

**HUBUNGAN PENGEMBANGAN RONGGA *THORAX* TERHADAP
KAPASITAS VITAL PARU PADA ATLET TIM BOLA BASKET PUTRI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA 2013**



Estee Andre Zella

6815092754

ILMU KEOLAHRAGAAN

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam
mendapatkan gelar sarjana olahraga

FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2013

ABSTRAK

ESTEE ANDRE ZELLA. Hubungan Pengembangan Rongga Thorax Terhadap Kapasitas Vital Paru Pada Atlet Bola Basket Putri Universitas Negeri Jakarta. SKRIPSI. Program Studi Ilmu Keolahragaan. Jurusan Olahraga Prestasi. Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta, Juni 2013.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang Hubungan Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru, baik secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama. Penelitian ini dilakukan di Poliklinik UNJ dan di Laboratorium Somatokinetika FIK UNJ pada bulan Mei sampai Juni 2013

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik studi korelasi. Sampel yang digunakan yaitu atlet basket tim putri UNJ 2013. Pengambilan sampel dengan menggunakan teknik total *sampling*, sebanyak 18 sampel dari 18 populasi. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan analisis statistika korelasi sederhana, yang dilanjutkan dengan uji-t pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

Hasil penelitian menunjukkan : terdapat hubungan yang berarti antara pengembangan rongga *thorax* dengan kapasitas vital paru, dengan persamaan regresi $\hat{Y} = 6841,952 + 107,8 X$. Artinya kapasitas vital paru dapat diketahui atau diperkirakan dengan persamaan regresi tersebut jika variabel pengembangan rongga *thorax* (X) diketahui. Koefisien korelasi (r) = 0,522, t hitung = 2,447, t tabel = 2,120, dengan demikian t hitung $>$ t tabel yang menunjukkan bahwa hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternanif (H_1) diterima dan koefisien determinasi $r^2 = 0,2725$, yang berarti variabel pengembangan rongga *thorax* memberikan sumbangan terhadap kapasitas vital paru sebesar 27.25%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan makalah ini guna sebagai syarat dalam mendapatkan gelar sarjana olahraga dengan judul “Hubungan Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru Pada Atlet Tim Bola Basket Putri Universitas Negeri Jakarta”

Pada kesempatan kali ini peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dalam penyusunan makalah ini, Bapak Dr. Abdul Sukur, M.Si selaku Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta. Bapak Tirto Apriyanto, S.Pd. M.Psi. selaku ketua jurusan Olahraga Prestasi, bapak Ramdan Pelana, M.Or selaku ketua program studi Ilmu Keolahragaan, dr.Ruliando Hasea Purba MARS, Sp.RM selaku pembimbing I, bapak Eko Juli Fitrianto, S.Or, M.Kes, AIFO selaku pembimbing II dan bapak Hadi Ramaddani, S.Pd selaku penasehat akademik, orang tua yang selalu memberi dukungan baik moral maupun material serta kasih sayang yang tulus, teman-teman KOP bola basket UNJ Keluarga Besar IKOR dan teman-teman FIK 2009 yang telah memberikan dorongan semangat dalam penyusunan makalah ini serta semua pihak yang telah memberikan pengarahan sehingga terselesaikan makalah ini.

Harapan peneliti semoga penelitian ini dapat menambah ilmu, mengembangkan ilmu yang telah peneliti dapat di Fakultas Ilmu Keolahragaan serta bermanfaat bagi para pelatih, atlet dan mahasiswa FIK pada khususnya dan bagi masyarakat sebagai tempat mengabdikan pada umumnya.

Jakarta, 25 Juni 2013

Estee Andre Zella

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	5
D. Perumusan Masalah	5
E. Kegunaan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Kerangka Teori	7
1. Hakikat Sistem Pernapasan	7
1.1. Respirasi Aerob dan Anaerob	9
1.2. Proses Pernapasan.....	13
1.3. Kelainan Dan Penyakit Sistem Pernapasan	15
1.4. Pengaruh Latihan Fisik.....	16
2. Hakikat Rongga <i>Thorax</i>	19
2.1. <i>Viscera Thoracis</i>	22
2.2. Mekanisme Dasar Pengembangan dan Pengempisan Rongga <i>Thorax</i>	24
2.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengembangan Rongga <i>Thorax</i>	29

3. Hakikat Volume dan Kapasitas Vital Paru.....	32
3.1. Faktor Lain yang Mempengaruhi Kapasitas Vital Paru	36
B. Kerangka Berpikir.....	39
C. Pengajuan Hipotesis	42
BAB III METODE PENELITIAN.....	44
A. Tujuan Penelitian.....	44
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	44
C. Metode Penelitian.....	44
D. Desain Penelitian	45
E. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel.....	45
F. Instrumen Penelitian	46
G. Teknik Pengumpulan Data	46
H. Teknik Pengolahan Data	48
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	51
A. Deskripsi Data.....	51
1. Data Pengembangan rongga <i>thorax</i> (X)	52
2. Data Kapasitas Vital Paru (Y).....	54
B. Pengujian Hipotesis.....	55
1. Hubungan Pengembangan Rongga <i>Thorax</i> dengan Kapasitas Vital Paru.....	55
BAB V PENUTUP	57
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Tiga Tahap Proses Respirasi Aerob.....	10
Gambar 2: Rongga <i>Thorax</i> Saat Inspirasi Dan Ekspirasi.....	14
Gambar 3: Kerangka <i>Thorax</i>	21
Gambar 4: Proyeksi Paru Pada Dinding <i>Thorax</i>	23
Gambar 5: Kelainan Bentuk Pada <i>Thorax</i>	30
Gambar 6a-6b: Pengukuran Pada Bagian <i>Upper</i> Dan <i>Midthoracic</i>	31
Gambar 7: Nilai Rata-Rata Ekspansi Dada Pada Intercostal Ke-4.....	31
Gambar 8: Volume Dan Kapasitas Paru-Paru.....	35
Gambar 9. Histogram Data Pengembangan Rongga <i>Thorax</i>	53
Gambar 10. Histogram Data Kapasitas Vital Paru.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tahap Latihan <i>Endurance</i>	17
Tabel 2. Latihan Daya Tahan Anaerobik Alaktasit.....	19
Tabel 3. Deskripsi Data Penelitian Pengembangan Rongga <i>Thorax</i> dan Kapasitas Vital Paru (KV) Atlet Bola Basket Putri UNJ 2013....	51
Tabel 4. Distribusi Frekuensi Pengembangan Rongga <i>Thorax</i>	52
Tabel 5. Distribusi Frekuensi Kapasitas Vital Paru (Y).....	54
Tabel 6. Uji Keberartian Koefisien Korelasi X terhadap Y.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 1. Daftar Hasil Pengukuran Lingkar Pengembangan Rongga <i>Thorax</i> Paru (X).....	61
Tabel 2. Daftar Hasil tes Pengembangan Rongga <i>Thorax</i> (X) dan Kapasitas Vital Paru (Y).....	63
Tabel 3. Data mentah Hasil Tes Pengembangan Rongga <i>Thorax</i> (X) dan Kapasitas Vital Paru (Y).....	64

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Olahraga bertujuan untuk memperbaiki potensi fisik, mengurangi pemberian obat-obatan, memperbaiki emosi, mempertahankan kebugaran seseorang, mengurangi kekambuhan dan menurunkan resiko kematian sebelum waktunya, olahraga juga merupakan suatu perilaku aktif yang melibatkan sistem kardiovaskular dan respiratori.

Peningkatan daya tahan kardiorespirasi dapat terlihat dengan mengukur VO_2 max (ambilan oksigen maksimal), selain itu peningkatan daya tahan kardiorespirasi juga dapat terlihat dengan mengukur nilai kapasitas vital penafasan paru-paru. Karena pada saat berolahraga terjadi kerjasama berbagai otot tubuh yang ditandai dengan perubahan kekuatan otot, kelenturan otot, kecepatan reaksi, ketangkasan, koordinasi gerakan dan daya tahan (*endurance*) sistim kardiorespirasi yang efeknya akan berpengaruh terhadap kapasitas vital.

Untuk itu bagi para remaja yang ingin menjaga kebugaran sejak dini, banyak sekali pilihan olahraga yang dapat diminati karena perkembangan zaman yang begitu cepat kemajuannya, salah satunya adalah cabang olahraga bola basket. Karena olahraga ini banyak dimainkan oleh segala usia, jenis kelamin dan dengan beragam ukuran tubuh.

Permainan bola basket adalah permainan yang ditentukan oleh skor pada waktu yang sudah ditentukan yaitu 4x10 menit. Dalam waktu tersebut, pemain bola basket dituntut untuk mempunyai kebugaran fisik yang baik agar dapat bermain konsisten dan penuh konsentrasi. Kebugaran fisik yang baik ini dapat dinilai dengan Vo_{2max} dan kapasitas vital yang baik juga. Tingkatan keahlian khusus pada olahraga akan membedakan seorang juara dengan yang lainnya. Pada bola basket, semakin baik seorang pemain dapat *dribble*, menembak dan mengoper, maka semakin baik kemungkinannya untuk sukses. Tetapi keahlian khusus olahraga tersebut akan menjadi terbatas oleh kondisi fisik yang lemah.

Pada permainan bola basket lebih dominan menggunakan sistem energi anaerobik, yaitu sistem energi yang tidak menggunakan oksigen pada proses pembentukannya dan salah satu hasil dari prosesnya yaitu asam laktat. Anaerobik seseorang dikatakan baik apabila seseorang tersebut memiliki toleransi terhadap asam laktat yang tinggi. Pada prosesnya untuk meningkatkan keahlian bola basket hanya akan berhasil jika dibentuk basis fisik tersebut berulang kali. Karena untuk mempunyai kemampuan anaerobik yang bagus, diperlukan kemampuan aerobik yang bagus terlebih dahulu, yang dapat terlihat dari kemungkinan banyaknya oksigen yang dapat masuk ke dalam paru-paru.

Melihat kenyataan di atas maka peneliti berkeinginan untuk mengadakan suatu penelitian yang menjadi masalah kondisi fisik pada tim

putri bola basket UNJ, peneliti melihat bahwa terjadi gap atau ketidak idealan saat pertandingan. Idealnya adalah seorang atlet dalam satu tim seharusnya dapat bermain dengan kondisi fisik yang bagus sampai dengan permainan selesai atau kuartir ke empat, namun disini terlihat kondisi fisik mulai melemah pada pertengahan kuartir ketiga hingga empat jika dilihat dari efektifitas denyut nadi.

