

**TESIS**

**KOMPARASI LATIHAN INTENSITAS SEDANG  
INTERVAL DAN KONTINYU TERHADAP  
PERUBAHAN KADAR GLUKOSA DARAH PADA  
PENDERITA DIABETES MELLITUS**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**



TKD 00 57  
Isa  
K

**R I D A I S W A T I**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2005**

UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

**KOMPARASI LATIHAN INTENSITAS SEDANG  
INTERVAL DAN KONTINYU TERHADAP PERUBAHAN  
KADAR GLUKOSA DARAH PADA PENDERITA  
DIABETES MELLITUS**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2005**

**KOMPARASI LATIHAN INTENSITAS SEDANG  
INTERVAL DAN KONTINYU TERHADAP PERUBAHAN  
KADAR GLUKOSA DARAH PADA PENDERITA  
DIABETES MELLITUS**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**

**TESIS**

**Untuk memperoleh Gelar Magister Dalam Program Studi  
Ilmu Kesehatan Olahraga Pada Program Pascasarjana  
Universitas Airlangga**

**Oleh**

**RIDA ISWATI**  
**NIM.090315006 M**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2005**

**Lembar Pengesahan**

**TESIS INI TELAH DISETUJUI  
TANGGAL AGUSTUS 2005**

Oleh

Pembimbing Ketua



**Choesnan Effendi, dr,AIF**  
**NIP. 130 422 850**

Pembimbing



**Harlina Soetjipto, dr,MS**  
**NIP. 130 687 605**

Mengetahui :

Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga  
Program Pascasarjana Universitas Airlangga

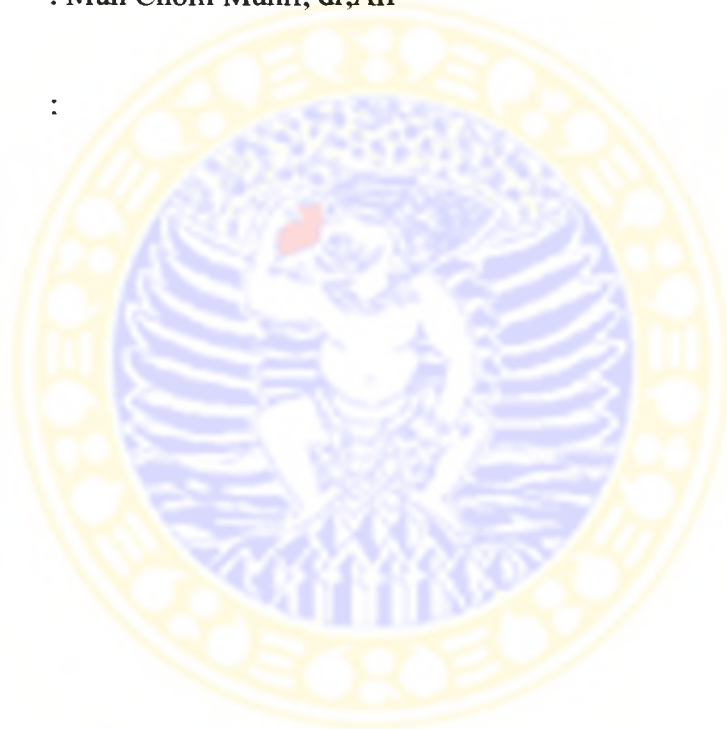


**Dr. Sunarko Setiawan, dr, MS**  
**NIP. 131 949 832**

**Telah diuji pada  
Tanggal 25 Agustus 2005**

**PANITIA PENGUJI TESIS**

Ketua : Dr Sunarko Setyawan dr,MS  
Anggota : Choesnan Effendi,dr,AIF  
: Harlina Soetjipto,dr,MS  
: Dr Elyana Asnar Suhartono,dr,MS  
: Muh Cholil Munif, dr,AIF



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji sukur saya panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala karunia dan RahmatNya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Salam dan Rahmat disampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada :

CHoesnan Effendi,dr,AIF, Harlina Soetjipto,dr,MS, sebagai pembimbing ketua dan pembimbing yang penuh perhatian dan kesabaran serta tulus ikhlas memberikan masukan ,arahan, dorongan semangat, dari awal penulisan proposal hingga selesainya tesis ini.

Dr Sunarko, dr, MS, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang telah mengarahkan, mendorong dan memberikan motivasi dan membantu selama kuliah pada Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga.

Rektor Universitas Airlangga Prof Puruhito, dr,SpBT; Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof Dr Muh Amin,dr,SpP ; Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga,Prof Dr HMS Wiyadi,dr, SpTHT.serta Ketua bagian Laboratorium Ilmu Faal, Dr Harjanto JM,dr,AIF, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh dan menyelesaikan studi di Program Magister ini.

Muhammad Cholil Munif, dr AIF, yang telah memberikan bimbingan, arahan dan membantu pengolahan data penelitian sehingga proses penyelesaian tesis ini dapat terwujud dengan baik.

Seluruh staf pengajar pada program Pascasarjana Universitas Airlangga Khususnya Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga, yang telah membimbing dan

memberikan bekal ilmu kepada penulis mulai awal kuliah sampai penyelesaian tesis ini.

Slamet tjahyono,dr,SpPP Selaku direktur RSUD Mataram yang telah memberi izin lokasi penelitian; Tjok Sugatha,dr,SpKK sebagai Ketua Panitia Etika Profesi Kedokteran Komite medik RSUD Mataram yang telah merekomendasikan izin kelaikan etik penelitian dan I Gede Palgunadi dr, SpPD sebagai Ketua SMF penyakit dalam RSUD Mataram yang memberi fasilitas dan memberi kesempatan sehingga penelitian ini dapat selesai dengan lancar.

Teman –temanku seangkatan S-2 IKOR (Edy Mintarto, SPd, dr Akmarawita Kadir,dr Hayati, Dwi Cahyo Kartiko,SPd, dan M Jayul SPd) yang telah membantu memberikan motivasi dan melewati semua suka duka dalam proses perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini, terima kasih atas kerjasamanya semoga kita tetap mempertahankan kekompakan ini.

Orang tuaku H Ismail Marfah, ,suami dan anak –anakku tercinta Drs Joko soeyono Apt, Gagah dan dinda yang pengertian setia dan sabar dalam mendampingi dan memberi inspirasi pendorong semangat yang tiada henti bagi penulis.

Adik- adikku Rosyanthi BA, Ir Iswidhani M.QIH, Kopol Rosmawati SKM dan Drs Rizal Iskandar serta seluruh keluarga besarku yang telah mendoakan agar sukses didalam menjalani perkuliahan Program Magister ini.

Semua pihak yang ikut membantu mendukung selama masa pendidikan yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Akhirnya dengan segenap kerendahan hati penulis sebagai manusia biasa mohon maaf atas segala kekurangannya.

Surabaya, agustus 2005

## RINGKASAN

## Membandingkan Latihan fisik Intensitas Sedang kontinyu dan Interval terhadap perubahan Kadar glukosa Darah pada Penderita Diabetes Mellitus

Rida Iswati

Diabetes merupakan masalah kesehatan dunia dengan angka kejadian yang tinggi pada dekade terakhir. Pada tahun 1990 di Amerika prevalensi diabetes yang terdiagnosis pada penduduk usia 20 – 74 tahun adalah 4,9% dan meningkat menjadi 6,5% pada tahun 1998.) Laporan International Diabetes Federation ( IDF ) tahun 2003 menunjukkan jumlah pasien Diabetes di dunia telah meningkat, dan biaya pengelolaannya menjadi 3 kali lipat. Global Diabetes Statistik memperkirakan pada tahun 2003 terdapat 333 juta orang mengalami penyakit diabetes dan perkiraan pada tahun yang sama di Indonesia akan mencapai 19,4 juta orang. Sampai dengan tahun 2025. prevalensi penyakit diabetes di Indonesia diperkirakan sebanyak 12 – 23 % dari penduduk berusia diatas 15 tahun. Angka tersebut cenderung meningkat seiring dengan tingkat pertumbuhan ekonomi. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan bahwa latihan intensitas sedang interval dan kontinyu dapat menurunkan kadar glukosa darah.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ‘*The Pretest – Posttest Group design*’. Sampel dalam penelitian ini adalah penderita Diabetes Mellitus tipe 2 yang diambil dari Poli penyakit dalam RSUD Mataram berdomisili di sekitar Kota Mataram berjumlah 22 orang perempuan dengan umur antara 40 – 50 tahun. Pemilihan sampel dilakukan secara acak yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok Kontinyu dan kelompok Interval masing masing dengan 11 orang sampel. Sampel diambil darahnya untuk mengetahui kadar glukosa darah pada saat puasa (*pretest*), kemudian sampel melakukan latihan fisik dengan jalan kaki diatas treadmill selama 15 menit dengan pemanasan selama 3 – 5 menit. setelah 45 menit pemberian makan pagi. Segera setelah melakukan latihan fisik sampel diambil darahnya untuk data *posttest 1* dan 120 menit *postprandial* sampel kembali diambil darahnya untuk data *posttest 2* ( 1 jam setelah latihan). Variabel tergantung yang diukur adalah penurunan kadar glukosa darah *postprandial* dengan menghitung selisih kadar glukosa darah *postprandial* saat akan melakukan latihan fisik dan satu jam setelah selesai melakukan latihan fisik (kadar glukosa darah 60 menit – 120 *postprandial*), dan selisih kadar glukosa darah sebelum melakukan latihan fisik dan setelah satu jam selesai melakukan latihan fisik. (kadar glukosa darah 45 menit – 120 menit *postprandial*.) Penurunan kadar glukosa darah *postprandial* yang diamati dinyatakan dalam satuan mg/dl.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata (signifikan) rerata kadar glukosa darah puasa pada kelompok kontinyu dan kelompok interval sebagaimana ditunjukkan oleh uji beda sebagai berikut.  $p = 0,297, > 0,05$ ;  $X_{konty} = 202,7273, SE = 114,1609$ ;  $X_{int} = 251,4545, SE = 98,6148$ ;  $Mean\ diff \pm SE = 48,7273$ . Perubahan Kadar Glukosa Darah pada kondisi 45 menit *postprandial* menjadi kondisi post latihan I pada kedua kelompok eksperimen menunjukkan adanya beda yang nyata ( signifikan), sebagaimana terlihat pada hasil uji beda perubahan ;  $p = 0,041, < 0,05$ ;  $D_{kont} = 2,065, SE = 7,654$ ;  $D_{int} = 26,117, SE = 7,654$ ;  $Mean\ diff \pm SE = -24,052 \pm 10,966$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa latihan Interval menghasilkan perubahan penurunan kadar glukosa darah > dari latihan Kontinyu. Perubahan Kadar glukosa darah pada kondisi post latihan I menjadi kondisi post latihan 2 kedua kelompok eksperimen menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (signifikan) sebagaimana ditunjukkan oleh uji beda yang hasilnya sebagai berikut. ( $p = 0,041, < 0,05$ ;  $D_{kont} = 1,6364, SE = \pm 32,3551$ ;  $D_{int}$



= 26,5455, SE=  $\pm$  12,3642; Mean Diff - 24,052. Hasil tersebut menunjukkan bahwa latihan Interval menunjukkan penurunan Kadar glukosa darah > daripada latihan Kontinyu. Perubahan kadar glukosa darah dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: makanan, hormon insulin, glukagon, kortisol, dan adrenalin serta dipengaruhi oleh latihan fisik. Penelitian ini untuk membuktikan bahwa latihan fisik secara kontinyu dan Interval Intensitas sedang dapat menurunkan kadar glukosa darah

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa latihan fisik intensitas sedang Interval dan Kontinyu dapat menurunkan kadar glukosa darah segera setelah latihan dan 1 jam setelah latihan ( 60'pp dan 120 pp), Latihan interval lebih menurunkan kadar glukosa darah dibandingkan dengan latihan kontinyu segera setelah latihan ( posttes 1 – 45 menit Postprandial ) dan Latihan interval maupun latihan kontinyu dapat menurunkan kadar glukosa darah ( posttest 2- posttes 1).

Harapan bahwa hasil penelitian ini akan dapat memberikan tambahan informasi ilmiah bagi masyarakat ,khususnya bagi para instruktur senam diabetes mellitus maka Latihan fisik intensitas sedang interval dan kontinyu dapat dijadikan pilihan latihan dalam pengendalian kadar glukosa darah . tetapi masih diperlukan penelitian untuk lebih memperluas penjelasan teoritis dan penerapannya, misalnya penelitian terhadap kelompok resiko yang sama dengan menggunakan kelompok kontrol .



## SUMMARY

### **The Comparison of the Effect of Continuous and Interval Moderate Intensity Physical Exercise on Blood Glucose Change in Diabetic Patients**

**Rida Iswati**

Diabetes remains a worldwide health problem with a high incidence in the last decade. In the mid of 1990s the prevalence of diagnosed diabetes among population aged 20 - 74 years in United States was 4.9%, increasing to 6.5%. The report of International Diabetes Federation (IDF) in 2003 indicated that the total number of diabetic patients in the world has alarmingly increased, and the cost for its management becomes three-times higher. Global Diabetes Statistics estimated that in 2003 there would be 333 million individuals with diabetes mellitus (DM), and the estimation for the same year in Indonesia would be 19.4 million individuals. To the year 2025, the prevalence of DM in Indonesia is estimated to be 12 - 23% of population aged more than 15 years. The figure tends to increase along with the improvement of economic growth. The objective of this study was to prove that interval and continuous moderate intensity exercise could reduce blood glucose.

This study used pretest - posttest group design. Samples were 22 female type 2 diabetic patients aged 40 - 50 years taken from Internal Outpatient Clinic, Mataram Hospital, who lived around Mataram. Samples were enrolled in random and allocated into two groups, i.e., continuous and interval groups, each comprising 11 samples. Blood was taken to identify fasting blood glucose (pretest), and samples were subjected to physical exercise by walking on treadmill for 15 minutes with warming up for 3 - 5 minutes 45 minutes after having breakfast. Immediately after physical exercise, blood was taken for posttest 1 data, and 120 minutes postprandial blood was taken again for posttest 2 data (1 hour after exercise). The measured dependent variable was the reduction of postprandial blood glucose by estimating the difference of postprandial blood glucose at the beginning of exercise and one hour after exercise (blood glucose 60 - 120 minutes postprandial), and the difference of blood glucose before and one hour after physical exercise (blood glucose 60 - 120 minutes postprandial). The observed postprandial blood glucose reduction was stated in mg/dl.

Results showed no significant difference in the mean of fasting blood glucose in continuous and interval groups, as seen from the results of discriminant test ( $p = 0.297$ ). The change of blood glucose 45 minutes postprandial to post-exercise 1 in both experimental groups revealed significant difference, as also indicated from the discriminant test ( $p = 0.041$ ). This indicated that interval exercise resulted in the change of blood glucose reduction that was higher than that resulted from continuous exercise. The change of blood glucose in post-exercise 1 to post-exercise 2 in both experimental groups showed significant difference ( $p = 0.041$ ). This indicated that interval exercise resulted in blood glucose reduction more than that from continuous exercise. Blood glucose change is affected by a number of factors, such as diet, insulin hormone, glucagons, cortisol, adrenalin, including physical exercise. This study was aimed to prove that continuous and interval moderate intensity exercise could reduce blood glucose.

In conclusion, continuous and interval moderate intensity exercise can reduce blood glucose immediately and 1 hour after exercise (60 and 120 minutes postprandial). Interval exercise reduced blood glucose more than continuous exercise immediately after exercise (posttest 1 - 45 minutes postprandial), and both interval and continuous exercise can reduce blood glucose (posttest 2 - posttest 1). The results of this study can be regarded as scientific information for public, particularly for diabetes mellitus exercise instructors. Interval and continuous moderate intensity exercise can be used as alternative for controlling blood glucose level. However, further studies are needed to improve the theoretical elaboration and its application, such as by conducting research on group with the same risks with the involvement of control group.



## ABSTRACT

### **The Comparison of the Effect of Continuous and Interval Moderate Intensity Physical Exercise on Blood Glucose Change in Diabetic Patients**

**Rida Iswati**

This study was conducted to identify the effect of continuous and interval moderate intensity physical exercise on the reduction of blood glucose in patients with diabetes mellitus. This study used pretest - posttest group design. Samples were 22 female patients with type 2 diabetes mellitus, aged 40 - 50 years. They were divided into 2 groups, i.e., continuous and interval groups. Exercise was carried out using treadmill for 15 minutes. Blood glucose was measured directly and 60 minutes after physical exercise. Blood glucose reduction immediately after exercise in interval group was higher than that in continuous group ( $p = 0.041$ ). Blood glucose reduction 60 minutes after exercise in interval group was higher than that in continuous group ( $p = 0.044$ ). Conclusively, interval and continuous moderate intensity physical exercise can reduce blood glucose immediately and 60 minutes after exercise. Interval exercise reduces more blood glucose as compared to continuous exercise.

**Keywords:** fasting blood glucose, diabetes mellitus, interval and continuous physical exercise

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
Halaman Sampul depan.....	i
Halaman Sampul Dalam.....	ii
Halaman Prasyarat.....	iii
Halaman Persetujuan.....	iv
Daftar Panitia Penguji.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Ringkasan.....	viii
Summary.....	x
Abstrak.....	xii
Daftar Isi.....	xiii
Daftar Tabel.....	xviii
Daftar Gambar.....	xix
Daftar Singkatan.....	xx
Daftar Lampiran.....	xxi

**BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Tujuan Umum.....	
1.5. Tujuan Khusus.....	5
1.6. Manfaat Penelitian.....	6

<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1. Latihan Fisik.....	8
2.2. Macam Latihan.....	8
2.2.1. Latihan Anaerobik.....	9
2.2.2. Latihan Aerobik.....	10
2.3. Intensitas, Frekuensi, Lama Latihan.....	10
2.3.1. Intensitas Latihan.....	12
2.3.2. Frekuensi Latihan.....	12
2.3.3. Lama Latihan.....	13
2.3.4. Metode Latihan.....	13
2.3.5. Metode Kontinyu.....	13
2.3.6. Metode Interval.....	14
2.4. Sistem Penyediaan Energi.....	15
2.4.1. Sistem ATP-PC ( Pghosphagen System ).....	15
2.4.2. Sistem Glikolisis Anaerobik.....	16
2.4.3. Sistem Aerobik ( Aerobic System ).....	16
2.5. Karbohidrat.....	17
2.5.1. Fungsi Karbohidrat.....	17
2.5.2. Monosakarida.....	18
2.5.3. Olisakarida.....	19
2.5.4. Polisakarida.....	19
2.6. Metabolisme Glukosa dan Latihan.....	20
2.7. Diabetes Mellitus.....	22

2.8. Gejala dan Komplikasi Diabetes Mellitus.....	23
2.9. Hubungan Latihan dan Diabetes Mellitus.....	23
2.9.1 Respon dan Adaptasi Latihan	28
2.9.2. Peran Hormon dalam homeostasis glikosa darah.....	28
2.9.3. Hormon Insulin.....	29
2.9.4 Hormon Kortisol.....	29
2.9.5. Hormon Glukagon.....	30
2.9.6. Hormon Pertumbuhan.....	30
2.9.7 Pengaruh Latihan Interval Dan Kontinyu Terhadap Metabolisme glukosa darah	32 33
	35
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Kerangka Konseptual Penelitian.....	36
3.2. Penjelasan Kerangka Konseptual Penelitian.....	36
3.3. Hipotesis.....	37
	37
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b>	38
4.1. Jenis Penelitian.....	38
4.2. Rancangan Penelitian.....	38
4.3. Populasi.....	39
4.4. Sampel.....	39
4.5. Teknik Penentuan Sampel.....	39
4.6. Variabel penelitian.....	39
4.6.1. Variabel Bebas.....	39

4.6.2. Variabel Tergantung.....	39
4.6.3. Variabel Moderator.....	40
4.6.4. Variabel Kendali.....	
4.7. Definisi Oprasional Variabel.....	40
4.7.1. Latihan Interval Intensitas Sedang.....	41
4.7.2. Latihan Kontinyu Intensitas Sedang.....	41
4.7.3. Kadar Glukosa Darah.....	41
4.7.4 Jenis Kelamin.....	41
4.7.5 Umur.....	41
4.7.6. Tinggi Badan dan Berat Badan.....	41
4.7.7. Status Kesehatan.....	42
4.7.8. Lingkungan pemeriksaan.....	43
4.7.9. Prosedur Pemeriksaan.....	43
4.8. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	44
4.8.1. Persiapan.....	45
4.8.2. Pembagian Kelompok Orang coba.....	45
4.9. Pengambilan Data.....	45
4.9.1. Pelaksanaan.....	45
4.9.2. Pengambilan Specimen Darah.....	46
4.9.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	
4.10. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	47
4.10.1. Lokasi Penelitian.....	48
4.10.2. Waktu Penelitian.....	49
4.11. Analisa Data.....	52

