

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Q angle*

2.1.1 Definisi

Q angle adalah sudut yang terletak antara garis yang menggambarkan tarikan aksial tendo *m. quadriceps femoris* dan garis yang membagi dua *lig.patellae*.¹⁹ *Q angle* pertama kali ditemukan oleh Brattstrom. Brattstrom menggambarkan *q angle* sebagai sudut dengan puncak pada *os. patellae*, terbentuk antara *lig. patellae* dan perpanjangan garis yang terbentuk dari tarikan aksial *m.quadriceps femoris*.²⁰

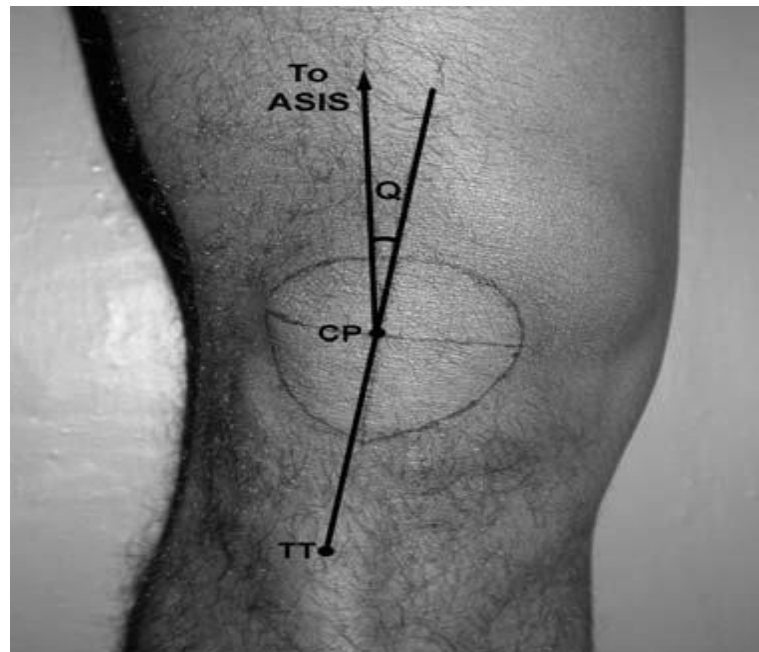
Q angle merupakan faktor penting untuk menilai fungsi *art. patellofemoral*. Peningkatan *q angle* di luar rentang normal dianggap sebagai indikasi *misalignment* ekstensor yang dikaitkan dengan PFPS, hipermobilitas *art. patellofemoral* dan ketidakstabilan *os. patellae*.²⁰

2.1.2 Pengukuran *Q angle*

Q angle diukur dengan menggunakan SIAS sebagai penanda proksimal.²⁰ *Q angle* merupakan sudut yang terbentuk dari perpotongan 2 garis imajiner. Garis pertama adalah garis yang memanjang dari SIAS ke pusat *os. patellae*. Garis kedua adalah garis yang memanjang dari *tuberositas tibiae* ke pusat *os. patellae*.²⁰

Pengukuran *q angle* pada posisi berdiri dan supinasi menggunakan goniometer standar menunjukkan hasil yang sama.²¹Wheeless (2012) menyatakan bahwa *q angle* tidak akurat diukur pada posisi berdiri karena dislokasi lateral *os. patellae* dapat memberikan kesan *q angle* normal. Pengukuran *q angle* lebih akurat pada posisi fleksi lutut karena pada posisi ini *os. patellae* terletak pada *sulcus trochealis*.²²

Q angle normal adalah 14° pada laki-laki. *Q angle* normal pada wanita sedikit lebih tinggi yaitu 17° . *Q angle* masih termasuk normal pada kisaran $\pm 3^{\circ}$ dari angka tersebut.²²



Gambar 1. Pengukuran *Q angle*²⁰

2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi *Q angle*

2.1.3.1 Faktor Insitu

1) Kelenturan Ligamen dan Kapsula

Salah satu kapsula pada *art. genu* adalah *retinaculum lateralis*. *Retinaculum lateralis* yang terlalu kencang dapat menarik *os. patellae* ke lateral. Ligamen- ligamen intrakapsularia dan ekstrakapsularia pada *art. genu* juga dapat mempengaruhi kedudukan *os. patellae*. Hal ini akan mempengaruhi *q angle* karena *os. patellae* adalah salah satu titik panduan dalam pengukuran *q angle*.²²

2) Kelainan Kongenital

Kelainan kongenital dapat berupa deformitas maupun malformitas. Subjek dengan kelainan kongenital *genu valgum (knock knee)* memiliki pengukuran *q angle* yang meningkat. *Genu valgum* dapat disebabkan oleh *coxa vara* yaitu suatu kelainan dimana sudut *caput-collum-diafisial os. femoris* $\leq 125^\circ$. Sudut *caput-collum-diafisial os. femoris* dapat mempengaruhi *q angle* dimana semakin sempit sudut ini maka semakin lateral aksis mekanis ekstremitas inferior yang menandakan semakin lateral pula resultan gaya *m. Quadriceps femoris* berdampak pada semakin lebarnya *q angle*. Kelainan lain seperti *flat foot* dapat menyebabkan peningkatan anteversi femoral dan torsi eksterna *os. tibiae*. Hal ini akan menyebabkan *q angle* meningkat. *Patellar malalignment* yang merupakan konsekuensi dari *flat foot* sendiri akan mempengaruhi *q angle*.²³

3) Kontraktur Otot

Kontraktur otot adalah kelainan atau “pemendekan permanen” otot yang terjadi saat jaringan lunak di bawah kulit berkurang kelenturannya dan tidak dapat

meregang. Salah satu kontraktur otot yang dapat mempengaruhi *q angle* adalah kontraktur *m. quadriceps femoris*.²⁴

Tendo empat bagian *m. quadriceps femoris* menyatu di bagian distal paha membentuk tendo *quadriceps* yang tunggal, kuat, lebar, kemudian melanjut sebagai *lig. patellae*. *Lig. patellae* menempel pada *tuberositas tibiae* serta berfungsi menjaga dan mempertahankan kedudukan *os. patellae*.²⁵

Kontraktur *m. quadriceps femoris* mempengaruhi *lig. patellae* yang kemudian mempengaruhi kedudukan *os. patellae* sebagai salah satu titik pandu dalam pengukuran *q angle*.²⁴

4) Trauma

Trauma pada struktur-struktur yang menjadi titik panduan dalam pengukuran *q angle* dapat mempengaruhi *q angle*. Trauma pada struktur mempengaruhi struktur titik panduan dalam pengukuran *q angle* juga dapat mempengaruhi pengukuran *q angle*.²²

2.1.3.2 Faktor Eksitu

1) Usia

Bayraktar (2004) membuktikan bahwa semakin tua usia seseorang, maka semakin rendah *q angle* orang tersebut. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal seperti perbedaan aktivitas, postur tubuh, dan kebiasaan hidup sehari-hari.¹⁶

2) Aktivitas

Bayraktar (2004) membuktikan bahwa aktivitas dapat mempengaruhi *q angle*. Hal ini terbukti dengan sampel berprofesi sebagai pemain sepak bola memiliki *q angle* lebih tinggi daripada sampel dengan aktivitas hisap menetap.¹⁶

