

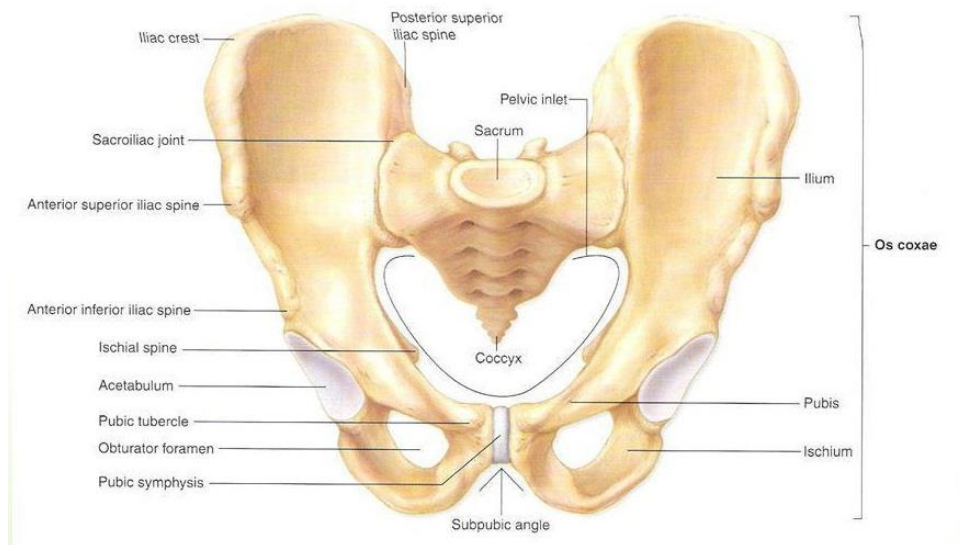
**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP,**  
**DAN HIPOTESIS**

**2.1 Kinesiologi dan Biomekanika**

Kinesiologi adalah ilmu yang mempelajari tubuh manusia pada waktu melakukan gerakan.<sup>6</sup> Beberapa disiplin ilmu yang terlibat dalam kinesiologi adalah anatomi, fisiologi neuromuskular dan biomekanika. Biomekanika adalah bagian dari kinesiologi yang menerapkan aspek-aspek mekanika pada tubuh manusia.<sup>6</sup>

**2.2 Pelvis**

Ekstremitas bawah manusia merupakan organ lokomosi dan penunjang, akan tetapi memiliki gelang panggul yang lebih stabil dan lebar serta tungkai yang lebih panjang dibandingkan dengan ekstremitas atas.<sup>9</sup> Berbeda dengan bahu, gelang panggul merupakan cincin tulang yang hampir kaku. Gelang panggul di bentuk oleh *os sacrum*, *os coccygis*, dan kedua *os coxae*. Tulang-tulang penyusun gelang panggul tersebut dihubungkan dengan sendi-sendi pelvis. Persendian di pelvis yaitu *sacrococcygeal joint*, *symphysis pubis*, dan kedua *sacroiliac joint* kanan dan kiri.<sup>10</sup> Berikut adalah gambaran dari gelang panggul.



**Gambar 1.** Struktur pelvis. Merupakan gambaran tulang penyusun gelang panggul.<sup>9</sup>

### 2.3 Sistem Muskuloskeletal pada Pelvis dan Paha

Penghubung antara pelvis (*os coxae*) dengan *os femur* adalah *acetabulofemoral joint*, atau disebut juga *artioculatio coxae*. *Artioculatio coxae* merupakan salah satu contoh *ball and socket joint* pada tubuh manusia, yang dibentuk oleh *caput femoris* dan *acetabulum*.<sup>5,11</sup> Hal ini memungkinkan berbagai macam gerak dari femur, yaitu gerak fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi, rotasi luar, rotasi dalam, horizontal fleksi, horizontal abduksi dan sirkumduksi. Otot-otot yang bekerja pada *artioculatio coxae* adalah sebagai berikut :

#### 1. *Anterior Thigh Muscle*

Terdiri dari : otot *illiopsoas*, *pectineus*, *quadriceps femoris*, *sartorius*.

#### 2. *Medial Thigh Muscle*

Disebut juga kelompok otot adduktor paha, terdiri dari : *adductor brevis*, *adductor longus*, *adductor magnus*, *gracilis*, *obturator externus*.

