



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**KEKUATAN GENGAMAN TANGAN, CENGKAMAN JARI DAN
UKURAN ANTROPOMETRI ATLET SUKAN MEMANJAT TEMBOK
TIRUAN KATEGORI *BOULDER, LEAD DAN SPEED***

SITI NURSARAH BINTI SALEHHODIN

FPP 2019 44



**KEKUATAN GENGAMAN TANGAN, CENGGAMAN JARI DAN UKURAN
ANTROPOMETRI ATLET SUKAN MEMANJAT TEMBOK TIRUAN
KATEGORI *BOULDER*, *LEAD* DAN *SPEED***

Oleh

SITI NURSARAH BINTI SALEHHODIN

**Tesis yang dikemukakan kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra
Malaysia, sebagai memenuhi keperluan Ijazah Master Sains**

April 2018

Semua bahan yang terkandung dalam tesis ini , termasuk tanpa had teks, logo, ikon, gambar dan semua karya seni lain, adalah bahan hak cipta Universiti Putra Malaysia kecuali dinyatakan sebaliknya. Penggunaan mana-mana bahan yang terkandung dalam tesis ini dibenarkan untuk tujuan bukan komersil daripada pemegang hak cipta. Penggunaan komersil bahan hanya boleh dibuat dengan kebenaran bertulis terdahulu yang nyata daripada Universiti Putra Malaysia.

Hak cipta © Universiti Putra Malaysia



DEDIKASI

DENGAN NAMA ALLAH YANG MAHA PEMURAH LAGI PENGASIHANI
SELAWAT DAN SALAM KEPADA JUNJUNGAN NABI MUHAMMAD S.A.W

Saya tujukan dedikasi teristimewa buat ayahanda dan bonda yang dikasihi, SALEHHODIN HAMZAH dan MARIATI IBRAHIM. Mengenang perit jerihmu dalam meredah kepayahan dan menyusun langkah serta ketabahan kalian dalam mendidik ku. Akhirnya anakmu berjaya mengharungi dugaan dan cabaran sepanjang hidup bagi mengatur langkah kehidupan yang lebih sempurna sepanjang hidup ini. Jasamu itu melahirkan rasa insaf kepadaku. Aku sungguh bertuah kerana memilikimu berdua.



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

KEKUATAN GENGAMAN TANGAN, CENGKAMAN JARI DAN UKURAN ANTROPOMETRI ATLET SUKAN MEMANJAT TEMBOK TIRUAN KATEGORI *BOULDER*, *LEAD* DAN *SPEED*

Oleh

SITI NURSARAH BINTI SALEHHODIN

April 2018

Pengerusi : Borhanuddin Abdullah, PhD
Fakulti : Pengajian Pendidikan

Aktiviti sukan memanjat tembok tiruan adalah sukan yang semakin mendapat tempat dalam masyarakat sama ada secara rekreasi mahupun dalam pertandingan. Sukan memanjat ini bukan sahaja bergantung sepenuhnya pada kekuatan gengaman tangan (KGT) tetapi kekuatan cengkaman jari (KCJ) dan ukuran antropometri seperti *body mass indeks* (BMI) dan panjang depa tangan (PDT). Pengalaman dan peratus lemak badan (%LB) juga antara yang mempengaruhi prestasi atlet memanjat tembok tiruan. Kajian ini bertujuan untuk membezakan tahap KGT, KCJ dan ukuran antropometri dalam kalangan atlet lelaki daripada tiga kategori sukan memanjat tembok tiruan iaitu *boulder*, *lead*, dan *speed* semasa pertandingan dijalankan. Reka bentuk kajian yang digunakan adalah *ex-post facto* kerana ciri-ciri subjek yang dikaji berlaku secara semula jadi dan tidak dimanipulasi. Subjek terdiri daripada 123 atlet lelaki (*boulder*=41, *lead*=41, dan *speed*=41) dan purata umur adalah 22.4±4 tahun. Subjek adalah pelajar-pelajar yang mewakili universiti di Malaysia. Ujian KGT dilakukan menggunakan alat *handgrip dynamometer*, ujian KCJ menggunakan kayu berkelebaran 2.5cm di mana subjek menggantungkan diri menggunakan jari, dan ukuran antropometri menggunakan alat *Bioelectrical Impedance Analysis*. Analisis perbandingan menunjukkan atlet *boulder* (Min±SP=102.65±4.71kg) mempunyai KGT lebih tinggi ($p=0.000$) daripada atlet *lead* (92.42±15.88) dan *speed* (88.13±16.43). KCJ untuk *boulder* (61.15±20.48) juga menunjukkan perbandingan paling tinggi ($p=0.000$) berbanding *lead* (37.58±19.30) dan *speed* (38.02±12.71), pengalaman bagi *boulder* (3.56±1.05) menunjukkan perbandingan paling tinggi ($p=0.007$) dan *speed* (2.76±0.99) adalah paling rendah. Ujian *post hoc tukey* menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan pada KGT antara *boulder* dan *lead* ($p=0.011$), dan *boulder* dan *speed* ($p=0.000$), KCJ antara *boulder* dan *lead* ($p=0.000$), dan *boulder* dan *speed* ($p=0.000$), serta pengalaman antara *boulder* dan *speed* ($p=0.000$). Kesimpulan dari kajian ini menunjukkan tahap kekuatan gengaman tangan dan kekuatan cengkaman jari pada kategori *boulder* didapati lebih kuat berbanding pemanjat

kategori lain. Ukuran antropometri juga harus diberikan tumpuan terhadap salah satu penyumbang kepada peningkatan prestasi atlet dalam sukan memanjat ini.



Abstract of thesis presented to the Senate of University Putra Malaysia in fulfilment of the requirement for the degree of Master of Sciences

COMPARISON LEVEL OF HANDGRIP STRENGTH, FINGER STRENGTH AND ANTHROPHOMETRY FOR WALL CLIMBING'S ATHLETES IN THREE DIFFERENT CATEGORIES BOULDER, LEAD, AND SPEED

By

SITI NURSARAH SALEHHODIN

April 2018

Chair : Borhanuddin Abdullah, PhD
Faculty : Educational Studies

Sport climbing is a sport that is increasingly popular as a recreational or competitive activity. Sport climbing is not only dependent on handgrip strength (KGT) but also finger grip strength (KCJ) and anthropometric measurements such as body mass index (BMI), arm span (PDT). Experience and body fat percentage (%LB) are also variables that can affect the performance of athletes during climbing. This study is to determine the level of different for KGT, KCJ and anthropometric measurements on male athletes from three different categories of climbing which are boulder, lead, and speed during a competition. Research design used are ex-post facto due to characteristics tested on the subjects occur naturally and cannot be manipulated. This study involved 123 male athletes participant as subjects (boulder=41, lead=41, speed=41) whose average age is 22.4 ± 4 years. All of them are university student in Malaysia. Handgrip strength was measured statically using a handgrip dynamometer, finger grip strength was measured by having a climber hold onto a 2.5-cm ledge with straight arms, and anthropometry measurement was carried out using Bioelectrical Impedance Analysis. Descriptive data analysis shown that athlete boulder (Mean \pm SD=102.646 \pm 14.71) has the higher score ($p=0.000$) of KGT compare to lead (92.42 \pm 15.88) and speed (8.13 \pm 16.43). KCJ for boulder (61.15 \pm 20.48) shown the higher score ($p=0.000$) compare to lead (37.58 \pm 19.30) and speed (38.02 \pm 12.71), experience for boulder (3.56 \pm 1.05) also shown the higher score ($p=0.007$) and speed (2.76 \pm 0.99) is the lower. Post hoc tukey test showed there is a significant different for KGT between boulder and lead ($p=0.011$), boulder and speed ($p=0.000$), KCJ between boulder and lead ($p=0.000$), boulder and speed ($p=0.000$), and experiences between boulder and

speed ($p=0.000$). Conclusion from these studies showed that the level of handgrip strength and finger strength in the boulder category found are stronger than other categories of climbers in sport climbing. In sport climbing, anthropometry measurements should be considered as contributing factors to the enhancement of athlete's performance in sport climbing.



PENGHARGAAN

“Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah, Lagi Maha mengasih” Alhamdulillah bersyukur saya ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah dan kurniaNya dapat saya menyiapkan tugas penulisan ilmiah ini dengan sempurna.

