik memegang peluru<sup>13</sup>

Teknik menolak peluru terdiri dari tahap persiapan, pelaksanaan, dan gerak lanjutan. Persiapan dimulai dengan berdiri tegak membelakangi arah tolakan

kemudian peluru dipegang dengan tangan kanan dan ditempelkan di bawah rahang dengan posisi telapak tangan terbuka ke atas. Posisi siku berada di samping badan, lutut kaki kanan posisi fleksi, berat badan berada pada kaki kanan sedangkan tungkai kiri diluruskan.



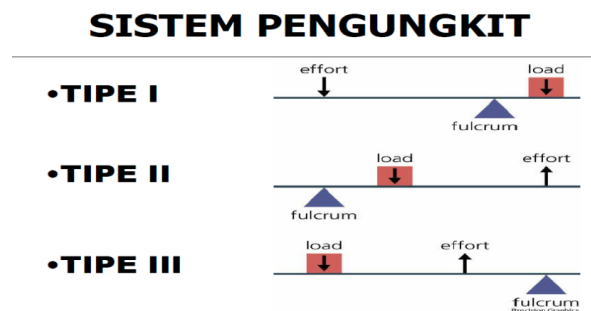
**Gambar 3.** Teknik menempelkan peluru pada leher<sup>15</sup>

Tahap pelaksanaan dimulai dengan melangkahkan kaki kiri ke arah tolakan bersamaan dengan kaki kanan yang ditarik mengikuti gerakan kaki kiri. Pada saat kaki kiri mengenai balok tolakan, badan diputar bersamaan dengan pinggul didorong ke depan atas. Pada saat badan menghadap ke arah tolakan, peluru ditolak dengan cepat dan kuat. Sudut tolakan optimal kurang dari  $45^\circ$  terhadap bidang horizontal. Setelah menolak, lengan kanan tetap lurus dan kaki kanan dipindahkan ke depan agar tidak keluar lingkaran.<sup>5</sup>

### 2.1.2 Analisis Gerak Tolak Peluru Gaya *O'brien*

Rangkaian gerakan dalam tolak peluru gaya *O'brien* menerapkan sistem pengungkit. Pengungkit adalah pesawat sederhana yang bekerja berdasarkan prinsip momen. Sistem pengungkit ini mempengaruhi gaya yang dilakukan oleh otot-otot saat menolak peluru. Setiap tahapan tolak peluru menerapkan prinsip tipe pengungkit yang berbeda. Pada tahap persiapan diterapkan pengungkit tipe III yaitu

pada saat berat badan ditumpukan pada tungkai kanan. Pada tahap pelaksanaan diterapkan pengungkit tipe II yaitu pada gerakan melangkahakan kaki kiri, sedangkan pada tahap lanjutan diterapkan pengungkit tipe I.



**Gambar 4.** Sistem pengungkit<sup>16</sup>

Sistem pengungkit terdiri atas titik tumpu, titik beban, dan titik kuasa dimana jarak diantaranya disebut lengan beban dan lengan kuasa. Semakin panjang lengan kuasa, semakin kecil nilai gaya kuasa sehingga gaya yang harus dikeluarkan untuk mengangkat beban lebih sedikit. Semakin panjang lengan kuasa, semakin besar keuntungan mekanik sehingga usaha semakin mudah dilakukan.

$$G \cdot LG = B \cdot LB$$

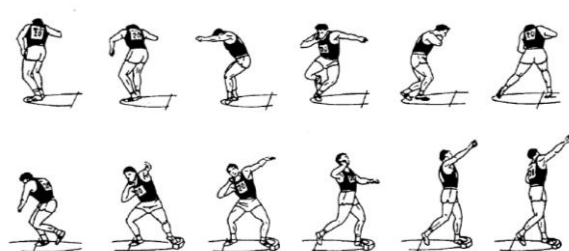
Keterangan :

- G = Gaya
- LG = Lengan Gaya
- B = Beban
- LB = Lengan Beban

Pada tahap persiapan, ketika tangan menggenggam peluru dan ditempelkan pada leher bagian samping, beberapa sendi dan otot yang terlibat yaitu *Articulationes intercarpales*, *Articulationes carpometacarpales*, *articulationes metacarpophalangeae*, *m. biceps brachii*, *m. coracobrachialis*, dan *m. supraspinatus*. Gerakan membungkuk pada fase persiapan awal melibatkan *Articulatio lumbalo sacralis*, *m. psoas minor* dan *m. psoas major* sedangkan posisi fleksi pada lutut melibatkan *Articulatio genus*, *Articulatio coxae* dan *m. biceps*

