

BAB II
KERANGKA TEORETIS, KERANGKA BERFIKIR DAN
PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Kerangka Teoretis

1. Hakikat Lari

Lari adalah salah satu cabang olahraga tertua di dunia. Sebelum menjadi sebuah cabang olahraga, lari sudah dikenal oleh peradaban-peradaban manusia kuno⁴. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) lari adalah melangkah dengan kecepatan tinggi. Dan menurut Yudha M, Saputra Lari santai atau jogging merupakan satu jenis keterampilan yang melibatkan proses memindahkan posisi badan, dari satu tempat ketempat lainnya, dengan gerakan yang lebih cepat dari pada melangkah⁵.

Adapun perbedaan lari, *jogging*, dan jalan cepat yang dijelaskan pada table 2.1 di bawah ini

Tabel 2.1 Perbedaan Jalan, Jalan Cepat, Joging dan Lari

	JALAN	JALAN CEPAT	JOGING	LARI
KECEPATAN	• Gerak dasar jalan, lebih lambat dari jalan cepat.	• Gerak dasar jalan cepat lebih kompleks dari	• Gerak dasar jogging dan lari sama, hanya beda	• Gerak dasar lari lebih cepat dari jogging.

⁴ "Lari", <https://id.wikipedia.org/wiki/Lari>(di Akses 3 November 2016).

⁵ Yuda M Saputra, *Dasar-Dasar Keterampilan Atletik* (Direktorat Jendral Olahraga,2001), h.37

	• Kecepatan 1-3 Km/jam	jalan biasa • Kecepatan 3-5 Km/jam	kecepatan. • Kecepatan 5-10 Km/Jam	• Kecepatan Lari 10-15 Km/jam
FASE-FASE	<ul style="list-style-type: none"> • Saat pertama kali melangkah maka letakan tumit di tanah atau tempat kita berpijak. • Saat melangkah telapak kaki seluruhnya menyentuh tempat berpijak. • Posisi badan saat melangkah tetap seperti berdiri biasa, tangan diayunkan disamping badan. • Gerakan lengan harus terkoordinasi dengan gerak kaki. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saat pertama kali melangkah angkat paha, lalu ayunkan kaki kedepan lutut. • Saat melangkah, ketika mendarat lebih dahulu bagian tumit. • Posisi badan dalam keadaan rileks, tangan diayunkan didepan dada. • Gerakan lengan harus terkoordinasi dengan gerak kaki. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saat pertama kali melangkah lutut kaki yang mengayun tetap rendah. • Saat melangkah, ketika mendarat lebih dahulu bagian ujung telapak kaki. • Posisi badan saat melangkah condong kedepan, tangan diayunkan didepan dada. • Gerakan lengan harus terkoordinasi dengan gerakan kaki. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saat pertama kali melangkah ayunan kaki harus lebih panjang dari jogging. • Saat melangkah, ketika mendarat lebih dahulu bagian ujung telapak kaki. • Posisi badan saat melangkah condong kedepan, tangan diayunkan didepan dada. • Gerakan lengan harus terkoordinasi dengan gerakan kaki.

Sumber : Johan Schurink dan Sjouk tel, Joging, (Jakarta: PT. Rosda Jayaputra, 1987)

Dari penjelasan Tabel 2.1 dapat di tarik kesimpulan bahwa ada perbedaan yang sangat besar antara jalan atau jalan cepat dengan jogging atau berlari. Dan ada sedikit kesamaan antara *jogging* dan berlari. Yang

membedakan antara *jogging* dan lari hanya kecepatan dan ayunan langkah berlari yang lebih panjang dari pada *jogging*.

Untuk mendapatkan gambaran lebih jelas perbedaan antara jalan dan lari akan di perjelas oleh gambar 2.1



Gambar 2.1 Perbedaan Siklus Jalan dan Siklus Berlari

Sumber : (<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/37/41/ea/3741ea39553cdab201c07bf67d54ebe1--animation-reference-best-animation.jpg>)

Dan berkaitan dengan olahraga, khususnya dalam hal ini berlari akan menyebabkan peningkatan denyut nadi yang tingkat peningkatannya tergantung dengan intensitas atau kecepatan berlari seseorang. Denyut nadi

akan meningkat untuk menunjang proses metabolisme dalam usaha tubuh memenuhi kebutuhan energi.

John Shepherd dalam bukunya *Sports Training*, 2007 mengatakan

Energy pathways is the term given to the chain of events that enables the body to produce energy. There are three energy pathways available to the body : aerobic, immediate anaerobic and short-term anaerobic⁶.

Kutipan tersebut mengatakan bahwa *Energy Pathways* (Jalur Energi) adalah istilah untuk rantai proses yang memungkinkan tubuh menghasilkan energi. Terdapat 3 jalur energi yang dapat dilakukan oleh tubuh yaitu aerobik, anaerobik sesaat, dan anaerobik jangka pendek.

Dan dia mengelompokkan kebutuhan dari masing-masing jalur energi dari beberapa kelompok nomor lari. Yang digambarkan pada table berikut.

Tabel 2.2 Nomor Lari Berdasarkan Kebutuhan Jalur Energi

Nomor Lari	Kontribusi Aerobik	Kontribusi Anaerobik
200 m	5 %	95 %
800 m	34 %	66 %
1500 m	50 %	50 %
10.000 m	80 %	20 %
Marathon	98 %	2 %

Sumber : John Shepherd, *Sports Training*, (United States : Firefly Book, 2007)

Olahraga lari janganlah sampai hanya berlari saja tanpa manfaat, olahraga lari seharusnya lebih bermanfaat dan menawarkan hal-hal yang

⁶ John Shepherd, *The Complete Guide To Sports Training*, (United States : Firefly Book, 2007), h.3

baik dari sebelumnya⁷. Oleh karena itu seseorang harus menyesuaikan intensitasnya agar olahraga lari yang dilakukan mendapatkan manfaat.