### 3. Gluteal Thigh Muscle

Terdiri dari : *gluteus maximus*, *gluteus medius*, *gluteus minimus*, *tensor fasciae latae*, *piriformis*, *obturator internus*, *gemelli superior* dan *inferior*, dan *quadratus femoris*.

### 4. Posterior Thigh Muscle

Terdiri dari : *semitendinosus*, *semimembranosus* dan *biceps femoris*.<sup>11,12</sup>

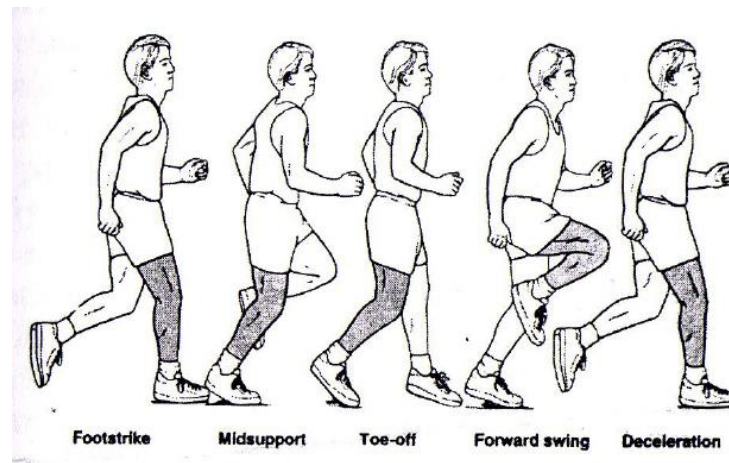
Berikut ini adalah gambar otot – otot yang bekerja pada *articulatio coxae* berdasarkan fungsinya :

Circumductors			
Flexors (L2,3,4)	Extensors (L5,S1,2)	Abductors (L5,S1)	Adductors (L2,3,4;S1,2)
Iliopsoas Tensor fasciae latae Sartorius Pectineus	Gluteus maximus The three hams Adductor magnus (ham part) (L2,3,4)	Gluteus medius Gluteus minimus (Tensor fasciae latae)  (Piriformis) (Sartorius)	Adductor magnus Adductor brevis Adductor longus  Pectineus  Gluteus maximus
Rectus femoris Adductor longus Adductor brevis Adductor magnus (Obt. part)			Short muscles Obturator internus Gemelli Obturator externus Quadratus femoris
Rotators			
Medial (L2,3,4,5;S1)		Lateral (L2,3,4,5;S1,2)	
Gluteus medius Gluteus minimus (Tensor fasciae latae)  Upper adductor mass Adductor magnus (ham part) Pectineus		Gluteus maximus Short muscles Piriformis Obturator internus Gemelli Obturator externus  Quadratus femoris Iliopsoas	

**Gambar 2.** Otot – otot yang bekerja pada *articulatio coxae*.<sup>11</sup> sumber : Grant's Method of Anatomy. 11th ed

## 2.4 Biomekanika Lari

Lari dibagi menjadi 2 fase, yaitu fase *swing* dan fase *support*.<sup>6</sup> Fase *swing* dimulai ketika *toe-off*, ketika kaki telah mencapai batas belakang, sampai dengan kaki mendarat lagi di tanah (*foot strike*). Fase *support* di mulai ketika kaki depan kontak ketanah, *foot strike* hingga *toe-off*.



**Gambar 3.** Fase-fase lari.<sup>6</sup> Fase *support* dimulai dari fase *footstrike*, *midsupport*, hingga *toe-off*, sedangkan fase *swing* dimulai saat *toe-off*, *forward swing* hingga kembali ke *footstrike* atau *deceleration*.

Peranan otot tiap fase sangat berbeda tergantung fasenya. Pada fase *support*, otot-otot ekstensor paha lah yang paling berperan, seperti otot *hamstrings*, otot *gluteus medius* dan otot *gluteus maximus*. Sedangkan saat fase *swing* otot fleksor paha lah yang berperan aktif, seperti otot *illiopsoas*, otot *tensor fascia latae*, otot *sartorius* dan golongan otot *tight adductor*.