## BAB 5 ANALISIS HASIL PENELITIAN



5.1. Data Penelitian.....	53
5.1.1. Uji Normalitas.....	54
5.1.2. Uji Homogenitas.....	55
5.1.3. Uji Beda Perubahan Glukosa Darah.....	56
<b>BAB 6 PEMBAHASAN</b>	<b>56</b>
6.1. Metode Penelitian.....	57
6.2. Latihan fisik Interval dan Kontinyu.....	58
6.3. Analisa Deskriptif,Uji Normalitas dan Uji Homogenitas.....	
6.4. Uji Beda.....	59
6.4.1. Uji Beda Berpasangan.....	59
6.4.2. Uji t- Independen.....	60
6.4.3. Kecepatan Penurunan Kadar glukosa Darah.....	69
<b>BAB 7 PENUTUP</b>	
7.1 Kesimpulan.....	
7.2. Saran.....	
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	
<b>LAMPIRAN.....</b>	

**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 : Kadar Glukosa darah sewaktu dan puasa.....	21
Tabel 2.2. : Kriteria Pengendalian Diabetes Melitus.....	22
Tabel 4.1. : Komposisi Diit B.....	42
Tabel 5.1 : Nilai Rerata dan SD variabel moderator.....	47
Tabel 5.2. : Nilai Rerata dan SD variabel Tergantung.....	48
Tabel 5.3. : Uji Normalitas.....	49
Tabel 5.4. : Uji Homogenitas.....	49
Tabel 5.5 : Uji Homogenitas terhadap Kadar Glukosa Darah.....	50
Tabel 5.6 : Uji t- Kelompok eksperimen waktu.....	50
Tabel 5.7 : Hasil Uji t Berpasangan perubahan Kadar Glukosa Darah.....	52

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Hubungan Antara Denyut nadi dan Komsumsi Oksigen Max	12
Gambar 2.2. : Reaksi Pembentukan ATP dan Fosphocreatin.....	15
Gambar 2.3 : Skema Glikolisis Anaerobik.....	16
Gambar 2.4 : Mekanisme Glukosa Transport oleh latihan fisik.....	20
Gambar 2. 5 : Penurunan Kadar Insulin.....	25
Gambar 2. 6 : Mekanisme Transport Glukosa yang difasilitasi Insulin.....	26
Gambar 2,7. : Cory Cycle.....	27
Gambar 5.1. : Diagram batang rerata glukosa darah.....	51
Gambar 5.2 : Diagram batang Perubahan Kadar Glukosa Darah.....	52
Gambar 5.3. : Diagram batang Penurunan Glukosa Darah 45' – post eks ....	52

## DAFTAR SINGKATAN

VO <sub>2</sub> max	= Volume Oxygen Maximal.
Hrmax	= Heart Rate Maximal
GLUT	= Glucose Transporter
ATP	= Adenosine triphosphate
ADP	= Adenosine diphosphate
AMP	= Adenosine Monophosphate
PC atau CrP	= Phospho creatine atau Creatine phosphate
Cr	= Creatine
Pi	= Phosphate dengan energi tinggi.
IGF	= Insuline – like growth faktor
AMPK	= 5' – AMP- activated kinase
PKC	= Protein kinase C
PI3K	= Phosphoinositide – 3 kinase.

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Penentuan Besar Sampel.....	69
Lampiran 2 : Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah.....	70
Lampiran 3 : Penjelasan dan Informasi penelitian.....	72
Lampiran 4 : Inform Consent.....	73
Lampiran 5 : Surat Kelaikan Etik Kedokteran RSU Mataram.....	74
Lampiran 6 : Surat izin penelitian.....	75
Lampiran 7 : Perhitungan Statistik.....	77
Lampiran 8 : Dokumentasi Penelitian.....	85

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Diabetes merupakan masalah kesehatan dunia dengan angka kejadian yang tinggi pada dekade terakhir. Pada tahun 1990 di Amerika prevalensi diabetes yang terdiagnosis pada penduduk usia 20 – 74 tahun adalah 4,9% dan meningkat menjadi 6,5% pada tahun 1998. (Tjokroprawiro,2004) Laporan International Diabetes Federation ( IDF ) tahun 2003 menunjukkan jumlah pasien Diabetes di dunia telah meningkat secara mengkhawatirkan, dan biaya pengelolaannya menjadi 3 kali lipat. Global Diabetes Statistik memperkirakan pada tahun 2003 terdapat 333 juta orang mengalami penyakit diabetes dan perkiraan pada tahun yang sama di Indonesia akan mencapai 19,4 juta orang. Sampai dengan tahun 2025. prevalensi penyakit diabetes di Indonesia diperkirakan sebanyak 12 – 23 % dari penduduk berusia diatas 15 tahun. Angka tersebut cenderung meningkat seiring dengan tingkat pertumbuhan ekonomi.

Pada tahun 1975 Pasteurian menyatakan bahwa faktor genetik merupakan penyebab tunggal penyakit Diabetes Mellitus. Peneliti lain ternyata menemukan bahwa sebenarnya pada penderita Diabetes terjadi ketidak seimbangan antara masukan glukosa dengan kemampuan penggunaan glukosa oleh tubuh. Gangguan ini disebabkan karena distorsi sistem homeostasis dan gangguan adaptasi, sedangkan penyebab yang paling esensial adalah dekstruksi sel beta di pankreas sehingga produksi hormon insulin berkurang.

Banyak faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah seperti faktor endogen antara lain hormon insulin, hormon glukagon, dan epineprin yang diketahui dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Ganong,2001), dan faktor eksogen seperti nutrisi dan latihan fisik serta faktor lain yang mendukung seperti stress,penyalahgunaan alkohol, obesitas, kurang aktifitas dan radikal bebas (Tjokroprawiro,2004 ).

Salah satu faktor predisposisi penyakit Diabetes mellitus adalah obesitas terutama pada penderita diabetes tipe 2 (*Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*) (Tjokroprawiro, 2004) menemukan bahwa hampir 85% penderita Diabetes tipe 2 mengalami obesitas dan rata-rata berumur diatas 40 th.

Penyakit Diabetes mellitus (diabetisi) yang tidak terkendali akan menyebabkan komplikasi baik makrovaskuler maupun mikrovaskuler yang dideteksi dengan memburuknya kualitas pembuluh darah, oleh sebab itu maka olah raga dapat dijadikan upaya dalam mengendalikan kadar glukosa darah sehingga resiko kerusakan pembuluh darah dapat dicegah. Dijumpai bahwa 70% kematian Diabetes Mellitus terjadi akibat gangguan pembuluh darah perifer.

Penanganan Diabetes Mellitus yang direkomendasikan antara lain adalah gabungan antara pemberian diet yang sesuai, pemberian obat, penyuluhan dan latihan (olah raga). Pada penderita Diabetes Mellitus dengan tipe I pemberian obat-obatan dan diet menjadi sangat penting sedangkan pada penderita Diabetes tipe II (*Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*) dimana penderita kebanyakan tidak tergantung lagi pada obat,maka penanganan kombinasi diet dan

olahraga menjadi upaya yang paling sesuai untuk mengendalikan kadar glukosa darah.

Penggunaan olahraga dalam pengobatan diabetes sudah bukan hal baru, tetapi sudah digunakan sebelum ditemukan insulin. (Elliot.P.Joslin, 1921) membagi penanganan Diabetes Mellitus menjadi tiga yaitu Insulin, Olahraga dan diet. Mengingat rata-rata usia penderita Diabetes mellitus diatas 40 tahun, maka mereka beresiko tinggi terhadap penyakit *makrovaskuler* dan *mikrovaskuler* sehingga pengelolaan *hyperglikemia, dislipidemia, hipertensi* dan *obesitas* harus menjadi prioritas penanganannya.

Menurut WHO, (1985) dalam seri laporan tentang diabetes mellitus mengatakan bahwa aktifitas fisik yang dirancang menurut usia dan status fisik merupakan bagian pengobatan pada penderita diabetes mellitus (Rudy W Bilous, 2002).

Penelitian yang menunjukkan bahwa latihan fisik dapat menurunkan kadar gula darah oleh karena dapat meningkatkan kepekaan sel otot, (Kreisman, 2000; Marliss, 2002) dan peningkatan translokasi Glut-4 melalui peningkatan ion kalsium dan stress metabolik selama kontraksi otot, meskipun dilain sisi terjadi penurunan konsentrasi insulin antara 40%-50%, *Insulin deliveri* (pasokan) ke otot skelet dapat meningkat karena meningkatnya aliran darah sehingga *uptake glukosa* selama latihan juga meningkat. (Wojtaszewski, 2002)

(Kreisman, 2000) dan (Marliss, 2002) menemukan bahwa latihan fisik intensif (.80% VO<sub>2</sub>max) dapat meningkatkan kadar glukosa darah setelah latihan,



sedangkan latihan fisik dengan intensitas yang lebih rendah diketahui dapat menurunkan kadar gula darah.

Latihan fisik intensitas sedang interval maupun kontinu pada keadaan puasa, belum mengungkap kadar glukosa darah dengan jelas, (Feldman, 1982; Critsmass, 1999; Marliss, 2002). Peneliti lain mengungkapkan bahwa terjadi penurunan kadar glukosa darah *postprandial* yang signifikan pada latihan fisik interval dan kontinu. Penggunaan latihan fisik oleh penderita Diabetes mellitus sebaiknya memenuhi salah satu kriteria yang disebut dalam istilah *CRIPE* (*Continuos, Rhythmical, Interval, Progressive and Endurance Training*)

Kenyataannya jika kita amati sehari-hari model latihan interval paling banyak dilakukan masyarakat misalnya, senam persendian, senam, sehat, senam pernafasan, senam aerobik. Namun belum diketahui apakah latihan tersebut dapat membantu menurunkan kadar gula darah. Latihan fisik interval (*Intermittent training*) adalah latihan fisik yang dilakukan beberapa kali dengan interval istirahat, latihan interval merupakan cara latihan yang intensitasnya cukup tinggi dan akan membentuk energi yang tinggi pula. Metode interval dengan derajat tertentu dibutuhkan oleh seseorang yang ingin meningkatkan kebugaran jasmani dan ketahanan jantung serta paru paru. Sedangkan latihan fisik kontinu (*continuos training*) adalah latihan yang dilakukan terus menerus tanpa interval istirahat dengan menggunakan energi utama yaitu sistem aerobik (Fox, 1993)

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti ingin melihat perbedaan latihan fisik, dengan membandingkan latihan fisik intensitas sedang interval dan

kontinyu terhadap perubahan kadar gula darah sehingga perlu dicari cara menurunkan glukosa darah untuk memberikan alternatif yang lebih baik pada penanganan penderita diabetes mellitus..

## **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Apakah latihan fisik Intensitas sedang Interval dan kontinyu menurunkan kadar gula darah pada penderita diabetes.?
2. Apakah latihan interval lebih menurunkan kadar glukosa darah dibanding dengan latihan kontinyu.

## **1.3 Tujuan penelitian**

### **1.3.1 Tujuan umum**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk membuktikan bahwa latihan Fisik Intensitas sedang Interval dan Kontinyu dapat menurunkan glukosa. darah.

### **1.3.2. Tujuan khusus**

1. Membuktikan bahwa latihan intensitas sedang Interval dan Kontinyu dapat menurunkan kadar gula darah.
2. Membuktikan bahwa latihan Intensitas sedang Interval lebih menurunkan kadar glukosa darah dibandingkan dengan latihan Kontinyu

#### **1.4. Manfaat penelitian**

1. Manfaat penelitian diharapkan bisa bermanfaat bagi masyarakat luas terutama berguna sebagai pedoman bagi para instruktur olahraga untuk melatih penderita Diabetes Mellitus.
2. Memberikan sumbangan informasi ilmiah tentang metode latihan fisik yang dapat meregulasi kadar glukosa darah.
3. Memberikan sumbangan informasi mengenai metode latihan fisik yang bervariasi sehingga cakupan aplikasinya bagi masyarakat bisa lebih luas.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Penelusuran literatur difokuskan pada pengaruh latihan fisik terhadap metabolisme glukosa. Faktor-faktor yang berperan yaitu antara lain faktor-faktor pada otot sekelet yang melakukan latihan fisik dan pengaruh hormon-hormon yang terlibat dalam proses metabolisme glukosa terutama saat latihan pada keadaan setelah makan (*postprandial*)

#### 2.1 Latihan Fisik

Seorang atlet dalam mencapai standar penampilan yang tinggi, dipengaruhi banyak faktor, salah satunya yaitu latihan fisik (*exercise*), didapatkan banyak definisi mengenai latihan, Menurut Nossek (1982), latihan adalah suatu proses yang sistematis dilakukan secara teratur, terus menerus dan memakan waktu yang lama sampai seorang atlet mencapai penampilan dengan standar yang tinggi.

Menurut Bompa (1994), bahwa latihan merupakan aktifitas olah raga secara sistematis dalam waktu yang lama, ditingkatkan secara bertahap untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Sedangkan menurut Arnheim (1989), latihan juga sebagai suatu proses yang berulang ulang secara sistematis sehingga akan meningkatkan kinerja dan prestasi yang lebih baik.

Secara umum latihan fisik bertujuan untuk mencapai penyesuaian biologis agar nantinya didalam melaksanakan tugas dapat ditampilkan secara optimal. Menurut Bompa (1994) dan Harre (1982), latihan bertujuan untuk: (1) Meningkatkan perkembangan fisik secara umum, (2) Mengembangkan fisik secara khusus sesuai dengan tujuan olah raga tertentu, (3) Menyempurnakan tehnik olah raga yang menjadi pilihan agar dapat melakukan gerakan – gerakan yang benar, (4) Meningkatkan kepribadian seperti kemauan keras, percaya diri, ketekunan, semangat dan disiplin, (5) Meningkatkan, menyempurnakan dan mengembangkan strategi menjadi suatu model, (6) Menjamin dan mengamankan persiapan tim secara optimal, (7) Mempertahankan status kesehatan olah ragawan,

(8) Mencegah timbulnya cedera dengan cara meningkatkan dan memperkuat otot, tendon, dan ligamen, (9) Memperkaya pengetahuan teori para olah ragawan seperti: dasar fisiologis dan psikologis latihan, perencanaan, gizi, dan pengkaderan atlet.

Untuk dapat melakukan latihan yang sesuai dan menghasilkan kinerja maksimal maka latihan harus memenuhi prinsip-prinsip yang meliputi:

1. Pemberian beban berlebih (*The overload principles*)
2. Prinsip beban bertambah (*The principles of progressive resistance*)
3. Prinsip latihan beraturan (*The principles of arrangement exercise*)
4. Prinsip individual (*The principles of individuality*)
5. Prinsip kekhususan latihan (*Specificity of training*)
6. Prinsip mengenal sumber energi utama yang digunakan
7. Prinsip pulih asal (*Recovery*) (Pate,1984; Astrand,1986; Brooks, 1987; Hairy,1989; Fox, 1993; Bompa,1995).

Latihan juga diharapkan dapat merangsang kerja jantung, pembuluh darah dan paru, Jantung akan lebih kuat memompa darah akibatnya denyutan semakin berkurang, sehingga volume darah yang disalurkan ke seluruh jaringan tubuh secara keseluruhan meningkat (Mc Ardle, 1996).

## **2.2. Macam Latihan**

Berdasarkan sistem energi predominan, latihan terdiri dari 2 katagori :

1. Latihan Aerobik
2. Latihan Anaerobik

### **2.2.1. Latihan Anaerobik**

Latihan anaerobik adalah merupakan kegiatan – kegiatan yang berlangsung dalam beberapa detik dan tidak melibatkan oksigen pada proses metabolismenya. Kegiatan ini menggunakan sumber energi yang berasal dari sistem ATP – PC

dan glikolisis anaerobik. Kapasitas anaerobik memerlukan tipe kesegaran yang berada pada rentang antara kekuatan dan daya tahan anaerobik ( Fox, 1993 ).

Sukarman (1989), mengatakan bahwa ,prinsip latihan untuk ketahanan dan kekuatan anaerobik adalah memberikan beban maksimum yang dikerjakan untuk waktu yang pendek dan berulang ulang secara bertahap pada setiap individu sesuai dengan tingkat kemampuan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengatur peningkatan intensitas, frekuensi, dan lamanya latihan tujuannya untuk meningkatkan persediaan ATP – PC dalam otot, peningkatan kadar glikogen dan nilai ambang anaerobik dengan membentuk asam laktat yang lebih sedikit pada beban yang sama maupun ketahanan terhadap keasaman yang disebabkan oleh asam laktat. Latihan anaerobik menyebabkan adaptasi pada sistem ATP – PC dan sistem glikolitik. Latihan anaerobik juga menyebabkan terjadinya perubahan seperti *peningkatan* efisiensi gerak, kapasitas aerobik otot dan kapasitas *buffering* (kapasitas otot untuk bertoleransi pada laktat yang terkumpul selama glikolisis anaerobik.

Astrand (1986) mengatakan bahwa latihan untuk meningkatkan kapasitas anaerobik harus spesifik dan gerakan yang dilakukan tidak berlawanan dengan cabang olahraga. Kapasitas anaerobik dinamis sangat memerlukan kecepatan dengan waktu 1 sampai 2 menit pada prinsipnya memerlukan latihan yang berulang-ulang dan diselingi dengan istirahat untuk membentuk tubuh beradaptasi terhadap stress yang dibutuhkan dalam latihan ini dikenal dengan latihan Interval yakni, Interval kerja dan Interval istirahat. Interval kerja tidak boleh lebih dari 1 sampai 2 menit karena interval kerja yang lebih 2 menit tidak akan meningkatkan beban terhadap kapasitas anaerobik, Intensitas harus maksimal atau mendekati maksimal. Aturan yang biasa digunakan adalah dimulai 80% dari kerja maksimal. Untuk menghasilkan pengembangan kapasitas anaerobik adalah 3 atau 5 sesi per minggu.

### 2.2.2. Latihan aerobik

Latihan aerobik adalah latihan yang dilakukan dalam waktu yang lama atau waktu yang relatif panjang. Pada latihan aerobik sistem oksigen merupakan sumber energi predominan. Pada latihan ini akan merangsang kerja jantung, pembuluh darah, dan paru paru menjadi lebih kuat sehingga persediaan darah yang disalurkan ke seluruh jaringan tubuh bertambah dan volume darah secara keseluruhan meningkat, sedangkan paru memproses udara lebih banyak (Fox, 1993). Untuk ketahanan aerobik selain diperlukan sistem sirkulasi darah dan pernafasan untuk mengangkut oksigen yang banyak, maka diperlukan juga kemampuan sel dalam menggunakan oksigen yang lebih tinggi. Dalam aktivitas aerobik persediaan lemak di otot harus ditingkatkan. Untuk meningkatkan lemak dalam otot diperlukan latihan aerobik, yaitu dengan beban yang ringan untuk jangka waktu yang lama (Sukarman R, 1986). Sistem penyediaan energi yang digunakan pada latihan aerobik adalah: glikolisis aerobik, siklus krebs, dan sistem transportasi elektron, karena sistem ini dapat menghasilkan energi untuk membentuk kembali ATP dengan mengoksidasi karbohidrat, lemak, dan protein yang disimpan didalam sel. Dengan demikian latihan aerobik dapat meningkatkan kapasitas aerobik, cadangan tenaga menjadi lebih besar sehingga tubuh akan lebih mampu mempertahankan kondisi fisik pada suatu aktivitas (Cooper, 1993).

Menurut Willmore (1994), latihan aerobik dapat menyebabkan terjadinya adaptasi di dalam otot oleh karena rangsangan latihan. seperti : perubahan tipe serabut otot, suplai kapiler, kadar mioglobin, fungsi mitochondria dan enzim – enzim oksidatif dan dengan latihan *endurance* aktifitas enzim didalam mitokondria akan meningkat. Latihan juga dapat melibatkan perubahan pada sistem energi.

## 2.3. Intensitas, Frekuensi, Dan Lama Latihan.

### 2.3.1. Intensitas Latihan

Intensitas latihan adalah dosis latihan yang harus dilakukan atlet, bila intensitas tidak memadai maka pengaruhnya terhadap perubahan fungsi tubuh sangat kecil bahkan tidak ada pengaruhnya sama sekali, sebaliknya apabila terlalu

tinggi akan dapat menyebabkan cedera atau sakit (Bompa, 1994). Intensitas latihan aerobik untuk olah raga kesehatan dan kesegaran jasmani, sekitar 72–87 dari *Heart Rate maximal* (HRM), ini sering disebut dengan *Training Zone* atau zona latihan (Shangold, 1988). Intensitas latihan dapat diukur berdasarkan prosentase VO<sub>2</sub>max atau target heart rate (Fox, 1993).

Berdasarkan VO<sub>2</sub>max Intensitas latihan dapat dibagi menjadi (1) Latihan fisik intensitas rendah (kurang dari 45% VO<sub>2</sub>max), (2) Latihan intensitas sedang (50-70% VO<sub>2</sub>max), (3) Latihan fisik intensitas tinggi (lebih dari 80% VO<sub>2</sub>max) (Yapelkis, 1993 ; Fox, 1993).