*femoris*. Pada tahap pelaksanaan, gerakan kaki kiri diayunkan ke arah sektor tolakan melibatkan *Articulatio coxae*, *Articulatio genus*, *m. gluteus maximus*, dan *m. iliacus*. Kemudian gerakan melangkahkan kedua kaki ke arah sektor tolakan melibatkan *Articulatio talotarsalis*, *Articulatio talocalcaneonavicularis*, dan *m. gastrocnemius*.

Pada saat posisi pinggang diputar kemudian peluru dilepas, *Articulatio intervertebralis*, *Articulatio humeri*, *m. deltoideus*, *m. obliquus externus abdominis* dan *m. pectoralis major* memiliki peranan penting. Kemudian setelah peluru dilepas dan kaki kanan dilangkahkan kedepan, *articulatio coxae*, *articulatio genus*, *m. quadriceps femoris*, dan *m. rectus femoris* memegang peranan penting dalam gerakan abduksi.<sup>17</sup>



**Gambar 5.** Tolak peluru gaya *O'brien*<sup>18</sup>

### 2.1.3 Posisi Sudut Tolakan

Prestasi tolak peluru ditentukan oleh jarak terjauh yang dapat ditempuh peluru. Jarak optimal tolak peluru dipengaruhi sudut lepas peluru, ketinggian lepas peluru dan kecepatan awal peluru. Berdasarkan penelitian sebelumnya, rata rata kecepatan awal lepas peluru oleh atlet kelas dunia berkisar antara 12,5 m/s hingga 14,5 m/s. Kecepatan tersebut dapat menghasilkan jarak tempuh peluru sejauh 19 hingga 23 m. Posisi sudut tola kan pada atlet kelas dunia berkisar antara 26° hingga 45°.

Sedangkan ketinggian lepas peluru ditentukan dari tinggi badan atlet dan sudut lengan terhadap bidang horizontal.<sup>18</sup> Secara sistematis, hubungan antara sudut lepas peluru, ketinggian lepas peluru dan kecepatan awal terhadap jarak tempuh peluru dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$d_{\text{flight}}$  = jarak terbang peluru (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

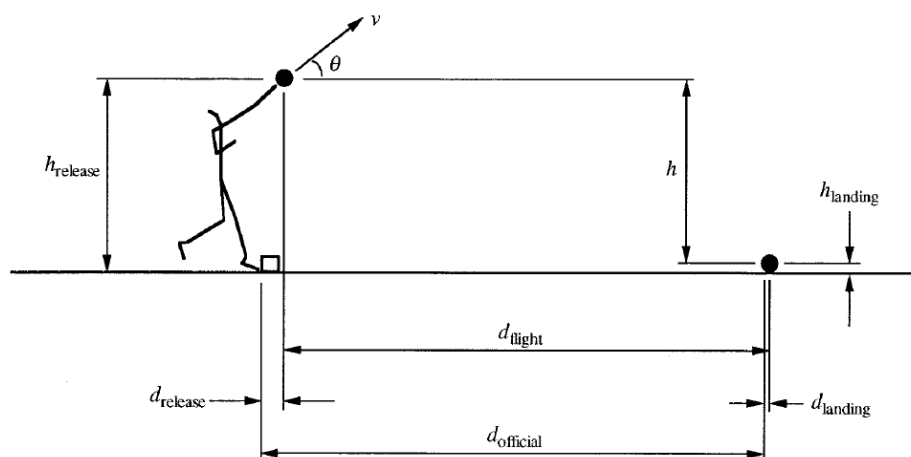
$$d_{\text{flight}} = \frac{v^2 \sin 2\theta}{2g} \left[ 1 + \left( 1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta} \right)^{1/2} \right]$$

$\theta$  = sudut tolakan terhadap bidang horizontal ( $^\circ$ )

$v$  = kecepatan awal lepas peluru ( $\text{m/s}$ )

$h$  =  $h_{\text{release}} - h_{\text{landing}}$  (m)

