

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Antropometri

Antropometri (*anthropos* berarti manusia dan *metron* artinya pengukuran) memiliki arti pengukuran tubuh manusia (Purnomo, 2013). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak mengatakan bahwa antropometri merupakan metode kuantitatif untuk menilai ukuran, proporsi, serta komposisi tubuh. Antropometri meliputi pengukuran berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh (IMT), lingkaran lengan atas, dan pengukuran lingkaran perut. Terdapat banyak sekali variabilitas yang memengaruhi antropometri, seperti umur, jenis kelamin, ras, profesi, lingkungan daerah, serta tingkat sosial (Indonesia, 2020).

Pertumbuhan manusia akan berhenti pada usia tertentu. Pada buku *Antropometri dan Aplikasinya*, Stoudt menjelaskan bahwa wanita akan berhenti pertumbuhannya pada umur sekitar 17 tahun. Sementara itu, untuk pria akan

berhenti pada usia 20 tahun. Selain faktor umur, antropometri juga dipengaruhi oleh faktor jenis kelamin. Pada hakikatnya, pria memiliki rerata lebih tinggi dibandingkan dengan dimensi tubuh wanita. (Purnomo, 2013)

2.1.2 Shuttle Run

Shuttle run adalah latihan yang mengubah gerakan tubuh yang dilaksanakan secepat mungkin dengan teknik bolak-balik. *Shuttle run* memberikan ukuran kemampuan kinerja fisik yang dipengaruhi oleh kecepatan, kelincahan, kontribusi anaerobik, dan daya aerobik. Metode dari *shuttle run* ini adalah lari yang dilakukan secara melingkar dengan waktu secepat-cepatnya dimulai dari satu titik ke titik lainnya. Kecepatan dan keseimbangan merupakan komponen dari kelincahan sehingga latihan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kelincahan atau *agility*.(Abdessalem et al., 2019)

Tujuan dari latihan *shuttle run* adalah untuk melatih perubahan gerakan badan dari arah lurus. Ketika mencapai titik yang ditentukan, maka harus berusaha secepat mungkin untuk membalikkan badan untuk lari kembali menuju titik lainnya. (Abdessalem et al., 2019)

Pelaksanaan *shuttle run* pada tes kebugaran jasmani pada kadet mahasiswa Universitas Pertahanan RI adalah dengan lari bolak-balik membentuk angka 8 selama tiga kali atau dengan jarak 10 meter selama 6 kali bolak-balik.

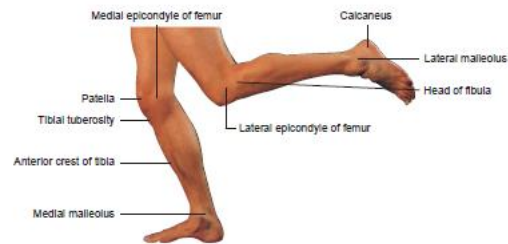
Tabel 2.1 Nilai Kebugaran Jasmani *Shuttle Run* pada Pria (Disabilitas, 2021)

NILAI	SHUTTLE RUN		1	2
	6 x 10 Meter (Detik)			
1	2			
100	15,9		58	20,1
99	16,0		57	20,2
98	16,1		56	20,3
97	16,2		55	20,4
96	16,3		54	20,5
95	16,4		53	20,6
94	16,5		52	20,7
93	16,6		51	20,8
92	16,7		50	20,9
91	16,8		49	21,0
90	16,9		48	21,1
89	17,0		47	21,2
88	17,1		46	21,3
87	17,2		45	21,4
86	17,3		44	21,5
85	17,4		43	21,6
84	17,5		42	21,7
83	17,6		41	21,8
82	17,7		40	21,9
81	17,8		39	22,0
80	17,9		38	22,1
79	18,0		37	22,2
78	18,1		36	22,3
77	18,2		35	22,4
76	18,3		34	22,5
75	18,4		33	22,6
74	18,5		32	22,7
73	18,6		31	22,8
72	18,7		30	22,9
71	18,8		29	23,0
70	18,9		28	23,1
69	19,0		27	23,2
68	19,1		26	23,3
67	19,2		25	23,4
66	19,3		24	23,5
65	19,4		23	23,6
64	19,5		22	23,7
63	19,6		21	23,8
62	19,7		20	23,9
61	19,8		19	24,0
60	19,9		18	24,1
59	20,0		17	24,2
			16	24,3
			15	24,4
			14	24,5
			13	24,6
			12	24,7
			11	24,8
			10	24,9
			9	25,0
			8	25,1
			7	25,2
			6	25,3