Latihan Fisik ringan, sedang, dan berat tergantung kapasitas aerobik seseorang yang sering disebut *Maximal Oxygen Uptake* (VO<sub>2</sub>max) adalah ambilan oksigen selama latihan fisik maksimum (Jansen, 1987). *Maximal oxygen uptake* ini ditentukan oleh umur, ukuran tubuh, dan jenis kelamin. Pada pria lebih tinggi 20% dari wanita dan pada usia 20 tahun adalah puncaknya. (Fox, 1993)

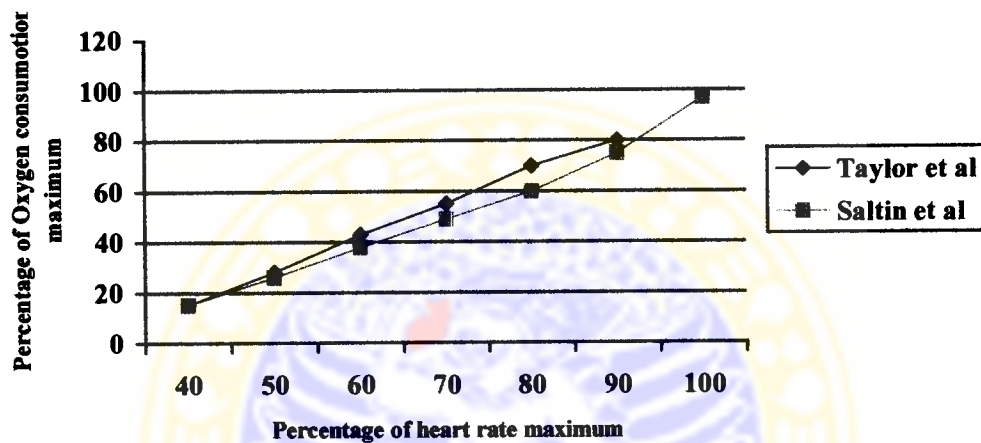
Cara menentukan intensitas latihan dapat dilakukan dengan metode denyut nadi dan metode yang mengacu pada nilai anaerobic. (Fox, 1993). Metode denyut nadi merupakan cara tidak langsung dalam mengestimasi penggunaan oksigen oleh tubuh Maximal heart rate (*HRmax*) atau denyut nadi maksimal dicapai sebelum konsumsi oksigen maksimum dicapai misalnya 70% dari denyut nadi maksimal setara dengan 65% kapasitas aerobik maksimal (65% VO<sub>2</sub>max). Semakin tinggi respon denyut nadi, maka semakin tinggi pula intensitas latihan fisik. Denyut nadi maksimum diketahui dari perhitungan 220 dikurangi umur (Fox, 1993).

Metode nilai ambang anaerobik adalah intensitas beban kerja melalui peningkatan metabolisme anaerobik yang dapat diketahui melalui peningkatan penimbunan asam laktat di darah dan otot sekelet (Fox, 1993).

Perbedaan metode denyut nadi dan metode nilai ambang anaerobic antara lain bahwa metode denyut nadi terutama menilai system kardiovaskular, dan metode nilai ambang anaerobic menilai sistem metabolisme terutama otot sekelet. Metode denyut nadi lebih menguntungkan karena tidak perlu dilakukan pengambilan darah dan biaya lebih murah. Metode nilai ambang anaerob yang



melibatkan pengukuran asam laktat. Kadar asam laktat 4 mmol/L, akan didapatkan pada rata-rata denyut nadi 91% dari denyut nadi maksimal, sedangkan pada 80% denyut nadi maksimal hanya 55% subyek yang akan melakukan pada dosis itu (Fox, 1993).



Gambar 2:1 Hubungan antara denyut nadi dan komsumsi oksigen maks (VO<sub>2</sub>max) Data dari Saltin (1968) dan Taylor (1969) yang dikutip dari Fox (1993).

### 2.3.2. Frekuensi latihan

Yang dimaksud dengan frekuensi adalah berapa kali seseorang melakukan latihan Intensif dalam satu minggu (Sajoto M, 1995) Untuk meningkatkan kapasitas aerobik latihan intensif minimal 3 kali perminggu cukup efektif . Efek latihan akan menurun setelah 48 jam Jadi sebelum hasil latihan menurun harus sudah berlatih lagi. Banyak penelitian menunjukkan bahwa jika latihan dilakukan 3 kali per minggu. memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan latihan setiap hari. (Fox, 1993 ).

### 2.3.3. Lama Latihan .

Yang dimaksud dengan lama latihan adalah berapa menit atau berapa jam latihan dilakukan dalam setiap kali latihan atau berapa minggu atau berapa bulan suatu program latihan berlangsung, sehingga memperoleh kondisi yang diharapkan. (Bompa, 1994) Lamanya latihan untuk aerobik yang dianjurkan adalah latihan harus mencapai zona latihan selama 15–60 menit dalam waktu 6 sampai 8 minggu akan memberikan dampak yang baik bagi tubuh.(Fox, 1993) Bahkan efek peningkatan kekuatan dapat mencapai 10 – 25% (pate, 1984).

### 2.3.4. Metode Latihan

Menurut (Fox, 1993) metode latihan dikategorikan menjadi :

### 2.3.5 Metode Kontinyu.

Metode latihan kontinyu biasanya dilakukan pada tingkat sub maksimal hasil yang didapat (*training effect*) lebih mengarah pada peningkatan kemampuan pertukaran gas. Latihan dengan metode ini dilakukan dengan memberi beban kira kira 50% dari kapasitas aerobik maksimal dengan lama latihan minimal 15 menit.

Latihan fisik kontinyu dibagi menjadi 2 katagori, yaitu latihan lambat dan cepat. Latihan kontinyu lambat berarti jarak yang ditempuh jauh dengan menggunakan kecepatan yang lambat. Sedangkan latihan kontinyu cepat berarti jarak yang ditempuh lebih pendek dengan kecepatan lebih cepat. Pada latihan fisik kontinyu tidak dilakukan repetisi (pengulangan) dan tidak ada periode istirahat.

### 2.3.6. Metode Interval

Metode latihan interval adalah suatu bentuk latihan daya tahan umum yang dapat dikembangkan pada hampir semua cabang olah raga, dengan menggunakan tehnik tehnik dasar sesuai dengan cabang olah raga tertentu. Latihan interval merupakan latihan intensitas cukup tinggi biasanya digunakan untuk mengembangkan sistem energi anaerobik tetapi juga dapat digunakan untuk

energi aerobik. Bahkan digunakan bersamaan dengan menghasilkan energi aerobic dan anaerobik.

Latihan fisik yang dapat dilakukan secara selang seling (berganti-ganti) antara fase kerja dan fase istirahat. Fase istirahat dapat dilakukan dengan cara aktif (*work relief*) yaitu dengan melakukan aktifitas ringan atau istirahat pasif (*rest relief*) misalnya dengan melakukan jalan atau hanya duduk bisa juga dengan kombinasi antara keduanya. Latihan interval dapat dilakukan sebagai berikut: (Fox, 1993):

- a. Perbandingan 1 :  $\frac{1}{2}$  dan 1 : 1 yaitu perbandingan kerja dan istirahat untuk kerja ringan dan berlangsung lama, artinya jika melakukan latihan fisik 1 menit maka waktu istirahat  $\frac{1}{2}$  menit atau jika melakukan latihan fisik 1 menit maka waktu istirahat 1 menit dengan tujuan meningkatkan ketahanan aerobik.
- b. Perbandingan 1 : 2 yaitu perbandingan kerja dan istirahat untuk kerja sedang artinya jika melakukan latihan fisik 1 menit maka waktu istirahat 2 menit dengan tujuan meningkatkan daya tahan aerobik
- c. Perbandingan 1 : 3 yaitu perbandingan kerja dan istirahat untuk kerja ringan artinya jika melakukan latihan fisik 1 menit maka waktu istirahat 3 menit dengan tujuan meningkatkan ketahanan anaerobic.

#### **2.4. Sitem Penyediaan Energi**

Energi mempunyai pengertian sebagai kemampuan untuk melakukan kerja, sedang kerja diartikan dengan daya yang dilakukan pada jarak tertentu. (Cerratelli, 1991). Energi diperoleh dari degradasi metabolik terutama karbohidrat dan lemak baik melalui proses secara aerobik maupun anaerobik. Energi hasil degradasi metabolik ini tak dapat langsung digunakan untuk kontraksi otot, melainkan digunakan untuk membentuk senyawa kimia yaitu ATP (*Adenosin Tri Phosphat*) yang terimbun dalam otot (Ganong, 2001).

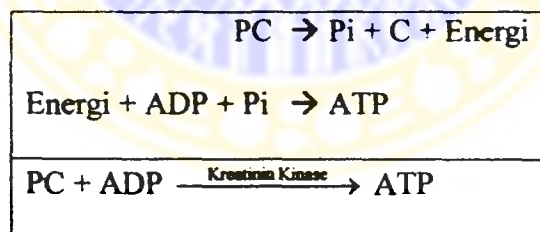
Selain untuk kontraksi otot, energi yang dilepas oleh ATP juga digunakan untuk proses lain seperti : sintesa protein, transport aktif ion-ion melalui

membran, aktivasi dari beberapa jalur metabolisme di dalam sel, Sistem energi dalam tubuh manusia dapat digolongkan menjadi:(1) Sistem ATP-PC (*Phosphagen sistem*) (2) Sistem Asam Laktat (*Lactic Acid System*) (3) Sistem 'Aerobik (*Aerobic System*) (Sukarman R, 1991).

#### 2.4.1 Sistem ATP-PC ( Phosphagen System )

Semua energi yang digunakan untuk menjalankan fungsi tubuh kita terbanyak berada di dalam otot,apabila otot bekerja lebih banyak maka penyediaan ATP juga bertambah banyak sedangkan ATP-PC yang yang tersedia jumlahnya terbatas hanya cukup untuk persediaan selama 5–10 detik oleh karena itu perlu pembentukan ATP kembali dengan cepat dengan menggunakan senyawa PC (*Phospho Creatin*) yaitu senyawa kimia yang digunakan untuk memecah atau meresintesa ATP yang telah digunakan. sehingga menghasilkan energi kembali, pemecahan tersebut tidak menggunakan oksigen. Dengan latihan yang cepat dan berat, maka jumlah ATP –PC tersebut dapat ditingkatkan.

Cepatnya proses penyediaan energi melalui sistem phosphagen ini disebabkan oleh; (1)Tidak memerlukan proses kimia yang panjang,(2) tidak membutuhkan oksigen (3) ATP-PC tertimbun didalam mekanisme kontraksi otot

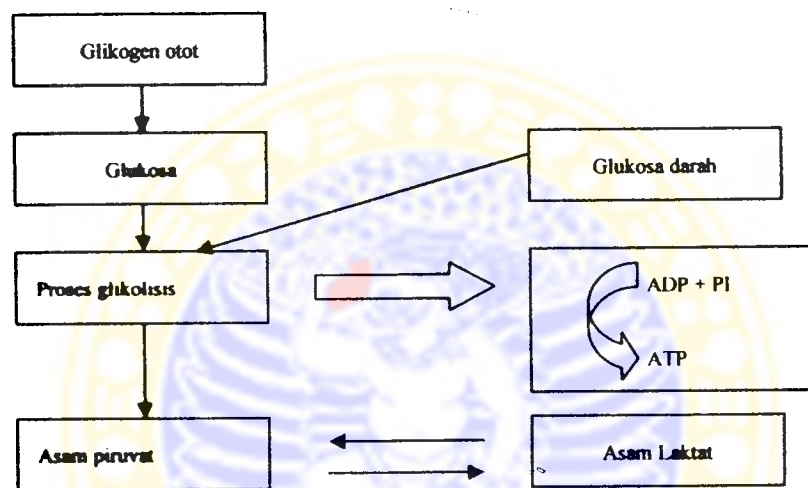


Gambar :2.2 Reaksi pembentukan ATP dari fosfocreatin ( PC)  
C = keratin, P1 = fosfat energi tinggi.

#### 2.4.2. Sistem Glikolisis Anaerob

Sistem ini dapat diartikan sebagai sistem yang dapat memecah glikogen yang tersimpan didalam otot untuk mendapatkan energi yang akan digunakan untuk meresintesa ATP Jika dibandingkan dengan sistem phosphagen

pembentukan sistem ini lebih lambat karena diperlukan 12 macam reaksi kimia secara berurutan (Bompa,1994 : Fox, 1993 ), mengatakan bahwa sistem glikolisis anaerobik adalah sebagai berikut: (1) Menyebabkan terbentuknya asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan, (2) Tidak membutuhkan oksigen, (3) Hanya membutuhkan Karbohidrat, (4) Menghasilkan energi untuk meresintesa molekul ATP. Energi yang dihasilkan oleh sistem ini dapat dilakukan untuk nomor yang sedikit menggunakan waktu yang lebih lama sampai 40 detik.



Gambar :2.3 Skema Glikolisis anaerob

#### 2.4.3. Sistem Aerobik ( *Aerobic System* )

Sistem aerobik adalah suatu sistem penyediaan ATP dalam otot yang berasal dari metabolisme lemak. Sistem ini digunakan untuk olahraga ketahanan yang tidak memerlukan gerakan yang cepat, oleh karena letaknya agak jauh dari mekanisme kontraktile sehingga pengaruhnya juga lebih lambat.. Reaksi aerobik memerlukan oksigen untuk memproduksi energi dalam meresintesis ATP dan menghasilkan glikogen yang sudah dipecah didalam mitokondria. Proses ini dapat dibagi menjadi (1) Glikolisis aerobic, (2) Siklus krebs (3) Sistem transportasi electron (Sukarman, 1991).

## **2.5. Karbohidrat**

Gula sederhana dan kompleks adalah senyawa yang dikenal dengan karbohidrat (Fox, 1993).

### **2.5.1. Fungsi Karbohidrat.**

Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi bagi sel dan juga lemak, termasuk juga kerja dari kontraktile serat otot, Karbohidrat banyak terkandung dalam bahan makanan yang dikonsumsi, terutama bahan pangan yang banyak mengandung tepung/pati atau gula, seperti padi padian dan umbi umbian (Marsetyo, 1991). Karbohidrat adalah senyawa kimia yang tersusun dari karbon (C), hydrogen (H) dan oksigen (O) (Kent, 1994).

Menurut McArdle (1981) bahwa fungsi karbohidrat adalah (1) Sebagai Sumber energi utama. (2) Untuk menghemat pemecahan protein. (3) Sebagai proses dalam metabolisme lemak (4) sebagai bahan bakar untuk sistem saraf pusat.

Karbohidrat merupakan bahan pembentuk utama pada makanan dan jaringan tubuh dan sebagai sumber energi utama penghasil ATP. Pada mamalia karbohidrat dapat disintesis dari non karbohidrat yaitu lemak dan protein. Hampir semua jenis karbohidrat teroksidasi menjadi glukosa sebelum diabsorpsi dan kemudian menghasilkan ATP (Fox, 1993 ; Mayes, 2000).

Karbohidrat terdiri dari Polisakarida seperti zat pati dan glikogen dimana glikogen terdiri dari beberapa molekul glukosa yang di tubuh manusia tersimpan dalam hepar dan otot sekelet, disakarida misalnya sukrosa dan maltosa, dan mono sakarida antara lain glukosa, galaktosa dan fruktosa (Montgomery, 1993 ; Fox, 1993).

Menurut Mayes (2000) bahwa klasifikasi karbohidrat adalah sebagai berikut :

### **2.5.2. Monosakarida**

Monosakarida adalah bentuk karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisa ke bentuk yang lebih sederhana. Menurut Marsetyo, (1991) monosakarida adalah

karbohidrat yang tersusun atas satu gugus (gula paling sederhana) yang hanya memiliki satu melekul (Mayes, 2000)

Menurut (McArdle, 1999 ; Mayes, 2000), monosakarida dibedakan menjadi 4 bagian: triosa, tetrosa, pentosa, dan heksosa. Heksosa yang paling sering dikonsumsi pada makanan sehari-hari yaitu:

a. Glukosa .

Glukosa adalah gula yang paling tinggi penggunaannya dalam metabolisme tubuh. Glukosa dapat ditemukan dalam berbagai buah-buahan, jagung manis, sejumlah akar-akaran dan madu. Selain itu juga dapat diperoleh dari pemecahan zat pati (amilum). Di dalam tubuh glukosa terdapat dalam darah sebagai glukosa darah dalam sel.

b. Galaktosa

Galaktosa merupakan gula yang tidak dapat ditemukan dalam buah-buahan, akar-akaran, jagung manis, madu dan tidak ditemukan secara bebas di dalamnya. Galaktosa adalah hasil hidrolisa dari laktosa (gula susu) yang melalui proses metabolisme galaktosa dapat diubah secara langsung (seperti glukosa) untuk menghasilkan energi.

c. Fruktosa

Fruktosa dikenal sebagai selulosa atau zat gula yang paling manis dibanding dengan glukosa dan galaktosa. Dapat dipecah langsung untuk menghasilkan energi.

Disakarida dibentuk oleh dua molekul monosakarida misalnya maltosa yang dibentuk dari 2 molekul glukosa, dan sukrosa dibentuk dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa.

### 2.5.3. Disakarida

Disakarida dibentuk oleh dua molekul monosakarida misalnya maltosa yang terdiri dari 2 molekul glukosa, dan sukrosa dibentuk dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa.

#### 2.5.4. Oligosakarida

Oligosakarida dibentuk dari 2 sampai 10 unit monosakarida.

#### 2.5.5. Polisakarida.

Polisakarida dibentuk oleh lebih dari 10 molekul monosakarida, misalnya polisakarida yang ada dalam tubuh adalah glikogen yang disimpan di dalam otot dan hati.

### 2.6 Metabolisme Glukosa dan Latihan

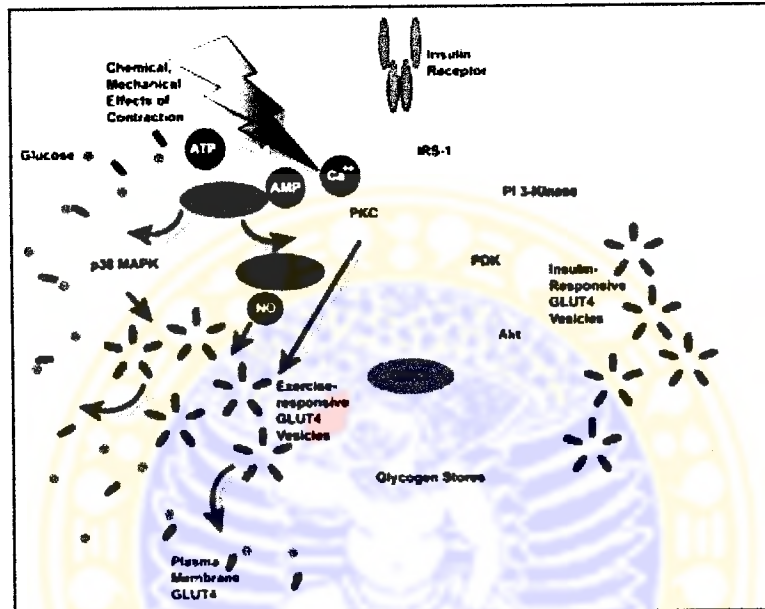
Penyimpanan glikogen dalam tubuh (karbohidrat) memegang peranan penting dalam olah raga dengan intensitas yang maksimal (70-85%) seperti olah raga yang terus menerus atau olah raga yang diperpanjang seperti lari, renang, bersepeda dan olah raga campuran anaerobic dan aerobic seperti sepak bola dan basket. Selama satu jam pertama latihan fisik energi yang digunakan hampir seluruhnya berasal dari karbohidrat dan lemak yang datang dari otot. Hasil akhir dari pencernaan karbohidrat adalah glukosa, fruktosa dan galaktosa. Kira-kira 80% yang ada disirkulasi dalam bentuk glukosa. (Katleen LK, 1994)

Secara biomedis glukosa adalah monosakarida yang paling penting merupakan sumber energi utama untuk jaringan tubuh. Glukosa yang dimetabolisme menjadi ATP adalah glukosa yang terdapat dalam sel. Kadar glukosa darah saat puasa di vena perifer berkisar 70-110 mg/dl (3,9-6,1 mmol/L) di arteri kadar glukosa darah 15-30 mg/dl lebih tinggi daripada vena berkisar antara 85-140 mg/dl (Mayes, 2000; Ganong, 2001)

Kadar glukosa darah dikendalikan oleh beberapa hormon, tetapi ada 2 hormon penting yang mengaturnya yaitu hormon insulin dan hormon glukagon. Ketika kadar glukosa darah meningkat atau terjadi *Hyperglycemia*, seperti setelah makan, maka pankreas akan menerima signal untuk mengeluarkan insulin kedalam darah dan akan (1) memfasilitasi glukosa masuk ke dalam sel khususnya kedalam otot dan jaringan penunjang. (2) Merangsang *glycogenesis*. dan (3) menghambat *glyconeogenesis* sehingga fungsi insulin adalah menurunkan kadar glukosa darah dalam sirkulasi (Wilmore, 1994 ; Guyton , 2000).