Oleh karena itu untuk meningkatkan kemampuan aerobik dibutuhkan kapasitas vital yang bagus juga. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas vital adalah otot-otot pernafasan, karena otot -otot ini lah yang juga dapat menyebabkan pengembangan rongga *thorax*. Karena pada cabang olahraga bola basket dapat melatih seluruh sistem dan fungsi organ-organ pada tubuh kita seperti otot-otot rangka, otot-otot pernapasan dan seluruh anggota gerak lainnya.

Faktor-faktor tersebut harus diperhatikan untuk meningkatkan kemampuan fungsional tubuh sehingga dengan demikian memungkinkan atlet untuk mencapai prestasi yang lebih baik.

Hal inilah yang membuat peneliti ingin meneliti tentang “Hubungan Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru”. Selain itu penelitian ini akan berarti kepada seluruh insan bola basket, karena permainan bola basket membutuhkan kemampuan seseorang yang memiliki Kapasitas Vital Paru dan Vo_{2max} yang tinggi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan tersebut, maka identifikasi masalah yang didapat sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh olahraga bola basket terhadap kesehatan mahasiswa dan atlet di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta?
2. Apakah ada pengaruh olahraga bola basket terhadap peningkatan kondisi fisik atlet putri Universitas Negeri Jakarta?
3. Apakah *recovery* dapat mempengaruhi kondisi fisik pada atlet putri bola basket Universitas Negeri Jakarta?
4. Apakah asupan gizi yang baik dapat mempengaruhi kondisi fisik pada atlet putri bola basket Universitas Negeri Jakarta?
5. Apakah ada pengaruh olahraga bola basket terhadap peningkatan kapasitas Vital Paru-paru atlet putri Universitas Negeri Jakarta?
6. Apakah ada pengaruh kekuatan otot-otot pernapasan dengan pengembangan rongga *thorax*?
7. Apakah latihan bola basket dapat meningkatkan pengembangan rongga *thorax* mahasiswa dan atlet di Fakultas Olahraga Universitas Negeri Jakarta?
8. Apakah ada hubungan antara pengembangan rongga *thorax* dengan kapasitas vital paru-paru pada atlet bola basket putri Universitas Negeri Jakarta?

C. Pembatasan Masalah

Agar permasalahan ini tidak keluar dari ruang lingkup penelitian, maka peneliti membatasi pada “Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru pada Atlet Tim Bola Basket Putri Universitas Negeri Jakarta 2013”

D. Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan tersebut sebagai berikut:

Apakah terdapat hubungan antara Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru pada Atlet Tim Bola Basket Putri Universitas Negeri Jakarta?

E. Kegunaan Penelitian

1. Untuk mengetahui apakah ada hubungan antara pengembangan rongga *thorax* terhadap kapasitas vital paru pada atlet bola basket putri Universitas Negeri Jakarta?
2. Sebagai pedoman untuk mengukur kemampuan atlet yang akan dilatih dan di pilih apakah dapat berkembang, dengan memperhatikan pengembangan rongga *thorax*.

3. Sebagai referensi dalam pengetahuan para pelatih untuk memberikan acuan atau petunjuk melatih dengan metode dan landasan yang benar.

BAB II

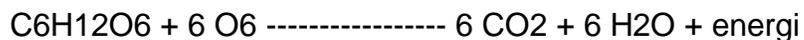
TINJAUAN PUSTAKA

A. KERANGKA TEORI

1. Hakikat Sistem Pernapasan

Pernapasan adalah seluruh deret peristiwa yang dimulai dengan pengisapan udara luar dan berakhir dengan oksidasi sel, termasuk pengeluaran CO₂ ke udara luar. Fungsi pernafasan adalah sebagai ventilasi paru yaitu proses pertukaran oksigen dan karbondioksida antara sel dengan lingkungan, untuk mengatur jumlah air yang terdapat di dalam sistem tubuh dan juga untuk membantu mengurangi panas tubuh.

Salah satu fungsi makanan yang kita konsumsi setiap hari adalah sebagai sumber energi. Untuk memperoleh energi dari makanan, perlu oksidasi terlebih dahulu. Untuk proses oksidasi diperlukan oksigen. Oksidasi yang berlangsung di dalam tubuh disebut oksidasi biologi. Contoh:



Gula oksigen karbondioksida air

Proses pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida berlangsung secara difusi. Oksigen akan menuju semua sel dalam semua jaringan melalui alat-alat pernafasan. Di dalam sel-sel tersebut gas oksigen menuju mitokondria untuk melakukan respirasi seluler. Respirasi seluler adalah proses pemecahan glukosa untuk menghasilkan energi melalui proses

glikolisis, siklus krebs dan transport elektron. Reaksi pemecahan glukosa membutuhkan glukosa dan oksigen sehingga mampu menghasilkan energi, air, dan gas karbondioksida.

Setelah melalui saluran hidung dan faring, udara inspirasi berjalan menuruni trakea, melalui bronkiolous, bronkiolous respiratorius dan duktus alveolaris sampai ke alveoli sedangkan karbondioksida akan keluar melalui jalan kebalikannya.

Menurut Guyton & Hall dalam bukunya yang berjudul Buku Ajar fisiologi kedokteran, ia mengatakan tujuan dari pernapasan adalah:

Untuk menyediakan oksigen bagi jaringan dan membuang karbondioksida. Untuk mencapai tujuan ini, pernapasan dapat dibagi menjadi empat fungsi utama: (1) ventilasi paru, yang berarti masuk dan keluarnya udara antara atmosfer dan alveoli paru, (2) difusi oksigen dan karbondioksida antara alveoli dan darah, (3) pengangkutan oksigen dan karbondioksida dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel jaringan tubuh, (4) pengaturan ventilasi dan hal-hal lain pernapasan.¹

Jumlah udara yang kita hirup berbeda-beda, tergantung pada kegiatan kita. Pada saat beristirahat, seorang dewasa menghirup kurang lebih 500 mililiter udara setiap kali bernapas.

Kita biasanya bernapas kira-kira 10 sampai 14 kali tiap menit, jadi untuk tiap menitnya kita menghirup lima sampai tujuh liter udara. Tetapi, bila kita sedang berolahraga dengan giat, misalnya berlari, jumlah udara yang

¹ Guyton & Hall, Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi II, (Jakarta: Buku Kedokteran EGC, 2008) h.h. 495-496

kita hirup dapat mencapai 100 liter tiap menitnya, udara sebanyak ini untuk menambah oksidasi pada otot. Walaupun demikian, dalam beberapa menit persediaan oksigen dalam darah akan habis terpakai, sehingga kita masih akan terengah-engah selama beberapa saat meskipun latihan telah selesai.

Bagian-bagian tubuh yang memerlukan banyak energi perlu mendapatkan aliran darah yang lebih banyak. Karena itu, otak dan otot menerima aliran darah yang sangat banyak yang didalamnya terdapat sejumlah besar kapiler.

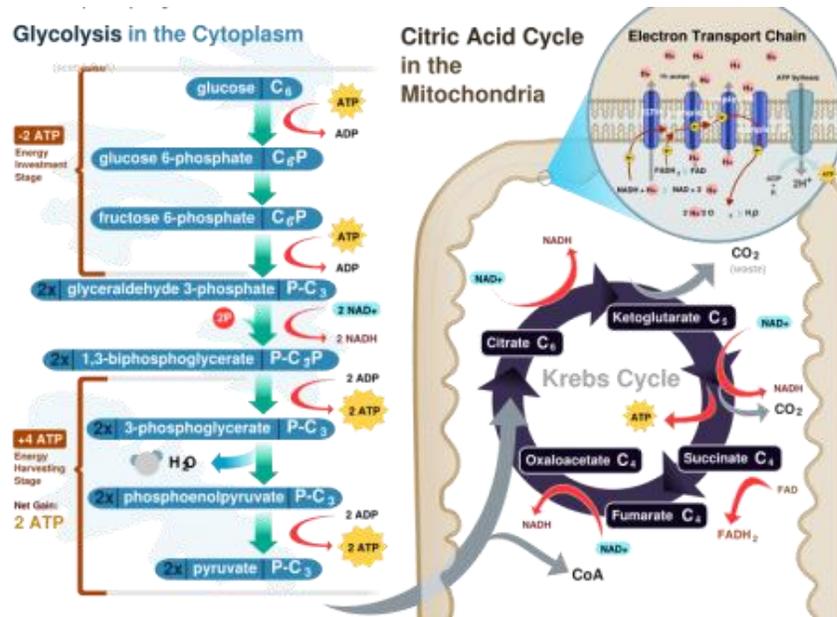
1.1. Respirasi Aerob dan Anaerob

1.1.1. Respirasi Aerob

Respirasi aerob adalah reaksi katabolisme yang membutuhkan suasana aerobik sehingga dibutuhkan oksigen, dan reaksi ini menghasilkan energi dalam jumlah besar. Energi ini dihasilkan dan disimpan dalam bentuk energi kimia yang siap digunakan, yaitu ATP. Pelepasan gugus posfat menghasilkan energi yang digunakan langsung oleh sel untuk melangsungkan reaksi-reaksi kimia, pertumbuhan, transportasi, gerak, reproduksi, dan lain-lain. Reaksi respirasi aerob secara sederhana adalah :



Proses respirasi aerob berlangsung dalam 3 tahap yang berurutan, yaitu :



Gambar 1: Tiga tahap proses respirasi aerob

Sumber: gambar-anatomi.html diakses 17 Juli 2013 pukul 12.00

1. Glikolisis

Glikolisis adalah peristiwa pemecahan satu molekul glukosa (senyawa beratom C 6 buah) menjadi 2 molekul asam piruvat (senyawa beratom C 3 buah). Peristiwa ini berlangsung di dalam sitosol (sitoplasma) sel hidup dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen bebas) dikatalis oleh enzim-enzim antara lain: *heksokinase*, *isomerase*, *fosfogliserokinase*, *piruvatkinase*, *dehidrogenase*. Tahap ini menghasilkan 2 molekul ATP dan 2 molekul NADH₂.