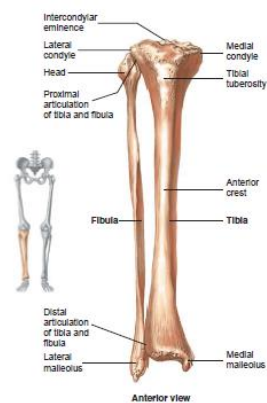
Tabel 2.2 Nilai Kebugaran Jasmani *Shuttle Run* pada Wanita (Disabilitas, 2021)

NILAI	SHTL RUN		1	2
	6 x10 meter (Detik)			
1	2			
100	17,2		60	21,2
99	17,3		59	21,3
98	17,4		58	21,4
97	17,5		57	21,5
96	17,6		56	21,6
95	17,7		55	21,7
94	17,8		54	21,8
93	17,9		53	21,9
92	18,0		52	22,0
91	18,1		51	22,1
90	18,2		50	22,2
89	18,3		49	22,3
88	18,4		48	22,4
87	18,5		47	22,5
86	18,6		46	22,6
85	18,7		45	22,7
84	18,8		44	22,8
83	18,9		43	22,9
82	19,0		42	23,0
81	19,1		41	23,1
80	19,2		40	23,2
79	19,3		39	23,3
78	19,4		38	23,4
77	19,5		37	23,5
76	19,6		36	23,6
75	19,7		35	23,7
74	19,8		34	23,8
73	19,9		33	23,9
72	20,0		32	24,0
71	20,1		31	24,1
70	20,2		30	24,2
69	20,3		29	24,3
68	20,4		28	24,4
67	20,5		27	24,5
66	20,6		26	24,6
65	20,7		25	24,7
64	20,8		24	24,8
63	20,9		23	24,9
62	21,0		22	25,0
61	21,1		21	25,1
			20	25,2
			19	25,3
			18	25,4
			17	25,5
			16	25,6
			15	25,7
			14	25,8
			13	25,9
			12	26,0
			11	26,1

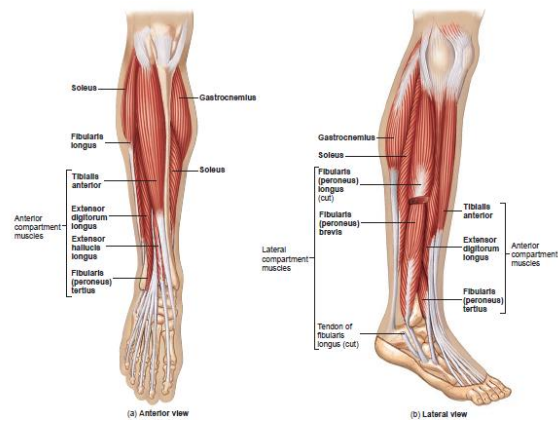
2.1.3 Anatomi Ekstremitas Bawah



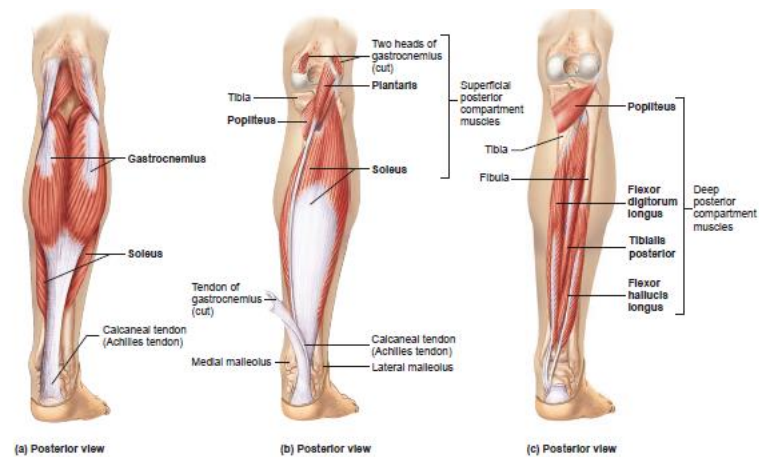
Gambar 2.1 *Surface anatomy* yang menunjukkan tulang ekstremitas bawah. (Philip,et al., 2020)