Richard L. Brown pada bukunya *Bugar Dalam Berlari* mengelompokkan latihan dengan menggunakan pendekatan unit. Latihan didistribusikan pada tiap zona berdasarkan tingkat kesulitan. Lama latihan bergantung pada berapa menit diperlukan untuk melakukannya, 30 menit adalah batas yang membedakan lari sebentar dan lari lama. Pada bukunya Richard L. Brown mengelompokkan latihan berdasarkan warna yang digambarkan pada table 2.3 sebagai berikut⁸.

Tabel 2.3 Warna Zona Latihan

Warna Zona Latihan			
Zona	Jenis Latihan	RPE	Waktu
Hijau	Intensitas rendah waktu pendek	1 - 4	< 30 menit
Biru	Intensitas rendah waktu panjang	1 - 4	> 30 menit
Ungu	Intensitas menengah waktu pendek	5 - 7	< 30 menit
Kuning	Intensitas menengah waktu panjang	5 - 7	> 30 menit
Oranye	Intensitas tinggi waktu pendek	8 - 10	< 30 menit
Merah	Intensitas tinggi waktu panjang	8 - 10	> 30 menit

Sumber : Richard L. Brown, *Bugar Dengan Lari* terjemahan Bagus Pribadi, (Jakarta: PT.Raja Grafindo Persada, 2001)

Pada tingkatan intensitas yang diukur menurut peningkatan denyut nadi, Richard L. Brown pada bukunya mengutip pernyataan Dr. Gunnar Borg

⁷ Richard L. Brown, *Bugar Dengan Lari* terjemahan Bagus Pribadi (Jakarta: PT.Raja Grafindo Persada, 2001), h.4

⁸ *Ibid.*, h.41

yang bekerja sama dengan Dr. Bruce Noble yang merivisi skala RPE (Tingkat Pengerahan Tenaga) seperti yang digambarkan pada table berikut⁹.

Tabel 2.4 RPE

RPE	Pengerahan Tenaga	HR (Denyut Jantung)
1	Intensitas minimal	< 60 %
2 & 3	Intensitas rendah	60 – 69 %
4	Intensitas rendah – menengah	70 – 74 %
5 & 6	Intensitas menengah	75 – 84 %
7	Intensitas menengah – tinggi	85 – 89 %
8 & 9	Intensitas tinggi	90 – 99 %
10	Intensitas maksimal	100 %
<p><i>Catatan:</i> Dari G.A Borg's <i>Psychophysical bases of perceived exertion Jurnal Medicine and Science in Sports and Exercise</i> Volume 14, hlm. 337-387, Hak penerbitan oleh American College of Sports Medicine. Diadaptasi dengan izin dari Williams dan Wilkins.</p>		

Sumber : Richard L. Brown, *Bugar Dengan Lari* terjemahan Bagus Pribadi,(Jakarta: PT.Raja Grafindo Persada, 2001

2. Hakikat *Maximum Aerobic Speed (MAS)*

Dalam latihan untuk meningkatkan kualitas fisik sangat bermacam jenis atau pun model latihan. Sekarang ini berkembang suatu model latihan yang menggunakan *Maximum Aerobic Speed (MAS)* dengan tujuan untuk meningkatkan *VO2max* atau kapasitas aerobik maksimal.

⁹ *Ibid.*, h.42

Pada websitenya Raw Strength Gym mengutip perkataan Dan Baker sebagai berikut

MAS is a way of determining specific distances and speeds to run at during training, therefore giving us the ability to quantify all aerobic training done and ways to progress accordingly. It is more effective than long slow distance training (Baker, 2011)¹⁰.

MAS adalah cara untuk menentukan jarak dan kecepatan lari secara spesifik saat latihan, sehingga memberikan kemampuan untuk mengukur latihan aerobik dan untuk meningkatkannya. Ini lebih efektif di bandingkan dengan latihan jarak jauh.

Greg Gustin (*Master's degree in Health and Fitness from the University of Pittsburgh and is CSCS certified through the NSCA*) pada blognya mengatakan

Maximal aerobic speed (MAS) is scientifically defined as the minimal running speed at which VO2 max occurs. Field-testing has been validated for a maximal effort run at 1.5-2km for time. An athlete's MAS is then calculated by dividing the distance by the time to yield a value in meters per second. Training in this manner generally involves intervals performed at or above MAS for a specified amount of time, accompanied by a 1:1 to 2:1 work to rest ratio¹¹.

¹⁰ Ant, *An Introduction to Maximal Aerobic Speed Training*, 2012, (<http://rawstrength.co.uk/raw-strength-gym/an-introduction-to-maximal-aerobic-speed-training>, diakses 7 November 2016)

¹¹ Greg Gustin, *Energy System Development: Comparing Maximal Aerobic Speed and Extensive Tempo for Team Sport* by Greg Gustin, 2016, (<http://fitforfutbol.com/2016/06/energy-system-development-comparing-maximal-aerobic-speed-and-extensive-tempo-for-team-sport-by-greg-gustin/>, diakses 7 November 2016)

Kecepatan Aerobik Maksimal secara ilmiah di definisikan sebagai kecepatan minimum berlari yang mencapai *VO2max*. Telah divalidasi melalui test untuk usaha maksimal berlari dilakukan pada jarak 1,2km-1,5km. *MAS* seorang atlet dihitung dengan membagi jarak tempuh dengan waktu tempuh untuk menghasilkan satuan meter per detik m/s. Latihan ini secara umum melibatkan latihan interval pada *MAS* atau melebihi *MAS* dengan waktu yang spesifik, dan dengan perbandingan 1:1 sampai 2:1 untuk latihan dan istirahatnya.

Dan Baker juga pada sebuah artikel yang berjudul *Recent Trends in High Intensity Aerobic Training for Field Sports* mengatakan

There is some debate in the literature about how to exactly determine 100% MAS. For many strength and conditioning coaches working with elite athletes around the world, MAS is simply determined by calculating the speed attained during the last successful stage of the Montreal Track Running test. Typically, field sport athletes such as soccer and futsal players display MAS's of 4.4 to 4.8 m/s¹².