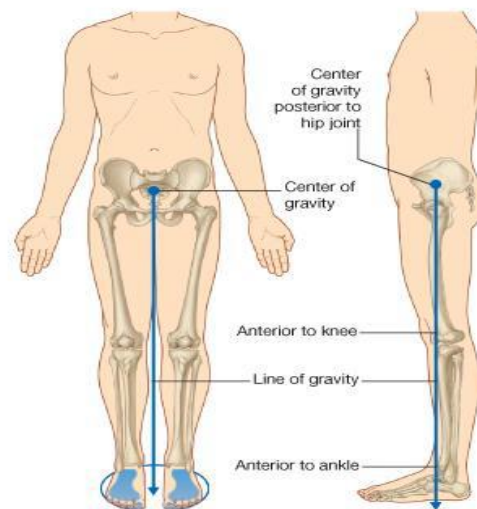
3) Jenis Kelamin

Bhuva SJ (2015) menyatakan bahwa perempuan memiliki *q angle* yang lebih besar daripada laki-laki. Hal ini disebabkan perempuan memiliki struktur panggul yang lebih lebar daripada laki-laki. Tinggi badan juga dapat mempengaruhi *q angle*. Semakin tinggi seseorang maka akan semakin kecil *q angle*. Hal ini mendukung pernyataan sebelumnya dimana laki-laki cenderung lebih tinggi daripada perempuan dan memiliki *q angle* yang lebih kecil.²⁵

2.2 Pusat Gravitasi Tubuh

Saat manusia berdiri normal, hampir tidak ada otot-otot yang bekerja. Tubuh dalam keadaan keseimbangan labil. Keseimbangan ini terjadi karena titik berat badan dan garis berat badan terdapat dalam satu bidang frontal.²⁵

Ekstremitas inferior berfungsi untuk menyokong berat badan dengan energi yang efisien. Saat dalam posisi berdiri, pusat gravitasi berada di anteriordari *vertebrae sacral II*. Garis vertikal melalui pusat gravitasi letaknya sedikit posteriordari *art. coxae*, anteriordari *art. genu* dan anteriordari *art. talocruralis*.⁸



© Elsevier. Drake et al: Gray's Anatomy for Students - www.studentconsult.com

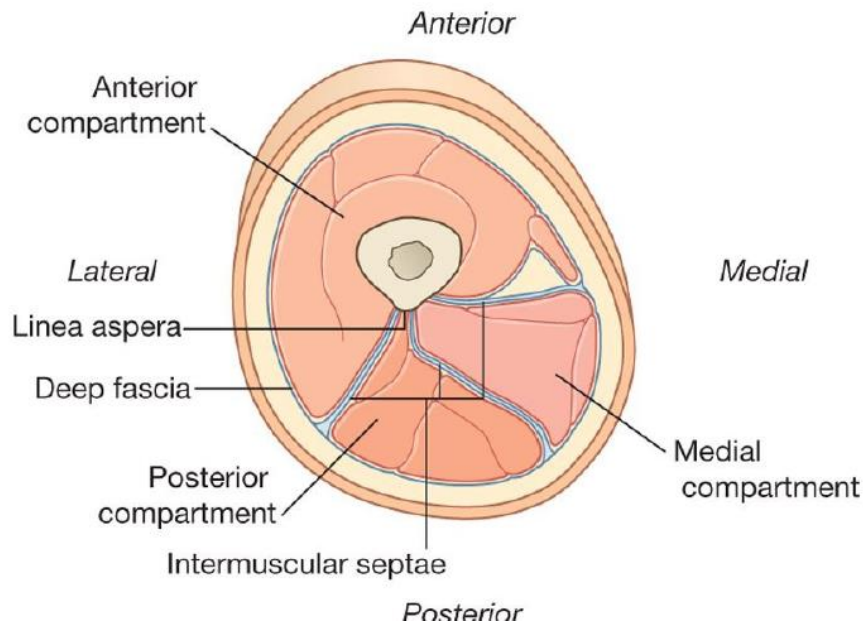
[Add to My Slides](#) [Go to My Slides](#)

Figure 6.4 Center and line of gravity.

Gambar 2. Pusat Gravitasi Tubuh. Titik biru menunjukkan pusat gravitasi. Garis biru menunjukkan garis gravitasi.²⁵

2.3 Anatomi Regio Femoris

Regio Femoris terbagi menjadi tiga kompartemen yang dibatasi *septum intermuscular*. Ketiga kompartemen tersebut diberi nama sesuai lokasinya atau gerakannya pada *art. genu*. Ketiga kompartemen tersebut yaitu anterior atau ekstensor, medial atau adductor, dan posterior atau fleksor.²⁷



Gambar 3. Potongan melintang melalui bagian tengah regio femoris²⁵

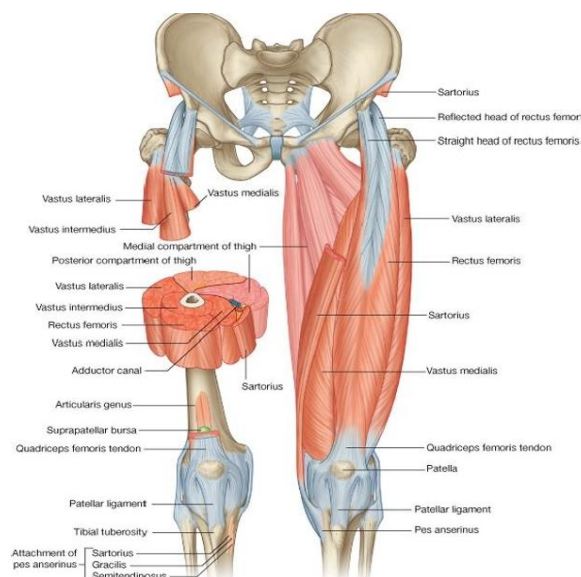
2.3.1 Kompartemen Femoris Anterior

Kompartemen femoris anterior tersusun atas *m. pectineus*, *m. iliopsoas*, *m. sartorius*, dan *m. quadriceps femoris*. Otot-otot ini bekerja sebagai flexor *art. coxae* dan ekstensor *art. genu*. Otot-otot ini dinnervasin. *femoralis* kecuali *m. psoas mayor* dan *m. psoas minor* yang diinnervasirami anterior *n. lumbalis*.^{27,28}

M. quadriceps femoris menyusun volume utama dari musculus kompartemen anterior femoris dan merupakan musculus terbesar dan termsuk yang terkuat pada tubuh. *M. quadriceps femoris* terdiri atas 4 bagian : *m. rectus femoralis*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus intermedius*, dan *m. vastus medialis*. *M. quadriceps femoris* dapat bekerja pada dua persendian, yaitu sebagai ekstensor *art. genu* dan fleksor *art. coxae*.^{27,28}

M. quadriceps femoris pemadalah satu dari banyak struktur yang mempengaruhi *q angle*. *M. quadriceps femoris* mengatur perlekatan *os. patellae* pada *art. genu*. Kontraksi konsentrik *m. quadriceps femoris* berperan penting melawan gravitasi pada ekstensi lutut setelah duduk atau berjongkok, menaiki tangga, atau untuk berlari dan melompat. Tendo empat bagian *m. quadriceps femoris* menyatu di bagian distal paha membentuk tendo quadriceps yang tunggal, kuat, lebar yang kemudian melanjut sebagai *lig. patellae* yang menempel pada *tuberositas tibiae*.