Jutaan terima kasih diucapkan kepada pensyarah penyelia, Dr Borhannuddin Abdullah dan Prof. Aminuddin Yusof yang telah memberi bimbingan dan tunjuk ajar sehingga kajian ini disempurnakan. Saya juga berterima kasih di atas kesabaran dan kesungguhan mereka semasa membimbing saya selama ini. Sesungguhnya dorongan dan bimbingan yang mereka berikan amatlah berguna dan berharga.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada Univeristi Putra Malaysia, khususnya Fakulti Pengajian Pendidikan kerana memberi kebenaran menjalankan kajian dan tidak lupa para responden yang terlibat di dalam kajian ini. Terima kasih juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang sudi memberi bantuan dan pandangan.

Akhir sekali saya ucapkan jutaan terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan kajian ini. Hanya Allah yang dapat membalas budi dan jasa kalian semua.

Tesis ini telah dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat keperluan untuk ijazah Master Sains. Ahli Jawatan Kuasa Penyelia adalah seperti berikut:

Borhanuddin Abdullah, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Pengajian Pendidikan
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Aminuddin Yusoff, PhD

Profesor
Fakulti Pengajian Pendidikan
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

ROBIAH BINTI YUNUS, PhD

Profesor dan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

Pengakuan pelajar siswazah

Saya memperakui bahawa:

- tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli;
- setiap petikan, kutipan dan ilustrasi telah dinyatakan sumbernya dengan jelas;
- tesis ini tidak pernah dimajukan sebelum ini, dan tidak dimajukan serentak dengan ini, untuk ijazah lain sama ada di Universiti Putra Malaysia atau di institut lain;
- hak milik intelek dan hakcipta tesis ini adalah milik mutlak Universiti Putra Malaysia, mengikut Kaedah-kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- kebenaran bertulis daripada penyelia dan Pejabat Timbalan Naib Canselor (Penyelidikan dan Inovasi) hendaklah diperoleh sebelum tesis ini diterbitkan (dalam bentuk bertulis, cetakan atau elektronik) termasuk buku, jurnal, modul, prosiding, tulisan popular, kertas seminar, manuskrip, poster, laporan, nota kuliah, modul pembelajaran atau material lain seperti yang dinyatakan dalam Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- tiada plagiat atau pemalsuan/fabrikasi data dalam tesis ini, dan integriti ilmiah telah dipatuhi mengikut Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012. Tesis telah diimbaskan dengan perisian pengesanan plagiat.

Tandatangan: _____ Tarikh: _____

Nama dan No. Matrik: _____

Perakuan Ahli Jawatan Penyelesaian

Dengan ini, diperlakukan bahawa:

- penyelidikan dan penulisan tesis ini adalah di bawah seliaan kami;
- tanggungjawab penyelesaian sebagaimana yang dinyatakan dalam Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2003 (Semakan 2012-2013) telah dipatuhi.

Tandatangan : _____
Nama Pengerusi _____
Jawatankuasa _____
Penyelesaian: Borhannudin Abdullah

Tandatangan : _____
Nama Ahli _____
Jawatankuasa _____
Penyelesaian: Aminuddin Yusoff

JADUAL KANDUNGAN

Muka Surat

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
PENGESAHAN	v
PERAKUAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SINGKATAN	xiii

BAB

1	PENGENALAN	
	Pendahuluan	1
	Latar Belakang Kajian	2
	Objektif Kajian	5
	Persoalan Kajian	7
	Hipotesis Kajian	8
	Kepentingan Kajian	9
	Limitasi Kajian	9
	Definisi Kajian	10
2	TINJAUAN LITERATUR	12
	Pengenalan Sukan Memanjat	12
	Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	16
	Komponen Kekuatan yang Mempengaruhi Prestasi Sukan Memanjat	15
	Kekuatan Genggaman Tangan	18
	Kekuatan Cengkaman Jari	19
	Ukuran Antropometri	20
	Perbezaan Antara Atlet Novis dan Elit	22
	Kajian Sukan Memanjat Berkaitan	26
	Kerangka Konseptual Kajian	29
3	METODOLOGI	31
	Pendahuluan	31
	Reka Bentuk Kajian	31
	Pensampelan	31
	Lokasi Kajian	33
	Instrumen dan Prosedur Kajian	33
	Kesahan dan Kebolehpercayaan	37
	Analisis Data	38
4	DAPATAN KAJIAN	40
	Pendahuluan	40

Latar Belakang Responden	40
Analisis Kajian H ₀ 1 : Tiada perbezaan skor kekuatan genggam tangan antara atlet <i>boulder</i> , <i>lead</i> , dan <i>speed</i> .	43
Analisis Kajian H ₀ 2 : Tiada perbezaan skor kekuatan cengkaman jari antara atlet <i>boulder</i> , <i>lead</i> , dan <i>speed</i> .	44
Analisis Kajian H ₀ 3 :Tiada perbezaan ukuran panjang depa tangan antara atlet <i>boulder</i> , <i>lead</i> , dan <i>speed</i> .	45
Analisis Kajian H ₀ 4 :Tiada perbezaan skor peratus lemak badan antara atlet <i>boulder</i> , <i>lead</i> , dan <i>speed</i> .	46
Analisis Kajian H ₀ 5 :Tiada perbezaan pengalaman antara atlet <i>boulder</i> , <i>lead</i> , dan <i>speed</i> .	46
Analisis Kajian H ₀ 6 :Tiada perbezaan indeks jisim badan antara atlet <i>boulder</i> , <i>lead</i> , dan <i>speed</i> .	47
5 PERBINCANGAN, KESIMPULAN, DAN CADANGAN	49
Pendahuluan	49
Perbincangan Hasil Dapatan Kajian	49
Kesimpulan	51
Cadangan	53
RUJUKAN	54
LAMPIRAN	61
BIODATA PELAJAR	64
SENARAI PENERBITAN	65

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka Surat
2.1	Tahap pemanjat mengikut kebolehan	22
2.2	<i>National Climbing Classification System Ratings</i>	23
2.3	Tahap kesukaran memanjat “ <i>Yosemite Decimal System</i> ” (YDS)	24
2.4	Perbezaan laluan sistem kesukaran memanjat yang digunakan di Amerika, Perancis, United Kingdom dan Australia, dan standard untuk sistem laluan kesukaran UIAA.	25
3.1	Sampel Kajian	32
3.2	Hipotesis Kajian dan Analisis Data	39
4.1	Statistik Deskriptif bagi Kekuatan Genggaman Tangan, Kekuatan Cengkaman Jari dan Ukuran Antropometri yang dikaji dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	41
4.2	<i>Norms</i> kekuatan genggaman tangan bagi lelaki	42
4.3	Taburan Tahap, Frekuensi dan Peratus Kekuatan Genggaman Tangan pada Atlet Lelaki Sukan Memanjat Tembok Tiruan	42
4.4	Taburan Tahap, Frekuensi dan Peratus Kekuatan Genggaman Tangan Atlet Lelaki pada Tiga Kategori Sukan Memanjat Tembok Tiruan	43
4.5	Analisis ANOVA Kekuatan Genggaman Tangan pada Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	44
4.6	Analisis <i>Post Hoc</i> Kekuatan Genggaman Tangan antara Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	44
4.7	Analisis ANOVA Kekuatan Cengkaman Jari pada Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	45
4.8	Analisis <i>Post Hoc</i> Kekuatan Cengkaman Jari antara Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	45
4.9	Analisis ANOVA Panjang Depa Tangan pada Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	46
4.10	Analisis ANOVA Peratus Lemak Badan pada Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	46
4.11	Analisis ANOVA Pengalaman pada Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	47
4.12	Analisis <i>Post Hoc</i> Pengalaman antara Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	47
4.13	Analisis ANOVA Indek Jisim Badan pada Tiga Kategori dalam Sukan Memanjat Tembok Tiruan	48

SENARAI RAJAH

Rajah		Muka Surat
2.1	Kerangka Konseptual Kajian	29
3.1	Ujian Antropometri Menggunakan <i>Tanita</i> (TBF-300)	35
3.2	Ujian Kekuatan Genggaman Tangan	36
3.3	Ujian Kekuatan Gantungan Jari pada Kelebaran Kayu 2.5cm	36
3.4	Prosedur Pengumpulan Data	37