Terdapat beberapa perbedaan pada literatur/sumber tentang bagaimana memastikan 100% *MAS* dengan tepat. Bagi beberapa pelatih *strength and conditioning* yang menangani atlet dunia, menghitung *MAS* dengan cara yang mudah yaitu menghitung kecepatan yang dicapai yang

¹² Dan Baker, *Recent Trends in High Intensity Aerobic Training for Field Sports* (United Kingdom : UK Strength and Conditioning eAssociation, 2011), h.4

dicapai saat tahap terakhir test *Montreal Track Running*. Biasanya atlet bidang olahraga sepak bola dan futsal memiliki MAS 4.4m/s sampai 4.8m/s.

Dan Baker juga mengatakan untuk mengukur MAS dapat dilakukan dengan cara,

Alternatively MAS can be calculated by performing a time trial of between 5 and 6 minutes duration in any mode of training. The time trial can be either as a set time (eg. 5-minute time trial) and monitor the distance covered in that time or conversely a set distance (eg. 1.5 km) and monitor the time to complete that set distance. There is little difference between the methods of set time or set distance, except that when dealing with large groups with disparate fitness levels it may be easier to implement a set distance and monitor time to completion¹³.

Alternatif untuk mengukur MAS dapat dilakukan pada penghitungan jarak yang ditempuh dalam waktu antara 5 sampai 6 menit. Penghitungan dapat dilakukan dengan mengukur jarak yang di tempuh sesuai dengan waktu yang telah ditentukan (contoh 5 menit) dan dapat juga dengan menghitung waktu yang di tempuh untuk jarak yang sudah ditentukan (contoh 1,5 km). Ada sedikit perbedaan antara 2 metode itu, dengan menentukan jarak atau menentukan waktu berlari lebih mudah menentukan jarak berlari dan mencatat waktunya untuk mengetahui hasil tes dengan jumlah yang banyak.

¹³ *Ibid.*, h.5

Pada artikelnya juga Dan Baker menuliskan

Anecdotal evidence gathered by the author suggests that, historically conditioning coaches for field sports would look at the aerobic conditioning programmes of elite steady-state aerobic athletes and basically attempt to mimic these by implementing long, slow distance training (LSD) for 20-40 minutes or more, at intensities equivalent to zone 2 and 3 (and sometimes the more difficult “anaerobic threshold” (AT) or “critical speed” zones from zone 4) listed in Table 1¹⁴.

Bukti yang dikumpulkan Dan Baker menggambarkan, dahulu pelatih kondisi fisik untuk atlet olahraga lapangan akan melihat program pemeliharaan aerobik dari rata rata tingkat aerobik atlet dan biasanya akan mengimplementasikan *Long Slow Distance Training* (Latihan Jarak Jauh) 20-40 menit atau lebih, yang intensitasnya sama dengan zona 2 dan 3 (dan terkadang lebih berat hingga mencapai ambang batas anaerobik dari zona 4) yang di gambarkan pada table berikut :

Tabel 2.5 *Aerobic Training Zones*

Aerobic Training Zones	Zone 1. Aerobic Recovery	Zone 2. Aerobic Threshold	Zone 3. Aerobic #2	Zone 4. Anaerobic Threshold	Zone 5. Maximal Aerobic	Zone 6. Supra-maximal aerobic
MAS Zone	<70% MAS	70–77 % MAS	78-85 % MAS	86-92% MAS	93-100% MAS	>101% MAS
Heart Rate Zone	< 70%	70-77 %	78-85%	86-92%	93-100%	93-100%

Sumber : Dan Baker, *Recent Trends in High Intensity Aerobic Training for Field Sports*, (United Kingdom : UK Strength and Conditioning Association, 2011)

¹⁴ *Ibid.*, h.3

Pada implementasinya MAS digunakan untuk meningkatkan *VO2max* pada latihan interval dengan intensitas yang tinggi, Dan Baker dalam artikelnya menuliskan tentang implementasi MAS pada latihan *Tabata*

The original Tabata method is quite exhausting (at 170% VO2 max) and is typically only performed for one 4-minute set. As athletes typically must compete for longer time durations or multiple rounds (eg. in mixed martial arts fighting there are three or five, 5- minute rounds), the Tabata protocol has been modified by coaches to be performed at a “lower” intensity of 120-140% MAS. This allows the set duration to be increased up to 5-, 6- or even 8-minutes and be performed for 2-5 sets, allowing for more time to be spent at or above the critical 100% MAS intensity¹⁵.

Dikatakan bahwa metode *Tabata* cukup melelahkan (hingga 170% *VO2max*) dan dilakukan sekali selama 4 menit. Untuk atlet mereka harus menyelesaikan dengan durasi yang lebih lama atau dengan beberapa set. Metode atau program *Tabata* telah di ubah oleh para pelatih dengan menentukan intensitasnya menjadi 120%–140% MAS. Dengan begitu durasi per set menjadi meningkat 5–6 menit atau bahkan hingga 8 menit dan dilakukan 2–5 set, dapat juga dilakukan untuk waktu yang lebih lama pada 100% MAS atau lebih dari itu.

Details how this modified Tabata method can be implemented in a smaller area, such as an indoor sports area like a basketball court. In this example, the Tabata method is performed as 20 seconds at 120% MAS, carried out as 5 seconds out, 5 seconds to

¹⁵ *Ibid.*, h.6

return, performed twice (eg. 17 metres out and 17 metres back x 2), rest 10 seconds and repeat until 5 or more minutes are completed.