2. Siklus Krebs

Siklus Krebs diawali dengan masuknya Asetil CoA (berat atom C2) yang bereaksi dengan asam oksaloasetat (berat atom C4) menghasilkan Asam Sitrat (berat atom C6).

Secara bertahap Asam sitrat melepaskan 2 atom C nya sehingga kembali menjadi asam oksaloasetat (berat atom C4), peristiwa ini diikuti dengan reaksi reduksi (pelepasan elektron & ion hidrogen) oleh NAD^+ dan FAD^+ menghasilkan 2 molekul NADH_2 , 2 molekul FADH_2 , dan 2 molekul ATP. Dari seluruh rangkaian peristiwa siklus Krebs dihasilkan : 4 molekul CO_2 , 6 molekul NADH_2 , 2 molekul FADH_2 , dan 2 molekul ATP.

3. Transpor elektron

Tahap akhir dari respirasi aerob adalah sistem transpor elektron sering disebut juga sistem (enzim) *sitokrom oksidase* atau sistem rantai pernapasan yang berlangsung pada krista dalam mitokondria. Pada tahap ini melibatkan donor elektron, akseptor elektron, dan reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Donor elektron adalah senyawa yang dihasilkan selama tahap glikolisis maupun siklus Krebs dan berpotensi untuk melepaskan elektron, yaitu NADH_2 dan FADH_2 .

1.1.2. Respirasi Anaerob

Respirasi anaerob merupakan salah satu proses katabolisme yang tidak menggunakan oksigen bebas sebagai penerima atom hidrogen (H) terakhir, tetapi menggunakan senyawa tertentu (seperti: etanol, asam laktat). Asam piruvat yang dihasilkan pada tahapan glikolisis dapat dimetabolisasi menjadi senyawa yang berbeda (ada/tersedianya oksigen atau tidak).

Pada kondisi aerobik (tersedia oksigen) sistem enzim mitokondria mampu mengkatalisis oksidasi asam piruvat menjadi H_2O dan CO_2 serta menghasilkan energi dalam bentuk ATP (Adenosin Tri Phosphat).

Pada kondisi anaerobik (tidak tersedia oksigen), suatu sel akan dapat mengubah asam piruvat menjadi CO_2 dan etil alkohol serta membebaskan energi (ATP). Atau oksidasi asam piruvat dalam sel otot menjadi CO_2 dan asam laktat serta membebaskan energi (ATP).

Bentuk proses reaksi yang terakhir disebut, lazim dinamakan fermentasi. Proses ini juga melibatkan enzim-enzim yang terdapat di dalam sitoplasma sel.

Pada respirasi anaerob, tahapan yang ditempuh meliputi :

1. Tahapan glikolisis, dimana 1 molekul glukosa (C_6) akan diuraikan menjadi asam piruvat, NADH dan 2 ATP.
2. Pembentukan alkohol (fermentasi alkohol), atau pembentukan asam laktat (fermentasi asam laktat).

3. Akseptor elektron terakhir bukan oksigen, tetapi senyawa lain seperti : alkohol, asam laktat.
4. Energi (ATP) yang dihasilkan sekitar 2 ATP.

1.2. Proses Pernapasan

a. Inspirasi

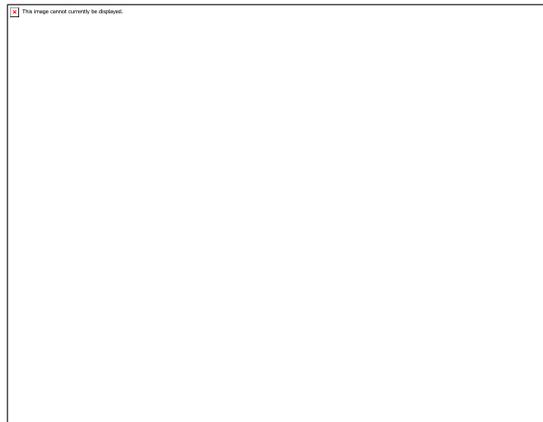
Inspirasi merupakan proses masuknya udara ke dalam paru-paru, mekanismenya adalah proses aktif yang diawali dengan membesarnya rongga dada, akibatnya tekanan rongga dada bertambah kecil, udara sekitar tekanannya relatif tetap dan udara dalam paru-paru relatif kecil sehingga oksigen masuk ke dalam paru-paru.

Kerja inspirasi dapat dibagi menjadi tiga bagian: (1) yang dibutuhkan untuk pengembangan paru dalam melawan daya elastisitas paru dan dada, yang disebut kerja kompilans atau kerja elastik, (2) yang dibutuhkan untuk mengatasi viskositas paru dan struktur dinding dada yang disebut kerja resistensi jaringan, (3) yang dibutuhkan untuk mengatasi resistensi jalan napas terhadap pergerakan udara ke dalam paru, yang disebut kerja resistensi jalan

napas. Otot-otot saat inspirasi adalah *m. intercostalis eksterna*, *m.sternokleidomastoideus*, *m.serratus anterior* dan *m.skalenus*.²

b. Ekspirasi

Ekspirasi merupakan proses keluarnya udara dari paru-paru. Pada ekspirasi udara dialirkan keluar paru-paru ialah dengan mengecilkan rongga dada, akibatnya tekanan dalam rongga dada bertambah besar dan udara dalam paru-paru relatif besar sehingga oksigen keluar dari paru-paru. Menurut kerja pernapasannya, ekspirasi adalah proses yang hampir seluruhnya pasif akibat daya lenting paru dan rangka dada. Namun tetap ada otot-otot yang mendukung saat ekspirasi, otot-otot tersebut adalah *m. rektus abdominis* dan *m. interkostalis internus*.³



Gambar 2 : Rongga *thorax* saat inspirasi dan ekspirasi

Sumber: <http://kesehatan.kompasiana.com/medis/2012/08/10/manfaat-teknik-pernafasan-perut-untuk-kesehatan-484820.html> Diakses 13 Desember 2012

² Guyton, Hall. Ibid h.495

³ Guyton, Hall. Ibid h.496

Dapat disimpulkan bahwa, respirasi adalah peristiwa menghirup udara dari atmosfer yang mengandung oksigen kemudian melewati hidung-faring-trakea-bronkus-bronkiolous sampai oksigen tersebut berdifusi dengan karbondioksida pada alveolous yang kemudian karbondioksida tersebut kembali dikeluarkan oleh tubuh melalui jalan kebalikan dari oksigen atau udara yang masuk tadi. Dalam paru-paru terjadi pertukaran zat oksigen ditarik dari udara masuk kedalam darah dan CO_2 akan dikeluarkan melalui traktus respiratorius dan masuk ke dalam tubuh melalui kapiler vena pulmonalis kemudian masuk ke serambi kiri jantung (atrium sinistra) dilanjutkan ke aorta kemudian ke seluruh tubuh (jaringan dan sel) disini terjadi oksidasi (pembakaran) sebagai ampas dari pembakaran adalah CO_2 dan zat ini dikeluarkan melalui peredaran darah vena masuk ke jantung diteruskan ke bilik kanan dan dari sini keluar melalui arteri pulponaris ke jaringan paru-paru akhirnya akan dikeluarkan menembus lapisan epitel dari alveoli.

1.3. Kelainan dan Penyakit Sistem Pernapasan

Berikut ini adalah beberapa macam gangguan yang umum terjadi pada saluran pernapasan manusia :

1. Influenza (flu)
2. Asma atau sesak napas
3. Tuberkulosis (TBC)

Macam-macam peradangan pada sistem pernapasan manusia:

1. Rinitis
2. Faringitis
3. Laringitis
4. Bronkitis
5. Sinusitis
6. Asfikasi

1.4. Pengaruh Latihan Fisik

Latihan adalah suatu usaha meningkatkan gerak tubuh yang dilakukan secara berulang-ulang untuk menimbulkan automatisasi dalam suatu latihan, kegiatan, dan suatu proses untuk tujuan yang dicapai. Sedangkan latihan fisik adalah situasi atau kondisi tubuh yang mampu untuk bekerja dalam waktu yang lama, tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan setelah mengerjakan pekerjaan atau aktifitas olahraga.

Menurut Wiliam F. Ganong dalam bukunya yang berjudul Buku Ajar Fisiologi Kedokteran mengatakan bahwa

Pada saat memulai latihan fisik/berolahraga, untuk memenuhi kebutuhan oksigen jaringan aktif serta pengeluaran karbondioksida dan panas selama melakukan latihan fisik, diperlukan kerja terpadu berbagai mekanisme kardiovaskular dan pernapasan.⁴

Perubahan sirkulasi akan meningkatkan aliran darah ke otot, sementara sirkulasi pada bagian tubuh yang lain harus dipertahankan. Selain

⁴ William F. Ganong, Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC) h.655

itu, ambilan oksigen dari darah pada otot yang bekerja akan meningkat sehingga sejumlah tambahan oksigen dapat disediakan dan sebagian panas serta kelebihan karbondioksida akan dikeluarkan. Selama latihan fisik, jumlah oksigen yang memasuki aliran darah di paru-paru meningkat, karena adanya kenaikan jumlah oksigen yang ditambahkan pada tiap satuan darah serta bertambahnya aliran darah pulmonal permenit.

Olahraga sangatlah bermanfaat, tetapi bila dilakukan tanpa memperhatikan kaidah yang benar, maka akan berkurang kemanfaatannya. Kaidah-kaidah yang harus diperhatikan adalah (1) Volume latihan yaitu jumlah waktu dalam latihan (2) Intensitas Latihan atau seberapa berat tingkat kesulitan saat latihan (3) Densitas (4) Kompleksitas Latihan.

Berikut ini disajikan tabel pada tahap latihan fisik/*endurance* yang berpengaruh pada fungsi fisiologis atau denyut nadi.