Pada saat konsentrasi glukosa turun dibawah normal (*Hypoglycemia*), maka pankreas akan mensekresikan glukagon yang efeknya secara umum bertentangan dengan insulin. Glukagon akan meningkatkan pemecahan glycogen menjadi glukosa (*Glykogenolisis*) dan juga meningkatkan *glukoneogenesis* di hati. Kedua proses ini akan meningkatkan kadar glukosa darah.



Gambar 2.4: Mekanisme glukosa transport oleh latihan fisik (Youngren, 2003).

Hormon lain yang mempengaruhi kadar glukosa darah adalah growth hormone, epinephrine, kortisol, ketiga hormone ini bila meningkat dapat mempengaruhi kadar glukosa darah dengan meningkatkan glikogenolisis dan glukoneogenesis (Fox, 1993; Wilmore, 1994). Latihan selama 30 menit atau lebih, kadar insulin cenderung menurun seperti tampak pada gambar dibawah ini dimana kadar glukosa relative konstan tetapi penurunan kadar insulin bukan berarti pengambilan glukosa oleh otot menurun faktanya justru lebih meningkat karena serat otot yang bekerja menjadi lebih fermiabel terhadap glukosa, hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah reseptor insulin selama latihan sehingga sel otot lebih sensitive terhadap insulin.

## 2.7 Diabetes Mellitus

Menurut WHO diabetes mellitus diklasifikasikan menjadi beberapa bagian antara lain (1) Diabetes tipe I atau Insulin Dependent Diabetes Mellitus (IDDM), (2) Diabetes mellitus tipe II atau Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM) yang dibagi atas Obese dan non-obese. (3) Malnutrition-Related Diabetes Mellitus (MRDM) yang dibagi menjadi atas: Fibrocalculous Pancreatic Diabetes (FCPD) dan protein Deficient Pancreatic Diabetes (PDPD), (4) Impaired Glucose Tolerance (IGT), Gestational Diabetes Mellitus (GDM), dan Diabetes Mellitus tipe lain yang berkaitan dengan kondisi atau sindroma tertentu yang khas.

Menurut Tjokprawiro, (2004) bahwa seseorang dikatakan normal apabila gula darah puasa kurang dari 110mg% dan 2 jam setelah makan kurang dari 140mg%. Untuk penderita diabetes mellitus keadaan dikatakan sempurna bila gula darah puasa kurang dari 130mg% dan dua jam setelah makan kurang dari 160mg%. Bila umur sudah lebih dari 50 tahun gula darah puasa kurang dari 140mg% dan dua jam setelah makan kurang dari 170mg%.

Tabel :1 Kadar glukosa darah sewaktu dan puasa sebagai patokan penyaring dan diagnosis Diabetes Mellitus (mg/dl)

			Bukan DM	Belum Pasti DM	DM
Kadar darah (mg/dL)	Glukosa sewaktu	Plasma Vena	< 110	110 – 199	> 200
		Darah Kapiler	< 90	90 - 199	> 200
Kadar darah (mg/dL)	Glukosa puasa	Plasma Vena	< 110	110 – 125	> 126
		Darah Kapiler	< 90	90 - 109	> 110

Tabel: 2 Kriteria untuk Pengendalian Diabetes Mellitus

	Baik	Sedang	Buruk
Glukosa darah (plasma vena mg/dl)			
- Puasa	80-120	120-140	>140
- 2 Jam	80-160	160-200	>200
HbA <sub>1</sub> C %	4-6	6-8	>8
Kol. Total mg/dl	<200	200-240	>240
Kol. HDL mg/dl	>40	35-40	<35
Trigliserid mg/dl			
- Tanpa PJK	<200	200-399	>400
- Dengan PJK	<150	<200	>200
IMI=IMT			
- Wanita	19-23	23-25	>25
- Pria	20-25	25-27	>27
Tekanan Darah	<140/80	<160/95	>180/95

Sumber : Konsensus Pengelolaan Diabetes tipe 2 di Indonesia, 2002

## 2.8. Gejala dan komplikasi Diabetes Mellitus.

Pada umumnya banyak orang kurang memperhatikan dan menyadari bahwa mereka tergolong sebagai pengidap penyakit diabetes mellitus. Hal ini disebabkan oleh tidak ada gejala yang jelas atau penderita kurang memperhatikan perubahan fisiologis yang terjadi pada tubuhnya. Seseorang dikatakan menderita Diabetes mellitus bila menderita (1) dua dari tiga gejala (TRIAS) banyak minum (*polidipsia*), banyak kencing (*poliuria*) dan banyak makan (*polifagia*) disertai penurunan berat badan yang cepat (dapat turun 5–10 kg dalam waktu 2–4 minggu), merosotnya kemampuan kerja. (2) Kadar glukosa darah pada waktu puasa lebih dari 120mg/dl (3) Kadar glukosa darah dua jam sesudah makan lebih dari 200mg/dl. Gejala lain yang dikeluhkan penderita adalah rasa gatal pada kulit terutama disekitar kemaluan, rasa kesemutan yang kadang disertai rasa panas dan rasa tebal pada kulit, kemampuan seksual menurun bahkan sampai impotensi pada laki laki. Penglihatan menjadi kabur gigi mudah goyah dan gusi bengkak disertai bau mulut yang kurang sedap, luka –luka sukar sembuh, lemahnya kandung seni, sering mengalami keguguran dengan sebab yang kurang jelas, melahirkan bayi dengan berat badan empat kilo atau lebih dan air ketuban yang berlebihan dan banyak komplikasi menahun lainnya.

Komplikasi diabetes mellitus dapat dibedakan dalam komplikasi akut dan kronik. Yang termasuk dalam komplikasi akut antara lain (1) adanya reaksi hipoglikemia. Organ yang mengalami kerusakan bila glukosa darah terlalu rendah<sup>4</sup> adalah otak, (2) Ketoasidosis diabetika, biasanya timbul bila kadar glukosa darah lebih dari 500mg% dan kebanyakan terjadi pada penderita yang gula darah tidak terkontrol. Sedangkan yang tergolong komplikasi kronik antara lain; Hipertensi, 12,8%, Penurunan kemampuan seksual 50,9%, *Retinopati diabetic* 29.3% Penyakit jantung koroner atau penyempitan pembuluh darah 10%.

## **2.9. Hubungan latihan Fisik dan Diabetes Mellitus**

### **2.9.1. Respon dan Adaptasi Latihan.**

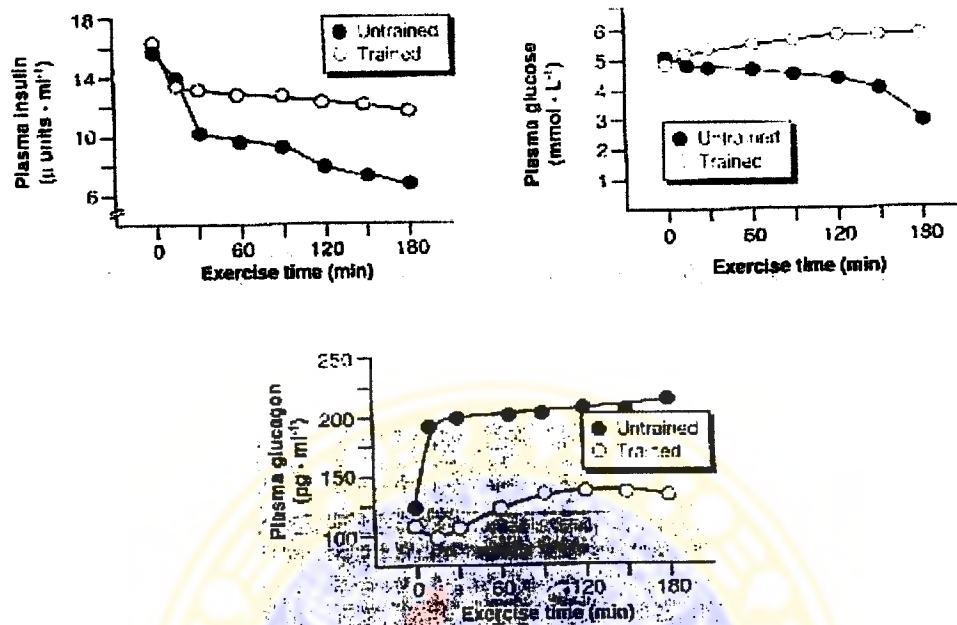
Kecenderungan makhluk hidup untuk mempertahankan lingkungan internal yang stabil disebut homeostasis. Latihan fisik memberi stress bagi tubuh dan mengakibatkan perubahan lingkungan internal, sehingga merangsang tubuh untuk homeostasis. Lingkungan internal meliputi lingkungan fisik dan lingkungan kimiawi dari sel. Kenaikan temperatur tubuh, keasaman darah dan kadar CO<sub>2</sub> merupakan perubahan lingkungan internal akibat latihan, demikian juga dengan menurunnya kadar O<sub>2</sub>. Usaha untuk menjaga agar latihan tetap pada kondisi homeostasis dapat dilakukan dengan dua cara yaitu: (1) Spontan, dan menghilang setelah latihan selesai, disebut sebagai "*Respon*" (2) Perubahan struktur dan peningkatan fungsi yang tetap terjadi setelah program latihan (*Training*) selesai disebut "*Adaptasi*" (Lamb, 1984) Contoh respon adalah naiknya denyut jantung, tekanan darah, dan frekuensi pernafasan pada saat latihan, sedangkan contoh adaptasi adalah, penurunan denyut nadi istirahat, Penurunan denyut nadi latihan submaksimal, peningkatan ukuran otot dan lain lain. Baik respon maupun adaptasi dimaksudkan untuk mengurangi stress pada saat latihan, misalnya kontraksi otot akan menekan suplai oksigen, namun bila denyut jantung dan frekuensi pernafasan meningkat, maka oksigen yang dikirim ke otot akan menjadi lebih banyak akibatnya kontraksi dan stress pada otot menjadi berkurang (Fox, 1993).

Pada awal latihan sekresi insulin dihambat oleh alfa adrenergik sehingga kadar insulin dalam plasma turun, berkurangnya insulin akan meningkatkan

lipolisis dan pengangkutan glukosa pada otot. Glukagon meningkat bila glukosa plasma menurun, glukagon akan meningkatkan produksi glukosa hati, Glikogenolisis dan glukoneogenesis. Norepinephrin akan merangsang glikogenolisis dan lipolisis, sedangkan epinephrin akan mempertahankan konsentrasi glukosa dalam sirkulasi dengan cara merangsang produksi glukosa hati, menghambat ambilan glukosa otot dan merangsang lipolisis.

Pada latihan sub maksimal akut terlihat dapat meningkatkan ikatan insulin pada sel darah yang bersirkulasi pada orang yang kegemukan dan penderita diabetes mellitus. Respon reseptor pada latihan tergantung pada kebugaran jasmaninya. Hasil penelitian Bonen et al (1984) ditemukan bahwa efek latihan submaksimal akut pada ambilan glukosa di soleus dan otot ekstensor digitorumlongus tikus bahwa kedua otot tersebut ada peningkatan ambilan glukosa yang distimulasi oleh insulin setelah latihan. Jadi latihan dimungkinkan dapat menambah meningkatnya metabolisme lemak, merangsang sintesa transporter glukosa dan meningkatkan respon insulin. (Ritcher E A, 1986).

Program latihan yang dianjurkan pada penderita diabetes mellitus adalah CRIPE (*Continous, Rhythmical, Interval, Progressive, dan Endurance Training.*) Frekuensi yang dianjurkan 3 kali seminggu, lama latihan minimal 25 menit dalam zona latihan 70% denyut nadi maksimal (Sumosardjuno S, 1996) Olah raga bagi penderita diabetes harus cukup ringan dalam waktu yang lama bahkan sampai 60 menit. Program latihan regular sangat menolong dalam manajemen diabetetik, terutama diabetes mellitus yang ringan dan terkontrol tanpa insulin atau OAD (Oral Anti Diabetes). Pada penderitanya dengan insulin eksogen, harus diwaspadai adanya hypoglikemia pada latihan yang keras dan lama. (Louise Burke, 2002). Pada dasarnya tak ada perbedaan respon latihan antara penderita diabetes mellitus dan non diabetes mellitus. Denyut jantung maksimal dan kadar asam laktat submaksimal juga tidak berbeda (Lamb, 1984). Latihan fisik memang sangat relevan bagi penderita diabetes mellitus, sebab selama latihan transport glukosa dan penggunaan karbohidrat tidak terlalu membutuhkan insulin, asam lemak juga tidak akan cepat teroksidasi selama latihan.

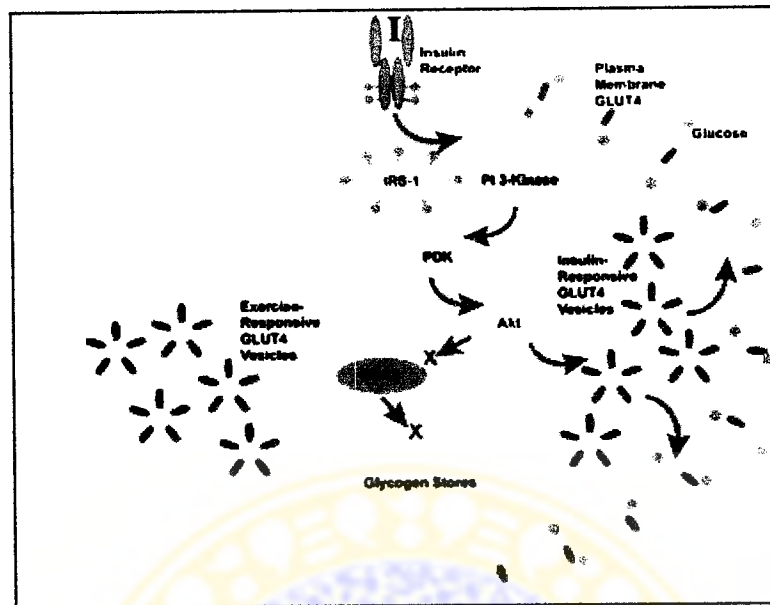


Gambar 2.5: penurunan kadar insulin.( Wilmore,1994 )

Glukosa difosforilasi menjadi glukosa 6- fospfat ketika masuk kedalam sel. Glukosa 6-fosfat ini akan dipolimerisasi menjadi glikogen atau katabolisme. Proses pembentukan glikogen disebut glikogenesis dan pemecahan glikogen disebut glikogenolisis. (Ganong, 2001).

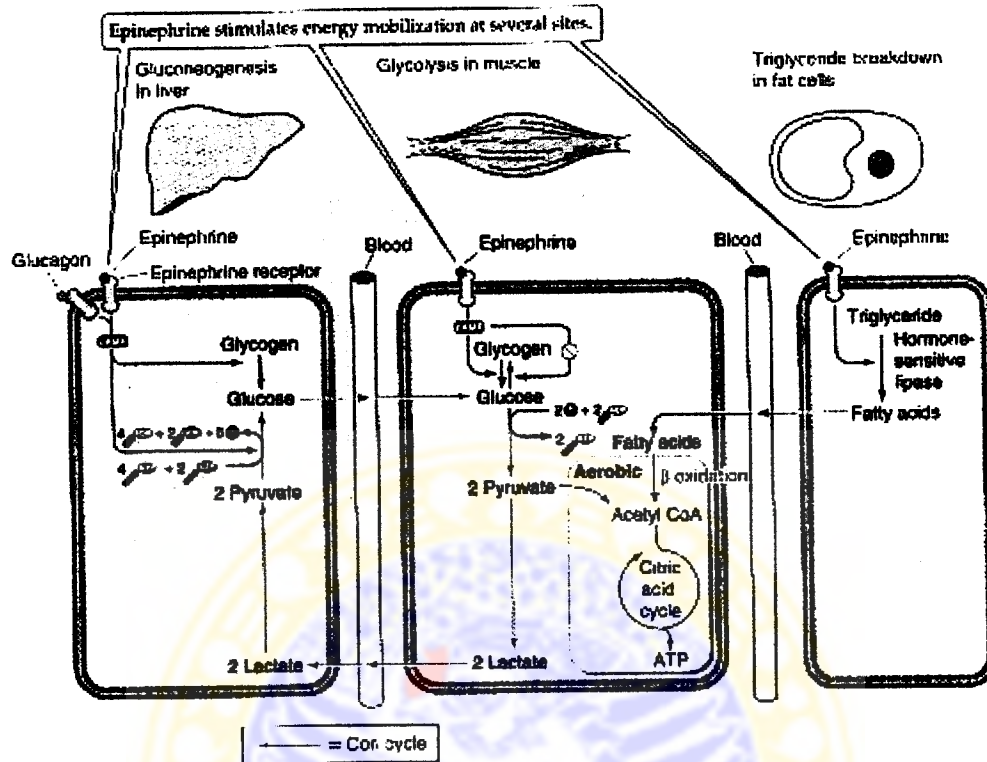
Glikolisis adalah jalur utama penggunaan glukosa. Glukosa yang masuk ke jalur glikolisis akan mengalami fosforilase menjadi 6-fosfat oleh enzim heksokinase, atau glukokinase (hepar dan pankreas) aktifitas ini sangat tergantung oleh status gizi seseorang. (Mayes, 2000).

Heksokinase berfungsi untuk memastikan suplai glukosa untuk jaringan, bahkan pada saat glukosa darah rendah dengan memfosforilasi glukosa yang masuk kedalam sel, sehingga dapat mempertahankan gradient kadar glukosa yang besar antara darah dan intraselular. Glukokinase menyebabkan glucose berpindah dari darah ke dalam sel pada keadaan *postprandial* dan bekerja optimal pada kadar glukosa darah 5 mmol/L atau sekitar 88 mg/dl. (Mayes, 2000)



Gambar 2.6: Mekanisme transport glukosa difasilitasi insulin (Youngren, 2003).

Latihan selama satu jam atau lebih akan terjadi peningkatan pengeluaran glukosa dari hati sebagai akibat dari peningkatan pengambilan glukosa darah. Ketika kadar  $O_2$  dalam otot berkurang (selama latihan), sel otot akan mengambil energi dari karbohidrat (asam laktat) pada gambar dibawah ini adalah proses glukoneogenesis asam laktat masuk kedalam darah dan diangkut ke hati, hepatocytes menggunakan energi untuk merubah asam laktat menjadi glukosa. Langkah pertama glukoneogenesis adalah proses oksidasi asam laktat menjadi asam piruvat. Glukosa yang diproduksi di hati akan masuk kedalam darah dan menuju ke otot. (*Cory cycle*).



Gambar 2.7: Cory cycle (Baron, Boulpep, 2003)

Peningkatan produksi glukosa di hati terutama merupakan konsekuensi dari peningkatan glikogenolisis. Tetapi bagaimanapun glukoneogenesis sangat penting dan akan mengalami peningkatan selama latihan lebih dari satu jam ini disebabkan oleh kadar insulin dan peningkatan kadar glukagon. Sel otot skelet menyimpan glikogen yang nantinya digunakan oleh otot skelet sendiri, dan tidak ikut secara langsung dalam regulasi glukosa darah. Kadar glukosa darah juga dapat terlibat secara tidak langsung dalam pembentukan glikogen otot karena pada saat terjadinya glikolisis anaerob di otot, maka asam laktat yang terbentuk akan mengikuti aliran darah masuk ke hepar yang kemudian dapat dirubah menjadi glukosa sehingga (1) glukosa dapat dikembalikan ke darah sebagai glukosa darah. (2) Dapat digunakan oleh hepar sebagai bahan bakar. (3) Dapat dikonversi menjadi glikogen dan disimpan sebagai glikogen hati. Proses ini disebut sebagai *Cori cycle* (Fox, 1993).



### **3. Peran Hormon dalam homeostasis Glukosa darah.**

Hormon-hormon yang berperan dalam tubuh saat melakukan latihan fisik antara lain adalah insulin, kortisol, glukagon dan hormone adrenalin (Vander, 2001).

#### **3.1.1 Hormon Insulin**

Peran insulin dapat meningkatkan 10 kali lipat transport glukosa ke dalam sel, ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk metabolisme sehingga saat latihan fisik konsentrasi insulin plasma akan berkurang sampai 50% dibawah keadaan istirahat, dan besarnya respon tergantung pada intensitas dan durasi latihan (Hartley, 1972; Galbo, 1975). Berkurangnya kadar insulin saat latihan fisik disebabkan oleh berkurangnya sekresi insulin oleh pankreas dan meningkatnya pengambilan insulin oleh otot yang kontraksi. Sedangkan penurunan sekresi insulin sendiri disebabkan oleh adanya aktifitas simpatis yang meningkat. (Winder, 1979 ; Guyton, 2000).