Detail bagaimana menerapkan *MAS* pada program Tabata dapat dilakukan pada area yang kecil sekalipun, Contohnya, *modified Tabata* dapat dilakukan selama 20 detik pada 120% *MAS*, dengan cara berlari bolak balik sesuai tanda yang sudah ditentukan, 5 detik berlari dari titik awal dan kembali lagi 5 detik ke titik awal dan dilakukan 2 kali, setelah itu istirahat selama 10 detik dan lakukan hingga waktu latihan 5 menit atau lebih.

Implementasi dari *MAS* dapat digunakan berbagai macam program, mulai dari *interval training* dan *continuous training*. Dengan mengetahui 100% *MAS* akan mempermudah kita menentukan kecepatan berlari sesuai dengan program latihan yang akan dilakukan.

Dengan mempertimbangkan jumlah yang banyak untuk mengukur kemampuan 100 % *MAS* sample, peneliti akan menghitung waktu tempuh berlari 1200 m untuk mengetahui 100% *MAS* seperti yang dikatan Dan Baker.

3. Hakikat Asam Laktat

Menurut Andre Tjie Wijaya, Asam laktat merupakan produk hasil metabolisme karbohidrat tanpa menggunakan oksigen (metabolisme

anaerobik). Asam laktat diproduksi di sel otot saat suplai oksigen tidak mencukupi untuk menunjang produksi energi¹⁶.

Menurut Giri Wiarto, asam laktat adalah konversi dari asam piruvat ketika melakukan aktifitas fisik yang cepat¹⁷, asam piruvat merupakan senyawa kimia yang berasal dari glukosa melalui glikolisis¹⁸. Dapat dikatakan asam laktat terbentuk dari proses metabolisme karbohidrat yang berjalan tidak melibatkan oksigen dan dilakukan dalam aktifitas fisik yang cepat, karbohidrat merupakan senyawa yang kompleks dan akan diurai oleh tubuh menjadi glukosa, glukosa menjadi bahan utama pembakaran, asam piruvat terbentuk dari proses glikolisis yang merupakan proses pembakaran glukosa, kemudian asam piruvat akan di konversi menjadi asam laktat, dalam hal ini ada rangkaian sistem energi yang terjadi pada proses pembentukan asam laktat.

This system is technically known as anaerobic glycolysis. Glycolysis refers to the breakdown of carbohydrate (sugar); anaerobic, as mentioned earlier, means without oxygen. In this system, the breakdown of sugar (a carbohydrate and one of the foodstuffs) supplies the necessary energy from which ATP is manufactured. When carbohydrate is only partially broken down, one

¹⁶ Andre Tjie Wijaya, *Asam Laktat*. Nutrisi, 2014, p.1 (<http://www.kerjanya.net/faq/5061-asam-laktat.html>. diakses 4 November 2016).

¹⁷ Giri wiarto, *Fisiologi dan Olahraga* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), h. 142.

¹⁸ Asep Subarkah, *Asam piruvat*. klinik Indonesia, 2016, p.1 (<http://www.klinikindonesia.com/kamus-kedokteran-a/asam-piruvat.php>. diakses 4 November 2016).

of the end products is lactic acid (hence the name lactic acid system)¹⁹.

Dari penjelasan diatas asam laktat terbentuk dari hasil akhir proses sistem energi *glikolisis-lactic acid*, sistem energi ini menggunakan glukosa, yang di dapat dari pemecahan karbohidrat yang berasal dari bahan makanan, namun dalam proses ini digunakan lebih awal saat aktifitas fisik sehingga tidak menggunakan oksigen, karbohidrat merupakan sumber energi yang kompleks sehingga harus diubah menjadi jenis yang sederhana, dan dapat segera dipergunakan dalam bentuk glukosa, dalam proses *glikolisis-lactid acid*, glukosa adalah sumber utama dalam pembentukan energi dan dalam prosesnya tidak menggunakan oksigen, sehingga asam laktat terbentuk sebagai hasil akhirnya, oleh karena itu sistem ini dinamakan sistem asam laktat.

Peter Janssen pada bukunya *Lactate Threshold Training*, 2001 mengatakan

At the onset of any exercise, independent of its intensity, energy supply energy supply is always anaerobic and lactic. It always takes some minutes before the aerobic system functions completely before respiration, heart rate, and the transport of oxygen through the blood adjust to the demands of the activity. Until that time, at the beginning of the exercise, the lactate system supplies the necessary energy²⁰.

¹⁹ Edward L. Fox, *Sports Physiology Second Edition* (Japan: CBS College Publishing, 1984), h.15.

²⁰ Peter Janssen, *Lactate Threshold Training* (Europe: Human Kinetics, 2001).h.5.

Kutipan tersebut menjelaskan, sistem anaerobik digunakan saat kita ingin memulai suatu aktifitas, pada waktu beberapa menit sebelum sistem aerobik digunakan secara sepenuhnya, sistem respirasi, denyut nadi, dan pengangkutan oksigen oleh darah dituntut untuk menyesuaikan ketika awal aktifitas, pada kondisi penawaran dari sistem laktat sangat penting untuk pembentukan energi.

Peter Janssen menjelaskan, penggunaan sistem anaerobik pada durasi waktu yang singkat, seperti lari 100, 200, 400 dan 800 meter dan aktivitas intensif lainnya dengan waktu 2 sampai 3 menit, pembentukan energi sebagian besar dalam anaerobik²¹.

Waktu tubuh menggunakan sistem anaerobik sangat cepat, dengan waktu 2 sampai 3 menit tubuh telah menghasilkan energi untuk melakukan aktifitas, aktifitas fisik yang cepat mengharuskan tubuh untuk membentuk energi dengan cepat, dalam kondisi ini sistem energi anaerobik yang akan lebih mendominasi.