SENARAI SINGKATAN

KGT	Kekuatan Genggaman Tangan
PDT	Panjang Depa Tangan
KCJ	Kekuatan Cengkaman Jari
BMI	<i>Body Mass Index</i>
%LB	Peratus Lemak Badan
IPTA	Institusi Pengajian Tinggi Awam
IPTS	Institusi Pengajian Tinggi Swasta
BIA	<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>
IFSC	<i>International Federation of Sport Climbing</i>
IOC	<i>International Olympic Committee</i>

BAB 1

PENGENALAN

Pendahuluan

Kekuatan gengaman tangan merujuk kepada kebolehan jari dan tangan untuk menjana kekuatan dan daya kuasa otot (Chang, Chou, Lin, Lin, & Wang, 2010). Kekuatan gengaman tangan yang melibatkan otot tangan dan lengan adalah komponen penting pada atlet yang terlibat dalam sukan termasuk sukan memanjat tembok tiruan, judo, angkat berat, bola keranjang, seni mempertahankan diri dan sukan raket. Ini menjadikan kekuatan gengaman tangan adalah komponen penting pada atlet untuk meningkatkan prestasi kemahiran fizikal dan mengelakkan kecederaan (Murugan, Patel, Prajapati, Ghoghari, & Patel, 2013). Dalam sukan memanjat tembok tiruan, kekuatan gengaman tangan dan kekuatan cengkaman jari menjadi salah satu faktor yang dapat menentukan prestasi atlet di dalam pertandingan memanjat tembok tiruan (Bourne, Halaki, Vanwanseele, & Clarke, 2011).

Kekuatan isometrik dan isotonik pada kekuatan cengkaman jari dan kekuatan gengaman tangan menjadikan ia salah satu pemboleh ubah untuk meramal kejayaan dalam pertandingan peringkat antarabangsa (Olavide & Roman, 2013; Bourne et al., 2011). Atlet memanjat menggunakan kekuatan cengkaman jari untuk mengangkat dan menarik diri pada pelbagai jenis *handholds* semasa memanjat tembok tiruan (Macias, Brown, Coburn, & Chen, 2015). Pelbagai jenis *handholds* telah dicipta selari dengan ciri-ciri batu sebenar dan ciri-ciri yang selalunya diguna yang dinamakan *slope grip*, *half crimp*, dan *crimp* (Quaine & Vigouroux, 2003).

Ukuran antropometri adalah salah satu faktor yang penting dalam sukan ini. Setiap sukan memerlukan ciri-ciri fizikal yang berbeza mengikut keperluan sukan tersebut (Moses & Duduyemi, 2016). Kajian antropometri juga menjadi salah satu faktor kepada penentu prestasi atlet memanjat tembok tiruan seperti ketinggian, berat badan, indeks jisim badan, peratus lemak badan, peratus jisim otot dan kekuatan gengaman tangan (Michailov, Mladenov, & Schoffl, 2009).

Sukan memanjat tembok tiruan atau *wall climbing* adalah sukan yang memerlukan kekuatan mental dan fizikal yang tinggi di mana pemanjat memerlukan pergerakan gimnastik semasa tergantung dipermukaan batu (Fleming & Horst, 2010). Aktiviti sukan memanjat tembok tiruan yang semakin popular ini menyerupai aktiviti sukan memanjat batu sebenar ataupun lebih dikenali sebagai *rock climbing*. Aktiviti sukan ini dilakukan

dalam persekitaran yang terkawal, maka ia dianggap lebih selamat berikutan kepada faktor-faktor keselamatan yang tinggi. Sukan ini melibatkan laluan dipermukaan batu dan boleh dilakukan di dalam kawasan tertutup atau kawasan terbuka (Janot, Steffen, Porcari, & Maher, 2000; Nick, Dickson, Fryer, & Ellis, 2011; Fanchini, Violette, Impellizzeri, & Maffioletti, 2013).

Tembok tiruan adalah dinding buatan yang mempunyai struktur yang berbeza mengikut kesukaran laluan. Tembok ini diperbuat daripada pelbagai jenis bahan seperti kayu, batu campuran resin, *multiplex wood* dan lain-lain. Tembok ini mempunyai pegangan daripada batu atau dikenali sebagai *hold* iaitu tempat meletak kaki dan tangan semasa memanjat. *Hold* adalah batu tiruan yang dibuat untuk menggantikan batu asli yang diletakkan pada tembok tiruan (Marrison & Schoffl, 2007). Selain itu, terdapat juga *climbing gym* iaitu tempat di mana pemanjat boleh memperbaiki dan mempelajari teknik memanjat di dalam keadaan yang selamat dan sebagai persiapan untuk memanjat laluan yang lebih sukar yang dikenali sebagai *route* (Fleming & Horst, 2010). *Route* adalah laluan kritikal pemanjat yang dapat dibezakan dengan pergerakan teknik dan kekuatan yang dimiliki oleh pemanjat (Boulanger, Seifert, Herault, & Coeurjolly, 2015). Sukan ini semakin mendapat tempat dalam kalangan masyarakat berbanding 20 tahun lepas, sehingga kini ia telah menjadi sebagai aktiviti rekreasi ataupun sukan kompetitif yang popular (Sheel, 2004).

Perkembangan sukan memanjat tembok tiruan ini sangat pantas, di mana ia telah memiliki pertandingan bertaraf antarabangsa untuk atlet memanjat peringkat dewasa dan remaja. Peningkatan bilangan penyertaan di dalam pertandingan memanjat tembok tiruan ini telah direkodkan pada tahun 1997 oleh "*International Council for Climbing Competition*" (ICC) dan diperkukuhkan lagi oleh "*International Federation of Sport Climbing*" (IFSC). Perancangan utama IFSC adalah untuk memudahkan pembangunan yang diperlukan semasa sukan Olimpik. Pada tahun 2007, satu pengiktirafan sementara telah diberikan oleh "*International Olympic Committee*" (IOC) kepada IFSC di atas penglibatan mereka di dalam sukan ini. Status sukan memanjat tembok tiruan ini telah dinaik taraf dan lebih dikenali semenjak sukan Olimpik (Sheel, 2004).

Pemanjat yang terbaik adalah atlet yang melakukan sedikit kesilapan semasa pertandingan dijalankan. Matlamat utama pemanjat tembok tiruan adalah untuk mencapai *red-point ascent* di mana pemanjat perlu menyelesaikan laluan menggunakan kaki dan tangan sahaja tanpa perlu *belayer* yang menegangkan tali bagi menampung berat pemanjat semasa memanjat (Fleming & Horst, 2010). Tali, *bolt anchors* dan pasangan pemanjat dikenali sebagai *belayer*, beliau adalah orang yang mengawal tali di bawah untuk menjaga keselamatan pemanjat semasa memanjat. Ini merupakan aspek penting yang perlu diambil berat kerana *belayer* adalah orang di bawah yang berperanan menahan pemanjat daripada jatuh terus ke tanah.

Atlet perlu mengenal pasti dan memahami keperluan aktiviti fizikal yang diperlukan oleh seseorang pemanjat. Disiplin diri semasa latihan adalah penting kerana sukan ini memerlukan pemanjat mempelbagaikan variasi latihan teknikal dalam setiap program latihan yang berlainan. Ini dapat memberi pemanjat lebih pengetahuan dan pendedahan untuk memperbaiki teknik memanjat kerana setiap laluan adalah berlainan mengikut tahap kemampuan pemanjat (Michailow et al., 2009). Pemanjat hanya menggunakan sebahagian kecil otot di bahagian atas badan untuk menghasilkan kekuatan yang diperlukan bagi menampung dan mengangkat berat badan sendiri semasa memanjat. Ini adalah penting untuk pemanjat memiliki kekuatan pada bahagian badan dan memiliki berat badan yang rendah (Balaghi, Sarshin, & Bahari, 2014).