Saat melakukan latihan fisik intensitas sedang atau berat masuknya glukosa kedalam sel meningkat, sehingga dengan kontraksi otot membran sel menjadi permeabel terhadap glukosa yang terlepas dari pengaruh insulin. (Ganong, 2001).

Pada saat beberapa jam setelah makan kadar glukosa darah tinggi, yang menyebabkan pankreas mensekresi insulin dalam jumlah besar. Jika pada keadaan ini otot tidak digunakan untuk latihan fisik maka glukosa akan disimpan sebagai glikogen (Guyton, 2000).

#### **3.1.2 Hormon Kortisol.**

Kortisol menghasilkan glukosa melalui proses glukoneogenesis. Kortisol juga dapat memecah protein menjadi asam amino yang dibutuhkan untuk proses glukoneogenesis. Sekresi kortisol saat latihan bervariasi dan respon kortisol menjadi nyata pada saat latihan sub maksimal yang berlangsung lama (Amstong,1979). Sekresi kortisol dapat merangsang glukagon dan menekan

insulin, sehingga homeostasis gula darah selama latihan fisik dapat tercapai (Fox, 1999).

Guyton, (2000), Ganong, (2001) menyebutkan bahwa kortisol menghasilkan peningkatan glukoneogenesis dihepar enam sampai sepuluh kali. Pengaruhnya dapat dengan dua cara yaitu : (1) meningkatkan semua enzim yang mengkonversi asam amino menjadi glukosa. (2) menyebabkan mobilisasi asam amino ekstrak hepatic sehingga dapat digunakan untuk mensintesa glukosa dihepar. Hasil akhir dari glukoneogenesis ini menyebabkan peningkatan bermakna terhadap simpanan glikogen hati.

### **3.1.3. Hormon Glukagon**

Glukagon adalah hormon yang disekresi oleh sel alfa pankreas jika konsentrasi gula darah turun sangat rendah. Hal ini merangsang pembentukan cAMP terutama mengubah glikogen hati menjadi glukosa dan melepaskannya kedalam darah sehingga dapat meningkatkan konsentrasi dalam glukosa darah. (Guyton,1996).

Hormon glukagon juga berperan saat melakukan latihan fisik. Gyntelgerg (1979) mengatakan bahwa latihan selama satu jam atau lebih pada 50% VO<sub>2</sub>max akan meningkatkan kadar glukagon sebesar 30 sampai 300%. Penelitian pada tikus menunjukkan bahwa sekresi glukagon disebabkan meningkatnya sekresi ephineprin dan nonrephineprin. (Lamb, 1984).

### **3.1.4. Hormon Pertumbuhan**

Hormon pertumbuhan atau growth Hormon (GH) mempunyai pengaruh yang berlawanan dengan insulin. Peranan GH menurunkan pengambilan glukosa oleh jaringan tertentu misalnya otot, Sebagian dari pengaruh ini berjalan secara tidak langsung, Peningkatan volume GH dipengaruhi oleh lamanya latihan.

Hartley, (1972) mengatakan bahwa 15–20 menit pertama saat latihan fisik tidak akan tampak peningkatan hormone GH dalam darah. Biasanya peningkatan hormon ini akan terjadi pada latihan dengan intensitas yang tinggi dan lama. Sedangkan menurut Amstrong (1979 ), bahwa setelah latihan fisik pada menit

30–60 dengan kapasitas yang berbeda akan tampak peningkatan kadar hormon GH.

#### **4. Pengaruh Latihan Fisik Kontinyu dan Interval Terhadap Metabolisme Glukosa Darah.**

Pada dasarnya semua aktifitas fisik akan meningkatkan berbagai hormon yang berhubungan dengan metabolisme glukosa darah antara lain (1) Hormon Insulin, (2) Hormon adrenalin, (3) Hormon glukagon dan (4) Hormon kortisol. Hormon Insulin terutama berperan memasukkan glukosa ke dalam sel otot secara difusi fasilitatif. Sesudah makan kadar insulin meningkat oleh karena kadar glukosa darah yang meningkat. Dengan bantuan insulin kadar glukosa menurun dan kembali normal karena masuknya glukosa ke dalam sel otot. Apabila ada latihan fisik berarti terjadi aktifitas otot yang meningkat, maka akan mempercepat difusi fasilitatif glukosa sehingga kadar glukosa darah akan lebih menurun baik setelah aktifitas kontinyu maupun interval.

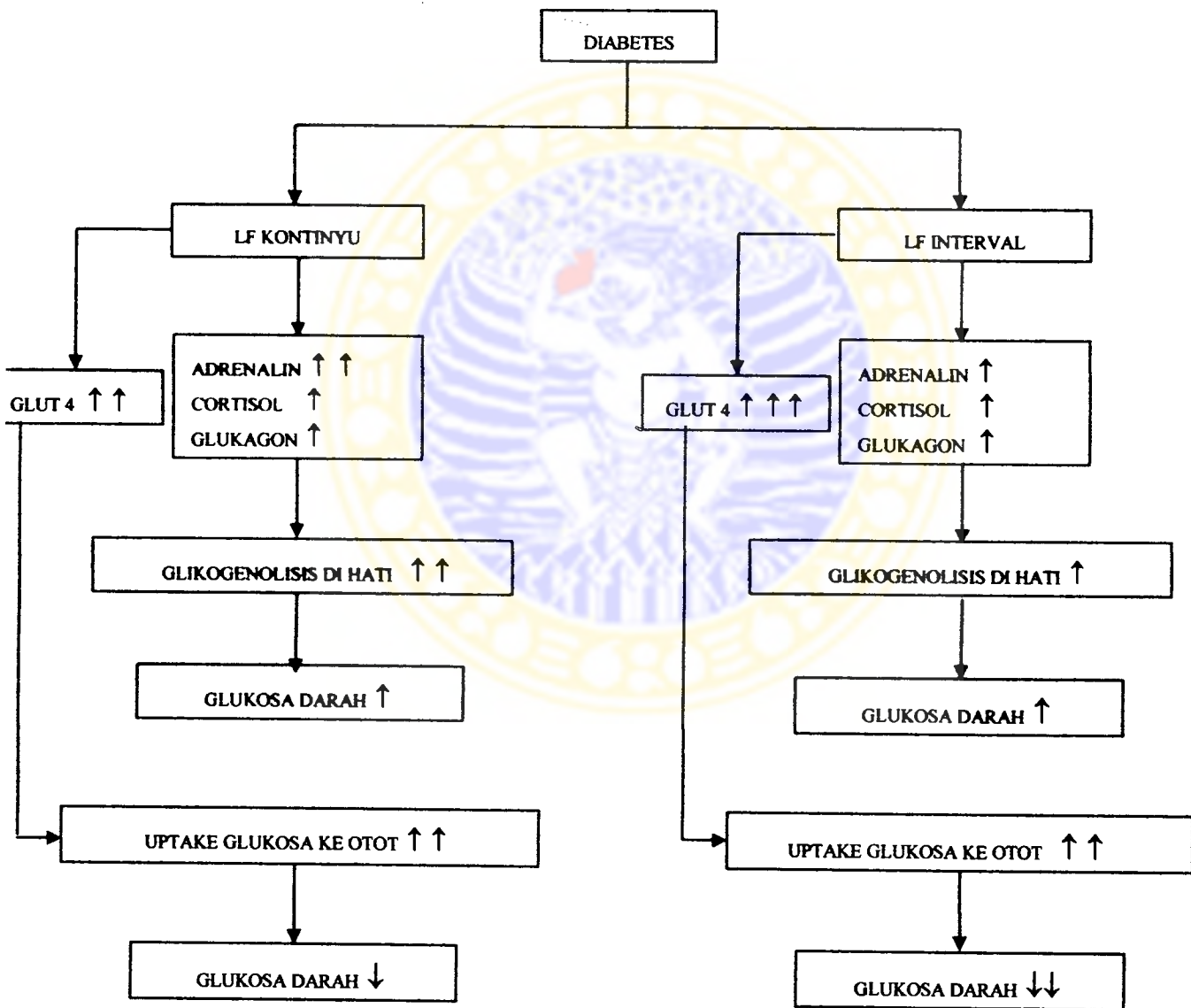
Pada latihan fisik akan terjadi peningkatan hormon adrenalin selanjutnya diikuti oleh hormon kortisol dan hormon glukagon. Ketiga hormon ini pengaruhnya sangat kecil terhadap otot rangka tetapi sangat berperan terhadap metabolisme karbohidrat di sel hati (Guyton, 2000).

### B A B 3

## KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

### 3.1 Kerangka konseptual Penelitian

Dari tinjauan pustaka dapat disusun kerangka konseptual yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



### 3.2 Penjelasan Kerangka Konseptual Penelitian

Pada keadaan *postprandial* didapatkan kadar glukosa darah yang meningkat pada penderita diabetes. Sehingga peningkatan glukosa darah akan merangsang sekresi insulin dalam jumlah besar oleh pankreas / langerhan akibatnya glukosa darah menurun. Jika pada keadaan ini otot tidak berkontraksi atau tidak digunakan untuk latihan fisik, maka glukosa akan disimpan sebagai glikogen. Pada penderita diabetes terjadi penurunan insulin, oleh karena aktivitas simpatis yang meningkat maka penurunan kadar glukosa darah juga tidak banyak (Guyton, 1996; Ganong, 1999).

Dengan latihan fisik atau olahraga akan meningkatkan permeabilitas membran sehingga kebutuhan insulin akan menurun, uptake glukosa kedalam otot juga meningkat secara difusi difasilitasi melalui Glut-4. Peningkatan translokasi Glut -4 melalui beberapa mekanisme yaitu:

a. Peningkatan sekresi epinefrin

Rangsangan simpatis yang terjadi ketika melakukan latihan fisik intensitas sedang akan menyebabkan peningkatan sekresi epinefrin sehingga uptake glukosa kedalam sel otot akan meningkat, tetapi mekanisme terjadinya uptake glukosa tersebut belum diketahui (Nonogaki, 2000). Pada latihan fisik kontinyu sekresi epinefrin ini akan lebih besar dibandingkan dengan latihan fisik interval karena latihan interval terdapat fase istirahat antara latihan

b. Peningkatan insulin *delivery* ( pasokan insulin )

Latihan fisik akan menyebabkan meningkatnya perfusi darah ke otot sehingga insulin *delivery* meningkat walaupun sekresi insulin mengalami penurunan.

c. Kenaikan kalsium intrasel

Pada saat kontraksi otot skelet ion kalsium intrasel akan meningkat dan kalsium akan mengaktifkan protein kinase C (PKC) yang dapat meningkatkan translokasi GLUT-4 (Richter, 2001).

d. Kenaikan stres metabolik.

Latihan fisik akan mengakibatkan suatu keadaan yang kita sebut dengan stres metabolik yaitu ratio ATP/ADP menurun, ratio CrP/Cr menurun, dan kandungan glikogen menurun yang menyebabkan aktivasi 5'AMP-*activated protein kinase* (AMPK) sehingga dapat meningkatkan translokasi GLUT-4. Pada latihan dengan intensitas sedang akan didapat stres metabolik yang relatif lebih ringan dari pada latihan kontinyu sehingga AMPK lebih sedikit menyebabkan translokasi GLUT-4.

Latihan fisik juga merangsang sekresi hormon adrenalin dan Kortisol sehingga terjadi peningkatan *Glikogenolisis* di hati dengan akibat pecahnya glikogen menjadi glukosa yang selanjutnya glukosa keluar dari sel hati menuju sirkulasi darah dan memicu peningkatan glukosa darah. (Warren, 2000).

Hasil akhir terjadi penurunan glukosa darah terutama pada penderita diabetes. Penurunan glukosa darah akan terjadi jauh lebih besar apabila penderita diabetes melakukan latihan fisik

### **3.3 Hipotesis .**

Berdasarkan teori dan penemuan ilmiah yang telah diuraikan dalam tinjauan pustaka dan berdasarkan paradigma penelitian yang menggambarkan perbedaan latihan dengan intensitas sedang interval dan kontinyu terhadap perubahan glukosa darah pada penderita diabetes maka dapat dirumuskan hipotesa sebagai berikut.

1. Latihan fisik intensitas sedang Interval dan kontinyu dapat menurunkan **Kadar Glukosa Darah pada Penderita Diabetes Mellitus.**
2. Latihan Fisik Intensitas sedang Interval lebih menurunkan glukosa darah dibandingkan Latihan Fisik Kontinyu pada penderita diabetes.

## B A B 4

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

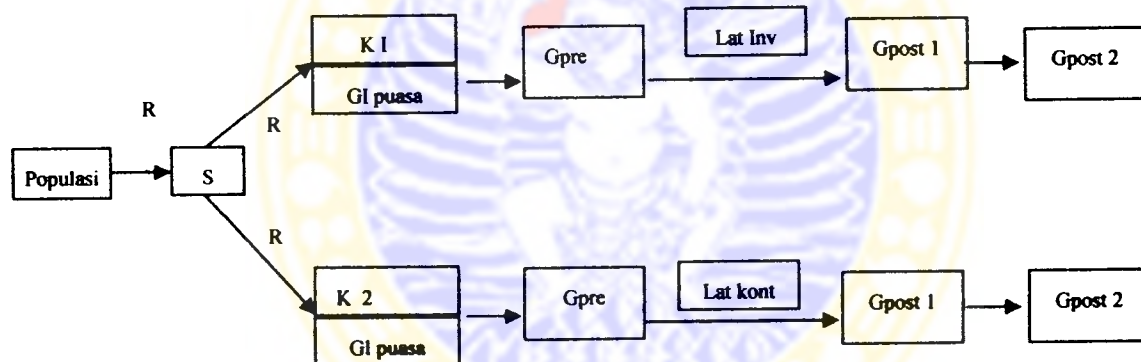
#### 4.1 Jenis penelitian.

Penelitian yang akan dilaksanakan adalah jenis penelitian eksperimental laboratorium.

#### 4.2. Rancangan penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan penelitian *the pre test posttest control group design* (Zainudin, 2000)

Skema rancangan penelitian adalah sebagai berikut



Keterangan :

P = Populasi

S = Sampel

K.1 = Kelompok diabetes + latihan fisik Interval

K.2 = Kelompok diabetes + latihan fisik Kontinyu.

Gl puasa = Kadar gula darah puasa

G pre = Kadar glukosa darah pretest = Kadar gula darah 45menit pp.

G post 1 = Kadar glukosa darah 60 'pp atau segera setelah latihan

G post 2 = Kadar gula darah 60' post latihan atau 1 jam setelah latihan.fisik



### 4.3. Populasi, Sampel, Besar sampel, dan Tehnik pengambilan sampel.

#### 4.4. Sampel.

Penentuan besar sampel menggunakan rumus Widodo 1994 dengan hasil perhitungan diperoleh n sebesar 9 orang untuk masing masing kelompok dan menggunakan cadangan 20 % sebagai estimasi kegagalan sehingga jumlah sampel menjadi 11 orang tiap kelompok

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{(z_{\alpha} + z_{\beta})^2 QD^2}{d^2} \\
 &= \frac{(1,65 + 1,28)^2}{1} \\
 &= 8,5849 \\
 &= 9 \\
 n &= 1,2 \times 9 = 10,8 \rightarrow 11
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- n** = Besar sampel
- $\frac{QD^2}{d^2} = 1$  = Varian dari kontrol bila penelitian berpasangan pre +post
- d<sup>2</sup>** = Beda mean kelompok kontrol dan perlakuan
- α** = Nilai kesalahan dari suatu penelitian yang menyebabkan penelitian tersebut dapat diterima
- β** = Nilai kebenaran dari suatu penelitian yang menyebabkan penelitian tersebut ditolak.
- Z<sub>a</sub>** = Deviasi standar normal untuk α ( harga standart α 0,05 = 1,65)
- Z<sub>b</sub>** = Deviasi standar normal untuk β ( harga standart β 0,1 = 1,28)

#### **4.5 Teknik Penentuan Sampel**

Populasi pada penelitian ini adalah penderita diabetes tipe 2 yang masih aktif berobat ke poli penyakit dalam Rumah Sakit Umum Mataram periode september 2004 sampai bulan april 2005. Pasien yang diikutkan dalam penelitian ini adalah inklusi mereka yang berumur antara 40 sampai 60 th dengan kadar glukosa darah puasa lebih dari 126 mg/dl dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* antara 140-200 mg/dl, eksklusi tidak didapat kontra indikasi untuk melakukan latihan dengan rekomendasi dari dokter penyakit dalam pada RSUD Mataram, serta bersedia menanda tangani surat persetujuan sebagai orang coba. Pasien yang memenuhi kriteria diatas berkesempatan untuk menjadi anggota sampel penelitian .

Penentuan besar sampel pada penelitian tentang perbandingan latihan Intensitas sedang interval dan kontinyu terhadap perubahan glukosa darah pada penderita diabetes mellitus. Ini menggunakan rumus Widodo, (1994). Dilakukan secara random. Dari hasil perhitungan diperoleh n sebesar 9 orang dengan estimasi kegagalan sebesar 20 % sehingga jumlah sampel menjadi 11 orang untuk tiap kelompok

#### **4.6 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian meliputi variabel Bebas, variabel tergantung , variabel kendali, dan variabel moderator.

##### **4.6.1 Variabel Bebas**

Latihan fisik intensitas sedang interval .

Latihan fisik intensitas sedang kontinyu.

Pemberian makan pagi sesuai dengan Indeks Massa Tubuh

#### **4.6.2 Variabel tergantung**

Glukosa darah puasa

Glukosa darah 45 menit sesudah makan

Glukosa darah segera setelah latihan.

Glukosa darah 60 menit sesudah latihan fisik / 120 menit sesudah makan

#### **4.6.3. Variabel moderator**

Variabel moderator pada penelitian ini adalah umur, tinggi badan, Berat badan sesuai Indeks massa tubuh.

#### **4.6.4. Variabel Kendali**

Variabel kendali pada penelitian ini adalah jenis kelamin, lingkungan pemeriksaan dan prosedur pemeriksaan.

### **4.7 Definisi Operasional Variabel**

#### **4.7.1 Latihan Interval Intensitas sedang**

Yang dimaksud dengan latihan interval intensitas sedang (*Sub maximal*) dalam penelitian ini adalah latihan inti dengan intensitas 60%-70% (setara dengan 50%-60% VO<sub>2</sub> max ) selama 15 menit (jarak tempuh 1 km) dilakukan dengan ratio 4 menit : 2 menit (fase kerja 4 menit dan fase istirahat 2 menit dilakukan secara bergantian dan pada fase istirahat intensitasnya 30 % dari beban fase kerja) jenis latihan adalah jalan diatas treadmill (*Sub Maximal Treadmill Walk Test*) (Marliss, 2002; Cooper KH,1994)

#### **4.7.2 Latihan fisik Kontinyu Intensitas sedang**

Latihan fisik Kontinyu adalah latihan inti yang dilakukan dengan intensitas 60-70% HR<sub>max</sub> (setara dengan 50%-60% VO<sub>2</sub>max) selama 15 menit dengan

jarak tempuh 1 km dilakukan denganjalan terus menerus menggunakan treadmill (*Sub Maximal Treadmill Walk Test*) selama 15 menit tanpa istirahat (fase kerja 1x 15 menit tanpa istirahat).

#### **4.7.3. Kadar glukosa darah**

Perubahan kadar gula darah puasa ditentukan dari (a) Selisih kadar gula darah awal dengan kadar gula darah puasa. (b) Perubahan kadar gula darah 45 menit *postprandial* ditentukan dari selisih kadar gula darah yang diambil pada saat puasa dengan kadar gula darah 45 menit *postprandial* (sebelum latihan fisik) (c) Perubahan kadar gula darah setelah latihan adalah selisih kadar gula darah 45 menit *postprandial* dengan kadar gula darah setelah latihan (postest 1) sedangkan (d) Adalah perubahan kadar gula darah 1 jam setelah latihan ditentukan dari selisih kadar gula darah setelah latihan (post 1) dengan kadar gula darah 1 jam *postprandial* (post test 2).

Pemeriksaan kadar gula darah adalah pemeriksaan yang menggunakan darah vena dan dianalisa dengan metode GOD – PAP.

#### **4.7.4. Jenis Kelamin**

Yang dimaksud dengan jenis kelamin pada penelitian ini adalah jenis kelamin wanita yang diambil dari data identitas pasien diabetes pada poli penyakit dalam RSUD mataram

#### **4.7.5. umur**

Umur orang coba pada saat penelitian adalah dalam satuan tahun penuh dan dikumpulkan dari hasil wawancara dengan sampel.