M. vastus lateralis dan *m. vastus medialis* menempel pada *os. patellae* dan membentuk aponeurosis yang disebut dengan *retinaculum patellae laterale* dan *retinaculum patellae mediale*. Struktur ini memperkuat kapsula sendi lutut pada sisi lateral *os. patellae*. Retinakulum tersebut juga berperan menjaga kesejajaran *os. patellae* pada permukaan artikular *os. patellae* dan *os femur*.^{27,28}



Gambar 4. Otot-otot yang menyusun kompartemen anterior femoris.²⁵

2.3.2 Kompartemen Femoris Posterior

Tiga dari empat otot pada kompartemen femoris posterior adalah otot hamstring. Otot hamstring tersusun atas *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, dan *m. biceps femoris (caput longum)*. Ketiga otot hamstring ini juga merentang dan bekerja pada dua sendi seperti *m. quadriceps femoris*, yaitu ekstensi pada *art. coxae* dan fleksi pada *art. genu*. Ketiga otot hamstring berorigo pada *tuber ischiadicum* dan diinervasi divisi tibial *n. ischiadicus*.^{25,27,28}

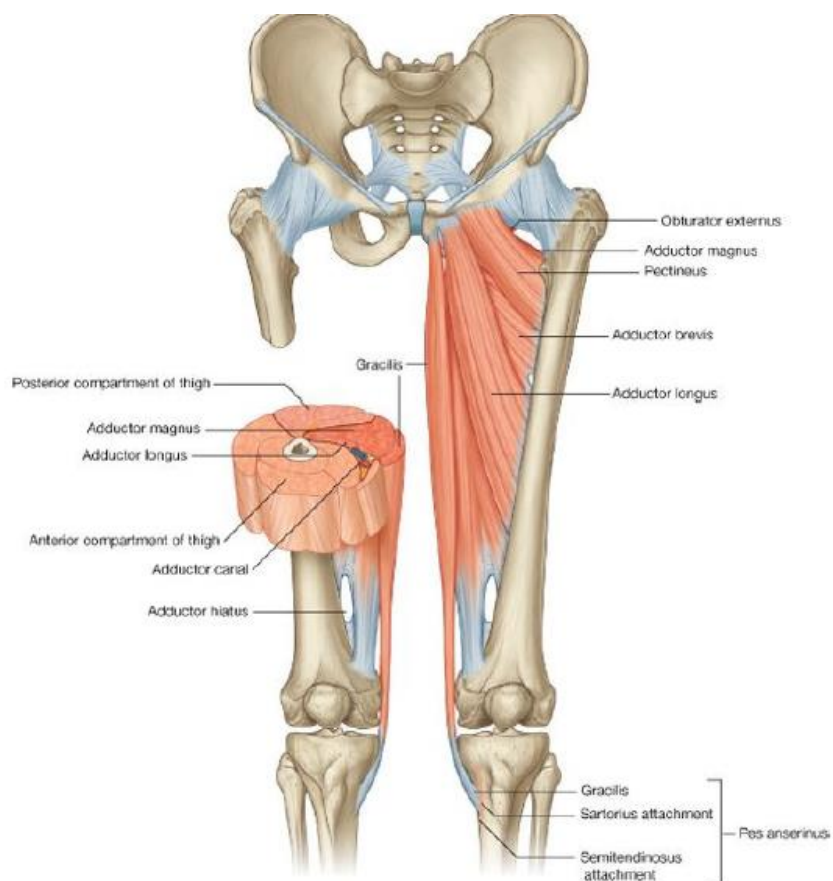
Otot kompartemen posterior femoris lainnya yaitu *caput brevis m. biceps femoris* tidak termasuk ke dalam hamstring karena tidak memenuhi keadaan yang dialami otot-otot hamstring lainnya.^{27,28}



Gambar 5. Otot-otot yang menyusun kompartemen posterior femoris.²⁵

2.3.3 Kompartemen Femoris Medialis

Otot-otot pada kompartemen femoris medialis secara bersama-sama disebut sebagai kelompok adductor karena fungsinya untuk adduktor *regio femoris*. Otot-otot pada kompartemen ini diinervasi *obturatorius*. Kompartemen femoris medialis terdiri dari *m. adductor longus*, *m. adductor brevis*, *m. adductor magnus*, dan *m. gracilis*.^{25,27,28}



Gambar 6. Otot-otot yang menyusun kompartemen medial femoris.²⁵

2.4 Anatomi Art. Genu

Art. genu terdiri dari dua buah sendi condylaris antara *condylus femoris medialis* dan *condylus femoris lateralis* dengan *condyli tibiae* yang sesuai serta sebuah persendian pelana antara *os. patellae* dan *facies patellaris femoris*. *Os. fibula* tidak terlibat secara langsung pada persendian ini. *Facies articularis femoris, tibiae, dan patella* dilapisi oleh tulang rawan hialin.^{25,27,28}

Art. genu tersusun dari dua sendi. Sendi pertama terletak antara *os. femur* dan *os. tibiae* (*art. tibiofemoral*) adalah sebuah sendi sinovial tipe ginglimus (sendi engsel), tetapi mempunyai sedikit kemungkinan gerak rotasi. Sendi kedua terletak antara *os. patellae* dan *os. femur* (*art. patellofemoral*) adalah sendi sinovial jenis pelana.^{25,27,28}

2.4.1 Kapsula

Art. genu diperkuat dengan adanya kapsula yang melekat pada pinggir *facies articularis* dan di sekeliling aspek lateral dan aspek posterior sendi. Pada sisi anterior *art. genu* tidak terdapat kapsula sehingga memungkinkan membrana sinovialis membentuk kantung yang disebut bursa.^{27,28}

Kapsula diperkuat pelebaran tendo *m. vastus lateralis* dan *m. vastus medialis* yang membentuk *retinaculum patellae mediale* dan *retinaculum patellae laterale* pada masing-masing sisi lateral *os. patellae*.^{25,27}

Pada sisi posterior *art. genu*, kapsula diperkuat peluasan tendo *m. semimembranosus* yang membentuk *lig. popliteum obliquum*.²⁸

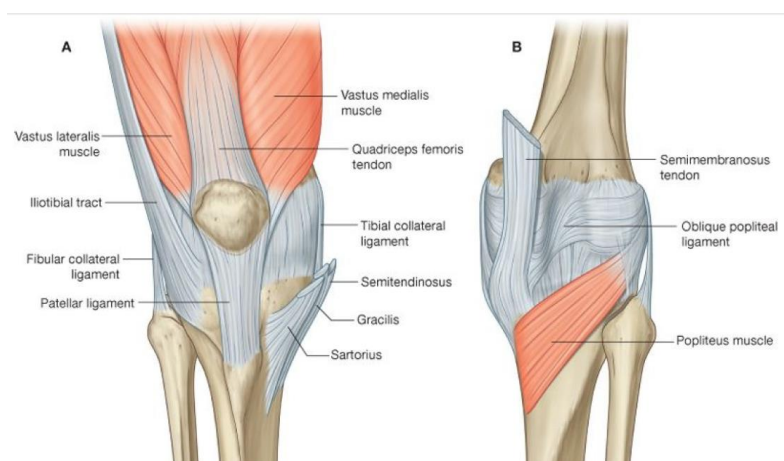
2.4.2 Ligamen

Ligamen pada *art. genu* dibagi menjadi ligamen yang terletak di luar kapsula (ekstrakapsularia) dan di dalam kapsula (intrakapsularia).²⁸