Gambar 2.2 Tibia kanan dan fibula. (Philip,et al.,2020)



Gambar 2.3 Otot anterior kanan dan lateral kaki. (Philip,et al.,2020)



Gambar 2.4 Otot kaki posterior kanan. (Philip,et al., 2020)

2.1.4 Fisiologi Ekstremitas Bawah pada Olahraga

Ekstremitas bawah adalah area dari pinggul sampai telapak kaki. Otot kaki ekstrinsik merupakan otot yang mengontrol *foot movements*. Otot pada kaki terbagi menjadi tiga kompartemen yaitu anterior, lateral, dan posterior. Otot kaki anterior merupakan otot ekstensi yang terlibat dalam dorsifleksi dan eversi ataupun inversi. Otot kaki lateral merupakan evertor primer kaki, tetapi juga membantu fleksi plantar. (Philip,et al., 2020)

Kompartemen posterior dibagi menjadi permukaan dan *deep muscles*. Otot superfisial posterior merupakan fleksor plantar pada kaki. *Gastrocnemius* dan *soleus* membentuk tonjolan pada betis. Tendon pada *deep muscles*

kompartemen posterior sampai malleolus medial merupakan permukaan plantar tulang pada kaki. (Philip, et al., 2020)

Otot biasanya melekat pada sekurang-kurangnya dua tulang dan melewati sendi dengan perantara tendon yang bercabang dari kedua otot. Ketika otot berkontraksi, posisi sendi berubah karena satu tulang bergerak relatif terhadap tulang yang lain. Ujung otot yang melekat ke bagian tulang yang lebih stasioner disebut origo, dan ujung yang melekat ke bagian tulang yang bergerak disebut insersi. (Ward, n.d.)

Kontraksi diklasifikasikan menjadi dua yaitu konsentrik dan eksentrik. Pada kontraksi konsentrik, panjang otot memendek. Sementara itu, pada kontraksi eksentrik, otot memanjang. Selama kontraksi konsentrik, semakin besar bebannya, semakin rendah kecepatan saat sebuah serat otot memendek. Kecepatan pemendekan maksimal jika tidak terdapat beban eksternal, secara progresif menurun dengan bertambahnya beban, dan turun hingga nol ketika beban tidak dapat diatasi oleh tegangan maksimal. Meskipun beban dan kecepatan pemendekan berbanding terbalik pada kontraksi konsentrik, beban dan kecepatan pemanjangan berbanding lurus pada kontraksi ekstentrik. Gaya eksternal (beban) yang

lebih besar daripada gaya kontraksi maksimal otot akan menyebabkan otot lebih panjang, dengan kecepatan pemanjangan yang berbanding lurus dengan beban. (Ward, n.d.)

Untuk menghasilkan tingkat tegangan otot utuh dibutuhkan dua faktor utama yaitu jumlah serat otot yang berkontraksi di dalam satu otot dan tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing serat yang berkontraksi. Otot yang dirancang untuk gerakan kasar bertenaga, misalnya otot di kaki, satu unit motorik mungkin mengandung 1500 hingga 2000 serat otot. Rekrutmen unit motorik di semua otot ini menyebabkan penambahan besar pada tegangan otot keseluruhan. Kontraksi yang lebih kuat dicapai dengan mengorbankan ketepatan tingkat kontrol. Oleh sebab itu, jumlah serat otot yang ikut serta dalam upaya kontraktil total suatu otot bergantung pada jumlah unit motorik yang direkrut dan jumlah serat otot per unit motorik di otot tersebut. (Tortora & Derrickson, n.d.)