**Gambar 6.** Ilustrasi faktor yang mempengaruhi jarak tempuh peluru<sup>18</sup>



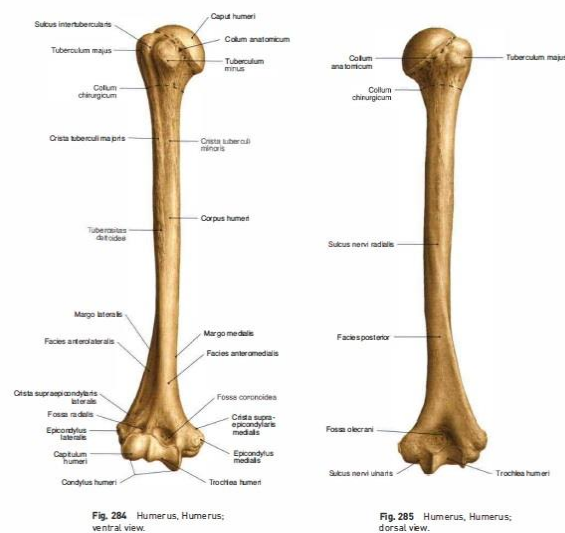
## 2.2 Lengan

Lengan merupakan bagian dari ekstremitas atas yang terbagi atas dua segmen, yaitu lengan atas dan lengan bawah.<sup>19</sup> Lengan atas merupakan segmen

pertama pada ekstremitas atas yang bebas dan paling panjang. Lengan atas menghubungkan bahu dengan siku, sedangkan lengan bawah menghubungkan siku dengan pergelangan tangan.

### 2.2.1 Sistem Muskuloskeletal pada Lengan

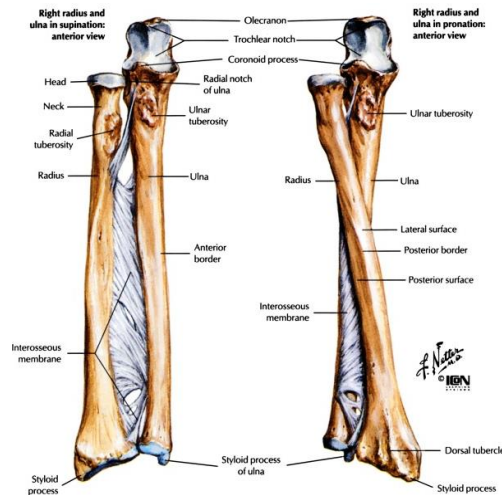
Lengan tersusun atas tiga tulang panjang yaitu tulang *humerus*, *ulna*, dan *radius*. *Humerus* memiliki 3 bagian yaitu ujung proksimal, *corpus humeri* dan ujung distal. Ujung proksimal terdiri dari *caput humeri*, *collum anatomicum*, *tuberculum majus* dan *tuberculum minus*. *Corpus humeri* mempunyai 3 *facies* dan 3 *margo* yaitu *facies anterior lateralis*, *facies anterior medialis*, *facies posterior*, *margo anterior*, *margo lateralis*, dan *margo medialis*. Sedangkan ujung distal terdiri atas 2 bagian yaitu *condylus humeri* dan *epicondylus humeri*.<sup>20</sup>



**Gambar 7. Os Humerus<sup>35</sup>**

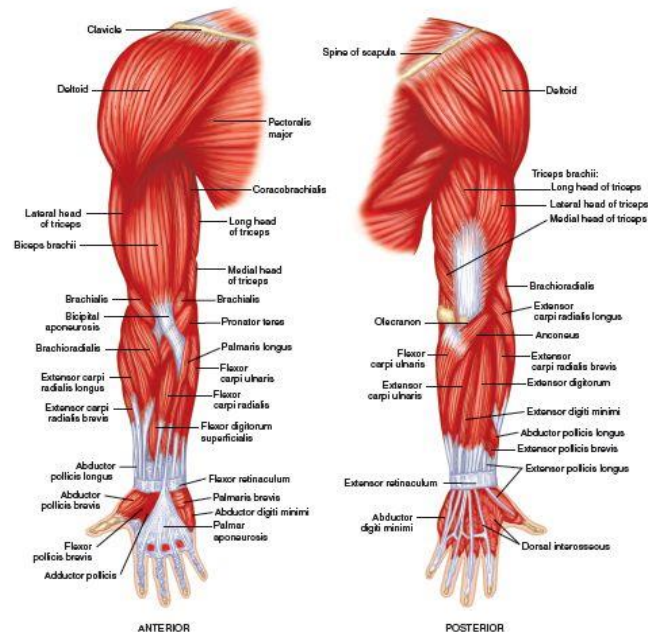
*Ulna* dan *radius* merupakan tulang panjang berbentuk prisma yang terletak sejajar sebagai rangka lengan bawah. *Ulna* berada di sebelah medial sedangkan *radius* berada di sebelah lateral *antebrachium*. Keduanya terdiri atas 3 bagian yaitu