2.4.2.1 Ligamen Ekstrakapsularia

Ligamen terletak di luar kapsula *art. genu*, antara lain :²⁸

- 1) *Ligamentum patella* melekat di pinggir bawah *os. patellae* di bagian proksimal dan di *tuberositas tibiae* di bagian distal.²⁸
- 2) *Ligamentum collaterale laterale* berbentuk seperti tali dan melekat di *condylus lateralis femoris* di proksimal dan *caput fibulae* di distal.²⁸
- 3) *Ligamentum collaterale mediale* berbentuk pita pipih dan melekat di *condylus medialis femoris* di proksimal dan *facies medialis corpus tibiae* di distal. Ligamen ini melekat erat di *meniscus medialis*.²⁸
- 4) *Ligamentum popliteum obliquum* adalah perluasan tendo *m. semimembranosus*. Ligamen ini berfungsi memperluas bagian posterior *art. genu*.²⁸



Gambar 7. Ligamen ekstrakapsularia.²⁵

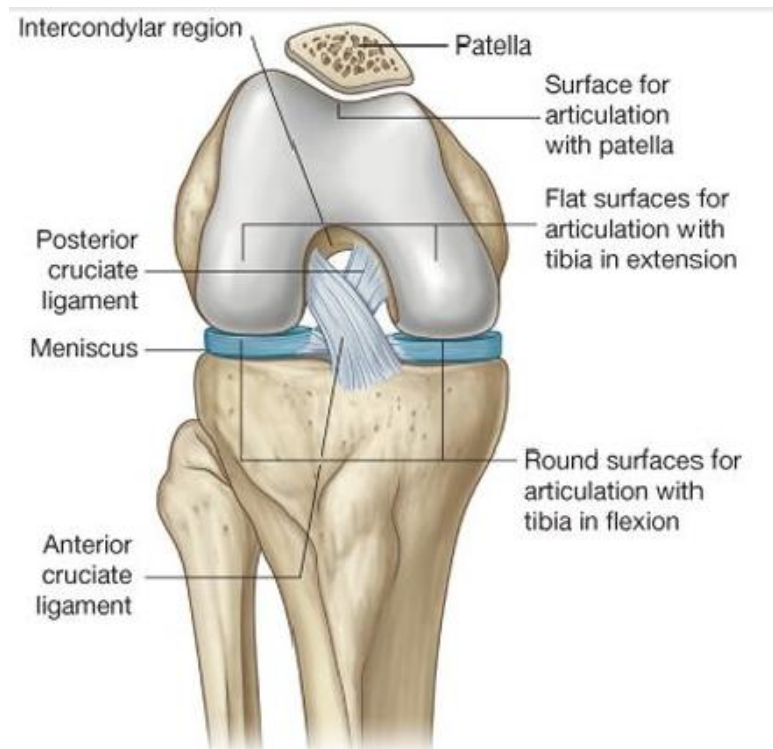
2.4.2.2 Ligamen Intrakapsularia

Lig. cruciatum adalah ligamen intrakapsular yang kuat dalam menyokong *art. genu.* Ligamen ini saling bersilangan satu dengan yang lain di dalam rongga sendi. Ligamen ini terdiri dari *lig. cruciatum anterior* dan *lig. cruciatum posterior* sesuai dengan perlekatannya pada *os.tibiae*.²⁸

Lig. cruciatum anterior melekat di area *intercondylaris anterior*. Ligamen ini membentang ke superoposterolateral untuk melekat pada bagian posterior *facies medialis condylus lateralis femoris*. *Lig. cruciatum anterior* mencegah pergeseran femur ke posterior terhadap *os. tibiae* dan dalam keadaan fleksi mencegah hiperekstensi *os.tibiae*.²⁸

Lig. cruciatum posterior melekat pada *area intercondylaris posterior*. Ligamen ini membentang ke superoanteromedial untuk melekat pada bagian anterior *facies lateralis condylus medialis femoris*. *Lig. cruciatum posterior* mencegah pergeseran *os.femur* ke anterior terhadap *os.tibiae* dan dalam keadaan fleksi mencegah hiperfleksi *os.tibiae*.²⁸

Menisci adalah fibrocartilago berbentuk seperti huruf C dengan pinggir luar tebal dan melekat pada kapsula, sedangkan pinggir dalam tipis, cekung, dan membentuk pinggir yang bebas. Terdapat 2 menisci pada *art.genu*, yaitu *meniscus medialis* dan *meniscus lateralis*. Permukaan atas *menisci* berhubungan langsung dengan *condylus femoris* dan permukaan bawahnya berhubungan langsung dengan *condylus tibiae*. *Menisci* berfungsi untuk memperdalam *facies articularis condylus tibiae* untuk menerima *condylus femoris* yang cembung. Selain itu, *menisci* juga berfungsi sebagai bantalan di antara kedua tulang tersebut.^{27,28}



Gambar 8.Ligamen intrakapsularia.²⁵

2.4.3 Membran Sinovial

Membran sinovial melapisi kapsula dan melekat pada pinggir-pinggir *facies articularis*. Pada bagian anterior dan superior sendi, membran ini membentuk kantung yang meluar ke superior di profunda dari *m.quadriceps femoris* membentuk *bursa suprapatellaris*. *Bursa suprapatellaris* dipertahankan pada posisinya melalui perlekatan sebagian *m.vastus intermedius* yang disebut *m.articularis genu*.²⁷

Pada sisi posterior *art. genu*, membran sinovial meluas ke inferior pada permukaan dalam tendo *m.popliteus* membentuk *bursa popliteus*. *Bursa popliteus* terletak di antara *caput mediale m.gastrocnemius*, *condylus femoris medialis*, dan tendo *m.semimembranosus*.²⁷ Membran sinovial melipat ke posterior dari *facies*

posterior lig. patellae. Membran ini membentuk *plica infrapatellaris* pada bagian anterior sendi. Pinggir bebas dari *plica infrapatellaris* disebut *plica alaris*.^{27,28}

2.4.4 Bursa

Banyak bursa yang berhubungan dengan *art. genu*. Bursa-bursa ini ditemukan di tempat-tempat kulit, otot atau tendo bergesekan dengan tulang. Terdapat empat bursa pada sisi anterior dan enam bursa pada sisi posterior *art. genu*.^{27,28}