Selama aktivitas ketahanan ringan atau sedang (latihan aerobik), unit lokomotor yang paling resisten terhadap kelelahan direkrut pertama kali. Serat-serat akhir yang

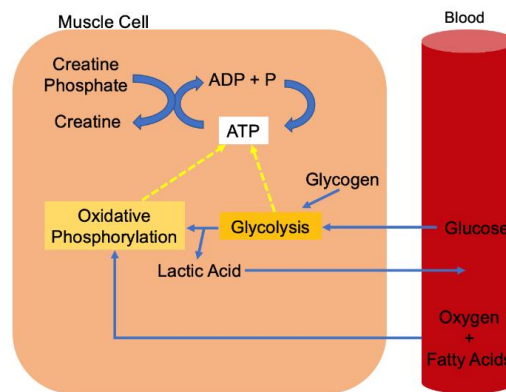
dibutuhkan untuk memenuhi ketegangan ekstra adalah serat-serat yang paling mudah lelah. Oleh karena itu, seseorang dapat melakukan aktivitas yang memerlukan daya tahan dalam jangka waktu yang lama, namun hanya dapat mempertahankan aktivitas dalam jangka waktu pendek yang memerlukan tenaga penuh. (Tortora & Derrickson, n.d.)

ATP adalah satu-satunya sumber energi yang dapat digunakan secara langsung untuk berbagai aktivitas yang berbeda. Oleh karena itu, ATP harus tersedia setiap saat. Di jaringan otot, persediaan ATP sangat terbatas, cukup untuk memberikan daya beberapa detik pertama saat olahraga. Namun, ada tiga jalur yang menyediakan ATP sesuai kebutuhan selama kontraksi otot, yaitu :

- a. transfer fosfat berenergi tinggi dari kreatin fosfat ke ADP
- b. fosforilasi oksidatif
- c. glikolisis.

Kreatin fosfat adalah sumber energi utama yang digunakan dalam aktivitas kontraktile. Seperti ATP, kreatin fosfat mengandung satu gugus fosfat berenergi tinggi yang dapat diberikan langsung ke ADP untuk membentuk ATP. Energi yang dilepaskan dari hidrolisis kreatin fosfat, dapat

disuplai ke ADP untuk membentuk ATP. Reaksi ini yang dikatalisis oleh enzim kreatin kinase, bersifat reversibel. (Tortora & Derrickson, n.d.)



Gambar 2.5 Metabolisme energi pada sel otot (*Skeletal Muscle Energy Metabolism | BIO 3200, n.d.*)

ATP dibutuhkan saat siklus kontraksi dan untuk memompa Ca^{2+} . Kreatin fosfat mensuplai grup fosfat menjadi ATP.

Kreatin fosfat adalah sumber pemasok ATP pertama ketika olahraga dimulai. Tingkat ATP di otot sebenarnya relatif stabil pada awal kontraksi, tetapi simpanan kreatin fosfat berkurang. Faktanya, upaya kontraksi intensitas tinggi yang berlangsung singkat, misalnya lompat tinggi, lari jarak dekat, atau mengangkat beban, dibantu oleh ATP yang berasal dari kreatin fosfat. Kreatin fosfat digunakan untuk aktivitas berintensitas tinggi jangka pendek seperti *shuttle run*. (*Skeletal Muscle Energy Metabolism | BIO 3200, n.d.*)

Fosforilasi oksidatif menghasilkan ATP dengan laju yang relatif lambat jika dibandingkan dengan transfer fosfat berenergi tinggi dari kreatin fosfat ke ADP. Kegiatan yang didukung dengan cara ini adalah olahraga aerobik atau olahraga ketahanan. (พวงพกา มะเสนา และประณต นันทียะกุล, 2557)