ujung proksimal, *corpus* dan ujung distal. Ujung proksimal pada tulang *radius* lebih kecil dari ujung distalnya.



**Gambar 8.** *Os. radius* dan *os. ulna*<sup>21</sup>

Lengan tersusun atas kelompok otot yang terbagi menjadi dua segmen yaitu lengan atas dan lengan bawah. Kelompok otot lengan atas terdiri dari otot-otot ventral lengan atas yaitu *m. biceps brachii*, *m. coracobrachialis*, dan *m. brachialis* serta otot-otot dorsal lengan atas yaitu *m. triceps brachii* dan *m. anconeus*. Sedangkan kelompok otot lengan bawah terdiri atas otot-otot *radiodorsal* dan otot-otot *ulnovolair*.



Gambar 9. Otot otot lengan<sup>21</sup>

### 2.3 Kekuatan Otot Lengan

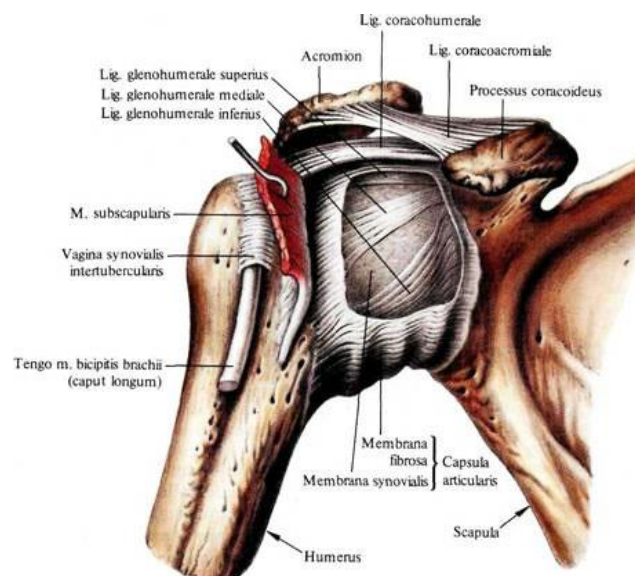
Kekuatan otot adalah kemampuan otot untuk melakukan kontraksi maksimal.<sup>22</sup> Tegangan otot yang dapat dikerahkan terhadap suatu beban menjadi indikator utama dalam pengukuran kekuatan otot. Instrumen untuk mengukur kekuatan otot lengan adalah *expanding dynamometer*. Pengukuran dilakukan dengan posisi berdiri tegak, kedua tungkai membuka selebar bahu kemudian *expanding dynamometer* dipegang dengan kedua tangan menyamping. Kedua lengan tidak boleh menyentuh dada.<sup>10</sup>

### 2.4 Articulatio humeri

*Articulatio humeri* merupakan sendi yang dibentuk oleh *caput humeri* dengan *cavitas glenoidalis scapulae*.<sup>23</sup> persendian ini termasuk jenis sendi peluru. Berdasarkan jumlah aksisnya, *Articulatio humeri* memiliki tiga aksis yaitu aksis

sagital, transversal, dan longitudinal yang saling berpotongan membentuk satu titik tepat pada pertengahan sendi.<sup>24</sup>

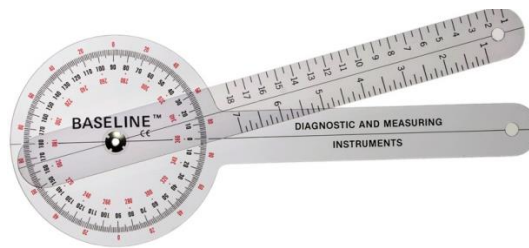
*Articulatio humeri* memperoleh penguatan dari beberapa jaringan ikat yaitu *ligamentum coracohumerale* dan *ligamentum glenohumerale*. Selain itu, *Articulatio humeri* juga diperkuat oleh beberapa otot yaitu *supraspinatus*, *infraspinatus*, *teres minor*, *subscapularis*, dan *deltoideus* yang menjaga *Articulatio humeri* tetap pada *glenoidalisnya*.<sup>25</sup>