Muscles	Running Phases				
	Support			Swing	
	Footstrike	Midsupport	Toe-off	Forward Swing	Deceleration
Dorsiflexors	*	**	**	**	**
Intrinsic Foot Muscles			***		*
Gluteus Maximus	**	**	***		*
Gluteus Medius	**	***	**	*	
Gluteus Minimus	**	***	**	*	**
Hamstrings	***	**	***	*	**
Iliopsoas				***	
Plantar Flexors	**	*	**		*
Quadriceps	**	***	***		*
Sartorius				**	*
Tensor Fascia Latae	**	**	*	***	
Thigh Adductors	**	**	*	**	*

\* = low activity  
 \*\* = moderate activity  
 \*\*\* = high activity

**Gambar 4.** Otot – otot yang berkerja saat lari.<sup>6</sup> Dikutip dari materi mekanisme gerak sistem muskuloskeletal Depatement Anatomy FKUI.

## 2.5 Kecepatan Lari

Kecepatan dalam lari jarak pendek adalah hasil kontraksi yang kuat dan cepat dari otot-otot yang dirubah menjadi gerakan halus dan efisien dan sangat dibutuhkan bagi pelari untuk mendapatkan kecepatan yang tinggi.<sup>13</sup> Kecepatan lari adalah hasil kali antara panjang langkah dan frekuensi (jumlah perdetik) langkah.<sup>14</sup>

### 2.5.1 Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan Lari

Frekuensi langkah dipengaruhi oleh teknik lari dan kecepatan kontraksi otot.<sup>5,15</sup> Teknik lari disini yang dimaksud adalah teknik start, teknik gerakan lari, dan teknik memasuki garis finish. Teknik start standart untuk lari jarak pendek adalah start jongkok. Sedangkan gerakan lari yang berpengaruh adalah posisi tubuh saat lari, gerakan kedua tangan, dan gerakan langkah kaki. Teknik memasuki garis finish yang baik dan benar adalah membusungkan dada kedepan saat memasuki garis finish.

Panjang langkah dipengaruhi oleh kekuatan otot ekstensor paha (seperti otot *hamstrings*, otot *gluteus medius* dan otot *gluteus maximus*), *Range of Motion* (ROM) *articulatio coxae* dan ciri anthropometri dari pelari.<sup>5,15</sup> Kekuatan otot merupakan hal yang signifikan dalam prestasi lari.<sup>8</sup> sedangkan antropometri dilihat dari tinggi badan dan panjang tungkai mempengaruhi kecepatan berlari.<sup>16</sup>

Penelitian sebelumnya oleh Weyand, dkk, menunjukkan bahwa gaya tolak saat kaki menyentuh tanah merupakan faktor paling dominan dalam penentuan kecepatan lari.<sup>17</sup> Gaya tolak saat kaki kontak dengan tanah dapat mempengaruhi panjang langkah maupun frekuensi langkah.

Faktor -faktor yang membatasi prestasi pelari cepat (sprint) yaitu<sup>14</sup> :

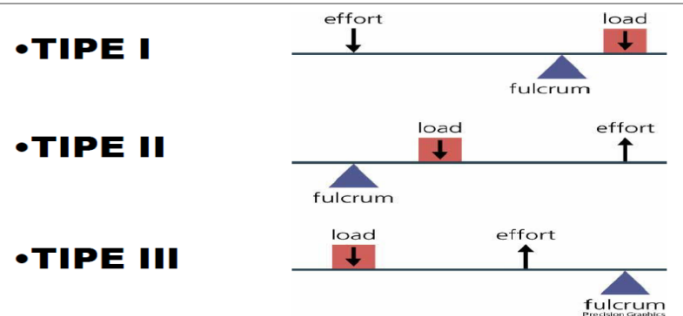
- Tenaga otot
- Viskositas otot
- Kecepatan reaksi
- Kecepatan kontraksi
- Koordinasi
- Ciri antropometris

## **2.6 Sistem Pengungkit**

Pengungkit adalah pesawat sederhana yang bekerja berdasarkan prinsip momen. Pengungkit adalah sebuah batang kaku yang memiliki titik tumpu, titik gaya dan titik beban. Sistem pengungkit ini mempengaruhi gaya yang dilakukan oleh otot-otot kaki saat lari.

Ada 3 tipe pengungkit, pengungkit tipe 1 yaitu titik tumpu berada diantara titik beban dan titik gaya. Pengungkit tipe 2 yaitu titik beban berada diantara titik tumpu dan titik gaya. Sedangkan pengungkit tipe 3 yaitu titik gaya berada diantara titik tumpu dan titik beban. Sistem pengungkit yang bekerja di persendian panggul adalah sistem pengungkit tipe 3.<sup>18</sup>

## SISTEM PENGUNGKIT



**Gambar 5.** Sistem pengungkit.<sup>6</sup> Sistem pengungkit tipe 1 titik tumpu berada diantara gaya dan beban. Tipe 2 beban berada diantara titik tumpu dan gaya. Tipe 3 gaya berada diantara beban dan titik tumpu.