Sistem anaerobik memiliki dua jenis reaksi pembentukan energi dimana reaksi ini memiliki pengaruh yang berbeda yaitu *anaerobic alactic* dan *anaerobic lactic*, dari sumber penggunaan pembentukan energinya berbeda

²¹ *Ibid.*,h.5.

antara *anaerobic alactic* dan *anaerobic lactic* perbedaan ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Table 1.1 Substrates for Energy Supply and Their Characteristics			
Substrate production	Process	Availability	Speed of energy
CP	Anaerobic alactic	Very limited	Very fast
Glycogen or glucose	Anaerobic lactic	Limited	Fast
Fatty acids	Aerobic alactic	Unlimited	Very slow
Energy supply	Anaerobic alactic	Anaerobic lactic	Aerobic alactic
Energy via	ATP/CP	Glycolysis	Reaction with oxygen
Supplies	Direct energy	2-3 mmol ATP	36 mmol ATP
Time	6-8 sec	6-8 sec to 2-3 min	Longer than 2-3 min
By product	No lactate formed	Lactate	No lactate formed
Name	Phosphate system	Lactate system	Oxygen system
Activity	Onset of exercise	Short and fierce surges	Long-lasting exercise
Sprint examples	Short sprints	Closing a gap 1-km time trial 400- to 800-m run	Long time trial marathon Long distances
Capacity	Sprint capacity	Tolerance	Endurance

Gambar 2.2. *Substrates For Energy Supply And Their Characteristics*
Sumber : Peter Janssen, *Lactate Threshold Training*, (Europe: Human Kinetics, 2001),h.8.

Dilihat dari gambar tabel diatas, pembentukan energi terjadi melalui dua reaksi yaitu reaksi anaerobik dan reaksi aerobic, reaksi anaerobik dibagi menjadi dua yaitu *anaerobic alactic* dan *anaerobic lactic*, kedua reaksi ini memiliki peran yang sama dalam penyediaan energi, namun produk dari reaksi tersebut berbeda anaerobik alaktik memiliki ketersediaan sangat terbatas, dengan penyediaan energi berlangsung selama 6-8 detik, dan dalam reaksi ini asam laktat tidak terbentuk didalam hasilnya.

Penyediaan energi dari reaksi anaerobik laktik akan menggunakan pemecahan glukosa dalam pembentukan energinya, dalam pembentukan energinya reaksi ini terjadi sekitar 6-8 sampai dengan 2-3 menit, dan produk hasil dari metabolismenya adalah asam laktat, hal ini terbentuk melalui aktifitas yang cepat, contoh dari aktifitas fisiknya seperti lari 400-800 meter adapun bentuk reaksinya adalah sebagai berikut²².



Menurut Sadoso Sumosardjuno, jika seseorang melakukan latihan-latihan olahraga pada keadaan ini (asam laktat yang menumpuk), maka hutang oksigen di dalam tubuh akan menjadi lebih banyak dan akan makin banyak terkumpul asam laktat di dalam sel, kumpulan dari asam laktat yang banyak akan menghalangi, kemudian menghentikan sama sekali produksi ATP (*adenosin tri phospat*). ATP merupakan suatu ikatan yang begitu penting pada penghasilan dan penggunaan energi, dan ikut serta hampir setiap macam reaksi yang menghasilkan energi yang perlu untuk menopang suatu aktifitas.²³

²² *Ibid.*,h.5.

²³ Sadoso sumosardjuno, *Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga 2* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1994), h. 91.

Tubuh pada kondisi tersebut mengalami kehilangan cadangan oksigen di dalam tubuh, Tubuh yang normal memiliki 2 liter cadangan oksigen yang dapat digunakan untuk metabolisme²⁴, cadangan oksigen digunakan saat kita melakukan aktifitas fisik anaerobik, jika cadangan oksigen dipakai secara terus-menerus, maka tubuh akan menghasilkan asam laktat saat aktifitas fisik dengan intensitas tinggi, kemudian jika asam laktat telah menumpuk, tubuh tidak dapat menghasilkan ATP hal ini disebabkan karena asam laktat akan menghalangi produksi ATP, sehingga tubuh tidak memiliki energi untuk aktifitas, dan langsung akan menurunkan intensitasnya bahkan dapat menghentikan aktifitas fisiknya jika sudah mengalami kondisi tersebut.

Namun asam laktat bukanlah sampah yang tidak berguna, Jhon Shepherd menjelaskan bahwa asam laktat bukan merupakan produk limbah. selama pemulihan, ketika ada jauh lebih banyak pasokan oksigen, asam laktat kehilangan dua hidrogen dan kembali menjadi asam piruvat, dan digunakan sebagai sumber energi²⁵.

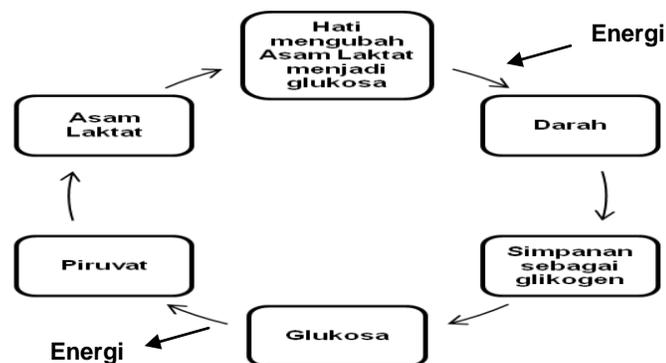
Asam laktat bukan suatu produk yang tidak berguna, namun pada kondisi oksigen yang banyak, asam laktat dapat diubah kembali menjadi energi, kadar asam laktat didalam darah orang sehat dalam keadaan istirahat

²⁴ Giri wiarso, *Op.Cit.*, h.76.

²⁵ John Shepherd, *Op.Cit.*, h.125.

sekitar 1 - 2 mm/L . Saat melakukan aktivitas fisik kadar ini akan naik, kenaikan ini diikuti dengan intensitas latihan yang dijalannya, Latihan hendaknya tidak dilakukan pada kandungan laktat diatas 6 - 8 mm/L , karena koordinasi akan terganggu sedemikian rupa sehingga latihan keterampilan ini tidak akan membawa efek positif apapun²⁶.