Sukan memanjat ini adalah salah satu sukan yang ekstrem dan bahayanya dapat dikurangkan dengan *pre-placing protection points* pada batu ataupun dinding tembok tiruan (Sheel, 2004). Kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari merupakan salah satu faktor utama penentu prestasi pemanjat di dalam sukan memanjat tembok tiruan dengan kekuatan otot isometrik juga menjadikan ianya salah satu pemboleh ubah yang boleh meramalkan prestasi awal di dalam sesuatu pertandingan (Bourne et al., 2011). Kekuatan genggam tangan sangat penting dalam sukan memanjat tembok tiruan ataupun batu sebenar kerana menggunakan banyak pergerakan pada bahagian pergelangan tangan dan *digits flexors*. Sukan memanjat ini memerlukan kekuatan otot atau kumpulan otot yang boleh menampung dan melawan rintangan (Schweizer, 2012). Komponen kekuatan otot boleh dipertingkatkan melalui latihan otot dan cara terbaik adalah melalui latihan menggunakan berat tambahan. Disebabkan ini, ada cadangan oleh Watts, Martin, & Durtschi (1993) yang menyatakan bahawa ketangkasan pemanjat diperolehi daripada kekuatan tangan dan diandaikan kekuatan genggam tangan adalah faktor yang tidak boleh dipandang ringan dalam sukan memanjat ini (Michailow et al., 2009). Pemanjat memerlukan kekuatan genggam tangan untuk menahan berat diri sendiri supaya *belayer* tidak merasa ada bebanan dan seolah-olah bebas dari berat. Bebas dari berat bermaksud pemanjat berupaya menggunakan kestabilan otot disamping itu dapat mengawal keseimbangan badan.

Sukan memanjat menunjukkan kelainan kerana mempunyai beberapa kategori seperti *boulder*, *speed*, dan *lead* (Nick, Hamlin, Fryer, & Ellis, 2011). *Boulder* merujuk kepada kategori yang tidak memerlukan penggunaan tali semasa memanjat (Marrison & Schoffl, 2007; Schweizer, 2012). Kategori *boulder* ini melibatkan laluan pendek yang teknikal ataupun dipanggil masalah laluan dan permarkahan dikira melalui berapa kali percubaan untuk menyelesaikan “masalah laluan” yang diberi dalam masa yang ditetapkan (Fanchini et al., 2013). Markah ini diperlukan untuk menentukan siapa yang layak ke pusingan berikutnya. Ketinggian tembok memanjat adalah lebih kurang empat hingga enam meter dan apabila jatuh ke bawah ianya tidak mendatangkan sebarang kecederaan kepada pemanjat kerana disokong dengan penggunaan tilam keras dan *spotters*. Prestasi pemanjat semasa pertandingan diambil kira dalam siri pusingan pertandingan di mana

lalu pertandingan pemanjat tidak diketahui dan tidak dibenarkan berlatih menggunakan laluan pertandingan sebelum pertandingan. Kejayaan prestasi bergantung kepada faktor fizikal dan mental, keupayaan menguasai pelbagai keadaan dan kombinasi teknik adalah penentu yang boleh membawa kejayaan dalam sesuatu pertandingan (Marrison & Schoffl, 2007).

Lead climbing adalah kategori memanjat yang dilakukan pada dinding dengan ketinggian melebihi 12 meter dan masa memanjat adalah lebih lama berbanding dengan kategori *boulder* (Marrison & Schoffl, 2007). Pertandingan *lead* ini dimulakan dari bahagian bawah laluan dan mesti memanjat mengikut laluan yang disediakan dalam masa (6-8 minit) yang ditetapkan. Kategori ini adalah berbeza dari *boulder* kerana pemanjat perlu klip tali keselamatan pada *runner* dalam pelbagai jarak sepanjang laluan yang disediakan (Nick et al., 2011). Sebelum permulaan pertandingan, peserta boleh melihat laluan (4-6 minit) sebelum diasingkan semula untuk menunggu masa pertandingan. Permarkahan dikira mengikut pada *hold* terakhir yang paling jauh dipegang dan mesti memegang *hold* itu dengan stabil. Peraturan pertandingan *lead* selalunya mempunyai tiga pusingan iaitu pusingan kelayakan, separuh akhir dan akhir.

Speed kategori adalah kategori memanjat yang melibatkan faktor kepantasan (Ryepko, 2013). Kategori ini selalunya dilakukan sama ada berkumpulan ataupun individu dan pemanjat yang ter pantas adalah dikira sebagai pemenang. Kategori ini menggunakan tali keselamatan yang diikat kepada pemanjat dan berakhir diujung laluan memanjat (Peter, 2004). Masa yang ter pantas direkodkan dan peserta yang ter pantas dikira sebagai pemenang bagi acara ini.

Latar Belakang Kajian

Sukan memanjat tembok tiruan merupakan sukan yang melibatkan pergerakan keseluruhan badan dan terdapat juga komponen-komponen utama yang penting dalam peningkatan prestasi atlet dalam sukan ini (Gurer & Yildiz, 2015). Prestasi awal atlet pada sesuatu pertandingan juga dapat dinilai daripada ujian kekuatan genggam tangan (Bohannon, 2008) termasuklah dalam menentukan gambaran awal prestasi pemanjat memanjat tembok tiruan ataupun batu sebenar (Balas, Pecha, Martin, & Cochrane, 2011) dan menjadi salah satu faktor yang signifikan dalam meramal tahap kebolehan sesuatu atlet itu (Watts, 2004).

Sukan memanjat ini boleh dikategori kepada sukan yang memerlukan tahap ketahanan stamina yang tinggi. Tahap kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari adalah antara faktor penyebab utama dalam kegagalan seseorang pemanjat untuk menyelesaikan sesuatu laluan kesukaran (Gurer & Yildiz, 2015; Jason, 2005). Oleh yang demikian, kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan ukuran

antropometri antara pemboleh ubah untuk mengkaji komponen-komponen yang penyumbang kepada peningkatan prestasi atlet dalam sukan ini.

Kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari memberi impak yang besar kepada atlet memanjat tembok tiruan dalam melihat perbezaan tahap kekuatan diantara atlet memanjat yang lain. Selain itu, kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari dimasukkan sebagai salah satu latihan wajib dalam program latihan untuk dijadikan tanda aras bagi atlet memanjat tembok tiruan. Program latihan yang melibatkan kekuatan cengkaman jari adalah berbeza terdapat pelbagai jenis *handholds* dicipta selaras dengan ciri-ciri batu sebenar dan ciri-ciri yang selalunya diguna dinamakan *slope grip*, *half crimp*, dan *crimp* (Quaine & Vigouroux, 2003).

Antropometri adalah salah satu faktor yang penting pada setiap sukan (Khasawneh & Taifour, 2015). Ukuran antropometri seperti *body mass indeks*, pengalaman, peratus lemak badan dan panjang depa tangan terhadap peningkatan prestasi atlet memanjat tembok tiruan. Atlet elit memunjukkan peratus lemak badan yang rendah (Watts, Joubert, Lish, Mast, & Wilkins, 2003). Tetapi peratus lemak badan yang rendah menimbulkan kebimbangan kerana ia memberi kesan buruk kepada kesihatan dan prestasi pemanjat.

Kajian yang dilakukan untuk mengkaji tentang atlet memanjat tembok tiruan bagi atlet dalam Malaysia adalah untuk mencapai matlamat dan objektif dengan memerlukan penilaian sebagai kaedah untuk melihat kepada peningkatan prestasi atlet sukan memanjat ini.

Penyataan Masalah

Kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari adalah sangat penting pada pemanjat tembok tiruan sama ada untuk rekreasi ataupun pertandingan. Penilaian dan pengkategorian keupayaan memanjat diberi kepada beberapa kesukaran laluan bagi tujuan perbandingan penyelidikan kerana ia adalah adat daripada sukan ini (Marrison & Schoffl, 2007). Sebagai seorang pemanjat tembok tiruan ataupun pemanjat batu sebenar, kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari adalah perkara asas yang perlu diambil kira. Kajian berkenaan sukan memanjat tembok tiruan ataupun batu yang sebenar masih lagi kurang (White & Olsen, 2010).

Kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari tidak diutamakan hanya dalam sukan memanjat tembok tiruan sahaja. Sukan-sukan lain juga terlibat dalam melihat tahap kekuatan genggam tangan yang diukur untuk dijadikan sebagai medium untuk menentukan prestasi awal atlet (Bourne et al., 2011). Sukan memanjat tembok tiruan ini memerlukan kekuatan mental dan fizikal yang tinggi di mana ia melibatkan

pergerakan keseluruhan tubuh badan (Fleming & Horst, 2010). Ukuran antropometri juga antara yang menyumbang kepada peningkatan prestasi atlet sukan pemanjat tembok tiruan seperti BMI, panjang tangan, peratus lemak badan, dan lain-lain. (Michailov et al., 2009).