Prinsip kerja pengungkit adalah hasil kali penerapan gaya dan lengan gaya sama dengan hasil kali penerapan beban dengan lengan beban. Pengungkit digunakan untuk memperoleh keuntungan mekanis, sehingga gaya kecil yang diterapkan pada lengan gaya yang panjang dapat diubah untuk mengatasi atau mengangkat beban yang cukup besar, atau untuk memperoleh kecepatan.<sup>19</sup>

$$G \times LG = B \times LB$$

Keterangan :

G = Gaya

LG = Lengan Gaya

B = Beban

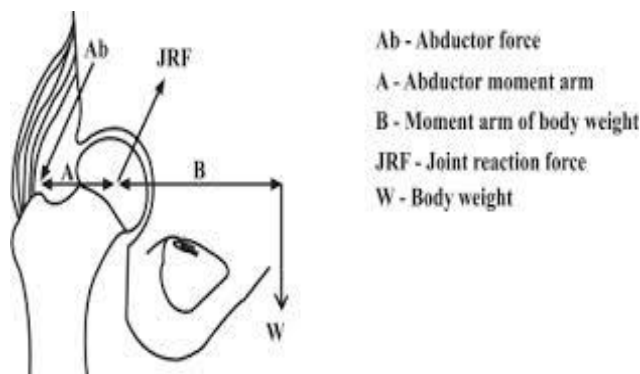
LB = Lengan Beban

Pengungkit digunakan untuk memperoleh keuntungan mekanis, sehingga gaya kecil yang diterapkan pada lengan gaya yang panjang dapat diubah untuk mengatasi atau mengangkat beban yang cukup besar, atau untuk memperoleh kecepatan.

## 2.7 Sistem Pengungkit pada *Articulatio Coxae*

Sistem pengungkit yang bekerja pada *articulatio coxae* adalah sistem pengungkit tipe 3. Sistem pengungkit tipe 3 ini memiliki lengan beban lebih panjang dari lengan gaya, karena kerja gaya selalu berada diantara tuas dan titik beban. Sistem pengungkit ini memberikan keuntungan penambahan kecepatan dengan mengorbankan pemakaian gaya. Sistem pengungkit tipe 3 ini bekerja ketika melakukan gerakan antefleksi dari tungkai.

Selain sistem pengungkit tipe 3, juga terjadi sistem pengungkit tipe 1 pada *articulatio coxae*. Sistem pengungkit ini menggambarkan beban yang diterima sendi dipengaruhi oleh berat badan, gaya abduksi otot, dan juga panjang dari lengan gaya dan beban.