Tabel 1: Tahap Latihan *Endurance*

LEVEL	SASARAN	DURASI	DENYUT NADI
I	<i>Aerobic Fundamental</i> (Dasar Aerobik)	40 menit - 3 jam	130-140x/ menit
II	<i>Aerobic Development</i> (Pengembangan Aerobik)	12 menit – 30 menit	140–150x/ menit
III	<i>Anaerobic Treshold</i> (Ambang Anaerobik)	2 menit – 12 menit	160-170x/menit

IV	<i>Lactate Tolerance</i> (Daya tahan toleransi terhadap laktat)	35 detik - 95 detik	185-195x/menit
V	<i>Maximum Aerobic Exercise</i> (Latihan Aerobik Maksimum)	+/- 5 menit	Selalu meningkat s/d 200x/ menit (hanya pada cabor siklis)

Metode-metode Latihan Daya Tahan Aerobik:

1. Lari/kerja yang berlangsung lama
 - a. Dengan tempo yang tetap.
 - b. Dengan tempo yang berubah-ubah.
2. Lari lintas alam (*cross country run*)
3. Fartlek (bermain-main kecepatan)
4. Lari dengan prinsip interval, disebut juga *Jog and Stride* (*jog* sebagai interval dan *stride* sebagai latihan).
5. Latihan daya tahan dengan metode interval.

Metode Melatih Daya Tahan Anaerobik

Kita mengenal berbagai latihan daya tahan anaerobik, antara lain latihan daya tahan anaerobik yang :

- a. Alaktasit (*Anaerobic Alactacid Training*)
- b. Laktasit (*Anaerobic Lactacid Training*)

c. Toleransi terhadap Laktat (*Anaerobic Lactacid Tolerance Training*)

Latihan daya tahan anaerobik alaktasit dapat diuraikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Latihan Daya Tahan Anaerobik Alaktasit

Lamanya Latihan	Klasifikasi	Penyediaan Energi Oleh	Catatan
1– 4 detik	Anaerobik alaktasit	ATP	Pembentukan asam laktat dalam jumlah banyak
4–20 detik	Anaerobik alaktasit	ATP + CP	
20–45 detik	Anaerobik alaktasit + Anaerobik laktasit	ATP, CP Glukogen otot	

Proses pembentukan laktat:

1. ATP → ADP + Energi (1 – 2 detik)
2. KP + ADP → ATP + Kreatin (Anaerobik Alaktasid) : 6 – 8 detik
3. Glukosa + ADP → ATP + Laktat (Anaerobik Laktasid) : 8 – 2'
4. Glukosa + O₂ + ADP → ATP + Air + CO₂ (Aerobe Alaktasid): 1 jam
5. Lemak + O₂ + ADP → ATP + Air + CO₂ (Aerobe Alaktasid): tak terbatas

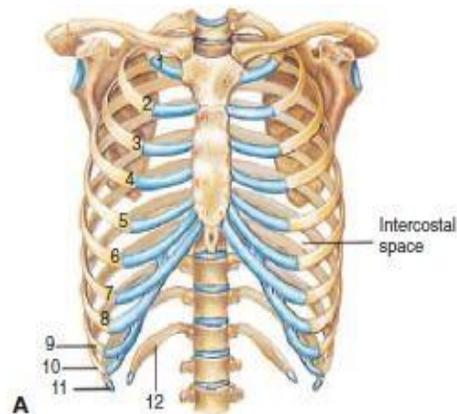
2. Hakikat Rongga *Thorax*

Kerangka tubuh manusia atau skelet adalah suatu susunan tulang yang terdapat pada tubuh. Kerangka ini berguna untuk membentuk tubuh, melindungi bagian-bagian tubuh, tempat melekatnya jaringan-jaringan otot dan sebagai alat pasif di dalam membantu gerak. Kerangka pada dasarnya

dibagi atas tiga bagian besar, yaitu tulang batang tubuh, tulang anggota dan tulang tengkorak. Rongga *thorax* yang terdiri dari tulang rusuk, tulang dada dan tulang belakang bagian dari tulang batang tubuh.

Rangka manusia terdiri atas kurang lebih 206 tulang. Berdasarkan letak tulang-tulang terhadap sumbu tubuh, rangka manusia dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama rangka tubuh manusia adalah rangka aksial yang berada di bagian tengah sumbu tubuh, kedua rangka tubuh manusia adalah rangka apendikular yang berada di bagian tepi dari sistem rangka aksial. Rangka aksial terdiri atas tulang kepala (tengkorak), ruas-ruas tulang belakang (*vertebrae*), tulang dada (*sternum*), dan tulang rusuk (*kosta*). Rangka apendikular terdiri atas gelang bahu, anggota gerak atas (tungkuai atas), gelang panggul, dan anggota gerak bawah (tungkuai bawah).

Tulang Dada (*Sternum*) dan Tulang Rusuk (*Costa*). Tulang dada terdiri atas bagian hulu atau tangkai (*manubrium sterni*), bagian badan (*corpus sterni*), dan taju pedang (*processus xyphoideus*). Tulang rusuk terdiri atas 12 pasang tulang rusuk, yaitu 7 pasang rusuk sejati (*costa vera*), 3 pasang rusuk palsu (*costa spuria*), dan 2 pasang rusuk melayang (*costa fluctuantes*).



Gambar 3: Kerangka thorax

Sumber: www.recipeland.com diakses 12 Desember pukul 12.00

Menurut J. Matakupan dan Aip Sjarifudin, dalam bukunya Anatomi dan Fisiologi, menerangkan bahwa:

Thorax atau dada mempunyai rongga yang disebut *cavum thoraxis*, adalah suatu ruangan pelindung alat-alat pernafasan, jalan pernafasan dan paru-paru. Selain dari itu juga sebagai pelindung dari pusat penggerak peredaran darah dalam tubuh, yaitu jantung. Oleh karena itu keadaan rongga *thorax* atau rongga dada harus kuat.⁵

Dinding *thorax* dibentuk oleh *vertebrae thoracales 1 – 12*, *discus intervertebralis*, *costae 1-12 dextra* dan *sinistra cartilage costae*, *sternum*, pembuluh darah, fascia yang melekat pada tulang tersebut dan terapat pula otot-otot yang melekat pada dinding *thorax*, yaitu *m. intercostalis externus*, *m.intercostalis internus*, *m.levator costae*, *m.subcostalis*, *m.transversus thoracis*, *m.serratus posterior superior*, *m.serratus posterior inferior*.

⁵ J. Matakupan dan Aip Sjarifudin, *Anatomi dan Fisiologi*, (Jakarta: Dept. Pendidikan dan Kebudayaan PT. Dulang Mas Kerta: 1985) hal. 101

Dapat disimpulkan bahwa rangka dada atau yang biasa disebut *thorax* tersusun atas tulang dan tulang rawan. *Thorax* berupa sebuah rongga berbentuk krucut, dibawah lebih lebar daripada diatas dan yang dibelakang lebih panjang daripada di depan. Batas-batas yang membentuk rongga di dalam *thorax* adalah dibagian depan terdapat os.sternum dibagian samping dibatasi oleh *os.costae*, dibagian belakang dibatasi oleh *os.thorakalis* dan di bagian bawah dibatasi oleh diaphragma.

2.1. *Viscera thoracis*

Viscera Thoracis ialah organ-organ yang menempati ruangan yang disebut *cavum thoracis*, yakni ruangan yang dibatasi atau terletak dalam *thorax*.

Isi *cavum thoracis* adalah:

1. Mediastinum

Yaitu ruangan dalam *cavum thoracis* yang ditempati cor dan pulmo. Mediastinum terbagi menjadi mediastinum superior, posterior, anterior dan medius

2. Tractus respiratorius

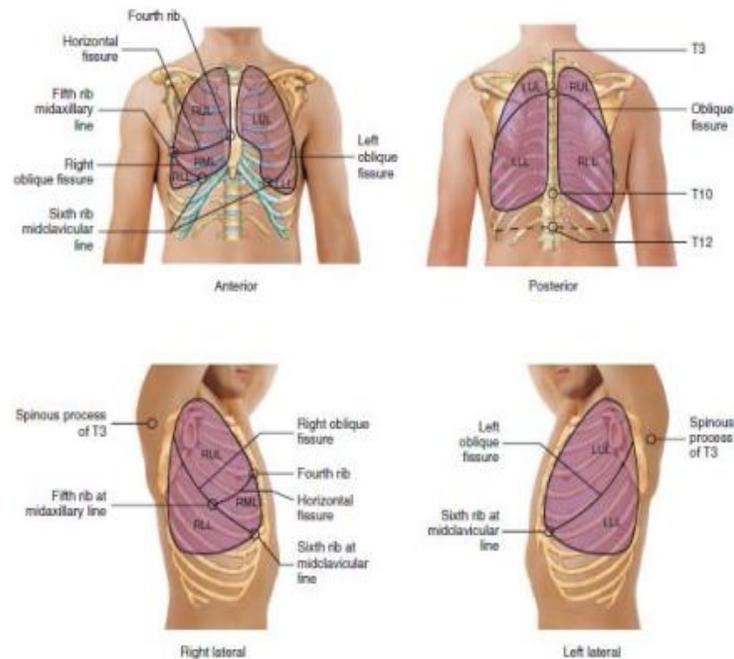
Yang terletak dalam *cavum thoracis* adalah:

a. Trachea bronchus dengan cabang-cabangnya

Trachea merupakan tabung cartilagineus lanjutan dari larynx. Urutan saluran yang melalui udara pernafasan adalah

cavum nasi – choanaenasopharynx – larynx – trachea – bronchus primaries – bronchus secundus – bronchus terius – bronchiolous respiratorius – ductus alveolris – atrium alveolaris – alveolus.

b. Pulmo



Gambar 4: Proyeksi paru pada dinding *thorax*
Sumber: Penuntun skills respirasi

Pulmo merupakan jaringan yang bersifat spongiosa dan elastis, terdiri atas dexter dan sinister. Pulmo dexter terdiri atas tiga lobus, sedangkan pulmo sinister terdiri atas dua lobus.

3. System cardio vasculair yang terdapat dalam *cavum thoracis* adalah:

- a. Cor (jantung)
- b. Aorta
- c. A. pulmonalis
- d. Vena cava superior

4. Oesophagus

Merupakan tabung muscular dan membentang dari *pharynx* sampai *ventriculus*. Gerakan pada oesophagus adalah peristaltik, gerakan ini akan mendorong makanan dari oral ke anal.

5. Gld.thymus

Gld.thymus terletak dalam mediastinum yang dapat menghasilkan *anti body (thymocyt)*.

2.2. Mekanisme Dasar Pengembangan dan Pengempisan Rongga Thorax

Pada saat respirasi rongga dada akan membesar yang disebabkan oleh Bergeraknya *costae* ke cranial di *artic.costo vertebrae* yang mengakibatkan rongga dada mengembang.