Walau bagaimanapun, dapatan kajian lepas berkenaan kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan ukuran antropometri dalam kalangan atlet pemanjat banyak dilakukan di luar negara, namun dalam negara masih lagi kurang. Kajian dalam negara juga menunjukkan bahawa kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan ukuran antropometri pemanjat tembok tiruan pada ketiga-tiga kategori dalam satu-satu masa masih belum dikaji. Oleh itu, kurangnya kajian dan dapatan dari Malaysia berkenaan kajian atlet pemanjat tembok tiruan. Pendapat lain menyatakan kajian berkenaan dalam sukan pemanjat ini mempunyai keterbatasan yang terhad seperti kekurangan atlet dan lokasi yang tidak sesuai (White & Olsen, 2010). Berdasarkan kepada pengetahuan, ini adalah satu-satunya kajian yang mengkaji tahap perbezaan antara ketiga-tiga kategori dan dapatan dari kajian ini boleh dijadikan sebagai data rujukan utama. Dapatan daripada hasil kajian ini dapat digunakan pada masa akan datang untuk jurulatih mahupun atlet itu sendiri.

Sejajar dengan keperluan sukan pemanjat tembok tiruan ataupun pemanjat batu semulajadi, kekuatan genggam tangan dan cengkaman jari menunjukkan kepentingan terhadap keupayaan pemanjat bergantung kepada kekuatan maksimum otot lengan (Gajewski & Jarosiewicz, 2008). Kemampuan ketahanan otot paling kuat digunakan terutamanya pada laluan pemanjat bergantung yang berterusan, ini kerana ia melibatkan pengecutan otot lengan isometrik. Kekuatan genggam tangan memerlukan kekuatan daya otot kerana sejajar dengan sukan ini yang memerlukan kemampuan otot melakukan aktiviti berulang-ulang dan dalam jangka masa yang lama (Watts, 2004). Ia adalah salah satu faktor untuk menentukan prestasi awal pemanjat adalah dengan kekuatan genggam tangan pemanjat itu sendiri (Balaghi et al., 2014). Setiap kategori dalam sukan ini memerlukan latihan yang kompleks dan kaedah latihan juga adalah berbeza. Perbezaan latihan ini menunjukkan terdapat perbezaan kekuatan pada setiap pemanjat pada kategori yang berlainan (Michailov et al., 2009).

Kekurangan latihan pula boleh menyebabkan otot badan tidak mempunyai ketahanan kekuatan otot yang lama bagi meneruskan pertandingan terutamanya kategori *lead* (Sheel, 2003). Menurut kajian oleh Fanchini et al. (2013), ketiga-tiga kategori dalam sukan ini menggunakan kekuatan genggam tangan yang berlainan semasa pertandingan. Tetapi dapatan kajian berkenaan perbezaan ketiga-tiga kategori terhadap tahap kekuatan genggam tangan tidak diulas lanjut. Pengukuran tahap kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan ukuran antropometri perlu dilakukan

dikalangan atlet sukan ini supaya satu latihan dan program yang sistematik dapat dibentuk dalam melatih pemanjat tembok tiruan.

Kekuatan utama pemanjat adalah pada otot di bahagian atas badan, terutamanya pada otot jari *flexors* (Schöffl, Einwag, Strecker, Henning, & Schöffl, 2007). Sejak pertengahan tahun 1980an lagi, kecederaan pada jari *flexors tendon pulleys* menjadi topik terbaru yang melibatkan pemanjat tembok tiruan. Kecederaan utama pemanjat tertumpu pada jari dan juga tangan (Schöffl & Schöffl, 2006). Jari tengah dan jari telunjuk adalah yang paling kerap tercedera kerana jari tengah paling banyak digunakan untuk menarik diri pemanjat. Permukaan batu yang berbeza seperti untuk *crimp*, *sloper*, dan *pinch* memerlukan kedudukan jari yang berbeza juga untuk menampung dan mengangkat badan atlet semasa memanjat. Ini menambahkan lagi kecederaan pada jari jika atlet itu salah meletakkan kedudukan jari dan beban badan dengan betul.

Kategori *boulder* menunjukkan kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari paling tinggi digunakan berbanding kategori yang lain (Fanchini et al., 2013). Pemanjat *boulder* dan *lead* antara yang banyak menggunakan daya kekuatan dan daya tahan otot yang tinggi berbanding pemanjat *speed*. Ini kerana pemanjat *speed* banyak memerlukan kepantasan pergerakan kaki untuk membolehkan mereka sampai di atas dengan lebih cepat (Ryepko, 2013). Atas sebab ini timbul permasalahan pada dapatan kajian lepas yang banyak tertumpu kepada perbezaan pada kategori *boulder* dan *lead* sahaja, di mana kajian pada kategori *speed* masih lagi kurang dikaji.

Sukan memanjat tembok tiruan menjadi sukan yang semakin popular sama ada untuk sukan rekreasi atau pertandingan dan ini menyebabkan peningkatan bilangan penyertaan di dalam pertandingan memanjat tembok tiruan yang direkodkan pada tahun 1997 oleh "International Council for Climbing Competition" (ICC). Status sukan memanjat tembok tiruan ini telah dinaik taraf dan lebih dikenali pada tahun 2010 dan kini menjadi salah satu acara di dalam sukan Olimpik (IFSC, 2012.). Walau bagaimanapun, pertandingan yang melibatkan sukan memanjat tembok tiruan di Malaysia masih lagi kurang mendapat sambutan dan sehubungan dari itu atlet pemanjat di Malaysia sendiri kurang mendapat pendedahan serta pengalaman bertanding di peringkat yang lebih tinggi di dalam dan juga luar negara. Oleh itu, kajian ini perlu dilakukan untuk mengetahui tahap serta jurang perbezaan kekuatan genggam tangan dan kekuatan cengkaman jari dalam kalangan atlet memanjat tembok tiruan lelaki berdasarkan kepada kategori yang berbeza.

Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk membezakan tahap dan membezakan perbezaan kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan antropometri atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- i. Membezakan tahap kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan antropometri atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- ii. Membezakan perbezaan skor kekuatan genggam tangan dalam kalangan atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- iii. Membezakan perbezaan skor kekuatan cengkaman jari dalam kalangan atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- iv. Membezakan perbezaan ukuran panjang depa tangan dalam kalangan atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- v. Membezakan perbezaan skor peratus lemak badan dalam kalangan atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- vi. Membezakan perbezaan skor pengalaman dalam kalangan atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- vii. Membezakan perbezaan skor indeks jisim badan dalam kalangan atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.

Persoalan Kajian

Berdasarkan pernyataan masalah dan objektif kajian, berikut adalah persoalan kajian dalam kajian ini.

- i. Adakah terdapat perbezaan skor kekuatan genggam tangan dalam antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- ii. Adakah terdapat perbezaan skor kekuatan cengkaman jari dalam antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- iii. Adakah terdapat perbezaan ukuran panjang depa tangan dalam antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- iv. Adakah terdapat perbezaan skor peratus lemak badan dalam antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- v. Adakah terdapat perbezaan skor pengalaman dalam antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- vi. Adakah terdapat perbezaan skor indeks jisim badan dalam antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.

Hipotesis

Berdasarkan pernyataan masalah dan objektif kajian, berikut adalah hipotesis kajian dalam kajian ini.

- i. H₀₁: Tiada perbezaan skor kekuatan genggam tangan antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- ii. H₀₂: Tiada perbezaan skor kekuatan cengkaman jari antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- iii. H₀₃: Tiada perbezaan ukuran panjang depa tangan antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- iv. H₀₄: Tiada perbezaan skor peratus lemak badan antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- v. H₀₅: Tiada perbezaan skor pengalaman antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.
- vi. H₀₆: Tiada perbezaan skor indeks jisim badan antara atlet *boulder*, *lead*, dan *speed*.