2.4.4.1 Bursa anterior

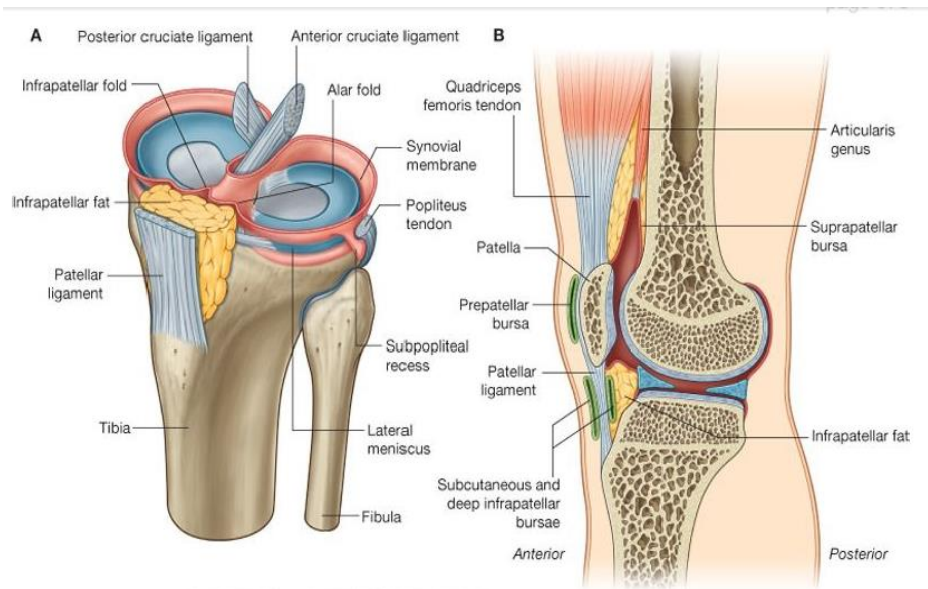
Bursa yang terdapat di sisi anterior *art. genu*, antara lain :²⁸

- 1) *Bursa suprapatellaris* terletak di profunda dari *m. quadriceps femoris* dan berhubungan dengan kavum sinovial *art. genui*.²⁸
- 2) *Bursa prepatellaris* terletak pada jaringan subcutan antar kulit dan bagian anterior *os. patellae* dan setengah bagian superior *lig. patellae*.²⁸
- 3) *Bursa infrapatellaris superficialis* terletak pada jaringan subkutan antara kulit dan di anterior setengah bagian bawah *lig. patellae*.²⁸
- 4) *Bursa infrapatellaris profunda* terletak di antara *os. tibiae* dan *lig. patellae*.²⁸

2.4.4.2 Bursa Posterior

Bursa yang terdapat di sisi posterior *art. genu*, antara lain :²⁸

- 1) *Bursa popliteus*
- 2) *Bursa semimembranosus* ditemukan pada insersio *m. semimembranosus*.²⁸



Gambar 9. A. Membran sinovial dari sisi superolateral. *Os. femur* dan *os.patellae* tidak ditampilkan. B. Potongan paramedial sagital melalui *art. genu* menunjukkan bursa anterior *art.genu*.²⁵

2.5 *Body Mass Index*

2.5.1 Definisi BMI

Body Mass Index (BMI) merupakan suatu pengukuran yang menghubungkan atau membandingkan berat badan dengan tinggi badan. BMI adalah rasio yang dinyatakan sebagai berat badan (dalam kilogram) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter). BMI adalah cara sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan.²⁹

BMI dapat menggambarkan kadar adipositas tubuh, akan tetapi terkadang dapat di salah interpretasikan sebagai kadar lemak tubuh total. Terdapat beberapa pengukuran lain untuk mengukur kadar lemak tubuh seperti *bio-electrical*

impedance (BIA), akan tetapi cara ini membutuhkan evaluasi selanjutnya untuk kegunaan studi populasi. BMI masih direkomendasikan sebagai pengukur tingkat obesitas pada dewasa hingga saat ini.³⁰

2.5.2 Pengukuran BMI

Pengukuran BMI membutuhkan 2 hal yaitu berat badan dan tinggi badan. Kedua hal tersebut dapat dilakukan secara akurat oleh seseorang dengan sedikit latihan. BMI adalah cara yang sederhana, murah, dan non-invasif untuk mengukur kadar adipositas tubuh seseorang.²⁹

Untuk mengetahui nilai BMI, dapat dihitung dengan rumus berikut :²⁹

Menurut rumus metrik:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)}^2}$$

2.5.3 Kriteria BMI

WHO (2000) menetapkan kriteria status gizi pada orang dewasa di kawasan Asia dibagi dalam beberapa kelompok BMI. BMI di bawah 18,5 kg/m² dikategorikan sebagai *underweight*, sedangkan BMI lebih dari sama dengan 25 kg/m² sebagai *overweight*. BMI yang ideal bagi orang dewasa adalah diantara 18,5 kg/m² sampai 24,9 kg/m². *Overweight* dikategorikan pada empat tingkat: *pre-obese* 25-29,9 kg/m², *obese I* 30-34,9 kg/m², *obese II* 35-39,9 kg/m², *obese III* ≥40 kg/m².³⁰

Kurniasih (2010) memaparkan pengukuran BMI dibagi kedalam 5 kategori utama : kurang berat badan tingkat berat termasuk kedalam kategori BMI kurang daripada 15 kg/m², kurang berat tingkat ringan termasuk kedalam kategori BMI

dari 15 – 18,5 kg/m², normal termasuk kedalam kategori BMI dari 18,5 - 25 kg/m², berat badan lebih termasuk kedalam kategori BMI 25 - 30 kg/m², obesitas lebih daripada 30 kg/m².³¹

Terdapat klasifikasi BMI untuk regio Asia-Pasifik yang didasarkan pada faktor risiko dan morbiditas. Pada klasifikasi ini, batas BMI termasuk kategori *overweight* adalah $\geq 23,0$ kg/m² dan obesitas $\geq 25,0$ kg/m², lebih rendah daripada kriteria WHO.³⁰

Tabel 2. Kategori BMI WHO

<i>Classification</i>	<i>BMI (kg/m²)</i>	<i>Risk of co-morbidities</i>
<i>Underweight</i>	<i>< 18.5</i>	<i>Low (but increased risk of other clinical problems)</i>
<i>Normal range</i>	<i>18.5-24.9</i>	<i>Average</i>
<i>Overweight</i>	<i>≥ 25</i>	
<i>Pre-obese</i>	<i>25-29.9</i>	<i>Increased</i>
<i>Obese I</i>	<i>30-34.9</i>	<i>Moderate</i>
<i>Obese II</i>	<i>35-39.9</i>	<i>Severe</i>
<i>Obese III</i>	<i>≥ 40</i>	<i>Very severe</i>

Dikutip dari International Diabetes Institute/ Western Pacific World Health Organization/ International, 2000³⁰

Tabel 3. Kategori BMI Asia – Pasifik

<i>Classification</i>	<i>BMI (kg/m²)</i>	<i>Risk of co-morbidities</i>
<i>Underweight</i>	<i>< 18.5</i>	<i>Low (but increased risk of other clinical problems)</i>
<i>Normal range</i>	<i>18.5-22.9</i>	<i>Average</i>
<i>Overweight</i>	<i>≥ 23</i>	
<i>At risk</i>	<i>23-24.9</i>	<i>Increased</i>
<i>Obese I</i>	<i>25-29.9</i>	<i>Moderate</i>
<i>Obese II</i>	<i>≥ 30</i>	<i>Severe</i>