#### **4.7.6. Tinggi badan dan Berat badan.**

Tinggi badan diukur dengan microtoa ( ketelitian 0,1 cm ) dan berat badan diukur dengan timbangan digital ( Secca ) dengan ketelitian 0,1 kg )

#### **4.7.7. Status Kesehatan**

Status kesehatan orang coba adalah status kesehatan yang direkomendasikan oleh dokter di poli penyakit dalam rumah sakit umum mataram yaitu pasien yang gula darah puasanya > 126mg/dl dan gula darah 2 jam *Post prandial* > 200 mg/dl dan memungkinkan untuk latihan fisik intensitas sedang menggunakan treadmill.

#### **4.7.8 Lingkungan pemeriksaan**

Lingkungan pemeriksaan adalah lingkungan Rumah Sakit Umum Mataram dan laboratorium klinik di mataram.

#### **4.7.9. Prosedur pemeriksaan**

Yang dimaksud dengan prosedur pemeriksaan dalam penelitian ini adalah prosedur latihan fisik dan pemeriksaan variabel yang sama untuk semua anggota kelompok orang coba.

#### **4.8. Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Langkah-langkah pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan prosedur yang diatur sebagai berikut.:

##### **4.8.1. Persiapan**

Beberapa persiapan yang dilakukan adalah meliputi:

1. Menyiapkan orang coba.
2. Menghubungi kepala RSUD Mataram

3. Menyiapkan sarana dan prasarana serta perlengkapan yang dibutuhkan selama penelitian.
4. Pemeriksaan Kesehatan; dilakukan dengan wawancara, dan pemeriksaan fisik yaitu pemeriksaan *Vital sign*. (tekanan darah, denyut nadi dan suhu tubuh) pengukuran tinggi badan dan berat badan.
5. Menentukan waktu pengambilan sampel. Sampel diinstruksikan untuk latihan fisik jalan dengan menggunakan treadmill hingga mencapai  $70\% HR_{max}$

#### 4.8.2. Pembagian Kelompok Orang Coba.

Pembagian kelompok orang coba dilakukan secara acak sederhana dan terdiri dari 2 kelompok, Yaitu:

1. Kelompok 1 atau kelompok Interval: diberi perlakuan pemberian makan pagi sesuai dengan komposisi makan pagi yakni 20% dari kebutuhan energi total dalam sehari (komposisi diet B ) dan 45 menit kemudian melakukan latihan inti selama 12 menit dengan interval

Tabel 4.1 Komposisi Diit B

Komposisi dan sifat	Diit B
Karbohidrat	68 %
Protein	12 %
Lemak	20 %
Rasio P : S	$\pm 1.0$
Kolesterol per hari	$\pm 100 - 150$ mg
Serat	Sayuran golongan A dan B
Frekuensi per hari	6 kali
Distribusi perhari	20%, 10%, 25 %, 10%, 25%, 10%.
	(1) (2) (3) (4) (5) (6)

6 kali makan, dengan interval 3 jam.

Makan pagi dimulai dengan jumlah 20% kalori dimulai pukul 06.30 atau disesuaikan.

P = Polyunsaturated Fat ( lemak tak jenuh)

S = Saturated Fat ( lemak jenuh)

2. Kelompok 2 atau kelompok Kontinyu : diberi perlakuan pemberian makan pagi sesuai dengan komposisi makan pagi yaitu 20% dari total kebutuhan energi dalam sehari ( diet B ) dan 45 menit kemudian melakukan latihan fisik selama 15 menit tanpa istirahat dengan memonitor *Heart Rate*.

#### 4.9. Pengambilan Data

##### 4.9.1. Pelaksanaan.

Latihan fisik jalan dengan menggunakan treadmill dilakukan dengan 4 tahap yaitu persiapan, pemanasan, latihan utama, dan pendinginan.

- a. Persiapan : Orang coba diinstruksikan puasa mulai pukul 10 malam sampai pukul 8 pagi kemudian diambil darahnya untuk mengetahui kadar gula darah puasa dan dilakukan pemeriksaan fisik untuk mengetahui orang coba layak mengikuti latihan.
- b. Pemanasan : dilakukan dengan *stretching* kaki selama 2-5 menit untuk mencegah cedera.
- c. Latihan utama : Latihan inti dikerjakan setelah 45 menit pemberian makan yang dilakukan dengan jalan diatas treadmill selama kurang lebih 15 menit. hingga tercapai intensitas 60-70 % HRmax. lama latihan dibedakan antar kelompok.

- Untuk kelompok Interval : Latihan fisik dilakukan secara interval dengan ratio 4 : 2 (Fase kerja 4 menit dan fase istirahat 2 menit)
  - Untuk kelompok Kontinyu : Latihan ini dilakukan secara kontinyu selama 15 menit tanpa istirahat.dengan monitor *Heart Rate*.
- d. Pendinginan : dilakukan dengan jalan ditempat dengan mengurangi kecepatan treadmill.

#### **4.9.3. Pengambilan Spesimen Darah**

1. Sampel dikumpulkan, lalu diambil darahnya untuk mengetahui kadar gula darah puasa.
2. Setelah itu sampel diberi makan pagi disesuaikan dengan IMT (Indeks Massa Tubuh) yaitu 20% dari total kebutuhan energi dalam sehari.
3. 45 menit setelah makan pagi, sampel diambil darahnya untuk mengetahui kadar glukosa darah (*pretest*).
4. Kemudian sampel melakukan latihan inti dengan jalan 15 menit menggunakan treadmill sesuai kelompok masing-masing dengan terlebih dahulu melakukan pemanasan selama 2- 5 menit. Pada tahap pelaksanaan ini penderita dianjurkan untuk tidak mengkonsumsi obat. Pemberian OAD dapat dilanjutkan setelah latihan selesai.



5. Segera setelah selesai latihan, sampel diambil darahnya untuk mengetahui kadar glukosa darah setelah latihan sebagai data posttest 1 (untuk mengetahui kadar glukosa darah 60 menit setelah makan).
6. Satu jam kemudian sampel diambil darahnya lagi untuk mengetahui kadar glukosa darah 120 menit setelah makan sebagai data posttest 2.

#### **4.9.5. Alat dan Bahan Penelitian .**

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ;

1. Treadmill Merk SHAGA tipe REFF 48302 Magnetic treadmill.
2. Monitor denyut jantung (Polar).
3. Stop Watch (Polar).
4. Tensimeter.
5. Stetoskop.
6. Alat pengukur Tinggi badan dan Berat Badan.
7. Camera untuk dokumentasi.

#### **4.10. Lokasi dan Waktu Penelitian.**

##### **4.10.1 Lokasi Penelitian..**

1. Pelaksanaan latihan dan pengambilan sampel darah dilakukan di poli penyakit dalam Rumah Sakit Umum Mataram.
2. Pemeriksaan dan analisa spesimen darah dilakukan di Laboratorium Hematologi Politeknik Kesehatan Mataram.

##### **4.10.2. Waktu Penelitian**

Pengumpulan data penelitian dilaksanakan dengan jadwal sebagai berikut:

1. Persiapan dilaksanakan awal mei 2005.

2. Pengumpulan data dilaksanakan pertengahan mei 2005.

#### **4.11 Analisa Data.**

Penelitian ini akan menggunakan teknik analisa data berupa

1. Uji statistic deskriptif data pretest dan posttest untuk mengetahui Karakteristik variable.
2. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui Berat Badan dan Gula darah puasa pada seluruh kelompok.
3. Uji Korelasi untuk mengetahui hubungan antar variable.
4. Uji t atau anova untuk mengetahui apakah terjadi penurunan kadar glukosa darah pada latihan interval dan kontinyu.
5. Uji normalitas, uji t sepasang, dan uji anava sama subyek.
6. Uji statistic diatas menggunakan program SPSS/PC + V10.0 secara komputerisasi.

## BAB 5

### ANALISIS HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Data Penelitian

Data penelitian meliputi data variabel–variabel yaitu variabel bebas, variabel tergantung dan variable moderator. Seluruh data tersebut dianalisa secara statistik deskriptif untuk mendapatkan gambaran distribusi dan untuk peringkasan data.

Data yang didapat dari hasil penelitian berupa berat badan orang coba (kg), tinggi badan (cm) dan kadar gula darah puasa (mg/dl), 45 menit *pp* (*Postprandial*) (mg/dl) 60 menit *pp* (mg/dl), 120 menit (mg/dl). Terhadap data data tersebut dilakukan analisis deskriptif, uji normalitas distribusi, uji homegenitas, uji korelasi, dan uji beda yaitu t- berpasangan dan t-independen. Besarnya taraf signifikansi ditetapkan 5 % dan seluruh data diolah dengan program SPSS 10.0

Hasil analisis deskriptif variabel moderator dapat dilihat pada 5.1 dan variabel tergantung dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini. Adapun hasil analisis variabel- variabel selengkapnya dapat dilihat di lampiran 8.

**Tabel 5.1.** Nilai Rerata dan SD variabel moderator pada seluruh kelompok

Variabel	Kelompok	Rerata	SD
Usia	Kontinyu	46,7273	6,1334
	Interval	46	4,1713
Tinggi badan	Kontinyu	156,7273	3,7707
	Interval	162,4545	8,1162
Berat badan	Kontinyu	56,7273	12,9487
	Interval	65,2273	7,5610
BMI	Kontinyu	23,0239	4,7542
	Interval	24,8347	3,2903

**Tabel 5.2.** Nilai Rerata dan SD variabel tergantung pada seluruh kelompok

Variabel	Kelompok	Rerata	SD
Glukosa darah puasa	Kontinyu	202,7273	114,1009
	Interval	251,4545	98,6148
Glukosa darah pre	Kontinyu	261,1818	118,4270
	Interval	299,7273	40,8110
Glukosa darah post 1	Kontinyu	295,5455	129,503
	Interval	273,1818	83,6443
Glukosa darah post 2	Kontinyu	241,277	120,4457
	Interval	247,2727	86,8160

**Keterangan**

Kadar glukosa darah diukur dalam gram/dl = gram %

Glukosa darah : Glukosa darah

Glukosa darah Pre : Pengukuran glikosa darah 45 menit sesudah makan  
Atau sebelum latihan fisik.

Glukosa darah post 1 : Pengukuran glukosa darah segera setelah latihan fisik

Glukosa darah post 2 : Pengukuran glukosa darah 120 menit sesudah makan

**5.1.1 Uji Normalitas :**

Untuk mengetahui apakah data yang akan dianalisis tersebut berdistribusi normal atau tidak, maka dilakukan uji normalitas. Hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dilakukan pada kelompok perlakuan yaitu kelompok Kontinyu dan kelompok Interval menunjukkan harga  $p > 0,05$  (yang terkecil  $p = 0,113$ ), berarti berdistribusi normal.

Besarnya nilai hasil uji normalitas pada kelompok – kelompok tersebut dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini.

**Tabel 5.3. Uji Normalitas Variabel**

Variabel	Signifikansi kelompok	
	Kontinyu	Interval
Usia	0,841	0,769
Tinggi badan	0,359	0,997
Berat badan	0,907	0,592
BMI	0,133	0,419
GD puasa	0,568	0,624
GD 45" pp atau pre test	0,736	0,942
GD 60" pp atau post test 1	0,877	0,973
GD 120" pp atau post test 2	0,939	0,593

**5.1.2. Uji Homogenitas:**

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui bahwa varians pada kondisi awal berbeda atau tidak. Hasil uji homogenitas didapatkan hasil  $p > 0,207$  ( $p$  terkecil  $p = 0,05$ ) yang berarti memiliki varian yang homogen. Besarnya hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 5.4.

**Tabel 5.4. Uji Homogenitas : Variabel tergantung pada seluruh kelompok**

Group Statistics

Kelompok Eksperimen		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Gula Darah Puasa	Metode Exercise Kontinyu	11	202.7273	114.10091	34.40272
	Metode Exercise Interval	11	251.4545	98.61477	29.73347
Gula Darah 45 Menit Sebelum Latihan	Metode Exercise Kontinyu	11	261.1818	118.42704	35.70710
	Metode Exercise Interval	11	299.7273	80.81100	24.36543
Gula Darah Segera Setelah Latihan	Metode Exercise Kontinyu	11	259.5455	129.50395	39.04691
	Metode Exercise Interval	11	273.1818	83.64427	25.21970
Gula Darah 60 Menit Setelah Latihan	Metode Exercise Kontinyu	11	241.2727	120.44508	36.31556
	Metode Exercise Interval	11	248.5455	86.11198	25.96374

**Tabel 5.5 uji homogenitas.**

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Gula Darah Pusa	Equal variances assumed	.061	.779	-1.072	20	.297	-48.72727	45.47116	-143.578	46.12391
	Equal variances not assumed			-1.072	19.589	.297	-48.72727	45.47116	-143.706	46.25183
Gula Darah 45 Menit Sebelum Latihan	Equal variances assumed	1.790	.196	-.892	20	.383	-38.54545	43.22813	-128.718	51.62684
	Equal variances not assumed			-.892	17.653	.385	-38.54545	43.22813	-129.492	52.40151
Gula Darah Segera Setelah Latihan	Equal variances assumed	2.199	.154	-.293	20	.772	-13.63636	46.48327	-110.599	83.32603
	Equal variances not assumed			-.293	17.107	.773	-13.63636	46.48327	-111.861	84.38825
Gula Darah 60 Menit Setelah Latihan	Equal variances assumed	.790	.385	-.163	20	.872	-7.27273	44.64231	-100.395	85.84949
	Equal variances not assumed			-.163	18.106	.872	-7.27273	44.64231	-101.024	86.47819

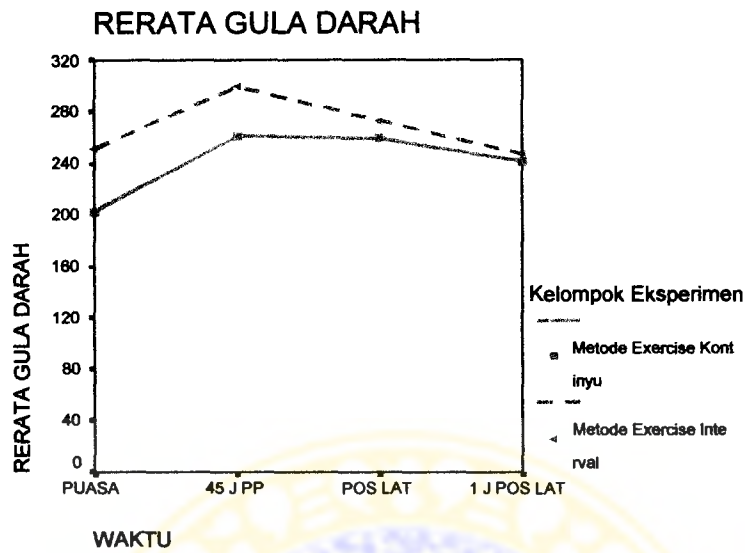
### 5.1.3 Uji normalitas kedua kelompok terhadap glucosa darah puasa,pre,post 1, dan post 2

Pada kedua kelompok interval dan kontinyu memperlihatkan adanya perbedaan glukosa darah hasil pengambilan sampel sesuai dengan waktu pengambilan. Ini dapat ditunjukkan pada tabel 5.5 dan gambar 5.1.

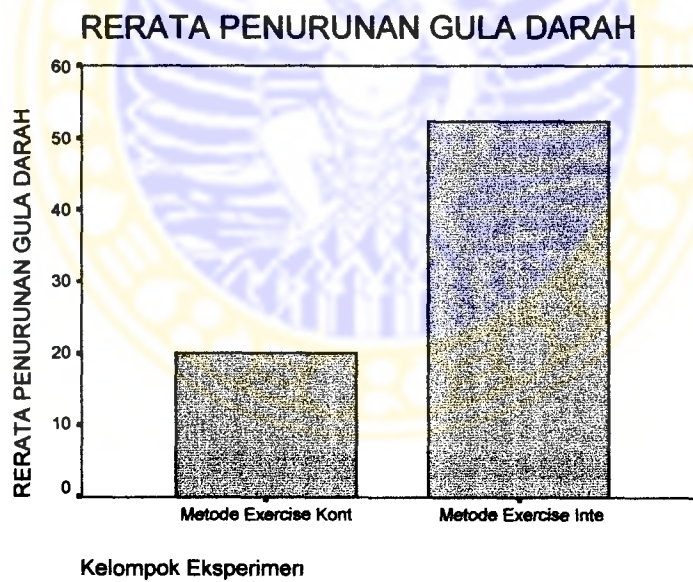
**Tabel 5.6. Uji t pada kelompok eksperimen waktu**

3. Kelompok Eksperimen \* WAKTU

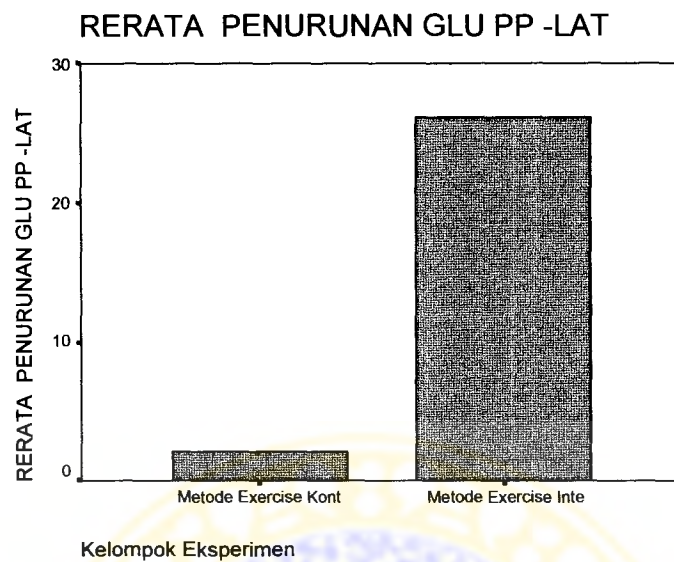
Measure: MEASURE_1			
Kelompok Eksperimen	WAKTU	Mean	Std. Error
Metode Exercise Kontinyu	1	202.727	32.183
	2	261.182	30.867
	3	259.545	32.899
	4	241.273	31.854
Metode Exercise Interval	1	251.455	32.183
	2	299.727	30.867
	3	273.182	32.899
	4	247.273	31.854



Gambar 5.1 : Kurva rerata glukosa darah menurut kelompok eksperimen.



Gambar 5.2. : Kurva batang perubahan kadar glukosa darah 45 menit pp ke 1 jam setelah latihan menurut kelompok eksperimen



**Gambar 5.3 : Kurva penurunan gula darah 45 menit pp ke post latihan**

#### 5.1.4. Uji beda Perubahan glukosa Darah Puasa, pre, post 1, dan post 2.

Hasil uji beda perubahan kadar glukosa darah pada kelompok Kontinyu dan Interval terletak pada distribusi normal lihat tabel ; 5.6

**Tabel 5.7** Hasil uji t- berpasangan perubahan akibat perlakuan terhadap variabel Tergantung (Penurunan Kadar Glukosa Darah)

No	Perubahan KGD	Latihan Interval Mean +/- SE	Latihan Kontinyu Mean +/- SE	Mean diff +/- SE	Signifikansi
1.	Glukosa puasa	251,4545 98,6148	202,7273 114,1609	- 48,7273	0,297
2.	45'pp – post 1	26,117 7,654	2,065 7,654	- 24,052; 10,966	0,041
3.	Post 1 – Post 2	26,5455 12,3642	1,6364 32,3551	- 24,052	0,041
4.	45'pp – Post 2	52,4545 23,2524	19,9091 44,4960	20,166	0,044



## BAB 6

### PEMBAHASAN

#### 6.1 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kadar glukosa darah setelah makan (*postprandial*) pada latihan fisik intensitas sedang interval dan kontinyu. Penelitian ini merupakan *cross sectional study* dengan rancangan penelitian *the pretest posttest group design*. Dengan rancangan tersebut maka data diambil pada saat itu juga dan data pretest dan posttest dari kelompok perlakuan yaitu yang melakukan latihan fisik interval akan dibandingkan dengan kelompok yang melakukan latihan fisik kontinyu. Data *pretest* yang dimaksud adalah kadar glukosa darah 45 menit *postprandial* yang digunakan untuk mengetahui keadaan awal sebelum dilakukan perlakuan. Data *posttest* ada 2 yaitu *posttest 1* adalah data kadar glukosa darah 60 menit *postprandial* atau segera setelah melakukan latihan fisik dan data *posttest 2* adalah data kadar glukosa darah 120 menit *postprandial* atau 1 jam setelah selesai melakukan latihan fisik ke dua data *posttest* ini untuk melihat kadar glukosa darah *postprandial* pada fase pemulihan. Untuk mendapatkan besarnya penurunan kadar glukosa darah akibat perlakuan dilakukan perhitungan selisih antara data data *pretest* dan *posttest* yaitu selisih antara *pretest* dan *posttest 1* (kadar glukosa darah 45' - 60' *postprandial*), *posttest 1* dan *posttest 2* (kadar glukosa darah 60'-120 ' *postprandial*), dan *pretest* dan *posttest 2* (kadar glukosa darh 45' -120' *postprandial*)

Orang coba berjumlah 22 orang, berusia antara 40-50 tahun, perempuan, dengan diagnose Diabetes mellitus Tipe 2, Sebelum dilakukan perlakuan diminta untuk berpuasa mulai pukul 8 malam sampai dengan jam 8 pagi keesokan harinya yang berarti puasa selama 12 jam. Menurut Mayes(2000) puasa selama 12-18 jam akan didapatkan kondisi glikogen hati yang rendah

bahkan habis, sehingga dengan masukan karbohidrat atau makanan dari luar sebelum latihan fisik dapat diasumsikan bahwa energi yang digunakan untuk latihan fisik adalah dari glukosa darah karena glikogen hepar sedikit dan glikogen otot hanya mampu memenuhi kebutuhan untuk beberapa menit saja. (Guyton, 2000).