Kontraksinya otot-otot *diaphragma*, yang mengakibatkan *diaphragma* turun ke caudal dan membesarkan rongga dada. Pembesaran rongga dada ini disebut inspirasi. Inspirasi dilakukan oleh otot-otot yang menarik *costae* ke cranial yaitu:

- *m. intercostalis externus*
- *m. levator costae*
- *m. serratus posterior superior*
- *mm. scalene*

Sedang ekspirasi terjadi bila rongga dada mengecil, hal ini terjadi bila *costae* turun ke caudal dan otot-otot diafragma relaxasi. Otot-ototnya adalah:

- *m.serratus posterior inferior*
- *m.intercostalis internus*
- *m.transversus thoraxis*

Prinsip dari proses pernapasan adalah memasukan udara dengan membesarkan ruangan dada. Rongga dada dibatasi oleh tulang belakang, tulang-tulang rusuk, tulang sekat dada, otot-otot yang terdapat antara tulang-tulang iga dan diafragma. Diafragma ini memisahkan rongga dada dengan perut. Pembesaran rongga dada terjadi kearah vertikal (tegak lurus), sagital (muka-belakang) dan transversal (samping).

Inspirasi dicapai dengan meninggikan bagian anterior dari tulang rusuk sekitar sumbu sendi mereka dengan tulang punggung. Hal ini meningkatkan diameter anterior-posterior, transversal dan vertikal dada dan dengan demikian mengurangi tekanan intratoraks sehingga kecenderungan paru elastis untuk menyusut ke akarnya diatasi, dan aliran udara ke paru-paru, yang memungkinkan untuk berkembang. Gerakan-gerakan ini dibantu oleh: (1) kontraksi diafragma yang menekan isi perut dan meningkatkan tingkat vertikal dada, dan (2) oleh otot-otot dinding perut posterior yang tahan tulang rusuk yang lebih rendah dan dengan demikian membuat elevasi dari tulang rusuk bagian atas lebih efektif meningkatkan diameter vertikal dada.

Ekspirasi terjadi karena elastisitas dari paru-paru, yang dibantu oleh otot-otot yang menekan bagian anterior dari tulang rusuk dan diafragma dalam keadaan rileks. Dalam kondisi patologis tertentu elastisitas paru-paru

hilang dan *thorax* cenderung tetap permanen dalam posisi inspirasi, sehingga menyebabkan kesulitan pernafasan yang besar, khususnya dalam kedaluwarsa. Elastisitas besar dari paru-paru normal ditunjukkan oleh fakta bahwa jika jarum berongga diperkenalkan ke dalam rongga pleura melalui dinding dada, udara akan mengalir melalui di dalam rongga bahkan selama ekspirasi dan paru-paru menyusut turun ke akar sampai itu adalah hanya sebagian kecil dari ukuran normal.

a. Pembesaran ke arah vertical

Pembesaran kearah vertical disebabkan karena kontraksi otot diafragma. Diafragma ini terdiri dari bagian otot dan bagian urat otot. Ruang yang kosong di antara diafragma dan paru-paru, akan segera pula diisi oleh jaringan paru-paru saat inspirasi.

b. Pembesaran kearah sagital dan transversal

Pembesaran ini terjadi dikarenakan tulang-tulang rusuk yang bergerak kesamping dan kedepan, gerakannya sebagai berikut:

1. Tulang iga oleh karena letaknya tidak benar-benar horizontal, maka diwaktu tulang iga di angkat ke atas, terjadi jarak depan dengan tulang belakang menjadi lebih besar. Disini terjadi pembesaran kearah sagital. Bila tulang iga letaknya benar-benar horizontal, maka dengan diangkatnya tulang iga, maka rongga dada akan mengecil.
2. Faktor yang kedua adalah tulang iga mempunyai dua sendi dengan tulang belakang, sehingga gerakan yang terjadi disini memutar pada

suatu sumbu yang letaknya antara dua sendi tadi. Bila sumbu ini arahnya benar-benar transversal maka pada gerakan pengangkatan tulang iga terjadi pembesaran tulang iga ke depan. Bila sumbu tadi letaknya sagital, maka pada pengangkatan tulang iga akan terjadi pembesaran ruang ke arah transversal.

Pada sebenarnya sumbu gerakan ini letaknya tidak transversal atau sagital, tetapi diantaranya. Akibatnya, maka pada pengangkatan tulang iga, akan terjadi pembesaran ke arah samping dan muka.

Untuk memperbaharui udara paru (udara alveoler) perlu melakukan pernafasan dengan cara:

Rongga *thorax* (dada) diperkecil maka udara di dalam paru akan terdesak keluar, dan jika diperbesar maka udara dari luar akan masuk ke dalam paru-paru. Pembesaran rongga dada terjadi ke tiga arah yaitu secara vertikal (ke atas dan kebawah), transversal dan sagital (kedepan dan belakang). Pembesaran rongga dada atau *thorax* ke arah vertikal, diwujudkan oleh kontraksi otot diaphragma. Diaphragma merupakan kubah yang atapnya terdiri dari lempeng urat (*centrum tendinium*), dari sini serabut-serabut otot menyebar ke dinding bagian dalam *thorax* dan melekat padanya. Serabut-serabut otot ini merupakan dinding Diaphragma yang miring dan melengkung.

Pada keadaan istirahat (relaksasi) sebagian besar otot ini merapat pada dinding *thorax* bagian dalam. Pada inspirasi biasa, bagian dinding otot

yang lengkung ini mengerut dan merata sehingga terjadi ruangan antara bagian otot dan dinding rongga *thorax*.

Serabut-serabut otot ini tidak dapat merata sama sekali karena ada lawan dari isi perut seperti hati, lambung, usus dan sebagainya. Pada waktu inspirasi yang dalam, kontraksi otot diaphragma lebih kuat lagi sehingga centrum tendinum turun antara enam sampai dengan tujuh cm. Jadi pembesaran rongga *thorax* kearah vertikal diwujudkan oleh otot diaphragma yang merata sehingga terjadi ruangan yang dimasuki oleh paru-paru. Sisi bawah paru dapat turun sampai lima sentimeter.

Pembesaran rongga *thorax* kearah transversal dan sagital. Hal ini karena *os costae* digerakan oleh *musculi intercostales eksterni*. Pembesaran ini terjadi karena:

- Jika *os costae* terangkat, jarak antara *os sternum* dengan *os vertebrae* menjadi lebih jauh (pembesaran ke arah sagital)
- Tiap-tiap *os costae* dihubungkan dengan *os vertebrae* oleh dua persendian yang sumbu geraknya melalui tempat hubungan itu. Jurusan sumbu gerak ini diantara transversal dan sagital, sehingga gerakan *os costae* mengakibatkan terjadinya pembesaran kesamping (transversal) dan kesagital. *Os costae* bagian bawah terutama ke arah samping, sedangkan *os costae* yang lebih tinggi pembesarannya kearah depan.

Jadi kesimpulanya pada saat respirasi ukuran rongga dada berubah, ketika inhalasi rongga dada membesar sedangkan saat ekshalasi mengecil. Hal ini terjadi karena mekanisme kontraksi dan relaksasi otot-otot interkostal dan diafragma. Dada membesar ketika diafragma dan otot interkostal berkontraksi, yang meningkatkan ukuran dan volume dada. Ketika tekanan intrapulmonar turun, udara masuk ke paru-paru sampai tekanan intrapulmonar dan tekanan atmosfer sama. Sebaliknya dada mengecil terjadi begitu otot-otot inspirasi berelaksasi dan paru-paru kembali ke semula. Bila tekanan intrapulmonar melebihi tekanan atmosfer, udara keluar dari paru-paru. Kurang lebih 2/3 dari pertukaran udara timbul akibat elevasi tulang rusuk dan lebih kurang 1/3 akibat kontraksi diafragma. Perubahan posisi diafragma dan pergerakan tulang rusuk mengakibatkan perubahan volume rongga dada, yang sekaligus menyebabkan perbedaan tekanan antara udara luar dengan paru-paru yang memungkinkan terjadinya perpindahan udara ke dan dari luar ke tubuh.

2.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengembangan rongga *thorax*:

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, pengembangan rongga thorax adalah kemampuan untuk mengekspansikan rongga dada dan paru. Selain otot-otot pernafasan, ada beberapa faktor lain yang berpengaruh juga, yaitu:

b. Kelainan bentuk bentuk pada dinding toraks:



Gambar 5: Kelainan bentuk pada thorax

Sumber: www.dostoc.com diakses 26 Maret 2013 pukul 10.00

- *Pigeon chest* sternum $\frac{1}{2}$ distal melengkung ke anterior, bagian lateral dinding thorax kompresi ke medial (seperti dada burung)
- *Funnel chest*, yaitu bagian distal dari sternum terdorong kedalam/mencekung.
- *Scoliosis* dari vertebra thoracalis yaitu perubahan bentuk dari rongga thoraks akibat vertebra bengkok ke kiri atau ke kanan.
- *Kyphosis/ gibbus* dari *vertebrae thoracalis*.

c. Penyakit-penyakit

Tuberkolosis, asma kronika, kanker paru, bronchitis kronika dan pleuritis adalah penyakit yang dapat menurunkan *compliance* paru dan dengan demikian menurunkan kapasitas vital.

Mekanisme pengembangan rongga *thorax* (ekspansi dada) adalah kemampuan mengekspansikan paru dan *thorax* saat inspirasi yang terjadi

akibat aktivitas otot pernapasan, dapat diukur secara kasar dengan cara mengukur panjang keliling *thorax* pada waktu inspirasi paling dalam dan waktu ekspirasi paling kuat. Selisihnya adalah suatu ukuran untuk kemungkinan dapat Bergeraknya *thorax*.