**Gambar 6.** Sistem pengungkit tipe 1 pada *articulatio coxae*.<sup>20</sup>

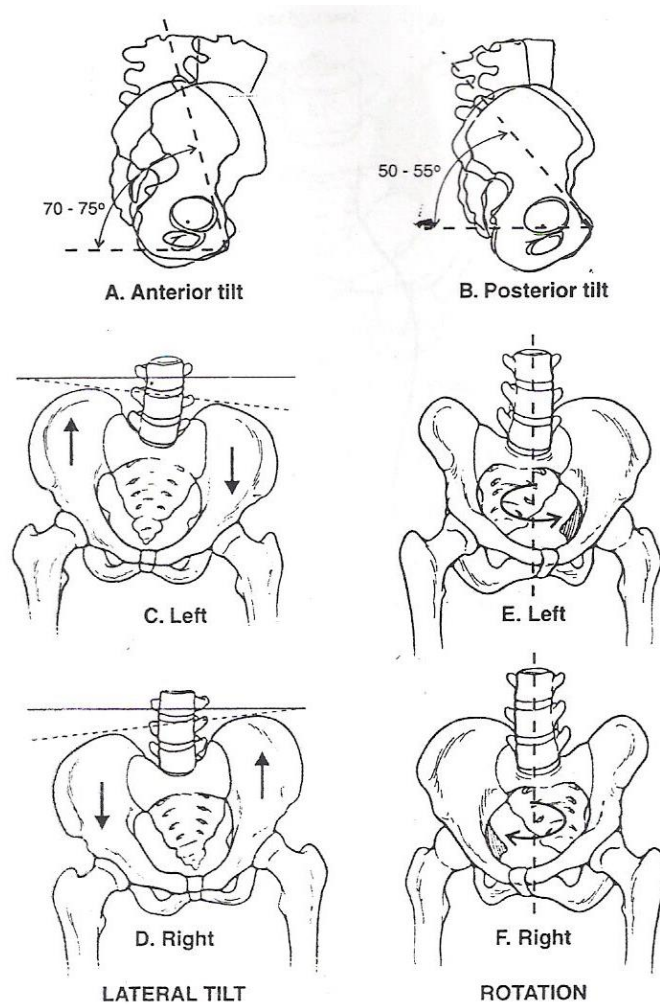
## 2.8 Pergerakan Pelvis

Pelvis dapat melakukan enam gerakan dalam merespon pergerakan batang tubuh maupun pergerakan tungkai antara lain :

- *Anterior Tilt* (A) : saat batang tubuh fleksi dan ekstensi dari tungkai
- *Posterior Tilt* (B) : saat batang tubuh ekstensi dan fleksi dari tungkai



- *Left (C) and Right (D) Lateral Tilt* : saat menempatkan beban tubuh ke kiri maupun kanan tungkai
- *Left (E) and Right (F) Rotation* : saat batang tubuh melakukan rotasi ke kiri maupun kanan diikuti pergerakan tungkai sisi yang sama.



**Gambar 7.** Pergerakan pelvis.<sup>6</sup>

Saat berlari, rotasi pelvis ke arah kaki penyangga dan tulang belakang kearah kebalikannya. Gerak simultan yang berkebalikan ini mencegah pergerakan berlebihan dari batang tubuh. Rotasi pelvis juga memperpanjang langkah dan mengurangi ketidakseimbangan akibat pergeseran titik gravitasi. Seorang pelari yang baik biasanya melakukan rotasi pelvis dari ketiga bidang anatomis.<sup>21</sup>

Rotasi pelvis dapat menambah panjang langkah hingga 5 cm, dan jika dilakukan pada lari 100 meter maka dapat memperpendek jarak hingga 2,5 meter atau setara seperempat detik.<sup>15</sup> Hal ini juga didukung dengan hukum fisika mengenai gaya sentripetal dimana kecepatan berbanding lurus dengan jari-jari dan berbanding terbalik dengan masa benda.<sup>22</sup>