Dikutip dari International Diabetes Institute/ Western Pacific World Health Organization/ International,2000³⁰

2.5.4 Faktor yang mempengaruhi BMI

BMI dipercaya sebagai salah satu indikator yang berguna untuk mengukur lemak tubuh.³⁰ Saat BMI seseorang termasuk pada kategori *obese*,terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya,antara lain :

1) Genetik

Faktor genetik sebagai faktor yang mempengaruhi obesitas masih diragukan sampai saat ini. Studi telah membuktikan bahwa terdapat sedikit perbedaan BMI karena faktor genetik.³²Pada studi lain yang berlawanan menyatakan bahwa mempunyai anggota keluarga obesitas tidak menjamin seseorang akan mengalami obesitas.³³

2) Kebiasaan Individu

a) Diet

Uji klinis telah membuktikan secara universal bahwa pembatasan kalori terlepas dari pola diet berhubungan dengan BMI yang lebih baik. Walaupun tipe dan pola diet yang baik untuk penurunan berat badan masih dalam penelitian, studi membuktikan bahwa pembatasan kalori dengan tipe apapun dapat berpengaruh pada penurunan berat badan atau pengontrolan berat badan.^{32,34}

b) Aktivitas Fisik, Perilaku Menetap, dan Pola Tidur

Perilaku individual di luar diet seperti aktivitas fisik, perilaku menetap, dan pola tidur juga berhubungan dengan perubahan dan pertahanan berat badan pada orang dewasa. Dengan dipadukan dengan pola diet, unsur-unsur ini memiliki efek kumulatif yang berpengaruh pada kemampuan seseorang untuk mempertahankan atau memperoleh berat badan yang ideal selama hidupnya.³²

Penelitian terbaru dengan uji coba acak dan studi observasional yang direkomendasikan Amerika Serikat menyatakan bahwa diperlukan 150-250 menit aktivitas fisik intens per minggu secara konsisten untuk mencegah kenaikan berat badan atau penurunan berat badan dengan disertai pembatasan kalori. Sedangkan aktivitas intensif lebih dari 250 menit per minggu berhubungan dengan penurunan berat badan dan pertahanan berat badan setelah penurunan berat badan.³²

Kegiatan tanpa pengeluaran energi yang banyak seperti duduk atau tidur juga dapat berpengaruh pada berat badan. Studi menunjukkan bahwa tidur kurang dari 6 jam per hari atau lebih dari 8 jam per hari pada orang dewasa dapat meningkatkan berat badan seseorang.³²

3) Jenis Kelamin

Laki-laki mempunyai massa otot yang lebih banyak. Laki-laki menggunakan kalori lebih banyak. Hal ini menyebabkan wanita lebih mudah bertambah berat badan dibanding laki-laki dengan asupan kalori yang sama.³³

4) Usia

Seseorang cenderung kehilangan massa otot dan mudah terjadi akumulasi lemak tubuh seiring bertambahnya usia. Kadar metabolisme seseorang juga menurun seiring bertambahnya usia. Hal ini menyebabkan kebutuhan kalori yang diperlukan tubuh lebih rendah yang akan menyebabkan akumulasi kalori tubuh apabila seseorang tetap mengonsumsi jumlah kalori yang sama. Akumulasi kalori dapat menyebabkan obesitas.³⁵

5) Kehamilan

Berat badan cenderung bertambah 4 – 6 kilogram setelah kehamilan dibanding dengan berat sebelum kehamilan. Hal ini bisa terjadi setiap kehamilan dan kenaikan berat badan ini mungkin akan menyebabkan obesitas pada wanita.³⁶

6) Sosial Ekonomi : Pendapatan dan Edukasi

Pendapatan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh pada terjadinya obesitas. Pada abad 20 pertengahan, Amerika Serikat dan Eropa dapat menghubungkan tingkat kekayaan seseorang secara langsung dengan tingkat obesitas. Semakin kaya seseorang, maka semakin besar angka keterjadian obesitasnya.³²

Pada beberapa dekade belakangan terjadi perubahan. Individu dengan tingkat kekayaan pada garis kemiskinan atau dibawah garis kemiskinan justru

memiliki angka keterjadian obesitas tertinggi. Makanan dengan kadar lemak tinggi yang dijual murah dan banyak tersedia diperkirakan sebagai penyebab terjadinya hal tersebut.³²

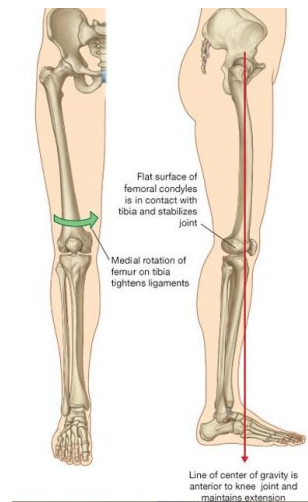
2.5.5 Keterbatasan BMI

BMI memiliki keterbatasan walaupun direkomendasikan sebagai pengukur tingkat obesitas pada dewasa. Salah satu keterbatasan BMI yaitu tidak dapat membedakan apakah berat badan seseorang berasal dari kadar lemak atau dari berat otot dan tulang. BMI juga tidak dapat mengidentifikasi distribusi lemak pada tubuh.³⁷