Gambar 6a: Pengukuran pada bagian *upper (axillac)*



Gambar 6b: Pengukuran pada bagian *midthoracic*

Sumber: accessphysiotherapy.com diakses 8 april 2013 pukul 11.00

Age	18-24		25-34		35-44		45-54		55-64		65-74		75+	
Sex	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
(cm)	7.0	5.5	7.5	5.5	6.5	4.5	6.0	5.0	5.5	4.0	4.0	4.0	3.0	2.5

Gambar 7: Nilai rata-rata ekspansi dada pada intercostal ke4

Sumber: [www.medicareaustralia.gov.au/.../ma_chest\(pdf\)](http://www.medicareaustralia.gov.au/.../ma_chest(pdf)) diakses tanggal 31 Maret 2012 pukul 22.30

3. Hakikat Volume dan Kapasitas Vital Paru

Metode sederhana untuk mempelajari ventilasi paru adalah dengan mencatat volume udara yang masuk dan keluar paru-paru, yang merupakan suatu proses yang biasa disebut spirometri. Spirometer adalah alat yang dapat dipergunakan untuk mencatat gerakan pernapasan serta untuk mencatat jumlah udara yang keluar masuk paru pada waktu seseorang bernapas. Alat ini terdiri dari tabung yang dapat diisi air dan dilengkapi dengan pipa yang dihungkan dengan mulut seseorang yang akan diperiksa.

Menurut William Ganong dalam bukunya yang berjudul Fisiologi Kedokteran, spirometer tersebut akan menunjukkan:

1. Volume tidal adalah jumlah udara yang masuk ke dalam paru setiap inspirasi atau jumlah udara yang keluar dari paru-paru setiap ekspirasi.
2. Volume cadangan inspirasi (VCI) atau *inspiratory reserve volume (IRV)* adalah jumlah udara yang dapat masuk ke dalam paru pada inspirasi maksimal setelah ekspirasi biasa.
3. Volume cadangan ekspirasi (VCE) atau *expiratory reserve volume (ERV)* adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara aktif dari dalam paru melalui kontraksi otot respirasi setelah ekspirasi biasa.
4. Volume sisa atau *residual volume (RV)* adalah udara yang masih tertinggal dalam paru setelah ekspirasi maksimal.⁶

⁶William Ganong, Op Cit h.624

Untuk menguraikan peristiwa-peristiwa dalam siklus paru, kadang-kadang perlu menyatukan dua atau lebih volume diatas. Kombinasi seperti itu disebut kapasitas paru, yang diuraikan sebagai berikut oleh William F Ganong dalam bukunya yang berjudul Buku Ajar Fisiologi Kedokteran:

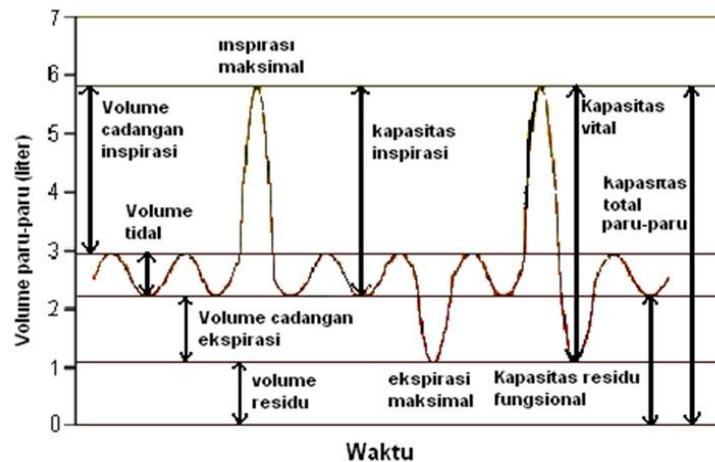
1. *Functional residual capacity* adalah jumlah udara residu dengan udara cadangan ekspirasi yang berjumlah sekitar 2300 ml. Ini adalah jumlah udara terbesar yang dapat dikeluarkan dari paru setelah inspirasi maksimal, nilai tersebut bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kekuatan otot-otot pernafasan serta beberapa aspek fungsi lain.
2. Kapasitas pernafasan maksimum (KPM) atau *Maximal Breathing Capacity (MBC)* adalah volume gas terbesar yang dapat dikeluarkan dan dimasukkan selama satu menit secara volunter. Pada keadaan normal, berkisar antara 125-170 L/menit.
3. Kapasitas total atau *total capacity* adalah jumlah udara yang dapat ditampung oleh paru-paru, jumlahnya berkisar 6000 ml.
4. Frekuensi pernafasan adalah banyaknya kali bernapas selama satu menit.

5. Volume pernapasan selama satu menit (*the minute respiratory volume*) adalah jumlah frekuensi pernapasan selama satu menit dikali volume tidal.⁷

Volume gas di paru-paru pada setiap saat tergantung pada mekanisme paru-paru dan dinding dada dan aktivitas otot-otot inspirasi dan ekspirasi. Volume paru-paru dalam setiap set tertentu kondisi ini dapat diubah oleh proses fisiologis patologis dan normal. Ukuran paru-paru seseorang tergantung pada tinggi dan berat badan atau luas permukaan tubuh, serta pada usia dan jenis kelamin. Oleh karena itu, volume paru-paru untuk pasien biasanya dibandingkan dengan data dalam tabel volume paru-paru diperkirakan dicocokkan dengan usia, jenis kelamin, dan ukuran tubuh.

Selain daripada bentuk anatomis seseorang, faktor utama yang mempengaruhi kapasitas vital adalah (1) posisi seseorang ketika kapasitas ini diukur (2) kekuatan otot pernapasan (3) distensibilitas paru-paru dan sangkar dada yang disebut sebagai *compliance*. Nilai kapasitas vital rata-rata pada pria dewasa muda kira-kira 4,6 liter dan pada wanita dewasa muda kira-kira 3,1 liter meskipun nilai ini jauh lebih besar pada beberapa orang dengan berat badan yang sama dari pada orang-orang lain.

⁷ William F.Ganong. Ibid h. 625



Gambar 8: volume dan kapasitas paru-paru

Sumber: <http://arinazulfayunitayunus.wordpress.com/modul-ipa-terpadu-mata-pelajaran-biologi-smpmts-kelas-ix-sistem-pernapasan/> diakses 14 desember 2012 pukul 15.30

Dalam diagram di atas, terlihat bagian kurva antara batas inspirasi maksimal dan batas ekspirasi maximal yang menyatakan volume udara yang dapat di ekspirasikan setelah inspirasi maksimal dan disebut sebagai kapasitas vital. Jumlahnya sama dengan volume ispirasi maksimal ditambah dengan volume tidal dan volume ekspirasi maksimal, sedangkan nilainya berbeda pada laki-laki dan wanita.

Pada aktifitas berat misalnya olahraga, penggunaan oksigen dan pembentukan karbondioksida dapat meningkat lebih besar 20 kali lipat. Meskipun demikian, kecuali pada gerak badan yang sangat berat, ventilasi alveolous biasanya meningkat dalam jumlah yang hampir sama, sehingga PO_2 , PCO_2 , dan pH darah tetap hampir persis normal.

Dari gambar di atas terlihat bahwa ada lagi dua istilah yaitu kapasitas inspirasi (*inspiratory capacity*) berupa penjumlahan volume inspirasi cadangan dan tidal volume, serta kapasitas fungsional sisa (*functional residual capacity*) yang berupa jumlah volume ekspirasi cadangan dengan volume sisa. Kadang-kadang dari kapasitas vital ini diukur fraksinya yang diekspirasikan dalam masa satu detik yang disebut *timed vital capacity (FEV 1)* yang artinya *forced expiratory volume 1 sec* atau volume ekspirasi yang dipaksakan selama satu detik.

Selain dari nilai-nilai ini dapat di hitung ventilasi pulmonal yang besarnya kira-kira 6 liter yaitu 500 ml (volume tidal) x 12 pernapasan permenit. Jumlah ini dapat diperbesar maksimal jika dilakukan dengan pernapasan dengan volume dan frekuensi yang besar yang nilai maksimalnya dapat mencapai diantara 125-170 liter per menit dan disebut sebagai *maximum voluntary ventilation (MVV)* atau *maximum breathing capacity (MBC)*

3.1. Faktor lain yang mempengaruhi kapasitas vital paru

Selain factor-faktor utama yang sudah dijelaskan diatas, berikut ini adalah faktor-faktor lain yang mempengaruhi kapasitas vital.

1. Umur

Usia berhubungan dengan proses penuaan atau bertambahnya umur. Semakin tua usia seseorang maka semakin besar kemungkinan terjadi

penurunan fungsi paru. Frekuensi pernapasan pada orang dewasa antara 16-18 kali permenit, pada anak-anak sekitar 24 kali permenit sedangkan pada bayi sekitar 30 kali permenit. Walaupun pada orang dewasa pernapasan frekuensi pernapasan lebih kecil dibandingkan dengan anak-anak dan bayi, akan tetapi KVP pada orang dewasa lebih besar dibanding anak-anak dan bayi.

2. Jenis kelamin

Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita kira-kira 20 – 25% lebih kecil dari pada pria, dan lebih besar lagi pada atletis dan orang yang bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan astenis. Kapasitas paru pada pria lebih besar yaitu 4,8 L dibandingkan pada wanita yaitu 3,1 L.

3. Riwayat penyakit

Kondisi kesehatan dapat mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang. Paralisis otot pernafasan yang sering terjadi setelah cedera medulla spinalis atau poliomyelitis dapat menyebabkan penurunan besar dalam kapasitas vital, menjadi serendah 500-1000 ml. Penyakit-penyakit seperti tuberkolosis, asma kronika, kanker paru, bronchitis kronika dan pleuritis adalah penyakit yang dapat menurunkan *compliance* paru dan dengan demikian menurunkan kapasitas vital. Terdapat riwayat pekerjaan yang menghadapi debu akan mengakibatkan pneumonokiosis dan salah satu pencegahannya dapat dilakukan dengan menghindari diri dari debu dengan cara memakai masker saat bekerja. Oleh karena itu, pengukuran kapasitas

vital merupakan salah satu pengukuran terpenting dari semua pengukuran pernafasan klinis untuk menilai berbagai jenis penyakit.

4. Riwayat pekerjaan

Riwayat pekerjaan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit akibat kerja. Riwayat pekerjaan yang menghadapi debu berbahaya dapat menyebabkan gangguan paru.

5. Kebiasaan merokok

Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru. Kebiasaan merokok akan mempercepat penurunan faal paru. Penurunan volume ekspirasi paksa pertahun adalah 28,7mL untuk non perokok, 38,4mL untuk bekas perokok dan 41,7 mL untuk perokok aktif. Pengaruh asap rokok dapat lebih besar dari pada pengaruh debu hanya sekitar sepertiga dari pengaruh buruk rokok. Inhalasi asap tembakau baik primer maupun sekunder dapat menyebabkan penyakit saluran pernapasan pada orang dewasa. Asap rokok mengiritasi paru-paru dan masuk ke dalam aliran darah. Merokok dapat merendahkan kapasitas vital paru dibandingkan beberapa bahaya kesehatan akibat kerja.