Hendaknya seseorang menurunkan intensitasnya agar produksi Asam Laktat menurun dan mendapatkan oksigen yang cukup untuk meresintesis asam laktat melalui proses yang disebut dengan Siklus Corry. Rangkaian Siklus Corry dapat dilihat seperti pada gambar dibawah berikut.



Gambar 2.3 Siklus Corry

Sumber : Giri Wiarto, Fisiologi dan Olahraga (Yogyakarta: Graa Ilmu, 2013), h.142.

Siklus Corry merupakan jalur metabolisme anaerobik didalam tubuh, rangkaian pembentukan energi melalui siklus corry, dimulai saat proses glukosa di ubah menjadi energi melalui proses glikolisis tanpa menggunakan

²⁶ Peter Janssen, *Op.Cit.*, h.76.

oksigen dan hasil akhir berupa piruvat, piruvat akan dikonversi menjadi asam laktat, asam laktat akan di bawa melalui peredaran darah dan dikirim menuju hati, di hati asam laktat akan diubah menjadi glukosa, glukosa akan dialirkan kembali menuju otot sehingga akan disimpan menjadi glikogen yang nantinya menjadi cadangan yang akan digunakan kembali saat tubuh membutuhkan energi kembali. Tinggi rendahnya peningkatan kadar Asam Laktat dapat dijadikan dasar perkiraan dominasi metabolisme apa yang terjadi pada suatu aktivitas fisik yang sedang dilakukan.

Mengutip dari penelitian Drs. Erzzedin Alwi, M.Pd dan Dra. Zikra, M.Pd,Kons yang berjudul 'Sikap Kerja Praktek Sepeda Motor Terhadap Kelelahan Dan Waktu Kerja Mahasiswa Jurusan Otomotif Fakultas Tekhnik Universitas Padang'.

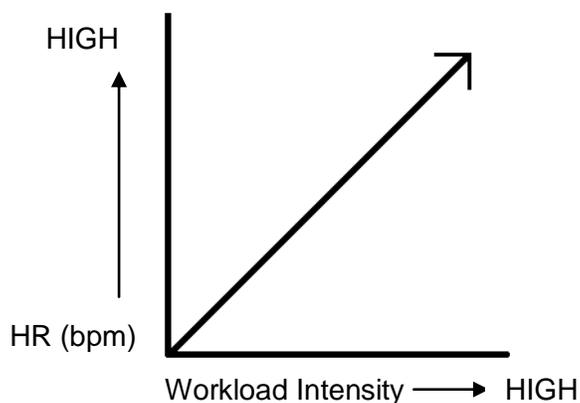
Pengukuran laktat darah menurut Medbo et al. (2000), sampai sekarang telah dilakukan dengan menggunakan peralatan Enzymatic photofometry, YSI Instruments, Dr. Lunge mini-photometer, Lactate Pro dan Accusport. Tiga peralatan pertama boleh dikatakan prasarana laboratorium tentang asam laktat, sedangkan Accusport adalah peralatan portable untuk pengetesan asam laktat darah, yang dapat digunakan dilapangan, sehingga data pengujian asam laktat dapat diambil cepat. Sampai saat ini ada tiga bentuk peralatan portable yang bisa digunakan untuk pengujian asam laktat: Accutrend Lactate, Lactate Plus dan Lactate Plus. Accutrend Lactate memiliki kelebihan disamping menguji asam laktat, dapat menguji plasma darah. Peralatan pengukuran mutakhir yang dipergunakan di Jerman adalah *Accutrend Lactate*²⁷.

²⁷ Drs. Erzzedin Alwi, M.Pd dan Dra. Zikra, M.Pd,Kons, *Sikap Kerja Praktek Sepeda Motor Terhadap Kelelahan Dan Waktu Kerja Mahasiswa Jurusan Otomotif Fakultas Tekhnik Universitas Padang*, h. 26 - 27

4. Hakikat Denyut Nadi

Denyut nadi adalah suatu denyut yang dihasilkan pompa jantung (*Ventrikel/Sinistra*) untuk mengalirkan darah dan masuk ke dalam sistem arteri²⁸. Jumlah denyut nadi orang sehat normalnya 70-80 kali per menit. Informasi yang disampaikan oleh denyut nadi banyak implikasinya terhadap keadaan tubuh.

Dalam praktek latihan sehari-hari denyut nadi sering dipakai sebagai standar untuk intensitas latihan. Alasan pemakaian denyut nadi sebagai standar eksersi adalah ditemukannya korelasi linear antara denyut nadi pada satu sisi dan intensitas latihan di sisi lain²⁹.



Gambar 2.4. Hubungan Intensitas Latihan Dengan Denyut Nadi
Sumber : Peter Janssen, *Lactate Threshold Training* (US: Human Kinetics, 2001), h. 26

²⁸ Arie. S. Soetopo dan Alma Permana Lestari, *Buku Penuntun Praktikum Faal Dasar* (Jakarta: FIK UNJ, Edisi 2/2001), h. 4.

²⁹ Peter Janssen, *Op.Cit.*, h.25.

Intensitas latihan adalah kerasnya kita dalam melakukan latihan. Untuk mengukur intensitas latihan ialah dengan cara menghitung denyut nadi kita. Seperti diketahui bersama, pada waktu kita melakukan kegiatan olahraga, denyut nadi kita sedikit demi sedikit akan meningkat. Jumlah denyut nadi ini dapat dipakai sebagai ukuran apakah intensitas latihan yang kita lakukan sudah cukup atau belum. Dan dari beberapa penelitian ditemukan bahwa denyut nadi maksimal dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Denyut Nadi Maksimal (DNM)} = 220 - \text{umur}^{30}$$

Denyut nadi maksimal adalah denyut nadi yang boleh dicapai waktu kita melakukan latihan olahraga. Takaran intensitas latihan untuk olahraga kompetitif atau prestasi antara 80-90% DNM, sedangkan untuk olahraga kesehatan 72-87% DNM. Angka-angka ini menunjukkan *training zone*. Dengan kata lain, *training zone* untuk para atlet adalah 80-90% DNM, sedangkan untuk olahraga kesehatan antara 72-87% DNM³¹.