Kepentingan Kajian

Merujuk kepada objektif yang dinyatakan, kajian ini dilaksanakan bagi membezakan kekuatan genggam tangan, kekuatan cengkaman jari dan ukuran antropometri ketiga-tiga kategori di dalam sukan memanjat tembok tiruan (*boulder*, *lead*, dan *speed*). Kajian ini tertumpu pada atlet lelaki yang terlibat di dalam pertandingan sukan memanjat tembok tiruan antara universiti di Malaysia. Di samping itu, kajian ini dapat membantu pihak yang terlibat untuk memperbaiki mutu latihan dari segi teknik memanjat ataupun tahap ketahanan kekuatan genggam tangan. Selain daripada itu, data kekuatan genggam tangan, cengkaman jari dan ukuran antropometri dari kajian ini boleh digunakan untuk membina program jangka panjang latihan fizikal yang berkesan untuk meningkatkan lagi kekuatan genggam tangan bergantung kepada kategori yang terlibat.

Kajian ini adalah untuk menentukan tahap kekuatan genggam tangan, cengkaman jari dan ukuran antropometri atlet lelaki dalam pertandingan tembok tiruan. Sehubungan dengan itu, diharapkan hasil kajian ini dapat memberikan data empirikal tentang kekuatan genggam tangan, cengkaman jari dan ukuran antropometri pada setiap kategori dalam sukan memanjat tembok tiruan dan faktor-faktor lain yang menyumbang kepada kekuatan genggam tangan. Maklumat ini dipercayai berguna dan boleh dijadikan garis panduan oleh Majlis Sukan Negara, Persatuan Sukan Mendaki Malaysia (PMM) dan pihak yang terlibat dengan pembangunan sukan ini dan dalam usaha penambahbaikan bagi sebarang program yang berkaitan dengan pemilihan atlet memanjat di Malaysia. Adanya maklumat ini, keputusan boleh dibuat bagi menentukan keperluan dan kepentingan kekuatan genggam tangan kekuatan cengkaman jari sebagai salah satu kriteria pemilihan dalam proses pemilihan yang melibatkan atlet remaja. Penambahbaikan ini bukan sahaja dapat membantu memilih atlet yang

berpotensi malah dapat meningkatkan lagi keberkesanan peluang meramal potensi atlet bagi kejayaan masa hadapan.

Hasil kajian ini juga diharapkan dapat menyumbang ke arah pembentukan dan peningkatan ilmu pengetahuan dalam bidang Sains Sukan di Malaysia. Hal ini disebabkan tiada kajian lepas yang dijalankan bagi mengkaji kekuatan genggam tangan pemanjat tembok tiruan di Malaysia terutamanya yang melibatkan tiga-tiga kategori sukan memanjat tembok tiruan dalam satu masa yang sama. Oleh itu, kajian ini diharapkan dapat memberi pengetahuan kepada pentadbir sukan dan jurulatih yang terlibat dalam sukan memanjat tembok tiruan ini. Dengan adanya kajian ini, lebih banyak maklumat dapat diperolehi tentang kekuatan genggam tangan dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kekuatan genggam tangan.

Selain itu, para penyelidik juga boleh menggunakan bukan sahaja hasil kajian ini dan kaedah penaksiran malah metodologi yang diaplikasi dalam kajian ini sebagai sumber rujukan bagi kajian lanjutan berkaitan kekuatan genggam tangan atlet lelaki di Malaysia. Maklumat-maklumat daripada kajian ini juga bukan sahaja berguna di Malaysia tetapi juga akan menjadi sumber rujukan negara-negara jiran kerana ciri-ciri tubuh badan yang hampir sama dengan atlet negara kita.

Limitasi Kajian

Berikut dikemukakan beberapa limitasi bagi kajian ini:

- i. Populasi sasaran kajian ini terdiri daripada atlet lelaki dari universiti di Malaysia yang terlibat dengan sukan memanjat tembok tiruan. Oleh itu, dapatan kajian ini terbatas untuk digeneralisasikan hanya kepada atlet dalam kumpulan kategori yang sama sahaja.
- ii. Kajian ini memerlukan data daripada ujian yang melibatkan alat seperti *dynamometer*, pengukur komposisi badan (*Tanita, Japan*), stadiometer (*Dedecto, USA*). Pengukuran data diambil pada atlet memanjat tembok tiruan sebelum pertandingan dijalankan.
- iii. Oleh kerana kajian ini menggunakan *dynamometer* sebagai instrumen bagi pengumpulan data, maka dapatan kajian ini bergantung sepenuhnya kepada kekuatan genggam tangan atlet lelaki dalam melakukan ujian.

Definisi Kajian

Berikut adalah beberapa terminologi penting dalam kajian ini;

1. Kekuatan Genggaman Tangan dan Kekuatan Cengkaman Jari

Kekuatan genggaman tangan merupakan satu keupayaan kekuatan pada tangan terutamanya pada bahagian lengan tangan yang diperlukan untuk memegang batu atau *hold* dalam pelbagai bentuk dan saiz semasa memanjat tembok tiruan. Kekuatan genggaman tangan digunakan untuk mengangkat dan menarik diri dan merupakan kekuatan asas yang melibatkan otot-otot bahagian badan (Balaghi et al., 2014). Skor kekuatan genggaman tangan adalah dirujuk dalam kajian ini dan diukur menggunakan alat *dynamometer* yang nilai bacaannya dalam kilogram.

2. Kekuatan Cengkaman Jari

Kekuatan cengkaman jari digunakan untuk mengangkat dan menarik diri dalam pelbagai jenis *handholds* dan cengkaman jari juga berbeza termasuk menggunakan genggaman empat dan dua jari semasa memanjat (Macias et al., 2015). Skor kekuatan cengkaman jari adalah dirujuk dalam kajian ini dan diukur menggunakan kayu yang mempunyai kelebaran 2.5cm dan nilai bacaan diambil dalam saat (Balas et al., 2011).

3. Antropometri

Antropometri adalah kajian pengukuran bahagian anggota badan menggunakan teknik piawai yang digunakan secara sistematik untuk mengukur badan dan sebahagian anggota badan (Thomas. Nelson, & Silvermen, 2015; Malina, 2004). Dalam konteks kajian ini, antropometri didefinisikan ciri fizikal setiap subjek iaitu *body mass indeks*, peratus lemak badan, pengalaman memanjat (tahun) dan panjang depa tangan.

4. Atlet

Atlet adalah peserta lelaki yang terlibat dalam pertandingan memanjat tembok tiruan. Atlet adalah pelajar yang mewakili universiti dari Institut Pengajian Tinggi Awam (IPTA) atau Institut Pengajian Tinggi Swasta (IPTS) dari seluruh Malaysia.

RUJUKAN

- Anumula, S. K., Beku, C., & Murthy, Y. S. N. (2014). Measurement of reliability in grip strength. *Journal of Healthcare Sciences*, 1(1), 1-6.
- Ashton, S. (1987). *Rock climbing*. London, UK: The Crowood Press.
- Azizi Yahaya, Shahrin Hashim, Jamaludin Ramli, Yusof Boon & Abdul Rahim Hamdan. (2007). *Menguasai Penyelidikan Dalam Pendidikan*. Pahang: PTS Publication & Distributors Sdn. Bhd.
- Balaghi, A., Sarshin, A., & Bahari, M. (2014). Inventing the hand grip strength tester for climbing and determining it's correlation coefficient with men sport climbers ability. *Journal of Experimental Biology*, 4(2), 333-336.
- Balas, J., Pecha, O., Martin, A. J., & Cochrane, D. (2011). Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *Journal of Sport Science*, 1-10.
- Bansode, D. G., Borse, L. J., & Yadav, R. D. (2014). Study of correlation between dominant hand's grip strength and some physical factors in adult males and females. *Journal of Pharma Research and Health Sciences*, 2(4), 316-323.
- Barut, C., & Demirel, P. (2012). Influence of testing posture and elbow position on grip strength. *Journal of Medical Science*, 20(3), 94-97.
- Bertuzzi, R., Peris, F. O., Lima-Silva, A. E., Gagliardi, J. F. L., & De-Oliveira F. R. (2011). Performance determining factors in indoor climbing. *Journal of Sciences Sports*, 17(2), 1-4.
- Bjelica, D., Popovic, S., Kezunovic, M., & Grasgruber, P. (2012). Body Height and Its Estimation Utilizing Arm Span Measurements is Montenegrin Adults. *Journal of Anthropological*. 18(2), 69-83.
- Boadella, J. M., Kuijjer, P. P., Sluiter, J. K., & Frings-Dresen, M. H. (2005). Effect of Self-Selected Handgrip position on Maximal Handgrip Strength. *Arch Phys Medical Rehabil*, 8(6), 328-331.
- Bohannon, R. W. (2008). Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 31(1), 1-8.
- Boulanger, J., Seifert, L., Herault, R., & Coeurjolly, J. F. (2015). Automatic sensor-based detection and classification of climbing activities. *Journal of IEEE Sensors*, 13(3), 742-749.