6. Kebiasaan olahraga

Seseorang yang aktif dalam latihan akan mempunyai kapasitas aerobik yang lebih besar dan kebugaran yang lebih tinggi serta kapasitas paru yang meningkat. Kapasitas vital paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seseorang melakukan olahraga. Olah raga dapat meningkatkan aliran darah

melalui paru-paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Kebiasaan olah raga akan meningkatkan kapasitas paru dan akan meningkat 30 – 40 %.

B. Kerangka Berpikir

Semua makhluk hidup pasti bernapas agar dapat mempertahankan kehidupannya, karena saat bernapas terjadi proses keluar masuknya udara, udara yang masuk itu adalah oksigen, oksigen dibutuhkan makhluk hidup sebagai proses pembakaran untuk menghasilkan energi, yang nantinya energi tersebut digunakan untuk aktivitas sehari-hari.

Pernapasan normal dilakukan oleh diafragma bila berkontraksi, diafragma menjadi lebih datar, sehingga rongga dada menjadi lebih besar. Udara mengalir ke paru paru untuk mengisi ruangan tambahan ini. Dalam pernapasan biasa, diafragma hanya turun kira kira satu setengah sentimeter, sedangkan pada waktu mengambil napas dalam, diafragma dapat turun sampai tujuh setengah sentimeter. Sistem pernapasan bekerja seperti penghembus atau pompa udara. Cara kerjanya tergantung pada tekanan udara disekitar kita untuk mendorong udara ke dalam paru-paru pada saat rongga dada menjadi lebih besar. Dalam keadaan ini paru-paru ditekan sedikit, sehingga udara yang ada di dalamnya akan di desak keluar.

Pernapasan normal dengan diafragma merupakan cara bernapas biasa. Pada pernapasan ini, naik turunnya dada hampir tidak terlihat, tetapi

perut tampak bergerak perlahan pada saat diafragma berkontraksi dan mengendur. Bila kita mengeluarkan tenaga sekuat kuatnya, otot-otot kita memerlukan lebih banyak oksigen dari darah. Gerakan diafragma saja tidak dapat memberikan pernapasan yang cukup dalam. Untuk ini digunakan tulang-tulang rusuk yang digerakan oleh otot interkosta untuk menghasilkan perluasan dan kontraksi dada yang jauh lebih besar, sehingga paru-paru juga dapat mengembang lebih besar.

Salah satunya aktivitas yang banyak berhubungan dengan respirasi adalah olahraga, peranan olahraga terhadap *cardiovascular*, yaitu membantu pembesaran jantung dan ketahanan jantung. Pembesaran jantung berbeda-beda pada setiap cabang olahraga. Ada pendapat bahwa pembesaran jantung terjadi karena *hypertrophy* dan dilatasi. Sedangkan daya tahan jantung ditunjang dengan adanya peredaran darah yang teratur yang mengirim O₂ ke otot-otot jantung. Semakin baik daya tahan jantung semakin lancar dan teratur darah yang beredar. karena itu seseorang sebaiknya mengadakan latihan-latihan yang cukup teratur. Namun dalam latihan itu cukup sampai denyutan jantung 70%, artinya dari patokan 220 dikurangi umur. Misalnya permainan bola basket, yang merupakan olahraga gabungan antara aerobik dan anaerobik, pada proses dalam pembentukan energinya, reaksi aerobik adalah suatu reaksi yang membutuhkan oksigen sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Pelatihan aerobik dapat dilakukan melalui kegiatan-kegiatan yang banyak kelompok otot seperti berjalan,

berlari, *jogging*, berenang, bersepeda, lintas alam, mendayung dan lain-lain. Latihan seperti itu akan meningkatkan atau menjaga kebugaran *cardiorespiratory*. Suatu sistem *cardiorespiratory* yang terlatih mampu menahan usaha berintensitas rendah untuk waktu yang lama karena mampu mengambil banyak oksigen, mengantarkan oksigen dan menggunakannya sebagai sumber energi pada perpanjangan waktu.

Bola basket membutuhkan kegiatan dengan kekuatan dan waktu singkat, sehingga pemain menghabiskan banyak energi dalam waktu yang cepat. Anaerobik adalah aspek lainnya dari kebugaran *cardiorespiratory*, dan menyediakan energi untuk kegiatan berintensitas tinggi, sehingga sistem energi anaerobik harus pula dibentuk dengan benar.

Jumlah ambilan oksigen pada reaksi tersebut atau yang biasa sering disebut dengan kapasitas *aerobic* (VO_2 max) dapat diukur. Seseorang yang aktif berolahraga akan memiliki VO_2 max yang lebih besar dibandingkan dengan orang yang tidak berolahraga. Sebagaimana telah diungkapkan sebelumnya yang menerangkan bahwa VO_2 max dipengaruhi oleh kapasitas paru, dan ternyata kapasitas vital paru-paru ini juga dipengaruhi oleh ukuran pengembangan rongga *thorax*.

Rongga *thorax* yang biasa disebut *cavum thoraxis*, adalah suatu ruangan pelindung alat-alat pernafasan, jalan pernapasan dan paru-paru yang tersusun atas tulang dan tulang rawan. *Thorax* berupa sebuah rongga berbentuk krucut di bawah lebih lebar daripada di atas dan yang di belakang

lebih panjang daripada di depan. Batas-batas yang membentuk rongga di dalam *thorax* adalah dibagian depan terdapat *os.sternum* dibagian samping dibatasi oleh *os.costae*, dibagian belakang dibatasi oleh *os.thorakalis* dan di bagian bawah dibatasi oleh diaphragma. Selain dari itu juga sebagai pelindung dari pusat penggerak peredaran darah dalam tubuh, yaitu jantung. Oleh karena itu keadaan rongga *thorax* atau rongga dada harus kuat.

Kapasitas vital adalah volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara terbesar yang dapat dikeluarkan dari paru setelah inspirasi maksimal, nilai tersebut bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kekuatan otot-otot pernafasan serta beberapa aspek fungsi lain. Jumlah kapasitas ini tidaklah sama pada setiap orang, tetapi tergantung dari kemungkinan gerak dan pengembangan *thorax*.

Berdasarkan uraian kerangka berfikir tersebut diduga bahwa hubungan antara ukuran pengembangan rongga *thorax* terhadap kapasitas vital paru-paru mempunyai hubungan yang berarti, ukuran pengembangan rongga *thorax* menentukan kapasitas vital paru-paru seseorang.

C. Pengajuan Hipotesis

Berdasarkan uraian dan penjelasan dari kerangka teori dan kerangka berpikir di atas, maka dapat diuraikan hipotesis penelitian sebagai berikut:

Terdapat hubungan yang berarti antara ukuran pengembangan rongga *thorax* terhadap kapasitas vital paru-paru.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Hubungan Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru-paru pada atlet Tim Bola Basket Putri Universitas Negeri Jakarta

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Poliklinik UNJ dan Laboratorium Somatokinetika Universitas Negeri Jakarta Jl. Pemuda Rawamangun, Jakarta Timur

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2013

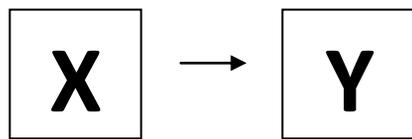
C. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang akan digunakan adalah metode deskriptif dengan studi korelasi, yaitu suatu penelitian yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antar dua variabel atau lebih.

Dari pengukuran yang terdiri dari Kapasitas Vital Paru (KV) dan pengembangan rongga *thorax* (lingkar dada).

D. Desain Penelitian

Adapun Desain penelitian dapat dipolakan sebagai berikut:



Keterangan:

X : Pengembangan Rongga *Thorax*

Y : Kapasitas Vital Paru-paru (KV)

E. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

1. Populasi

Dalam penelitian ini yang akan menjadi populasi adalah 18 orang Atlet bola basket putri Universitas Negeri Jakarta 2013

2. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan total sampling, yaitu dalam pengambilan sampelnya dilakukan berdasarkan pertimbangan peneliti. Adapun tahap pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

a. Dari populasi yang akan dipilih dengan syarat sebagai berikut:

1. Mahasiswa UNJ yang terdaftar dalam cabang Bola Basket.
 2. Dalam kondisi sehat berdasarkan surat keterangan dokter.
- b. Kriteria *Drop Out*
1. Apabila sampel tidak mengikuti tes pengambilan KV dengan spirometer
 2. Apabila sampel tidak mengikuti pengukuran pengembangan rongga *thorax* (lingkar dada)

F. Instrumen Penelitian

Data dikumpulkan dengan melakukan beberapa tes dan pengukuran:

1. Pengukuran Kapasitas Vital paru-paru (KV) Atlet bola basket putri Universitas Negeri Jakarta dengan menggunakan Spirometer.
2. Pengukuran pengembangan rongga *thorax* (lingkar dada) dengan menggunakan *tape measurement* (meteran jahit).

G. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data diambil dengan cara mengukur Kapasitas Vital Paru-paru dan Pengembangan Rongga *Thorax* (lingkar dada) dengan prosedur pelaksanaan sebagai berikut:

1. Untuk pengukuran Kapasitas Vital Paru-paru (KV):

Alat yang digunakan:

- Respirometer/Spirometer

Cara Pengukuran:

- Keadaan tubuh rileks dan berdiri menghadap respirometer.
- Memberi aba-aba terlebih dahulu pada setiap pengukuran
- Lakukan inspirasi maksimal dan dilanjutkan ekspirasi maksimal (tarik nafas panjang dan dalam lalu buang napas habis dan tidak terputus)
- Percobaan dilakukan tiga kali dan diambil hasil terbaik
- Simpan hasil data yang berbentuk PDF

2. Untuk pengukuran pengembangan rongga *thorax* (lingkar dada)

Alat yang digunakan:

- *Tape measurement* (meteran jahit)
- Kertas pencatat dan ballpoint

Cara Pengukuran:

- Keadaan tubuh rileks dan duduk,
- Memberi aba-aba terlebih dahulu pada setiap pengukuran.
- Lakukan inspirasi dan tahan pada posisi maksimal, lilitkan meteran jait mengelilingi rongga *thorax*/dada pada 3 bagian, yaitu:
 1. *Upper*. di lingkar axial (di bawah ketiak)

2. *Middle*: di intercostalis 4 (iga ke empat)
 3. *Lower*: Diantara *prosesus xypoides* dan *umbilicus* (iga paling bawah)
- Ukur kembali rongga *thorax* menggunakan meteran jait setelah testee melakukan ekspirasi maksimal.
 - Hitung selisihnya antara ekspirasi maksimal dan inspirasi maksimal.
 - Percobaan dilakukan tiga kali dan diambil hasil terbaik.
 - Catat hasil pengukuran.