Denyut nadi adalah frekuensi irama denyut/detak jantung yang dapat di palpasi/disentuh dipermukaan kulit pada tempat-tempat tertentu. Aktivitas

³⁰ Liliani Puspa, *Hubungan Fisiologi dengan Prestasi Olahraga* (Medan: Abdi Ilmu, 2009) h. 275.

³¹ Sadoso Sumosardjuno, *Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1992), h. 24.

fisik berpotensi meningkatkan frekuensi denyut nadi karena semakin tinggi aktivitas tubuh maka semakin tinggi peningkatan aliran darah untuk mensuplai zat makanan dan oksigen ke jaringan otot sehingga jantung berkontraksi lebih cepat dan kuat yang berakibat pula pada peningkatan panas dalam tubuh. Dalam keadaan istirahat dan kerja penggunaan energi berbeda. Waktu istirahat energi yang digunakan otot hanya sedikit dan meningkat seiring meningkatnya intensitas latihan³².

Tempat terbaik untuk menghitung denyut nadi adalah pergelangan tangan, sisi kiri dada, di daerah terletaknya jantung atau di samping tenggorokan³³. Kita dapat menghitung denyut nadi kita dengan merabanya, boleh yang kanan atau kiri, dengan ketiga jari kita di tengah. Jangan menggunakan ibu jari, karena ibu jari kadang-kadang kurang peka³⁴.

Kekuatan yang mendorong darah masuk ke dalam aorta selama sistolik tidak hanya menggerakkan darah dalam pembuluh ke depan, tetapi juga menyusun suatu gelombang tekanan yang berjalan sepanjang arteri. Gelombang mendorong dinding arteri seperti ia berjalan, dan pendorongnya teraba sebagai nadi. Kecepatan gelombang berjalan tidak tergantung dan

³² Rinal Kurniawa, *et al.*, "Pengaruh Pemberian Minuman Isotonik Terhadap Waktu Pemulihan pada Atlet Taekwondo Dojang Universitas Negeri Padang," *Scientia*, Vol. 4 (2) (Padang: 2014), h. 81.

³³ Peter Janssen, *Op.Cit.*, h.25.

³⁴ Sadoso Sumosardjuno, *Op. Cit.*, h. 25.

jauh lebih cepat daripada kecepatan aliran darah sekitar 4 m/s pada aorta, 8 m/s Pada arteri besar, dan 16 m/s pada arteri-arteri kecil pada orang dewasa muda. Akibatnya nadi teraba pada arteri radialis pada pergelangan tangan kira-kira 0,1 detik setelah puncak ejeksi sistem ke dalam aorta. Pada meningkatnya usia arteri menjadi lebih kaku dan gelombang nadi berjalan lebih cepat.(Ventricle/Sinistra) untuk mengalirkan darah dan masuk ke dalam sistem arteri. Jumlah denyut nadi istirahat orang sehat 70-80x permenit³⁵.

Prosedur cara mengetahui dan menghitung denyut nadi :

- a. *Radial Pulse Rate : Palpasi* (sentuh) dengan menggunakan ujung jari telunjuk dan jari tengah arteri radialis kearah distal di bagian ujung *Radius*. Rasakan denyut yang dihasilkan dan hitunglah denyutnya selama 30 detik.
- b. *Carotid Pulse Rate : Palpasi* daerah leher dibawah telinga dan rahang. Jangan menekan terlalu kuat, karena penekanan kuat dapat menyebabkan efek hambatan (*inhibisi*) pada kerja jantung. Rasakan denyutan arteri pada ujung jari dan hitung selama 30 detik dan hasilnya kalikan 2 untuk hasil permenit.
- c. *Stethoscope Heart Rate* : Kontraksi otot jantung dapat pula didengar dengan menggunakan alat bantu *stethoscope*. Tempelkan tangkai pendengaran di lubang telinga di mana ujung

³⁵ Arie. S. Soetopo dan Alma Permana Lestari, *Op. Cit.*, h. 4.

tangkai menghadap keluar dan letakkan dataran bulat *stethoscope* di tengah bawah *Sternum* dibagian kiri dada. Dengarkan bunyi “lub-dub” yang menandakan satu kali kontraksi jantung.

- d. *Pulse Meter* : Pengukuran denyut nadi dapat dilakukan pula melalui permukaan telapak tangan. Kedua telapak tangan harus dalam keadaan bersih dan dalam keadaan normal. Lalu, gengam cincin logam pada sisi kiri dan kanan dalam posisi tetap. Kemudian hidupkan alat dan biarkan beberapa detik sehingga angka digital yang tampak diantara kedua genggamannya, diam pada angka tertentu. Angka tersebut menunjukkan denyut nadi permenit³⁶.

Denyut nadi ada 3 macam, yaitu:

- a. Denyut nadi basal, yaitu denyut nadi pada saat membuka mata, saat bangun tidur.
- b. Denyut nadi istirahat, yaitu denyut nadi pada istirahat atau sedang santai tanpa adanya luapan emosi, kerja fisik, maupun mental.

³⁶ *Ibid.*, h. 5

- c. Denyut nadi latihan, yaitu denyut nadi ketika sedang melakukan aktivitas kerja atau olahraga³⁷.

Menurut Evelyn Pearce menerangkan bahwa kecepatan denyutan jantung berbeda-beda, diantaranya dipengaruhi oleh penghidupan, pekerjaan, makanan, umur dan emosi³⁸.

Dengan begitu sangat pentingnya mengukur denyut nadi saat beraktivitas fisik atau berolahraga agar mengetahui tingkat intensitas latihan yang dilakukan.