- Bourne, R., Halaki, M., Vanwanseele, B., & Clarke, J. (2011). Measuring lifting forces in rock climbing: effect of hold and fingertip structure. *Journal of Human Kinetics*, 27(1), 40-46.
- Canadian Society for Exercise Physiology, (CSEP). (2004). *The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Approach (CPAFLA) (3rd Ed)*. Ottawa, Canada: Canadian Society for Exercise Physiology.
- Chang, H. Y., Chou, K. Y., Lin, J. J., Lin C. F., & Wang, C. H. (2010). Immediate effect of forearm kinesiio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Journal of Physical Therapy in Sport*, 11, 122-127.
- Cheung, C. L., Nguyen, U. S. T., Au, E., Tan, K. C. B., & Kung, A. W. C. (2013). Association of handgrip strength with chronic diseases and multimorbidity. *Official Journal of the American Aging Association*, 35(3), 929-941.
- Chen, L., Pei, J. H., Kuang, J., Chen, H. M., Chen, Z., Li, Z. W., & Yang, H. Z. (2015). Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Journal of Clinical and Experimental*, 64(2), 338-385)
- Chua, Y. P. (2008). *Asas Statistik Penyelidikan: Analisis Data Skala Ordinal dan Skala Nominal*. Kuala Lumpur, Malaysia: McGraw-Hill Sdn Bhd.
- Chua, Y. P. (2006). *Asas Statistik Penyelidikan (Buku 2)*. Kuala Lumpur, Malaysia: Mc Graw Hill Education.
- Creswell, J.W. (2012). *Research Design*. Sage Publication: London.
- Dehghan, M., & Merchant, A. T. (2008). Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies?. *Journal of Nutrition*, 7(1), 26-32.
- Delice, A. (2002). The sampling issues in quantitative research. *Journal for Education Sciences*, 10(4), 2001-2018.
- Fanchini, M., Violette, F., Impellizzeri, M., & Maffiuletti, N. A. (2013). Differences in climbing-specific strength between boulder and lead rock climbers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 310-314.
- Fleming, R. K., & Horst, E. J. (2010). Behavior analysis and sport climbing. *Journal of Behavioral Health and Medicine*, 1, 143-154.

- Fryer, S., Dickson, T., Draper, N., Blackwell, G., & Hillier, S. (2013). Physiological and psychological contributions to on-sight rock climbing, and the haemodynamic responses to sustained and intermittent contractions. PhD Thesis, University of Canterbury.
- Gaya Travel. (2012, March 27). Kembara Cuti-Cuti 1 Malaysia Putrajaya 2011. Dimuatturun pada 12 Jun 2017 <http://www.gayatravel.com.my/kembara-cuti-cuti-1malaysia-putrajaya/>
- Gajewski, J., & Jarosiewicz, B. (2008). Post-exercise decrease in handgrip force following a single training session in male and female climbers. *Journal of Sport*, 9(2), 121-123.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I., Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43, 1334–1359.
- Gerodimos, V. (2012). Reliability of Handgrip Strength Test in Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 25-36.
- Gerodimos, V., & Karatrantou, K. (2013). Reliability of maximal handgrip strength test in pre-pubertal and pubertal wrestlers. *Journal of Human Kinetics*, 25, 308-322.
- Gordan, C. C., Chumlea, W. C., & Roche, A.F. (1991). Stature, recumbent length and weight. in *anthropometric standardization reference manual*, (pp. 3-18) Champaign, IL: Human Kinetics.
- Grant, S., Hynes, V., Whittaker, A., & Aitchison, T. (2007). Anthropometric, strength, endurance, and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Sciences*, 14(4), 301-309.
- Grushko, A. I., & Leonov, S. V. (2014). The usage of eye-tracking technologies in rock-climbing. *Journal of Social and Behavioral Sciences*, 146, 169-174.
- Gurer, G., & Yildiz, M. E. (2015). Investigation of sport rock climber's handgrip strength. *Journal of Biology of Exercise*, 11 (2), 1-8.
- Hellberg, F. Hummel, C. & Steinmuller, S. (2014). Belaying in multi-pitch routes – comfortable or secure?. *Journal of German Alpine Club*. 1-6.
- Heyward, V. H. (2010). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription* (6th ed.). United States, US: Human Kinetic.

- Idris, N. (2010). *Penyelidikan dalam Pendidikan*. Malaysia: McGraw Hill.
- International Federation of Sport Climbing (2012). Dimuat turun pada 25 Mac 2016 <http://www.ifsc-climbing.org>
- Incel, N. A., Ceceli, E., Durukan, P. B., Erdem, H. R., & Yorgancioglu, Z. R. (2002). Grip strength: effect of hand dominance. *Journal of Medical*, 43 (5), 234-237.
- Janot, J. M., Steffen, J. P., Porcari, J. P., & Maher, M. A. (2000). Heart Rate responses and perceived exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. *Journal of Exercise Physiology*, 3(1), 1-7.
- Jason, S. (2005). The importance of grip strength. *Journal of Strength and Conditioning*, 20(4), 861-869.
- Kasundra, P. M., & Jethwa, Y. L. (2011). Effect of rock climbing training on strength, speed and endurance. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*. 1(7), 19-23.
- Khasawneh, A., & Taifour, A. (2015). Predicting handgrip strength based on some anthropometric measures, hand volume, and handprint area. *Journal of Sports Science*, 8 (1), 103-107.
- Koley, S., & Singh, A. P. (2010). Effect of hand dominance in grip strength in collegiate population of Amritsar, Punjab, India. *Journal of Anthropologist*. 12 (1), 13-16.
- Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2005). *Partical Research: Planning and Design*, 9th Ed. American. Person
- Macias, K. M., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Chen, D. D. (2015). A comparison of upper body strength between rock climbing and resistance trained men. *Journal of Sports*, 3, 178-187.
- Malina, R.M. (2003). *Growth and Matuarity Status of Young Soccer Players*. In T. Reilly & A.M. Williams (Eds.), *Growth and Adolescence: Sciences and Soccer* (2nd ed.), (pp.289-306). London: Routledge.
- Marrison, A.B., & Schoffl, V.R. (2007). Review of the physiological responses to rock climbing in young climbers. *Journal of Sports Medical*. 2-39.
- Massy-Westropp, M. M., Gill, T. K., Taylor, A. W., Bohannon, R. W., & Hill, C. L. (2011). Hand grip strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Research Notes*, 4, 127-131.

- Mermier, C., J. M. Janot, D. L. Parker, J. G. Swan. (2000). Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 359-366.
- Michailov, M. L., Mladenov, L. V., & Schöffl, V. R. (2009). Anthropometric and strength characteristics of world-class boulders. *Journal of Medical Sport*, 13 (4), 231-238.
- Miller, D.K. (2006). *Measurement by the Physical Educator. Why and How* (5th ed). Singapore: McGraw Hill.
- Mohd Majid Konting (2005). *Kaedah Penyelidikan Pendidikan*. Edisi ketujuh. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Moses, M. O., & Duduyemi, B. M. (2016). Sports participation, anthropometric and physiological profiles of university athletes. *Journal of Physiological Sciences*. 3(1), 63-69.
- Murugan, S., Patel, D., Prajapati, K., Ghoghari, M., & Patel, P. (2013). Grip strength changes in relation to different body postures, elbow and forearm positions. *Journal of Physiotherapy and Research*, 1(4), 116-121.
- National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). (2011). *Muscle Strength Procedures Manual*. Dimuatturun pada 17 Ogos 2016 https://wwwn.cdc.gov/nchs/data/nhanes/2011012/manuals/muscle_strength_proc_manual.pdf
- Neuman, W. L. (2011). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*, 7th Ed. Pearson.
- Nichols, J., Going, S., Loftin, M., Stewart, D., Nowicki, E., and Pickrel, J. (2006). Comparison of two bioelectric impedance analysis for determining body composition in adolescent girls. *Journal of Body Composition Research*. 4, 153-159.
- Nick, D., Dickson, T., Fryer, S., & Ellis, G. (2011). Self-reported ability assessment in rock climbing. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 851-858.
- Nick, D., Hamlin, M. J., Fryer, S., & Ellis, G. (2011). Performance differences for intermediate rock climbing who successfully and unsuccessfully attempted an indoor sport climbing route. *Journal of Performance Analysis in Sport*, 11 450-463.