Pengukuran kadar glukosa darah yang dilakukan saat puasa (sebagai variabel moderator), 45menit postprandial, 60 menit postprandial, dan 120 menit postprandial tidak disertai dengan pengukuran hormone-hormon yang mempengaruhi kadar glukosa darah dan tidak juga disertai dengan pengukuran kadar glikogen hati dan otot, semata-mata merupakan keterbatasan dalam penelitian ini.

## **6.2. Latihan fisik intensitas sedang Interval dan Kontinyu**

Dalam penelitian ini perlakuan yang diterapkan adalah latihan fisik intensitas sedang. Besarnya intensitas sedang yang digunakan adalah 60-70% *HRmax* (setara dengan 50-60% *VO2max*) yang didasarkan bahwa dengan intensitas tersebut orang coba yang mampu melakukan lebih dari 55% (Fox, 1993). Lama latihan fisik yang dilakukan adalah 15 menit dengan 3-5 menit pemanasan sehingga diharapkan sebagai energi predominan adalah karbohidrat (Fox, 1993). Jenis latihan fisik yang dilakukan berupa jalan kaki dengan menggunakan *treadmill* karena dengan menggunakan *treadmill* ini masyarakat umumnya akan dapat memberikan alternatif pilihan latihan bagi penderita diabetes khususnya dalam melakukan aktivitas fisik. Sehingga aplikasinya dapat lebih luas.

Latihan fisik yang dilakukan adalah latihan fisik interval dan kontinyu pada keadaan postprandial dipilih oleh karena keinginan untuk melihat besarnya penurunan kadar glukosa darah *postprandial* dengan beban latihan relatif yang sama apakah menunjukkan penurunan

yang sama pula sehingga dapat dijadikan alternatif pilihan latihan yang dapat meregulasi kadar glukosa darah *postprandial*

Model latihan fisik interval adalah model latihan yang paling banyak dilakukan oleh karena terjadi peningkatan oksidasi glukosa sehingga dapat diasumsikan terjadi proses yang sama. Dengan peningkatan oksidasi glukosa, maka Uptake glukosa dari darah akan meningkat dan kadar glukosa darah menjadi turun.

### **6.3. Analisa Deskriptif, Uji Normalitas, dan Uji Homogenitas.**

Analisis deskriptif digunakan untuk mendapatkan gambaran atau karakteristik tentang masing-masing variabel dan perubahan masing masing variabel tergantung yang dilakukan pada kelompok penelitian (lihat tabel 5.1 dan tabel 5.2).

Uji normalitas distribusi terhadap variabel umur, BB, TB, Glukosa darah puasa, Glukosa darah 45 menit setelah makan, segera estela latihan dan 120 menit *postprandial* pada kelompok kontinyu dan kelompok Interval memberikan hasil distribusi yang normal (lihat tabel 5.3) Uji normalitas yang dilakukan merupakan syarat untuk melakukan analisis selanjutnya.

Uji homogenitas varian terhadap kadar glukosa darah puasa dan kadar glukosa darah 45 menit estela makan pada kedua kelompok memberikan hasil varian yang homogen (lihat tabel 5.4).

Hasil uji normalitas distribusi dan homogenitas varian diatas menunjukkan bahwa semua variabel (Umur, BB, BT). Kadar glukosa Darah Puasa, Kadar glukosa darah 45'pp, kadar glukosa darah 60' pp dan 2 jam setelah makan memiliki distribusi normal dan memiliki

varian yang homogen. Oleh karena itu, penggunaan statistik yang inferensial pada penelitian ini sudah memenuhi syarat.

## 6.4. Uji Beda

### 6.4.1. Uji t Berpasangan.

Uji t berpasangan dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar glukosa darah *postprandial* pada tiap fase bermakna atau tidak pada tiap-tiap kelompok, (lihat tabel 5.5).

Hasil uji t berpasangan pada kelompok eksperimen yaitu kelompok Interval dan Kontinyu terjadi penurunan kadar glukosa darah 45'- 60' *postprandial* atau posttest I menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( signifikan) sebagaimana ditunjukkan oleh uji beda perubahan yang hasilnya  $p=0,041$ ,  $> 0,05$ . Hal ini terjadi dengan asumsi bahwa meskipun insulin disekresi untuk uptake glukosa oleh jaringan perifer (Guyton, 2000), namun utilisasi glukosa oleh sel – sel di perifer antara lain otot sekelet tidak maksimal. Latihan fisik intensitas sedang pada keadaan setelah makan diketahui terjadi peningkatan insulin karena kadar glukosa darah yang meningkat setelah asupan makanan oleh sebab itu penurunan insulin akan menyebabkan peningkatan uptake glukosa (Ganong, 2001).

Ada mekanisme lain selain insulin yang dapat meningkatkan uptake glukosa yaitu melalui kenaikan ion kalsium dan adanya stress metabolik (Ganong, 2001 ; Richter, 2001).

Kenaikan ion kalsium di otot skelet akan mengaktifkan PKC dan stres metabolik menyebabkan ratio ATP/ADP dan glikogen menurun. Sehingga akan meningkatkan aktivasi AMPK serta translokasi vesikel GLUT – 4 (Richter, 2001 ; Youngren, 2003).

Penurunan kadar glukosa darah pada kondisi 45' menjadi kondisi 120' setelah makan pada kelompok kontinyu dan interval setelah di uji t berpasangan menunjukkan adanya

perbedaan yang nyata (signifikan) sebagaimana ditunjukkan oleh hasil uji beda yang hasilnya  $p = 0,044, < 0,05$ ; ( $D_{kont} = 19,9091, SE = 44,4960$ ;  $D_{int} = 52,4545, SE = 44,4960$ ; mean diff 20,166) hasil ini menunjukkan bahwa kondisi pasien akan kembali seperti awal pada 2 jam *postprandial* (Ganong, 2001). Jika model latihan ini diterapkan pada penderita Diabetes Mellitus yang kadar glukosa 2 jam *postprandial* masih tinggi, maka latihan ini dapat memberikani alternatif untuk mempercepat normalnya kadar glukosa darah *postprandial*

#### 6.4.2 Uji t Independen

Dari hasil uji t independen, besarnya penurunan kadar glukosa darah pada 45'60' *postprandial* antara kelompok kontinyu dan kelompok interval menunjukkan penurunan yang signifikan ( $p = 0,041, < 0,05$ ;  $D_{kont} = 2,065, SE = 7,654$ ;  $D_{intv} = 26,117, SE = 7,654$ ; Mean diff  $\pm SE = - 24,502 \pm 10,966$ ). Hal ini berarti bahwa latihan fisik dapat mempercepat penurunan kadar glukosa darah oleh karena latihan fisik menyebabkan translokasi GLUT-4 akan meningkat melalui peningkatan sekresi epinefrin, kenaikan ion kalsium, kenaikan stres metabolik, dan peningkatan insulin *delivery* sehingga uptake glukosa dari darah meningkat dan kadar glukosa darah *postprandial* akan lebih besar penurunannya dibandingkan dengan tanpa melakukan latihan fisik. (Wojtaszweski, 2003 ; Nonogaki, 2000 ; Richter, 2001).

Besarnya penurunan kadar glukosa darah pada segera setelah latihan—1jam setelah latihan antara kelompok eksperimen yaitu kelompok Kontinyu dan kelompok Interval yang diuji dengan uji t independen menunjukkan penurunan yang signifikan ( $p = 0,041, < 0,05$ )  $D_{kont} = 1,6364, SE \pm 32,3551$ ;  $D_{Intv} = 26,5455, SE = \pm 12,3642$  ; mean diff -24,052. Ini menunjukkan bahwa latihan interval lebih mengalami penurunan kadar glukosa darah

dibandingkan dengan kelompok kontinyu. Hal ini dimungkinkan karena pada kadar glukosa darah 67,5 mg/dl, mulai terjadi sekresi glukagon dan pada kadar glukosa darah 82,5 mg/dl terjadi inhibisi sekresi insulin. (Ganong, 2001). Pada pengukuran glukosa darah segera setelah latihan menunjukkan penurunan yang bermakna disebabkan karena glukosa masuk kedalam otot lalu glukosa dalam otot dibakar dengan aktivitas fisik untuk energi sehingga glukosa darah menurun. Dari literatur disebutkan bahwa kadar gula darah postprandial kembali normal pada 2-3 jam pp (Guyton, 2000). Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa metabolisme yang terjadi selama latihan fisik intensitas sedang dengan model interval dan kontinyu dapat diasumsikan sama karena total beban relatif yang diberikan sama.

#### **6.4.3 Kecepatan Penurunan glukosa Darah**

Latihan fisik jalan dengan menggunakan treadmill menunjukkan bahwa kadar glukosa darah pada pengukuran segera setelah latihan pada kelompok interval intensitas sedang terjadi penurunan paling besar dibandingkan dengan kelompok kontinyu. Kelompok interval ; pre exercise =  $251,4545 \pm 98,6148$ . Post exercise =  $273,1818 \pm 83,6443$ . Kemungkinan penurunan ini disebabkan oleh (1) glukosa masuk kedalam otot (glukosa uptake) dan digunakan untuk kebutuhan energi, (2) Kadar insulin yang masih tinggi akibat asupan karbohidrat akan meningkatkan uptake glukosa kedalam otot.

## **B A B 7**

### **PENUTUP**

#### **7.1. Kesimpulan**

Dari pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Latihan fisik intensitas sedang interval dan kontinyu dapat menurunkan kadar glukosa darah segera setelah latihan dan 1 jam setelah latihan (60'-120' *Postprandial*).
2. Latihan fisik intensitas sedang interval lebih menurunkan kadar glukosa darah dibandingkan dengan latihan kontinyu.

#### **7.2. Saran**

Walaupun hasil penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi ilmiah mengenai pengaruh latihan fisik intensitas sedang (60% - 70% *HRmax*) interval dan kontinyu terhadap besarnya penurunan kadar glukosa darah *postprandial*, tetapi masih banyak penelitian yang perlu dilakukan untuk memperluas penjelasan teoritik dan penerapannya antara lain penelitian terhadap kelompok resiko yang sama namun dengan perlakuan sebagai kelompok kontrol.

Diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel lebih besar dengan waktu yang lebih lama. Sebaiknya sampel yang dikumpulkan atau dikarantina sehingga tidak ada intervensi dari luar.

## Daftar Pustaka

- American Diabetes Association, 2001 Postprandial Blood Glucose. *Diabetes Care* 24: 775-778
- Ann Louise Olson, et al, 2001, Insulin-mediated GLUT4 Translocation Is Dependent on the Microtubule Network, Vol. 276, P: 10706-10714.
- Astrand Po, Rodhal K, 1986. Text Book of Work physiology: physiological Basis of Exercise. Neu york, Lea & Mcgraw Hill Books Company. pp413,518.
- Bompa TO, 1994. Theory and Methodology of Taining The Key to Athletic Performance, Second Ed Iowa. Kendal/Hun Pub. Company, pp 1-3, 14, 29-90, 1733-1736.
- BonjornVM, Latour MG, Belanger P and Lavoie JM. Influence of prior exercise and liver glycogen content on the sensitivity of liver to glucagons. 2002 *J appl. Physiol.* 92;188-94.
- Brukner P, Khan K, 1993. Clinical Sport Medicine. Sidney: McGraw Hill Book Company pp 561-565.
- Choesnan Effendi, 2002, Pengaruh Latihan Terhadap Transport Glukosa kedalam sel otot Skelet, Seminar IAIFI.
- Chunmei Yang, et al, 2001, VAMP3 Null Mice Display Normal Constitutive, Insulin-and Exercise-Regulated Vesicle Trafficking. vol.21, pp. 1573-1580.
- Cooper KH, 1994 Antioxidant Revolution 1<sup>th</sup> Ed Tennessee, Thomas Nelson Pub
- Cristmass MA, Dawson B, Arthur PG, 1999. Effect of Work and Recovery Duration on Skeletal Muscle Oxygenation and Fuel Use During Sustained Intermittent Exercise: *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* Okt; 80 (5) : 435-47 Abstract.
- Donghae zheng, et al, 2001, Regulation of muscle GLUT-4 transcription by AMP-activated protein kinase. *J Appl Physiol*, vol. 91, pp.
- Eric T, et al, 2000, Effects of Resistance Training and Endurance Training on Insulin Sensitivity in Nonobese, Young Woman: A Controlled Randomized Trial, Vol. 85.



- Erik J Henriksen, 2002, Exercise of Muscle Insulin Signaling and Action Invited Review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance, vol.93, pp: 788-796.
- Errol B, et al, 2002, Intense Exercise Has Unique Effects on Both Insulin Release and Its Roles in Glucoregulation. Pp. 271-283.
- Fox EL, Bower RW, Foss ML, 1993. The Physiological Basic for Exercise and apor, 5<sup>th</sup> Edition. Wisconsin: Brown and Benchmark, pp 13-37, 94-175, 243-281
- Fox SI, 1999, Human Physiology, Ed 6<sup>th</sup> Boston : WCB Mc Graw Hill, pp 107-108, 327-352, 616-620.
- G. Lynis Dohm, 2002, Exercise Effects on Muscle Insulin Signaling and Action Invited Review: Regulation of skeletal muscle GLUT-4 expression by exercise, vol. 93, pp782-787.
- Galun E, 1987. Changes of White Blood Cell Count Prolonged exercise International Journal of Sport Medicine, pp 252-255
- Ganong FW. 1999. Pisiologi Kedokteran. Terjemahan Bahasa Indonesia oleh Wijaya Kusumah MD, Penerbit Buku Kedokteran hal 275-282, 328-346
- Ganong WF, 2001, Review of Medical Physiology 20<sup>th</sup> Edition New York; Lange Medical Books/ Mc Graw Hill, pp 278- 281, 334-340.
- Guyton AC and Hall JE, 2000. Text Book of Medical Physiology 10<sup>th</sup> Edition Philadelphia WB Saunders Company, pp 11-12, 43-79, 772-774, 798-799. 884-887.
- Halliwell B, Gutteridge JMK, 1999. Free Radical in Biology and medicine 3<sup>th</sup> ed New York, Oxford University Press Inc.
- Hayashi T, Wojtaszewski J.F.P. and Goodyear L.J. 1997. Exercise Regulation of Glukose transport in Skeletal Muscle. Am J Physiol (Endokrinol Metab) 276-236, 1039-1051.
- Hazeldine, 1989. Fitness and Sport Melbourne; Grewoos Press, pp 251-295
- Jeffrey E, et al, 1999, Molecular Basis of Insulin-stimulated GLUT4 Vesicle Trafficking, Vol 274, pp.2593-2596.
- Jonathan S, et al, 2002, Activation of AMP kinase enhances sensitivity of muscle glucose transport to insulin, vol. 282, pp. 18-23.

- Keith Baar, et al, 2002, Adaptations of skeletal muscle to exercise: rapid increase in the transcriptional coactivator PGC-1, vol: 16, pp: 1879-1886.
- Kent M, 1999. The Oxford Dictionary of Sport Sciene and Medicine. New York Oxford University Press, pp 75-144,384-412.
- Kreisman SH, Halter JB, Vranic M, and Marliss EB.2003. Combined Infusion of Ephinephrin and Norephineprhine During Moderate Exercise Repruduces the Glucoregulatory Response of Intense Excecise Diabetes 52; 1347-1354.
- Kreisman SH, Mauzon A, Nessin SJ,Gougeon R, Fisher SJ, Vranic M, Marliss EB,2000. Glucoregulatory Responses to Intense Exercise Performed in The Posprandial State. Am J Physiol Endokrinol Metab.278; 786- 793.
- Kuncoro PS, 2001, Pengaruh Exercise Terhadap Translokasi GLUT-4, Seminar Nasional XII.
- Lamb DR, 1984, Physiology of exercise Response and Adaptations.New York Mac Millan Publishing Company, pp 10-11.
- Leonard J Foster and Amira Klip, 2000. Mechanism and regulation of GLUT-4 vesicle fusion in muscle and fat cells. Am J physiol, vol. 279, pp.877-890.
- Louise Burke and Vicki Deakin,2002. Clinical Sport Nutrition. McGrawHill Companies,Inc pp 642-647.
- Marliss EB, and Vranic M.2002.Intense Exercise Has Unique Effects on Both Insulin Release and Its Roles in Glucoregulation. Implications For Diabetes (Suppl.1); S 271-283.
- Marsetyo H, 1991 Ilmu gizi Korelasi Gizi Kesehatan dan Produktifitas Kerja Jakarta; PT Rineksi Cipta, hal: 98-108
- Matakupan O, 2003. Periodisasi Program Latihan In; Seminar dan Simposium Fisiologi Olah raga, Kerja sama Bagian Ilmu FKUI (IAIFI) Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta hal 4.
- Mayes PA, 2000. Harper's Biochemistry, 25<sup>th</sup> ed New York ; Mc Graw Hill, pp 149 – 159, 173, 177
- McArdle Wd, Katch Fi. 1981. Exercise Physiology Energy Nutrition and Human Performance, Phyladelphia.: Lea Febringer, pp 80-100.
- Mirkin G, Hoffman M, 1984. The Sprot Medicine Book, Boston, USA Litle, Brown and Company. Pp 15 – 28.

- Naira Gorovits, et al, 2003, That We Know about Facilitative Glucose Trtansporters, Vol.31, pp. 163-172.
- Pablo M, et al, 2003, Prevention of glycoen supercompensation prolongs the increase in muscle GLUT4 after exercise, vol 285, pp: 729-736.
- Paulsen SR, et al, 2001, AMP-activated protein kinase activation prevents denervation-induced decline in gastrocnemius GLUT-4. J Appl physiol, vol. 91, pp.2102-2108
- Paulus Liben, 2002, Pengaruh Latihan Fisik Pada Translokasi GLUT-4, Seminar Ilmiah IAIFI.
- Ritcher E A and Sonne B,1986. Regulation of Carbohidrate Metabolism in Exercise. Biochim of exerc VI Human Kinetic Publicher, Champaign Illinois USA.
- Sakamoto K, Goodyear LJ, 2002. Exercise Effect on Muscle Insulin Signaling and Action – Invited Review: Intracellular siognaling in Contracting Skeletal Muscle. J Appl Physiol 93:369-383. Abstract.
- Shin Terada, et al, 2001, Effects of high-intensity swimming training on GLUT-4 and glucose transport activity in rat skeletal muscle, J App Physio, vol.90, pp: 2019-2024.
- Soekarman R, 1989 Dasar Olah raga Untuk Pembina Pelatih dan Atlet. CV Haji Masagung – Jakarta, hal 56, 77-78, 82.
- Soekarman R, 1995. Pembinaan Olah raga dan Pola Latihan secara umum Gresik, pada seminar Sehari pembinaan Olah raga Untuk Peningkatan Prestasi Atlet, hal 1-20.
- Sumosardjuno S, 1996. Pengetahuan Praktis Kesehatan Dalam Olahraga. Gramedia Pustaka Utama hal 175- 181.
- Timothy Garvey, et al, 1998, Evidence for Defects in the Trafficking and Translocation of GLUT4 Glucose Transporters in Skeletal Muscle as a Cause of Human Insulin Resistance, vol 101, P: 2377-2386.
- Tjokroprawiro A, 2004. Hidup Sehat dan Bahagia bersama Diabetes, PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta. hal 5-10.
- Tsu-Shuen Tsao, et al, 2001, Metabolic adaptation in skeletal muscle averexpressing GLUT4: effects on muscle and physical activity, vol. 15, pp. 958-969.

Vander A, Sherman J, Luciano D, 2001. Human Physiology The Mechanism of Body Function 8 ed edition. Boston; The McGraw Hill Companies, pp 42-43, 118-129,

- Widodo J Pudjirahardjo, 1993. Metode Penelitian dan Statistik terapan, Airlangga University Press hal 57.

Willmore JH and Costill DL, 1994. Physiology of Sport and Exercise. Compaing; Human Kinetics, pp 4-5.

Winder WW, 2001, Energy-sensing and signaling by AMP-activated protein kinase in skeletal muscle, vol: 91, P:1017-1028.

Yaspelkis. BB 3<sup>rd</sup>, Patterson JG, Anderla PA, Ding Z, Ivy JL, 1993. Carbohydrate Supplementation Spares Muscle Glycogen During Variable – Intensity Exercise J Appl Physiol. Oct ; 75 (4) 1477 – 85. Abstract

Youngren, MD, 2003, Exercise and The Regulation of Blood Glucose, Chapter 25.