**Gambar 10.** *Articulatio humeri*<sup>26</sup>

## 2.5 Goniometri

Goniometri berasal dari Bahasa Yunani yaitu *gonia* yang berarti sudut dan *metron* yang berarti ukur. Goniometri berkaitan dengan pengukuran sudut yang dihasilkan sendi, dapat digunakan untuk menentukan posisi sendi yang tepat dan jumlah total dari gerakan yang dapat terjadi pada suatu sendi. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini disebut goniometer.<sup>27</sup>



**Gambar 11.** Goniometer<sup>27</sup>

## 2.6 Range of Motion (ROM)

*Range of motion* adalah lingkup gerak sendi yang bisa dilakukan oleh suatu sendi yang digunakan untuk menilai gerakan.<sup>28</sup> Gerakan dapat dilihat sebagai tulang yang digerakkan oleh otot melalui persendian sehingga seluruh struktur yang terdapat pada persendian seperti otot, permukaan sendi, kapsul sendi, fasia, pembuluh darah dan saraf akan terpengaruh.

Posisi awal untuk mengukur semua ROM adalah posisi anatomis. Terdapat tiga sistem pencatatan yang bisa digunakan yaitu sistem  $0^\circ - 180^\circ$ ,  $180^\circ - 0^\circ$ , dan  $360^\circ - 0^\circ$ .<sup>27</sup> Sistem pencatatan  $0^\circ - 180^\circ$  mengharuskan sendi lengan dan bawah ada pada posisi  $0^\circ$  untuk gerakan fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi ketika tubuh dalam posisi anatomis. ROM dimulai pada  $0^\circ$  dan bergerak menuju  $180^\circ$ .

### 2.6.1 ROM *Articulatio humeri*

Gerakan sendi bahu yang dapat dilakukan dan dinilai dengan goniometer adalah fleksi, ekstensi, abduksi, endorotasi dan eksorotasi. Pengukuran dapat dilakukan dalam posisi anatomis dengan berdiri atau tidur.<sup>29</sup> Pada gerakan fleksi, *fulcrum* goniometer berada pada tonjolan *acromion*. Kedua lengan goniometer berada pada sepanjang garis tengah bagian lateral dari *thorax* dan garis tengah bagian lateral dari *humerus*, sejajar dengan *epicondylus lateral humeri*.

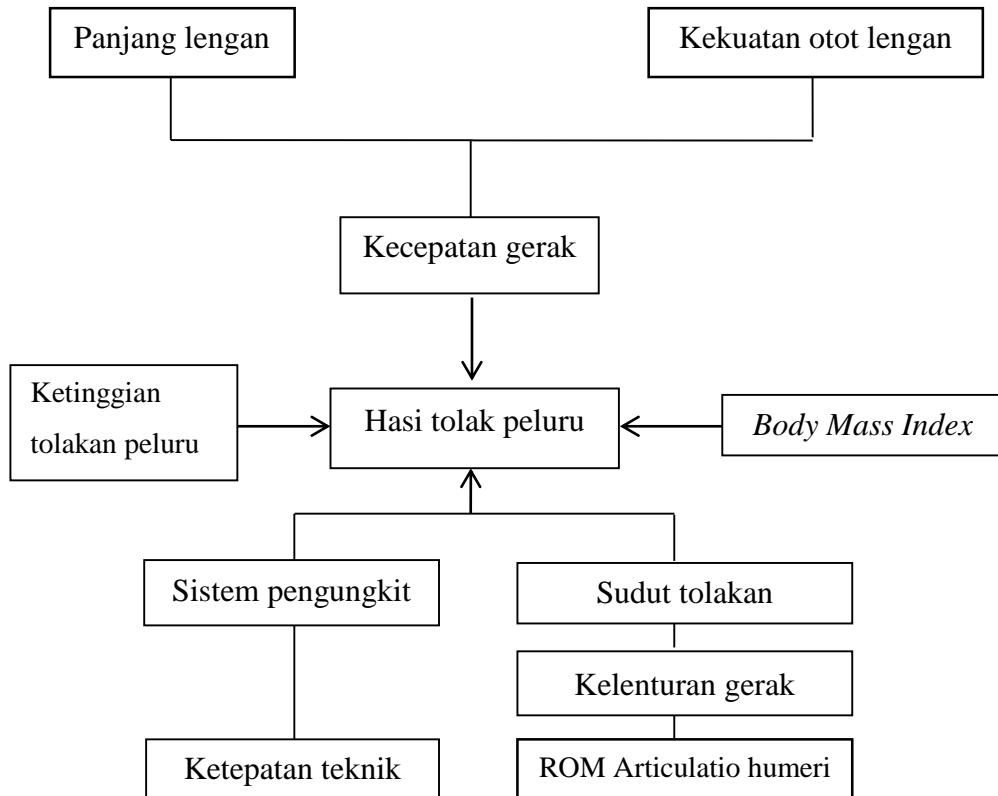
Gerakan ekstensi sendi bahu diukur pada posisi berdiri atau tidur dengan badan telungkup dan kepala menghadap berlawanan dengan sisi yang sedang diukur. Posisi bahu  $0^\circ$  dari abduksi dan rotasi. Posisi sendi siku sedikit fleksi sehingga regangan otot *biceps brachii caput longum* tidak menghambat gerakan. Stabilisasi dilakukan dengan memegang *scapula*. Gerakan abduksi diukur dengan posisi bahu  $0^\circ$  dari fleksi dan ekstensi. Posisi lengan eksternal rotasi penuh sehingga telapak tangan menghadap anterior.