Selama glikolisis, satu molekul glukosa dipecah menjadi dua molekul piruvat, menghasilkan dua molekul ATP. Piruvat selanjutnya dapat terdegradasi melalui fosforilasi oksidatif untuk menghasilkan lebih banyak energi. Glikolisis dapat membentuk ATP tanpa adanya O₂ (bekerja secara anaerob) Meskipun glikolisis menghasilkan lebih sedikit molekul ATP untuk setiap molekul nutrisi yang diproses, karena kecepatannya, laju produksi ATP-nya dapat melebihi laju pembentukan ATP melalui fosforilasi oksidatif selama glukosa tersedia. Aktivitas yang dapat ditunjang dengan cara ini adalah olahraga dengan intensitas tinggi atau anaerobik seperti *shuttle run*. (พวงพกา มะเสนา และประณต นันทียะกุล, 2557)

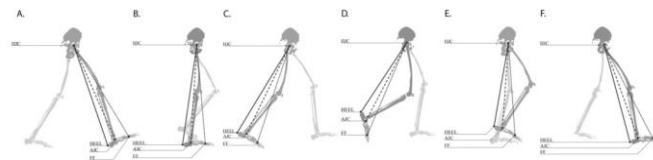
2.1.5 Siklus *Gait*



Gambar 2.6 Siklus *gait*

Stance phase merupakan bagian 60% dari total siklus *gait* terbagi menjadi 5 sub-fase yaitu, *initial contact (heel strike)*, *loading responses (foot flat)*, *mid-stance*, *terminal stance (heel off)*, dan *pre-swing (toe off)*. (*The Gait Cycle - Physiopedia*, n.d.)

Sementara itu, *swing phase* merupakan bagian 40% dari total siklus *gait*. Pada fase ini, kaki tidak berkontak dengan tanah dan berat badan bertumpu pada kaki. Fase ini terdiri dari 3 sub-fase, yaitu *initial swing (20%)*, *mid-swing (10%)*, dan *late swing (10%)*. (*The Gait Cycle - Physiopedia*, n.d.)



Gambar 2.7 Siklus *gait* (A) *Initial contact*, (B) *Mid stance*, (C) *Pre-swing*, (D) *Initial swing* (Khamis et al., 2018)

2.1.6 Cara Pengukuran Panjang Ekstremitas Bawah

2.1.6.1 *True Leg Length*

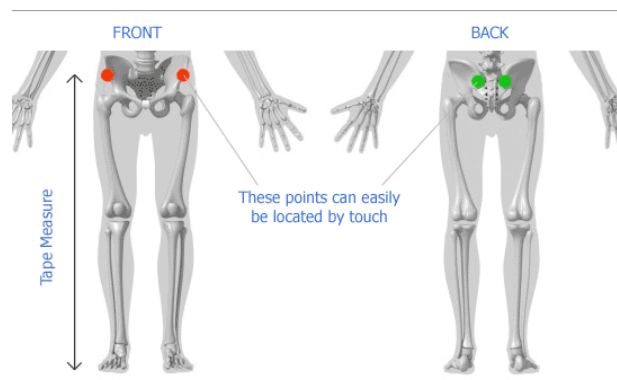
True leg length merupakan pengukuran yang dihitung dari SIAS (*spine illiaca anterior superior*) ke ujung malleolus medial sementara kedua ekstremitas bawah berada pada posisi yang sama dan panggul

berbentuk bujur sangkar. (*True and Apparent Leg Length Measurement | Bone and Spine, n.d.*)



Gambar 2.8 *True leg length (True and Apparent Leg Length Measurement | Bone and Spine, n.d.)*

2.1.5.2 Anatomical Leg Length



Gambar 2.9 *Anatomical leg length*

Definisi *anatomical leg length* adalah panjang femur dari trochanter major sampai tibia, atau lebih tepatnya malleolus lateralis. (Parvizi & Kim, 2010)

2.1.6.3 *Apparent Leg Length*

Apparent leg length merupakan pengukuran yang dihitung dari umbilikus sampai ke malleolus medialis. (*True and Apparent Leg Length Measurement | Bone and Spine, n.d.*)



Gambar 2.10 *Apparent leg length (True and Apparent Leg Length Measurement | Bone and Spine, n.d.)*