Zainudin M, 2000. Metodologi Penelitian Program Pasca sarjana Universitas Airlangga Surabaya.

**Lampiran 1 :****Penentuan Besar Sample**

Penentuan besar sampel menggunakan rumus Widodo 1994 dengan hasil perhitungan diperoleh n sebesar 9 orang untuk masing masing kelompok dan menggunakan cadangan 20 % sebagai estimasi kegagalan sehingga jumlah sampel menjadi 11 orang tiap kelompok

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{(z_{\alpha} + z_{\beta})^2 QD^2}{d^2} \\
 &= \frac{(1,65 + 1,28)^2}{1} \\
 &= 8,5849 \\
 &= 9 \\
 n &= 1,2 \times 9 = 10,8 \rightarrow 11
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- n** = Besar sampel
- $\frac{QD^2}{d^2} = 1$  = Varian dari kontrol bila penelitian berpasangan pre +post
- d<sup>2</sup>** = Beda mean kelompok control dan perlakuan
- α** = Nilai kesalahan dari suatu penelitian yang menyebabkan penelitian tersebut dapat diterima
- β** = Nilai kebenaran dari suatu penelitian yang menyebabkan penelitian tersebut ditolak.
- Z<sub>a</sub>** = Deviasi standar normal untuk α ( harga standart α 0,05 = 1,65)
- Z<sub>b</sub>** = Deviasi standar normal untuk β ( harga standart β 0,1 = 1,28)

**Lampiran 2:****Pemeriksaan Glukosa Darah**

**Metode** : G O D

**Alat** : 1 Accu – Check Active Monitor yang terdiri dari:  
Liquid Crystal Display ( LSD )  
M(emori) button  
S(et) button.  
2. Coding Chip.  
3. Test strip slot.  
4. Optics measurement.  
5. Accu check softclix dan Accu check softclix lanset.  
6. Test strip guide.  
7. Battery compartment  
8. battery.

**Spesifikasi** : 1. Komposisi: Alat meter gula darah yang memakai strip Reagen kering.  
2. Kemasan meter kit (starter kit) berisi alat meter, alat pen Coblos, strip tes, dan lanset.  
3. Fungsi : Untuk swa monitor gula darah.  
4. Akurasi : bias < 5%  
5. Presisi : CV < 5%.  
6. Sampel darah : Kapiler, arteri, vena, dan neonatus.  
7. Isi sampel : tetes dari atas bantalan strip ( top dosing Atau top loading)  
9. Metode reaksi : Glukosa Oxidase ( G O D )  
10. Metode ukur : Kuantitatif, Fotometrik.  
11. Lama Ukur : 5 detik.  
12. Rentang ukur : 10 – 600 mg/dl  
13. Memory : 200 data, data rata-rata 7 – 14 hari.  
14. QC : Dengan larutan accu check active Glucose Control Solution.  
15 Sumber energi : Battery koin 3 volt tipe 2032.

**Prosedur tes rutin** :

1. Pasang strip ke slot, dan alat auto- on note.
2. Segera tutup tabung strip tiap mengambil satu strip, agar supaya sisa strip tidak lembab / resiko error.
3. Lakukan sampling darah/coblos jari
4. Isi sampel : setelah tayangan symbol tetes darah.

5. sentuhkan tetes darah ke bantalan strip yang berwarna orange sampai warna merah darah tersebar merata.
6. Baca hasil setelah 5 detik alat auto – off
7. Sebelum prosedur tes rutin, anda perlu lakukan prosedur install dan kalibrasi/ coding.

Dari : In vitro diagnostic medical devices



**Lampiran : 3****PENJELASAN DAN INFORMASI PENELITIAN*****( Inform for Informed Consent )***

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya penurunan kadar glukosa darah sebagai respon dari meningkatnya uptake ( ambilan ) glukosa dari darah olah sel tubuh terutama otot rangka akibat latihan fisik ( Olah raga )

Manfaat penelitian ini antara lain diharapkan dapat memberikan sumbangan teoritis untuk pengembangan metode dan jenis olahraga yang dapat meregulasi kadar gula darah.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan sample darah kapiler untuk pemeriksaan kadar gula darah

Setiap orang yang dilibatkan dalam penelitian ini ( orang coba ) akan melakukan latihan fisik ( olahraga ) dengan jalan menggunakan treadmill sesuai prosedur yang diinstruksikan dan dilakukan pengambilan sample darah kapiler dengan cara penusukan dangkal pada empat jari tangan yang selanjutnya akan diperiksa secara khusus di laboratorium.

Data saudara sebagai orang yang dilibatkan dalam penelitian ini ( orang coba ) bersifat rahasia dan akan diolah secara ilmiah.



Lampiran : 4

**INFORMED CONSENT**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

**SURAT PERSETUJUAN PEMERIKSAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : \_\_\_\_\_

U m u r : \_\_\_\_\_

Alamat/Telp. : \_\_\_\_\_

Setelah mendapat keterangan secukupnya tentang manfaat dan akibat yang mungkin terjadi

Saya bersedia ikut dalam penelitian ini dan menyatakan tidak keberatan dilakukan pengambilan darah untuk pemeriksaan kadar glukosa darah.

Mataram, Juni 2005

Peneliti,

Yang memberi pernyataan,

( Rida Iswati )

( ..... )

**Lampiran 5 :****Surat Kelaikan Etik Rumah Sakit Umum Mataram**

**PEMERINTAH PROPINSI NUSA TENGGARA BARAT  
RUMAH SAKIT UMUM MATARAM**

Alamat : Jalan Pejanggik Nomor 6 Telepon (0370) 23876 Mataram

Panitia Etik Penelitian  
Rumah Sakit Umum Mataram

**KELAIKAN ETIK**

Nomor : 01/Pan.ETIK - RSU W/M/2005

Setelah menelaah rancangan Penelitian yang diusulkan, maka Panitia Kelaikan Etik Rumah Sakit Umum Mataram, dengan ini menyatakan bahwa usulan Penelitian dengan judul :

**Komparasi Latihan Fisik Intensitas Sedang Interval Dan Kontinyu Terhadap Perubahan Glukose Darah Pada Penderita Diabetes Mellitus.**

Peneliti Utama : Rida Iswati  
NIM : 090315006.W  
Jenjang Study : Program Magister Ilmu Kesehatan Olahraga Universitas Airlangga  
Tempat Penelitian : Poli Penyakit Dalam Rumah Sakit Umum Mataram

Dinyatakan LAIK ETIK

MENGETAHUI  
Direktor RSU Mataram

Dr. H. Slamet Tjahjono, SpP  
Pembina Tk. I / IV / b  
NIP. 140106683

Mataram, 07 Juli 2005  
Ketua Panitia Etika Profesi Kedokteran  
Komite Medik RSU Mataram

Dr. Tjok Sugatha, SpKK  
Pembina Utama Muda / IV / c  
NIP. 140105316

**Lampiran 6 :****Surat Ijin Penelitian**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
PROGRAM PASCASARJANA**

Jl. Dharmawangsa Dalam Selatan Surabaya-60286 ☎(031) 5023715, 5020170, Fax. (031) 5030076  
E-mail : pasca@pasca.unair.ac.id URL Address : http://www.pasca.unair.ac.id

Nomor : 1661 /J03.4/PP/2005

12 Mei 2005

Lamp :

Hal : Izin melaksanakan penelitian

- Yth. 1. Direktur Rumah Sakit Umum Mataram  
2. Ketua Bapeda Propinsi Nusa Tenggara Barat  
3. Dinas Kesehatan Propinsi Nusa Tenggara Barat

Guna penulisan penelitian untuk Tesis peserta Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Olah Raga angkatan tahun 2003/2004 Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Nama : Rida Iswati  
Nim : 090315006 : M  
Judul : KOMPARASI LATIHAN FISIK INTENSITAS SEDANG INTERVAL DAN KONTINYU TERHADAP PERUBAHAN GLUKOSA DARAH PADA PENDERITA DIABETES MELITUS

Pembimbing : Choensan Effendi, dr, AIF  
Pembimbing I : Hartina Soetjipto, dr, MS

Maka dengan ini kami mohon perkenan Saudara untuk memberikan izin kepada yang bersangkutan untuk melaksanakan penelitian di instansi Saudara.

Demikian dan atas bantuan Saudara kami sampaikan terima kasih.

A.n. Direktur  
As. Dir. Bidang Akademik,

  
i. Prof. Dr. Daba Mahaputra, drh, M.Sc.  
NIP. 130687850

SKN-PPS-UA-05

**Lampiran 7 :**

**Surat Ijin Penelitian RSUD Mataram**



**PEMERINTAH PROPINSI NUSA TENGGARA BARAT  
RUMAH SAKIT UMUM MATARAM**

*Jalan Pejaggik Nomor 6 Telepon (0370) 23876 Mataram*

Nomor : 423.6/ / / / RSUD-M/VI/2005  
Lampiran :  
Perihal : Izin melaksanakan penelitian

Kepada Yth. . .  
Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Airlangga  
di -

SURABAYA

Dengan hormat,

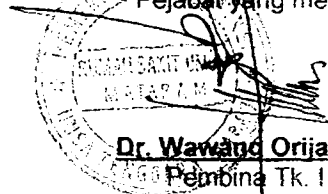
Sehubungan dengan surat saudara, tanggal 12 Mei 2005  
Nomor 166/J03.4/PP/2005, perihal tersebut diatas, dengan ini  
kami sampaikan bahwa Mahasiswa :

Nama : Rida Iswati  
NIM : 090315006/M  
Judul : Komparasi Latihan Fisik Intensitas Sedang  
Interval dan Kontinyu Terhadap Perubahan  
Glukosa Darah Pada Penderita Diabetes Mellitus

Pada perinsipny's permohonan saudara dapat kami setuju,  
sepanjang mematuhi tata tertib dan ketentuan yang berlaku di  
Rumah Sakit Umum Mataram.

Demikian untuk maklum dan terima kasih.

Mataram, 30 Mei 2005  
Direktur Rumah Sakit Umum Mataram  
Pejabat yang mewakili



**Dr. Wawand Orijanto, Sp.M**  
Pembina Tk. I / IV / b  
NIP. 140113365.

**Lampiran 8 :**  
Data Hasil Penelitian

No	Usia	Tinggi Badan	Berat Badan	Denyut Nadi	Kalori	GD Purna	GD 45PP	GD 60PP	GD 120PP	Kelompok Latihan
1	54	156	52	127	36.8	148	278	300	261	Kontinyu
2	43	157	50	134	42	97	166	140	118	Kontinyu
3	45	158	56.5	134	53.8	178	209	227	222	Kontinyu
4	45	157	45.5	139	37.5	378	439	438	390	Kontinyu
5	44	163	58	131	53.8	139	212	156	117	Kontinyu
6	51	158	56	138	30.1	108	166	142	135	Kontinyu
7	50	156	46	123	24	386	465	514	482	Kontinyu
8	53	152	52	130	37	85	101	144	179	Kontinyu
9	39	155	76	132	56.8	159	186	183	150	Kontinyu
10	54	150	46	114	44	200	281	250	260	Kontinyu
11	36	162	66	140	53.5	352	370	361	340	Kontinyu
12	52	18	59	115	58.2	311	335	334	318	Interval
13	49	160	65	135	48.5	315	345	332	318	Interval
14	46	163	70	138	50	400	420	390	382	Interval
15	47	165	60	130	58.5	390	410	405	403	Interval
16	41	157	62	141	77.2	116	202	182	181	Interval
17	42	162	68	114	61	138	201	191	194	Interval
18	43	147	59.5	180	55	205	296	304	316	Interval
19	45	163	67	170	70	200	284	318	310	Interval
20	44	160	53	160	62	200	270	296	241	Interval
21	43	160	76	142	85	176	187	200	180	Interval
22	54	170	78	140	65	315	347	375	370	Interval

**Means****Report**

Kelompok Eksperimen		Usia	Tinggi Badan	Berat Badan	B M I
Metode Exercise Kontinyu	Mean	46.7273	156.7273	56.7273	23.0239
	Std. Deviation	6.1334	3.7707	12.9487	4.7542
	N	11	11	11	11
Metode Exercise Interval	Mean	46.0000	162.4545	65.2273	24.8347
	Std. Deviation	4.1713	8.1162	7.5610	3.2903
	N	11	11	11	11

**Means****Report**

Kelompok Eksperimen		Gula Darah Puasa	Gula Darah 45 Menit Sebelum Latihan	Gula Darah Segera Setelah Latihan	Gula Darah 60 Menit Setelah Latihan
Metode Exercise Kontinyu	Mean	202.7273	261.1818	259.5455	241.2727
	Std. Deviation	114.1009	118.4270	129.5039	120.4451
	N	11	11	11	11
Metode Exercise Interval	Mean	251.4545	299.7273	273.1818	247.2727
	Std. Deviation	98.6148	80.8110	83.6443	86.8160
	N	11	11	11	11

**NPar Tests****Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Kontinyu****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Tinggi Badan	Berat Badan	Denyut Jantung	B M I
N		11	11	11	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	156.7273	56.7273	131.0909	23.0239
	Std. Deviation	3.7707	12.9487	7.6348	4.7542
Most Extreme Differences	Absolute	.186	.279	.170	.351
	Positive	.186	.279	.122	.351
	Negative	-.151	-.193	-.170	-.168
Kolmogorov-Smirnov Z		.617	.925	.565	1.164
Asymp. Sig. (2-tailed)		.841	.359	.907	.133

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Kontinyu

## Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Interval

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi Badan	Berat Badan	Denyut Jantung	B M I
N		11	11	11	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	162.4545	65.2273	142.2727	24.8347
	Std. Deviation	8.1162	7.5610	20.6838	3.2903
Most Extreme Differences	Absolute	.200	.120	.233	.266
	Positive	.200	.120	.233	.115
	Negative	-.199	-.114	-.095	-.266
Kolmogorov-Smirnov Z		.665	.397	.771	.882
Asymp. Sig. (2-tailed)		.769	.997	.592	.419

- a. Test distribution is Normal.  
 b. Calculated from data.  
 c. Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Interval

## NPar Tests

## Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Kontinyu

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Gula Darah Puasa	Gula Darah 45 Menit Sebelum Latihan	Gula Darah Segera Setelah Latihan	Gula Darah 60 Menit Setelah Latihan
N		11	11	11	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	202.7273	261.1818	259.5454	241.2727
	Std. Deviation	114.1009	118.4270	129.5040	120.4451
Most Extreme Differences	Absolute	.237	.206	.178	.162
	Positive	.237	.206	.177	.162
	Negative	-.177	-.120	-.178	-.151
Kolmogorov-Smirnov Z		.785	.685	.590	.538
Asymp. Sig. (2-tailed)		.568	.736	.877	.934

- a. Test distribution is Normal.  
 b. Calculated from data.  
 c. Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Kontinyu

## Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Interval

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Gula Darah Puasa	Gula Darah 45 Menit Sebelum Latihan	Gula Darah Segera Setelah Latihan	Gula Darah 60 Menit Setelah Latihan
N		11	11	11	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	251.4545	299.7273	273.1818	247.2727
	Std. Deviation	98.6148	80.8110	83.6443	86.8160
Most Extreme Differences	Absolute	.227	.159	.146	.232
	Positive	.227	.159	.140	.232
	Negative	-.182	-.123	-.146	-.183
Kolmogorov-Smirnov Z		.752	.529	.484	.770
Asymp. Sig. (2-tailed)		.624	.942	.973	.593

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Kelompok Eksperimen = Metode Exercise Interval

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Tinggi Badan	Equal variances assumed	1.707	.208	-2.123	20	.046	-5.7273
	Equal variances not assumed			-2.123	14.125	.052	-5.7273
Berat Badan	Equal variances assumed	1.097	.307	-1.880	20	.075	-8.5000
	Equal variances not assumed			-1.880	16.109	.078	-8.5000
Denyut Jantung	Equal variances assumed	5.035	.036	-1.682	20	.108	-11.1818
	Equal variances not assumed			-1.682	12.675	.117	-11.1818
B M I	Equal variances assumed	.579	.456	-1.039	20	.311	-1.8108
	Equal variances not assumed			-1.039	17.792	.313	-1.8108

### T-Test



## Group Statistics

Kelompok Eksperimen		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Gula Darah Puasa	Metode Exercise Kontinyu	11	202.7273	114.1009	34.4027
	Metode Exercise Interval	11	251.4545	98.6148	29.7335

## Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Gula Darah Puasa	Equal variances assumed	.081	.779	-1.072	20	.297	-48.7273
	Equal variances not assumed			-1.072	19.589	.297	-48.7273

\*

Multivariate Tests<sup>a</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
WAKTU	Pillai's Trace	.754	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
	Wilks' Lambda	.246	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
	Hotelling's Trace	3.062	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
	Roy's Largest Root	3.062	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
WAKTU * EXP_GROU	Pillai's Trace	.311	2.714 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.075
	Wilks' Lambda	.689	2.714 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.075
	Hotelling's Trace	.452	2.714 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.075
	Roy's Largest Root	.452	2.714 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.075

a. Exact statistic

b.

Design: Intercept+EXP\_GROU  
 Within Subjects Design: WAKTU

**Tests of Within-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WAKTU	Sphericity Assumed	36745.091	3	12248.364	24.867	.000
WAKTU * EXP_GROU	Sphericity Assumed	6735.636	3	2245.212	4.558	.006
Error(WAKTU)	Sphericity Assumed	29552.773	60	492.546		

**Tests of Within-Subjects Contrasts**

Measure: MEASURE\_1

Source	WAKTU	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WAKTU	Linear	1543.127	1	1543.127	2.142	.159
	Quadratic	31313.636	1	31313.636	53.855	.000
	Cubic	3888.327	1	3888.327	22.131	.000
WAKTU * EXP_GROU	Linear	6445.127	1	6445.127	8.945	.007
	Quadratic	8.909	1	8.909	.015	.903
	Cubic	281.600	1	281.600	1.603	.220
Error(WAKTU)	Linear	14409.845	20	720.492		
	Quadratic	11628.955	20	581.448		
	Cubic	3513.973	20	175.699		

**Tests of Between-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	5701818.182	1	5701818.182	132.361	.000
EXP_GROU	15715.636	1	15715.636	.385	.553
Error	861556.682	20	43077.834		

**Estimated Marginal Means****1. Kelompok Eksperimen****Estimates**

Measure: MEASURE\_1

Kelompok Eksperimen	Mean	Std. Error
Metode Exercise Kontinyu	241.182	31.290
Metode Exercise Interval	267.909	31.290

### Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE\_1

(I) Kelompok Eksperimen	(J) Kelompok Eksperimen	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
Metode Exercise Kontinyu	Metode Exercise Interval	-26.727	44.25	.553
Metode Exercise Interval	Metode Exercise Kontinyu	26.727	44.25	.553

Based on estimated marginal means

- a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

### Univariate Tests

Measure: MEASURE\_1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	3928.909	1	3928.909	.365	.553
Error	215389.2	20	10769.459		

The F tests the effect of Kelompok Eksperimen. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

### Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	.754	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
Wilks' lambda	.246	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
Hotelling's trace	3.062	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000
Roy's largest root	3.062	18.374 <sup>a</sup>	3.000	18.000	.000

Each F tests the multivariate effect of WAKTU. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

- a. Exact statistic

### 3. Kelompok Eksperimen \* WAKTU

Measure: MEASURE\_1

Kelompok Eksperimen	WAKTU	Mean	Std. Error
Metode Exercise Kontinyu	1	202.727	32.153
	2	261.182	30.567
	3	259.545	32.869
	4	241.273	31.654
Metode Exercise Interval	1	251.455	32.153
	2	299.727	30.567
	3	273.182	32.869
	4	247.273	31.654

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PENURUNAN GUDAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5852.525 <sup>a</sup>	2	2926.262	2.208	.137
Intercept	491.403	1	491.403	.371	.550
BMI	26.888	1	26.888	.020	.888
EXP_GROU	5354.362	1	5354.362	4.040	.059
Error	25178.748	19	1325.197		
Total	59832.000	22			
Corrected Total	31031.273	21			

a. R Squared = .189 (Adjusted R Squared = .103)

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PENURUNAN GUDAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5825.636 <sup>a</sup>	1	5825.636	4.622	.044
Intercept	28800.727	1	28800.727	22.853	.000
EXP_GROU	5825.636	1	5825.636	4.622	.044
Error	25205.636	20	1260.282		
Total	59832.000	22			
Corrected Total	31031.273	21			

a. R Squared = .188 (Adjusted R Squared = .147)

**Lampiran 9 :**

**DOKUMENTASI PENELITIAN**



**Accu Check Active Monitor**



**Treadmill**

### Pemeriksaan Kadar Gula Darah



### Pengukuran Nadi Pemanasan



### Pemanasan



### Latihan Menggunakan Treadmill