5. Hakikat Mahasiswa Kepelatihan Angkatan 2016 Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Jakarta

Universitas Negeri Jakarta merupakan salah satu Universitas Negeri yang terletak di Jakarta, Fakultas Ilmu Olahraga merupakan salah satu Fakultas yang berada di Universitas Negeri Jakarta, program studi Kepelatihan merupakan salah satu program studi yang terdapat pada fakultas ini.

Mahasiswa Kepelatihan Angkatan 2016 merupakan mahasiswa Program Studi Kepelatihan yang resmi diterima pada tahun 2016, Program studi ini memiliki perkuliahan teori dan praktikum di lapangan, tidak hanya itu selain perkuliahan, mahasiswa Fakultas Ilmu Olahraga juga diharuskan

³⁷ Giri Wiarto, *Op.Cit.*, h. 36.

³⁸ Evelyn C. Pearce, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis* (Jakarta: Gramedia, 2006), h.127

mengikuti kegiatan selain perkuliahan sesuai minat dan bakat pada cabang olahraga yang kita kehendaki.

Dalam visi dan misinya program studi Kepelatihan memiliki perbedaan dengan program studi lainnya yang berada pada fakultas ini, program studi ini lebih menuju pada menghasilkan Guru Pendidikan Jasmani dan tenaga pelatih berkemampuan akademis-profesional dan siap menjadi pelatih nasional serta mampu memenuhi kebutuhan olahraga masyarakat.³⁹

Melihat dari prospek dalam hal kelulusannya, program studi Kepelatihan lebih mendorong para mahasiswanya kearah olahraga prestasi, dalam bidang tenaga kerja lulusan program studi ini berfokus pada aspek prestasi, dan spesifik mendalami satu cabang olahraga agar sangat menguasai cabang olahraga pilihan dan dapat menjadi Pelatih yang berkualitas .

B. Kerangka Berfikir

Olahraga berlari merupakan aktivitas fisik yang pasti semua orang pasti pernah melakukannya. Karena kemudahan dan kesederhanaan olahraga ini, berlari menjadi pilihan untuk memenuhi kebutuhan aktivitas fisik orang banyak.

³⁹ Universitas Negeri Jakarta, *Pedoman Akademik Fakultas Ilmu Keolahragaan 2012/2013*, 2012, h.161

Tetapi ternyata berlari tidak sesederhana yang dibayangkan, jika melihatnya dari tingkat intensitas yang dapat mempengaruhi banyak faktor, olahraga berlari akan sangat rumit. Untuk mempersempit bahasan, faktor yang akan dibahas adalah denyut nadi dan asam laktat.

Untuk memenuhi kebutuhan energi saat melakukan aktivitas fisik khususnya dalam hal ini berlari tubuh memproduksi energi melalui proses metabolisme anaerobik dan aerobik. Metabolisme anaerobik adalah metabolisme yang terjadi tanpa membutuhkan oksigen dan berlangsung pada awal seseorang melakukan aktivitas fisik yang membutuhkan energi yang besar. Dan salah satu dari proses anaerobik menghasilkan sesuatu yang disebut Asam Laktat, dimana jika seseorang memiliki kadar Asam Laktat yang melebihi ambang batasnya akan dapat mengganggu kemampuan koordinasi seseorang dan kelelahan. Metabolisme aerobik membutuhkan oksigen sebagai salah satu bahan untuk melakukan reaksi yang menghasilkan energi. Sebelum terjadinya proses ini tingkat respirasi, dan denyut nadi harus siap untuk mensuplai oksigen keseluruh tubuh agar dapat terjadinya proses aerobik.

Kecepatan dalam berlari akan sangat mempengaruhi proses metabolisme yang akan terjadi pada tubuh. Untuk berlari selama 30 menit dan mencapai *training zone* tanpa mengalami peningkatan asam laktat hingga melampaui ambang batas tubuh harus berada pada kondisi

menggunakan metabolisme aerobik dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan energi.

Agar terjadi sesuai harapan, harus seberapa cepat berlari selama 30 menit?. Karena kecepatan berlari tiap individu akan berbeda sesuai kemampuan fisiknya. Untuk itu peneliti menggunakan *MAS* sebagai acuan untuk mengukur kecepatan berlari seseorang. Dengan mengacu pada tingkat intensitas 70% *MAS* yang dapat meningkatkan denyut nadi hingga 70% dari denyut nadi maksimal dengan waktu latihan 30 menit.

Bila intensitas berlari 70% *MAS* selama 30 menit berada dalam intensitas dominan metabolisme aerobik, berlari 70% *MAS* selama 30 menit akan meningkatkan denyut nadi hingga 70% denyut nadi maksimal dan sedikit meningkatkan kadar asam laktat hasil metabolisme anaerobik dalam darah karena akan terjadinya proses Siklus Corry yang akan meresintesis asam laktat dalam darah di hati yang akan membuat kadarnya tetap rendah. Sebaliknya jika berlari 70% *MAS* selama 30 menit intensitas dominan metabolisme anaerobik, denyut nadi akan meningkat hingga 70% denyut nadi maksimal dan kadar asam laktat dalam darah pun akan tinggi karena tubuh tidak cukup oksigen untuk melakukan resintesis asam laktat melalui proses Siklus Corry. Maka dari itu, menarik untuk diteliti. Apakah peningkatan denyut nadi mencapai 70% dari *HRmax* dan apakah terjadi peningkatan Asam Laktat setelah berlari 70% *MAS* selama 30 menit.

C. Pengajuan Hipotesis

Berdasarkan Kerangka Teori dan Kerangka Berfikir, maka penulis merumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Terdapat peningkatan kadar Asam Laktat setelah berlari 70% *MAS* selama 30 menit
2. Terdapat peningkatan Denyut Nadi setelah berlari 70% *MAS* selama 30 menit
3. Terdapat hubungan positif Asam Laktat dengan Denyut Nadi pada kondisi diberikan latihan lari dengan intensitas 70% *MAS* selama 30 menit