2.6 Hubungan BMI dengan *Q angle*

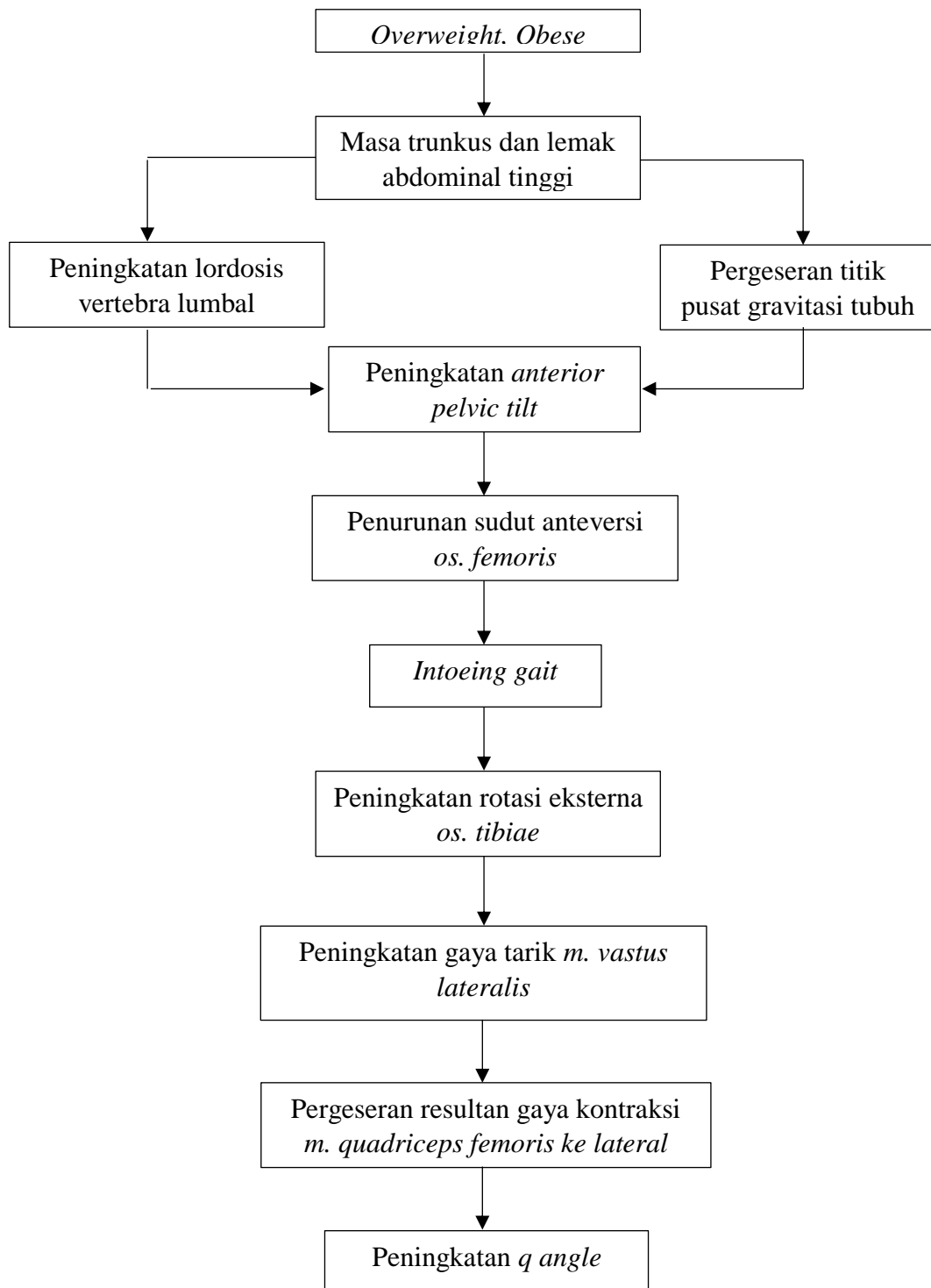
Pusat gravitasi berada di anterior dari *vertebrae sacral II* pada posisi berdiri. Garis vertikal melalui pusat gravitasi letaknya sedikit posterior dari *art. coxae*, anterior dari *art. genu* dan anterior dari *art. Talocruralis*.⁸

Pada saat *art.genu* dalam posisi fleksi seperti pada posisi duduk, *facies articularis tibiae* terletak pada bagian posterior *condyli femoris*. Hal ini berbeda ketika *art.genu* dalam posisi ekstensi seperti sedang berdiri. *Locking mechanism* terjadi saat berdiri, *facies articularis tibiae* berhadapan langsung dengan *facies articularis femoris* pada *condyli femoris* dengan permukaan yang cukup luas. Hal ini menyebabkan pusat gravitasi berpindah ke anterior dari *art.genu* dan menurunkan jumlah otot yang bekerja untuk mempertahankan posisi tersebut.²⁵ Mekanisme ini disertai dengan rotasi interna *os.femoris* dan rotasi eksterna *os.tibiae*.^{8,25}



Gambar 10. Mekanisme "locking" *art.genu*²⁸

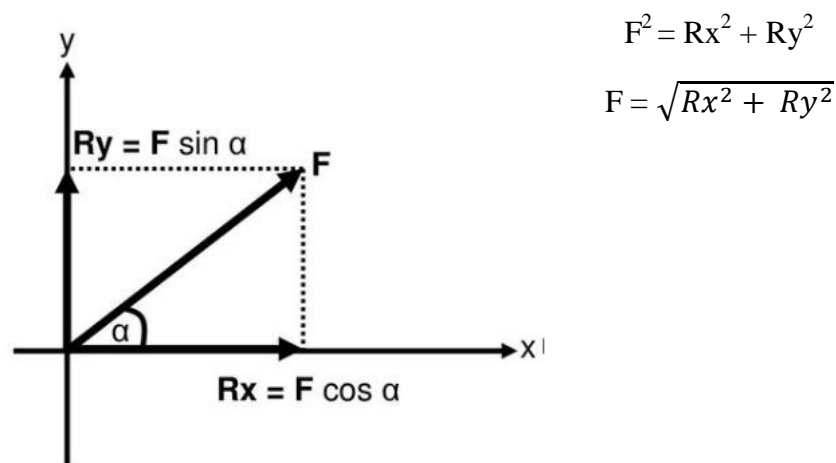
Subjek dengan BMI *overweight* dan *obese* memiliki massa trunkus dan lemak abdominal lebih tinggi daripada subjek dengan BMI normal. Hal ini menyebabkan peningkatan lordosis vertebra lumbal dan pergeseran anterior dari titik pusat gravitasi tubuh. Peningkatan lordosis vertebra lumbal dan pergeseran titik pusat gravitasi tubuh menyebabkan peningkatan *anterior pelvic tilt* yang kemudian menyebabkan penurunan sudut anteversi *os. femoris*. Hal ini akan menyebabkan subjek berjalan dengan gaya *intoeing gait* dan kemudian akan dikompensasi dengan peningkatan rotasi eksterna *os. tibiae* dan peningkatan gaya tarik *m. vastus lateralis*. Hal ini menyebabkan peningkatan *q angle*.³⁸ Mekanisme tersebut juga menyebabkan ketidakstabilan *os. patellae* yang apabila terjadi dalam jangka panjang dapat menyebabkan PFPS.¹⁸



Gambar 11. Kerangka Patofisiologi

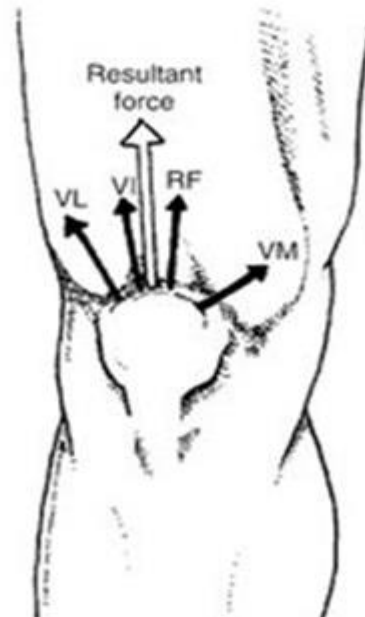
2.6.1 Arah Gaya Kontraksi *M. Quadriceps Femoris*

Besaran vektor adalah besaran yang dinyatakan dengan nilai, satuan, dan arah. Besaran vektor digambarkan dengan garis lurus beranak panah, panjang garis menyatakan besar vektor dan arah anak panah menyatakan arah vektor. Untuk memudahkan operasi besaran vektor, setiap vektor dapat diuraikan menjadi komponen-komponen ke arah sumbu-sumbu koordinat. Setelah semua vektor diproyeksikan terhadap sumbu x dan y resultan vektor dapat dihitung menggunakan aturan *phytagoras*.³⁹