- Nick, D., Hamlin, M. J., Fryer, S., & Ellis, G. (2011). Sport-specific power assessment for rock climbing. *Journal of Sport Medical and Physical Fitness*, 51(3), 417-425.
- Noraini, I. (2010). *Penyelidikan dalam pendidikan*. Malaysia: Mcgraw Hill.
- Pallent, J. (2005). *SPSS Survival Manual. A Step by Step Guide to Data Analysis Using SPSS for Window (Version12)*. Canberra, Australia: Allen & Unwin.
- Peter, L. (2004). *Rock climbing: Essential Skills and Techniques*. Capel Curig, United Kingdom, UK: Mountain Leader Training UK.
- Phillips, C., Becker, L., & Bradley, E. (2011). Strange Beta: An Assistance System for Indoor Rock Climbing Route Setting Using Chaotic Variations and Machine Learning. Dimuat turun pada 12 Jun 2016 http://scholar.colorado.edu/csci_techreports/1017.
- PnanaCkova, M., Balas, J., Bunc, V., & Giles, D. (2015). Physiological demands of indoor wall climbing in children. *Journal of Sports Technology*. 7 (3-4), 183-190.
- Olavide, U. P., & Rsoman, M. L. (2013). Description of the finger mechanical load of climbers of different levels during different hand grips in sport climbing. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1713-1721.
- Quaine, F. & Vigouroux, L. (2003). Effect of simulated rock climbing finger postures on force sharing among the fingers. *Clinical Biomechanics*, 18(5), 385-388.
- Ozimek, M., Rokowski, R., Draga, P., Ljakh, V., Ambrozy, T., Krawczyk, M., Regwelski, T., Stanula, A., Gomer, K., Jurczak, A., & Mucha, D. (2017). The role of physique, strength and endurance in the achievements of elite climbers. *Journal of Pole*.
- Ryepko, O. A. (2013). Features and functionality of speed and power capabilities of elite climbers and various types of rock climbing. *Journal of Physical Education*, 6, 60-65.
- Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Journal of Age and Ageing*. 409(4), 423-429.
- Schöffl, I., Einwag, F., Strecker, W., Henning, F., & Schöffl, V. (2007). Impact of taping after finger flexor tendon pulley ruptures in rock climbers. *Journal of Applied Biomechanics*, 23, 52-62

- Schöffl, V. R., & Schöffl, I. (2006). Injuries to the finger flexor pulley system in rock climbers: current concepts. *Journal of Applied Biomechanics*, 31, 647-654.
- Schweizer, A. (2012). Sport climbing from a medical point of view. *Journal of Medical Sciences*. 142, 13688-13699.
- Sheel, A. W. (2004). Physiology of sport rock climbing. *Journal of Sport Medical*, 38, 355-359.
- Sheridan, J., C., & Lyndall, G., S. (2003). *SPSS Analysis without Anguish Version 11.0 For Windows*. Sydney, Melbourne: John Wiley & Son Australia.
- Stankovic, D., Ignjatovic, M., Rakovic, A., & Hodzic, S., (2014). The strength structure of sport climbers. *Journal of Education and Sport* 12(1), 11-18.
- Taylor, J. (2006). Mapping adventure: a historical geography of Yosemite Valley climbing landscapes. *Journal of Historical Geography*, 32, 190-219.
- Thomas, J., Nelson, J., & Silvermen, S. (2015). *Research Method in Physical Activity*. 7th Edition. Illinois, UK: Human Kinetics.
- Thomaszewski, P., Gejewski, J., & Lewandowska, J. (2011) Somatic profile of competitive sport climbers. *Journal of Human Kinetics*, 29, 107-113.
- Utter, A.C., Nieman, D.C., Mulford, G. J., Tobin, R., Schumm, S., McInnis, T., & Monk, J.R. (2005). Evaluation of leg-to-leg BIA in assessing body composition of high-school wrestlers. *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*, 37(8), 395-400.
- Valenzuela, P. L., Villa, P., & Ferragut, C. (2015). Effect of two of active recovery on fatigue and climbing performance. *Journal of Sport Science and Medicine*, 14, 769-775.
- Watts, P. B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *Journal of Applied Physiology*, 91(4), 361-372.
- Watts, P.B., Martin, D., Durtschi, S. (1993). Anthropometric profiles of elite male and female sport rock climbers. *Journal of Sports Sciences*, 11,113-120.
- Watts, P. B., Joubert, L. M., Lish, A. K., Mast, J. D., & Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *Journal of Sport Medical*. 37, 420-424.
- White, D. J., & Olsen, P. (2010). A time motion analysis of bouldering style competitive rock climbing. *Journal of Strength Conditioning Research*, 24, 1356-1

BIODATA PELAJAR

Siti Nursarah Binti Salehhodin telah dilahirkan di Pulau Pinang. Beliau telah menerima Diploma Sains Geomatik (Sumber Alam) Fakulti Seni Bina dan Ukur dan Bachelor Marin Teknologi daripada Universiti Teknologi Mara Fakulti Sains Gunaan pada tahun 2008 dan 2012. Sejak 2015 beliau telah melanjutkan pelajaran dalam ijazah Master Sains dalam bidang Sains Sukan di Fakulti Pengajian Pendidikan di bawah penyeliaan Dr, Borhanuddin Abdullah di Universiti Putra Malaysia. Beliau banyak melibatkan diri dalam pengajaran dan pembelajaran pelajar bachelor dan telah mengikuti penyelidikan bersama-sama pensyarah-pensyarah di fakulti Pengajian Pendidikan. Beliau juga turut sama dalam menjayakan dan ahli jawatankuasa dalam persidangan dan seminar Pendidikan Jasmani dan Sains Sukan di peringkat Asian termasuklah menjadi salah seorang pembentang kerja di negara Thailand dan Malaysia dalam bidang Sains Sukan.

SENARAI PENERBITAN

Siti NurSarah Salehhodin, Borhannudin Abdullah & Aminuddin Yusoff (2017). Comparison level of handgrip strength for the three categories among male athlete's artificial wall climbing and factors will affect. *Internatinal Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7 (4), 272-284.

Borhannudin Abdullah, Nor Amalina Shafie, Aminuddin Yusoff, Shamsulariffin Shamsudin & Siti NurSarah Salehhodin (2017). Growth motor development levels of young children in crocket, volleyball and athletics. *Internatinal Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(4), 265-271.





UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

STATUS CONFIRMATION FOR THESIS / PROJECT REPORT AND COPYRIGHT

ACADEMIC SESSION : _____

TITLE OF THESIS / PROJECT REPORT :

KEKUATAN GENGAMAN TANGAN, CENGKAMAN JARI DAN UKURAN ANTROPOMETRI
ATLET SUKAN MEMANJAT TEMBOK TIRUAN KATEGORI BOULDER, LEAD DAN SPEED

NAME OF STUDENT: SITI NURSARAH BINTI SALEHHODIN

I acknowledge that the copyright and other intellectual property in the thesis/project report belonged to Universiti Putra Malaysia and I agree to allow this thesis/project report to be placed at the library under the following terms:

1. This thesis/project report is the property of Universiti Putra Malaysia.
2. The library of Universiti Putra Malaysia has the right to make copies for educational purposes only.
3. The library of Universiti Putra Malaysia is allowed to make copies of this thesis for academic exchange.

I declare that this thesis is classified as :

*Please tick (✓)

CONFIDENTIAL

(Contain confidential information under Official Secret Act 1972).

RESTRICTED

(Contains restricted information as specified by the organization/institution where research was done).

OPEN ACCESS

I agree that my thesis/project report to be published as hard copy or online open access.

This thesis is submitted for :

PATENT

Embargo from _____ until _____
(date) (date)

Approved by:

(Signature of Student)
New IC No/ Passport No.:

(Signature of Chairman of Supervisory Committee)
Name:

Date :

Date :

[Note : If the thesis is CONFIDENTIAL or RESTRICTED, please attach with the letter from the organization/institution with period and reasons for confidentially or restricted.]