$$F_s = \frac{m \times vt^2}{r} \qquad vt^2 = \frac{F_s \times r}{m}$$

$F_s$  = gaya setripetal

$m$  = massa benda

$vt$  = kecepatan tangensial

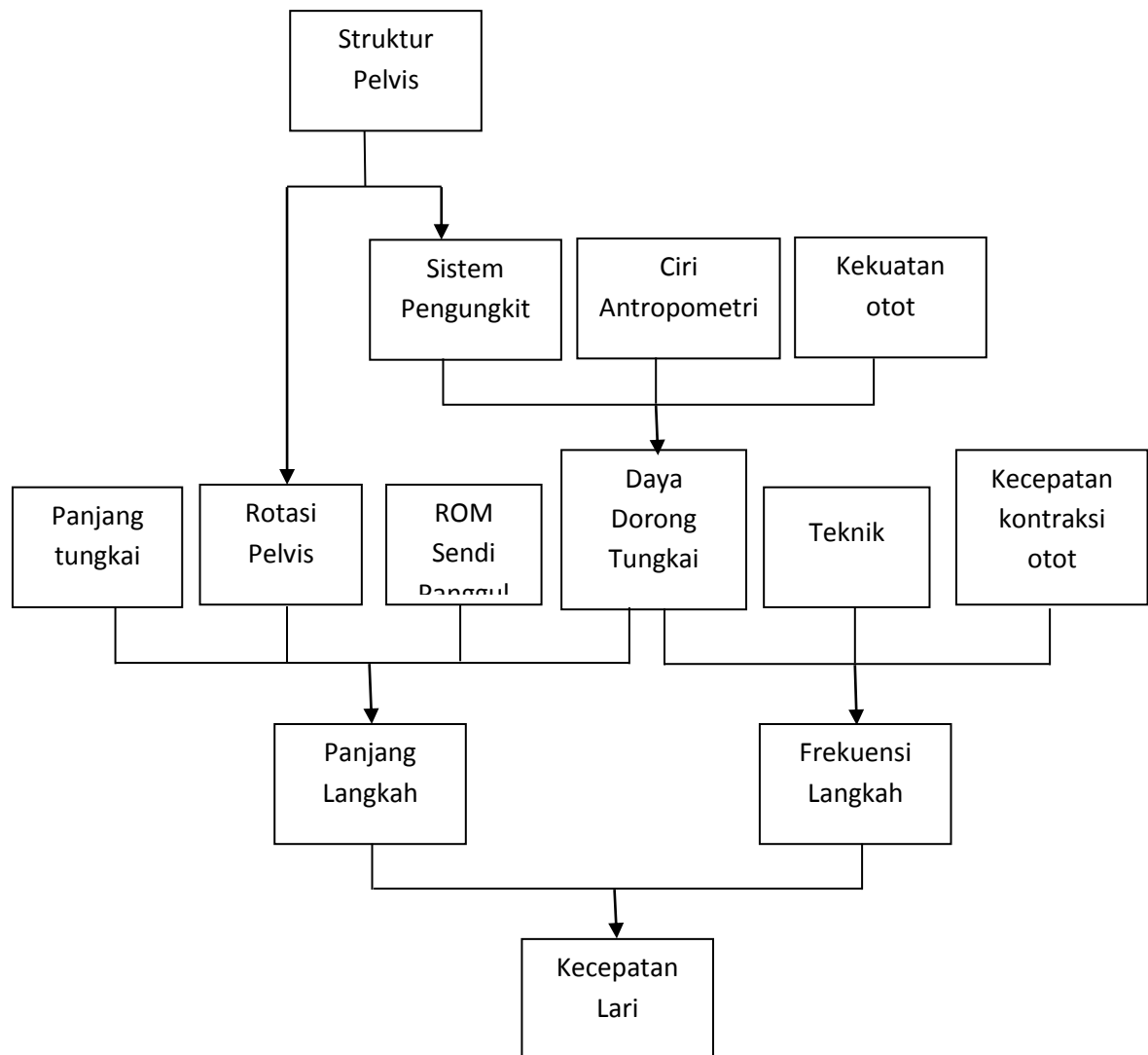
$r$  = jari – jari

Rumus di atas menunjukkan bahwa semakin panjang jari – jari pelvis maka kecepatan lari akan semakin cepat.

## 2.9 Lari 60 Meter

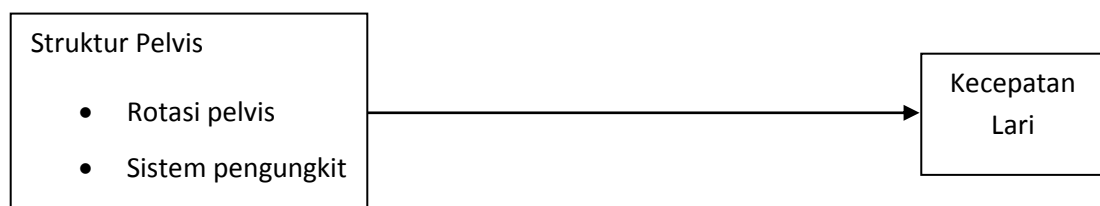
Lari 60 meter merupakan salah satu nomor lari yang tergolong jarak pendek. Lari cepat dalam jarak pendek adalah lari yang dilakukan dengan kecepatan penuh(sprint) atau kecepatan maksimal, sepanjang yang harus ditempuh sampai jarak 60, 100 sampai 400 meter.<sup>3</sup> Untuk dapat berprestasi pada lari jarak pendek diperlukan banyak unsur, terutama unsur kecepatan. Pelari profesional biasanya mencapai kecepatan maksimalnya pada jarak 50-70 meter, dimana dapat mempertahankan kecepatan konstan kira-kira 20 meter selanjutnya.<sup>4</sup> Berbeda dengan pelari profesional subyek yang akan dinilai adalah siswa sekolah menengah atas dimana memiliki level kecepatan lari yang berbeda. Maka cabang lari 60 meter merupakan pilihan pengukuran kecepatan yang paling sesuai.

## 2.10 Kerangka Teori



**Gambar 8.** Kerangka Teori

## 2.11 Kerangka Konsep



**Gambar 9.** Kerangka konsep

### **2.12 Hipotesis**

Terdapat hubungan struktur pelvis terhadap kecepatan lari 60 meter siswa SMA 3 Semarang.