Pengukuran gerakan rotasi internal dan eksternal dilakukan dengan posisi lengan abduksi  $90^\circ$ . *Fulcrum* goniometer diletakkan pada tonjolan *olecranon*, ujung distal diletakkan pada *prosesus styloideus ulna* sedangkan ujung proksimal harus dapat bergerak bebas sehingga gravitasi membuatnya menggantung ke lantai.<sup>29</sup>

**Tabel 1.** Nilai rata rata ROM normal<sup>30</sup>

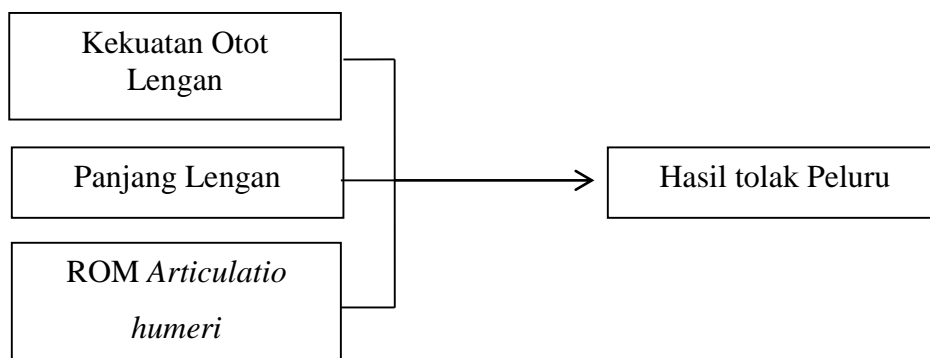
Gerakan	Nilai rata-rata ROM normal
Fleksi	$0^\circ - 180^\circ$
Ekstensi	$0^\circ - 60^\circ$
Abduksi	$0^\circ - 180^\circ$
Rotasi internal	$0^\circ - 70^\circ$
Rotasi eksternal	$0^\circ - 90^\circ$

## 2.7 Kerangka Teori



**Gambar 12.** Kerangka Teori

## 2.8 Kerangka Konsep



**Gambar 13.** Kerangka konsep

## **2.9 Hipotesis**

### **2.9.1 Hipotesis Mayor**

Terdapat hubungan yang signifikan antara kekuatan otot lengan, panjang lengan, dan *range of motion Articulatio humeri* terhadap hasil tolak peluru.

### **2.9.2 Hipotesis Minor**

1. Semakin besar kekuatan otot maka semakin jauh hasil tolak peluru
2. Semakin panjang lengan maka semakin jauh hasil tolak peluru
3. Semakin tinggi nilai *range of motion Articulatio humeri* maka semakin jauh hasil tolak peluru