2.1.7 Kelainan Pada Kaki

2.1.7.1 Genu Valgum

Genu valgum atau kaki X adalah suatu keadaan di mana pada posisi berdiri, lutut saling berdekatan, sedangkan jarak antara kedua malleolus medial lebih kecil dari diameter melintang sendi lutut. Sementara itu, untuk tipe yang sudah parah, pada posisi berdiri, lutut saling berdekatan, tetapi jarak antara kedua malleolus medial lebih besar daripada diameter transversal sendi lutut. Pemeriksaan fisiknya adalah

ketika pasien memiliki deformitas genu varum, jarak lutut harus diperiksa pada posisi berdiri dengan kaki saling berdekatan. Pasien dengan genu valgum harus diperiksa untuk jarak jarak dari pergelangan kaki ketika mereka berdiri dengan lutut berdekatan. Selain itu, periksa ROM (range of motion) sendi lutut, periksa relaksasi sendi lutut, periksa lutut apakah ada tanda-tanda pembengkakan dan nyeri tekan, dan juga periksa ada tidaknya rotasi gabungan kelainan bentuk. (Qin et al., 2020)



Gambar 2.11 *Mild genu valgum* (a) Anterior (b) Posterior (Qin et al., 2020)



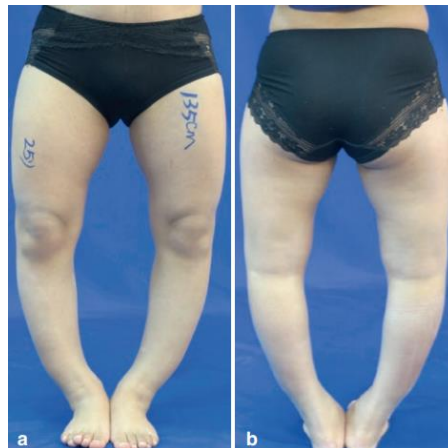
Gambar 2.12 *Severe genu valgum* (a) Anterior (b) Posterior (Qin et al., 2020)

2.1.7.2 Genu Varum

Tipe ringan pada genu varum adalah pasien pada posisi berdiri yang kakinya berdekatan, ruang *condylar* antara sendi lutut lebih kecil dari diameter sendi lutut. Untuk tipe parahnya adalah jarak antara lutut lebih besar daripada diameter transversal lutut. Pemeriksaan fisik pada genu varum sama dengan genu valgum. (Qin et al., 2020)



Gambar 2.13 *Mild genu varum* (a) Anterior (b) Posterior (Qin et al., 2020)



Gambar 2.14 *Severe genu varum* (a) Anterior (b) Posterior (Qin et al., 2020)

2.1.8 Cedera Muskuloskeletal

2.1.8.1 Cedera jaringan lunak

a. Luka Tertutup

Cedera di mana tidak ada jalur terbuka dari luar ke lokasi cedera. Luka tertutup terbagi menjadi 5 yaitu, memar, ekimosis, edema, ketegangan, dan keseleo. Memar adalah cedera traumatis pada jaringan di bawah kulit. Ekimosis adalah perubahan warna di bawah kulit yang disebabkan ketika darah bocor ke jaringan lunak di sekitarnya yang bisa menyebabkan kulit berubah warna. (Alsheikhly & Alsheikhly, 2018)

Sementara itu, edema adalah pembengkakan akibat peradangan atau cairan abnormal di bawah kulit. Ketegangan adalah peregangan atau robekan otot akibat peregangan berlebihan atau kelelahan. Keseleo adalah cedera sendi yang melibatkan kerusakan pada ligamen pendukung dan dislokasi ujung tulang sebagian atau sementara. (Alsheikhly & Alsheikhly, 2018)



Gambar 2.15 Luka tertutup pada kaki (Alsheikhly & Alsheikhly, 2018)

b. Luka Terbuka

Luka terbuka adalah cedera di mana kulit terganggu atau rusak sehingga memperlihatkan jaringan di bawahnya. Luka terbuka pada kaki dapat terbagi menjadi lecet, laserasi, sayatan, tusukan. Lecet adalah di mana lapisan atas kulit hilang. Laserasi adalah luka pada kulit dengan tepi bergerigi. Sayatan ditandai dengan tepi

yang halus dan menyerupai potongan kertas. Sementara tusukan biasanya luka yang dalam dan sempit seperti luka tusukan dari paku atau pisau. (Alsheikhly & Alsheikhly, 2018)