Gambar 12. Rumus resultan vektor aturan sumbu koordinat³⁹

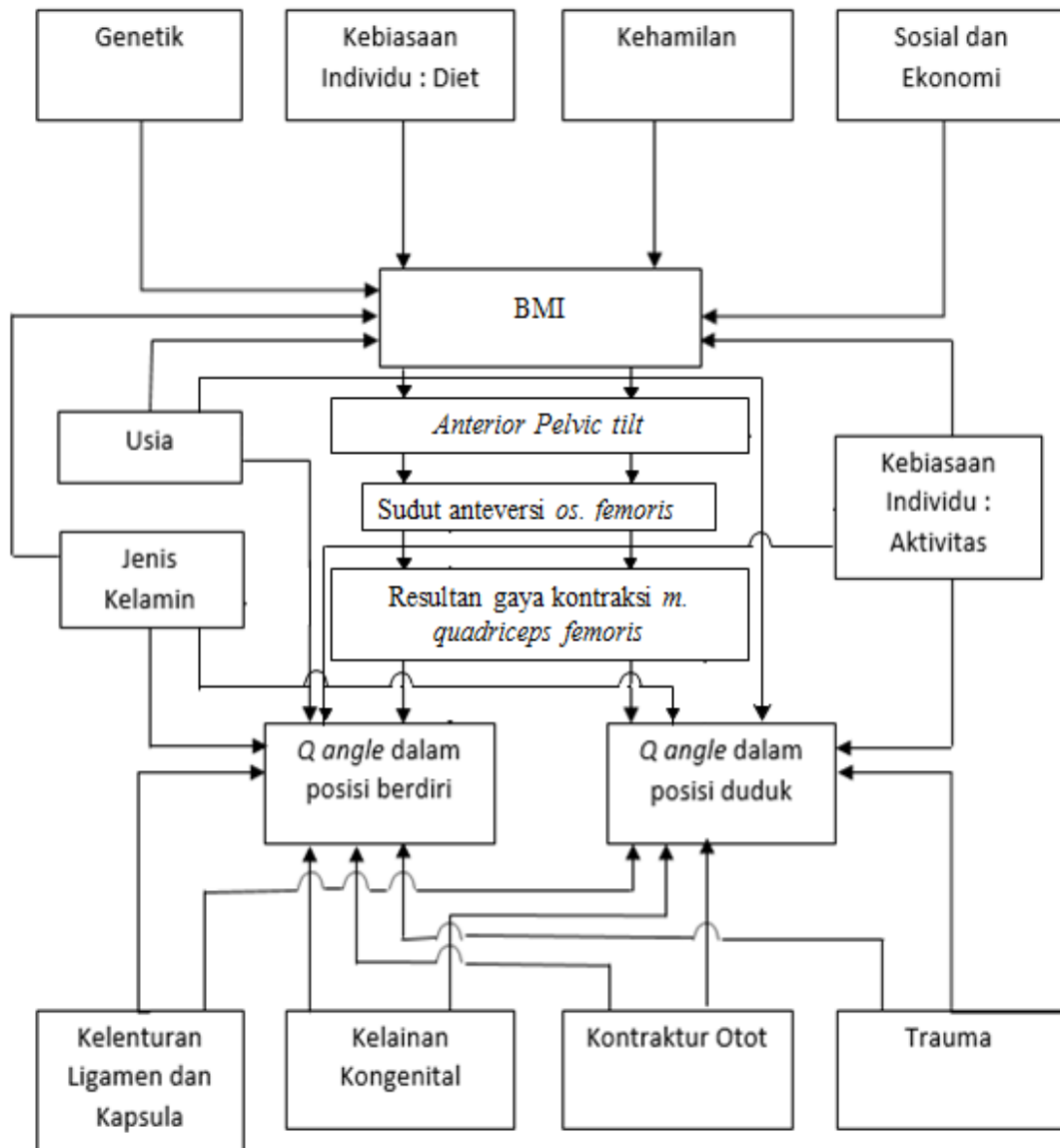
Arah gaya kontraksi *m. quadriceps femoris* dapat diketahui dengan menggunakan besaran vektor. *M. vastus lateralis*, *m. vastus intermedius*, *m. vastus medialis*, dan *m. rectus femoris* memiliki vektor masing-masing. Keempat vektor tersebut akan bergabung pada resultan vektor yang mengarah ke sedikit lateral dari SIAS.⁴⁰



Gambar 13. Arah dan resultan gaya kontraksi *m. quadriceps femoris*.⁴⁰

Peningkatan penarikan *m. vastus lateralis* sebagai kompensasi rotasi interna *os. femoris* menyebabkan pergeseran resultan gaya kontraksi *m. quadriceps femoris* ke lateral. Hal ini menyebabkan peningkatan *q angle* dan peningkatan penarikan *os. patellae* ke lateral. Keadaan ini apabila berlangsung dalam jangka lama dapat menyebabkan degenerasi kartilago pada *art. genu* dan menyebabkan PFPS.⁴⁰

2.7 Kerangka Teori



Gambar 14. Kerangka teori

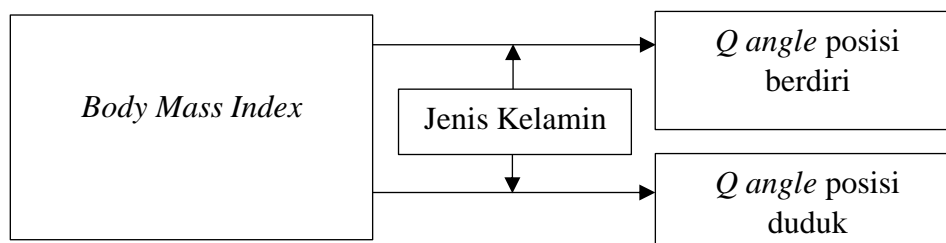
2.8 Kerangka Konsep

Faktor yang mempengaruhi kelainan *Q angle* seperti kelenturan ligamen dan kapsula, kelainan kongenital, kontraktur otot, dan trauma dapat direstriksi karena sampel dipilih mahasiswa yang tidak memiliki penyakit atau kelainan.

Faktor yang mempengaruhi BMI seperti diet, kehamilan, dan sosial ekonomi dapat direstriksi karena sampel yang dipilih adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan karakteristik yang mirip. Faktor genetik tidak diuji karena keterbatasan biaya.

Faktor yang mempengaruhi BMI dan *q angle* seperti usia dapat direstriksi karena sampel yang dipilih adalah sampel berusia 18-21 tahun. Faktor aktivitas dapat direstriksi karena sampel yang dipilih adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran Diponegoro yang memiliki aktivitas yang kurang lebih sama. Faktor jenis kelamin menjadi sub-analisis pada penelitian ini.

Faktor-faktor di atas mendasari kerangka konsep penelitian ini disusun sebagai berikut :



Gambar 15. Kerangka konsep

2.9 Hipotesis

- 1) Terdapat hubungan bermakna antara BMI dengan besarnya q *angle* dalam posisi berdiri pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- 2) Terdapat hubungan bermakna antara BMI dengan besarnya q *angle* dalam posisi duduk pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- 3) Terdapat hubungan bermakna antara jenis kelamin dengan besarnya q *angle* dalam posisi berdiri pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Diponegoro.
- 4) Terdapat hubungan bermakna antara jenis kelamin dengan besarnya q *angle* dalam posisi duduk pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Diponegoro.