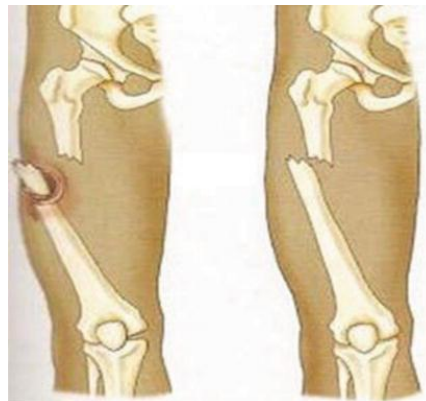


Gambar 2.16 Luka terbuka pada kaki

2.1.8.2 Patah Tulang

a. Patah Tulang Terbuka

Fraktur adalah putusnya kontinuitas tulang yang dapat mengakibatkan gangguan tulang Sebagian atau seluruhnya. Fraktur terbagi menjadi fraktur terbuka dan fraktur tertutup. Fraktur terbuka adalah di mana ada kerusakan melalui kulit di atasnya dan jaringanikat dengan tulang yang patah (Alsheikhly, 2018)



Gambar 2.17 Fraktur terbuka dan fraktur tertutup (Alsheikhly, 2018)

b. Patah Tulang tertutup

Fraktur tertutup adalah tulang patah tanpa keluar kulit atau tanpa adanya sambungan dengan permukaan luar. Klasifikasi fraktur tertutup berdasarkan ukuran luka adalah sebagai berikut :

- a. Tipe I :Luka kecil (<1 cm), biasanya luka bersih
- b. Tipe II :Luka sedang (>1 cm), kerusakan atau kehilangan jaringan lunak minimal
- c. Tipe III :Luka kulit yang parah, dengan kerusakan jaringan lunak yang luas (Alsheikhly, 2018)

2.1.8.3 Dislokasi

Dislokasi adalah perpindahan ujung tulang pada persendian yang mengakibatkan peregangan ligament yang tidak normal di sekitar persendian. Disebut juga luksasi, terjadi ketika ada pemisahan abnormal pada sendi di mana dua atau lebih tulang bertemu. Terkadang menyebabkan robekan atau pemisahan ligament total. Gejala dislokasi merupakan gerakan terbatas atau hilang, nyeri saat bergerak, mati rasa di sekitar area tersebut, parestesia dan perasaan kesemutan di ekstremitas. (Alsheikhly & Alsheikhly, 2018)



Gambar 2.18 *Ankle dislocation*

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

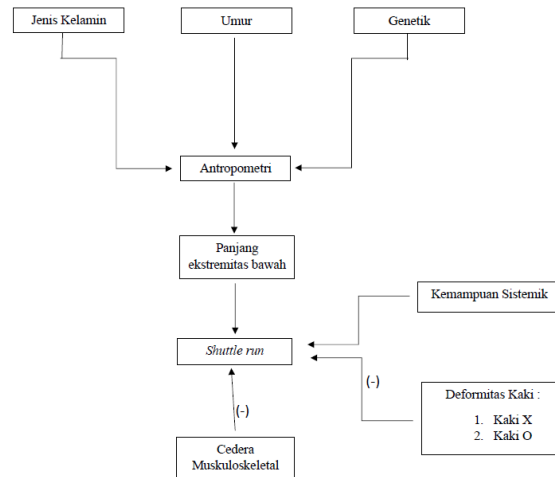
Tabel 2.3 *State of Art*

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Bahan	Metode	Hasil Penelitian
1.	<i>Effect of Leg Length on Running Speed of Sports and Health Sciences Students in Indonesia : A Meta-Analysis Study</i> (Kriswanto et al., 2021)	Erwin, et al.	2021	Penelitian kuantitatif yang dibuat oleh mahasiswa/dosen, terbit dari tahun 2010 sampai 2018 serta membahas mengenai efek panjang kaki terhadap kecepatan lari	Menggunakan JASPO.9.1 software untuk kalkulasi perbedaan <i>mean agregat</i> dan <i>publication bias</i>	Terdapat efek yang signifikan antara panjang kaki dan kecepatan lari <i>sprint</i>
2.	<i>Foot Posture Index Reference Values Among Young Adults in Saudi Arabia and Their Association with Anthropometric Determinants, Balance, Functional Mobility, and Hypermobility</i> (Alahmari et al., 2021)	Khalid, et al.	2021	291 pria dan 290 wanita remaja berumur 18-25 tahun	Kisaran FPI diperoleh untuk kedua kaki sebagai jumlah skor (-2, -1, 0, 1, 2) yang diberikan untuk setiap kriteria. Penelitian selanjutnya menilai keseimbangan tandem, mobilitas fungsional dengan menaiki tangga dan tes keturunan serta hipermobilitas melalui skala Beighton.	Terdapat korelasi antara keseimbangan dengan FPI pada supinasi dan hipersupinasi <i>foot groups</i>
3.	<i>Anthropometric Ratios for Lower-Body Detection Based on Deep Learning and Traditional</i>	Jermiphput, et al.	2021	Rasio antropometrik yang diusulkan dan membandingkan kinerja pembelajaran	Kombinasi <i>convolutional neural networks</i> (A-CNNs) serta kombinasi antropometri	Dapat bermanfaat untuk mengubah beberapa bagian tubuh

	<i>Methods</i> (Jaruenpunyak et al., 2022)			mendalam (jaringan saraf dan konvulsional dan Open Pose) dan metode deteksi tradisional	rasio dan teknik tradisional	manusia menjadi tubuh bagian bawah yang sesuai
4.	<i>Characteristics of Plantar Pressure with Foot Postures and Lower Limb Pain Profiles in Taiwanese College Elite Rugby</i> (Chow, et al., 2021)	Chow, et al.	2021	51 atlet college elite rugby dan 57 atlet recreational rugby	Studi cross sectional	Karakteristik beban plantar yang lebih tinggi di bawah kaki depan dan kaki bagian tengah yang terkait dengan kaki terlungkang rendah dalam posisi statis bipedal untuk diagram college elite rugby
5.	<i>Running and Posture</i> (D'isanto et al., 2019)	Tiziana, et al.	2019	Scientific review and meta analysis	Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis	Latihan khusus pendidikan ulang postural dan tonus otot adalah mungkin untuk mencapai keseimbangan, kesejahteraan, dan peningkatan kinerja atletik, berdasarkan artikel ilmiah.

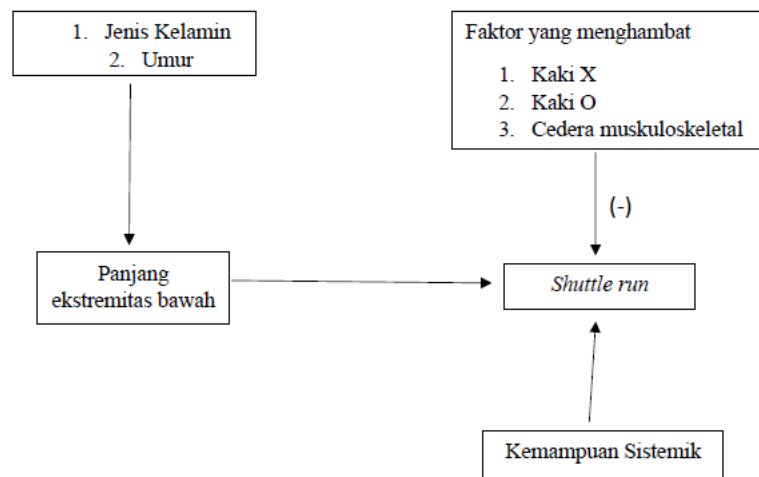
2.3 Kerangka Berpikir

2.3.1 Kerangka Teori



Bagan 2.1 Kerangka teori

2.3.2 Kerangka Konsep



Bagan 2.2 Kerangka konsep

2.4 Hipotesis

- 1) Semakin panjang ekstremitas bawah semakin tinggi nilai jasmani *shuttle run*.