H. Teknik Pengolahan Data

Setelah data didapat, selanjutnya data diolah dan dianalisis menggunakan teknik korelasi dan regresi sederhana. Yaitu berupa korelasi antara peubah tak bebas dengan sebuah peubah bebas. Dengan demikian untuk mengolah data, diperoleh dari hasil tes pengembangan rongga *thorax* (X) dan hasil tes pada pengukuran Kapasitas Vital (Y). Langkah-langkahnya adalah:

1. Mencari Persamaan Regresi

Langkah ini dilakukan untuk memperkirakan bentuk hubungan antara variabel X dan variabel Y dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Dimana:

\hat{Y} = Variabel respon yang diperoleh dari persamaan regresi

a = Pemotongan Y terhadap garis regresi

b = Koefisien X (koefisiensi regresi)

Koefisien arah a dan b untuk regresi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum x^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum x^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum x^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots 8$$

2. Mencari Koefisiensi Korelasi

Koefisiensi korelasi antar variable X dengan Y dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}} \dots\dots\dots 9$$

3. Uji Keberartian Koefisien Korelasi

Sebelum korelasi diatas dipakai untuk mengambil kesimpulan, terlebih dahulu diuji keberartiannya.

$$H_o : \rho_{yx} = 0$$

$$H_a : \rho_{yx} \neq 0$$

⁸Sudjana, Metoda Statiska. (Bandung: Tarsito, 2005) h.315

⁹ Sudjana. Ibid h.369

Kriteria Pengujian:

Tolak H_0 jika $t_{hitung} > t_{tabel1}$ dalam hal lain H_0 diterima pada $\alpha = 0,05$
untuk keperluan uji ini dengan rumus berikut:

$$= \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-r^2}} \dots\dots\dots 10$$

¹⁰ Sudjana. Ibid h.380

BAB IV
HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data

Deskripsi data pada penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran mengenai penyebaran data meliputi nilai tertinggi, nilai terendah, rata-rata, simpangan baku, varian, distribusi frekuensi, serta histogram dari masing-masing variabel X maupun Y. Berikut data lengkapnya:

Tabel 3. Deskripsi Data Penelitian Pengembangan Rongga *Thorax* dan Kapasitas Vital Paru (KV) Atlet Bola Basket Putri UNJ 2013, Poliklinik dan Laboratorium Somatokinika UNJ 6,7,10 Mei 2013 dan 3 Juni 2013

Variabel	Ekspansi dada (cm)	Kapasitas Vital Paru (cc)
Nilai Tertinggi	15	3,740
Nilai Terendah	9	2,500
Rata-rata	11,8	2971,11
Simpangan Baku	1,91	393,65
Varians	3,65	154960,32

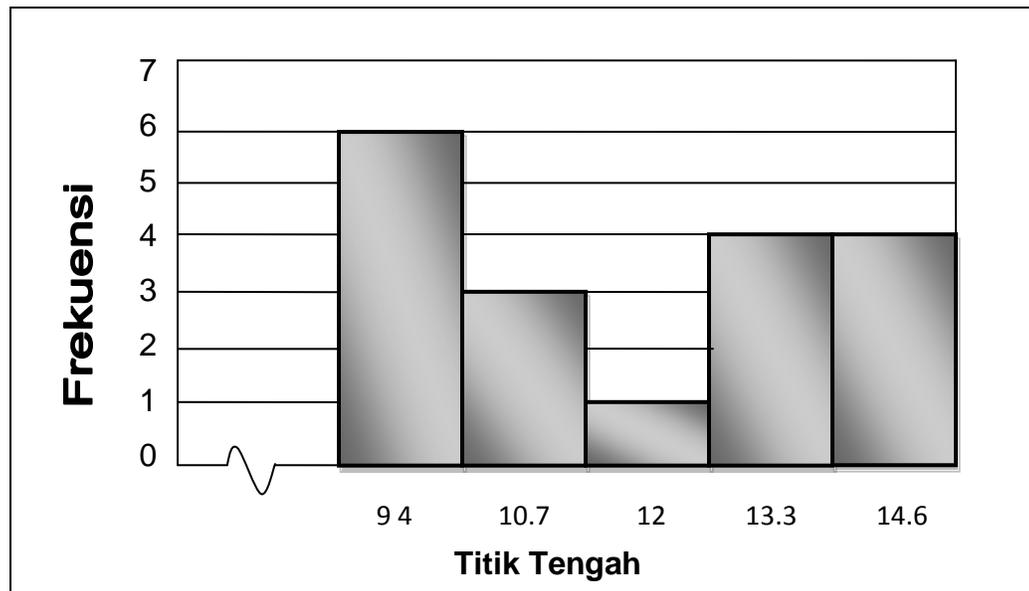
1. Data Pengembangan Rongga *Thorax* (X)

Hasil penelitian menunjukkan Pengembangan Rongga *Thorax* (X) diperoleh rentang dari 9 hingga 15 dengan nilai rata-rata sebesar 11,8 serta simpangan baku sebesar 1,91 dan varian sebesar 3,65. Di bawah ini disajikan distribusi frekuensi dan grafik histogram Pengembangan Rongga *Thorax*.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Pengembangan Rongga *Thorax*

No.	Kelas Interval	Titik Tengah	Frekuensi	
			Absolut	Relatif
1	8,8 – 10	9,4	6	33,33 %
2	10,1 – 11,3	10,7	3	16,67 %
3	11,4 – 12,6	12	1	5,56 %
4	12,7 – 13,9	13,3	4	22,22%
5	14 – 15,2	14,6	4	22,22 %
Jumlah			18	100%

Berdasarkan tabel 4 di atas dibandingkan dengan nilai rata-rata, terlihat testee yang berada pada kelas rata-rata sebanyak 1 testee (5,56%) dan yang berada di bawah kelas rata-rata sebanyak 9 testee (50%) sedangkan yang berada di atas kelas rata-rata sebanyak 8 testee (44,44%). Selanjutnya histogram dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Histogram Data Pengembangan Rongga Thorax

Berdasarkan grafik di atas frekuensi terendah terdapat pada kelas interval 11,4 – 12,6 yang mempunyai frekuensi 1 dan frekuensi tertinggi terdapat pada kelas interval 8,8 – 10 yang mempunyai frekuensi 6.

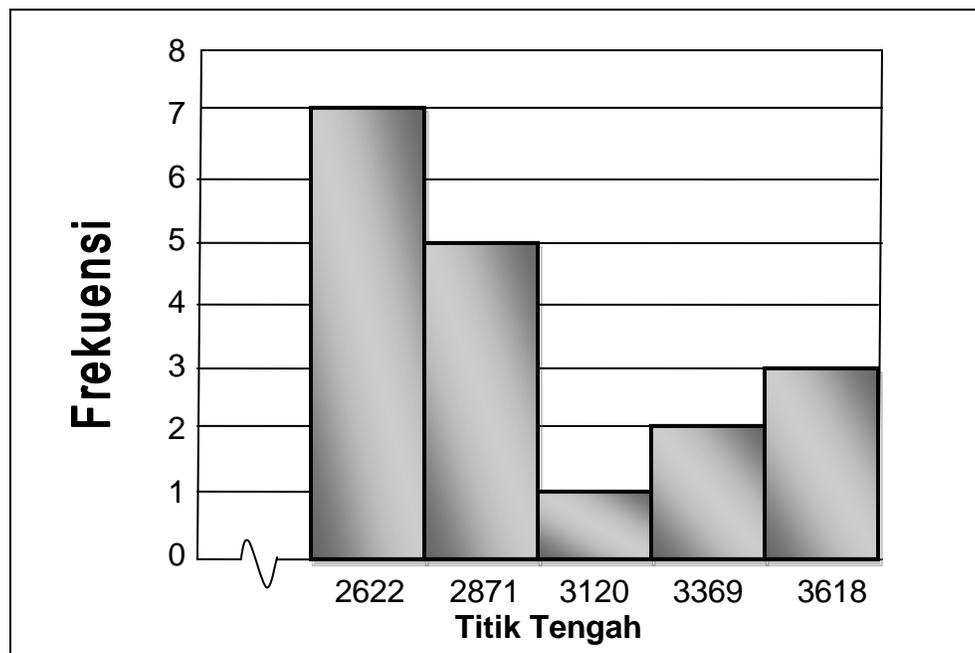
2. Data Kapasitas Vital Paru (Y)

Hasil pengukuran menunjukkan Kapasitas Vital Paru (Y) diperoleh rentang dari 2500 – 3740 dengan nilai rata-rata sebesar 2971.11 serta simpangan baku sebesar 393.65 dan varian 154960.32. Di bawah ini disajikan distribusi frekuensi dan grafik histogram Kapasitas Vital Paru.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Kapasitas Vital Paru (Y)

No.	Kelas Interval	Titik Tengah	Frekuensi	
			Absolut	Relatif
1	2498 – 2746	2622	7	38,89%
2	2747 – 2995	2871	5	27,78%
3	2996 – 3244	3120	1	5,56%
4	3245 – 3493	3369	2	11,1%
5	3494 – 3742	3618	3	16,67%
Jumlah			18	100%

Berdasarkan tabel 5 di atas dibandingkan dengan nilai rata-rata, terlihat testee yang berada pada kelas rata-rata sebanyak 5 testee (27,78%) dan yang berada di bawah kelas rata-rata sebanyak 7 testee (38,89%) sedangkan yang berada di atas kelas rata-rata sebanyak 6 testee (33,33%). Selanjutnya histogram dapat di lihat pada gambar di bawah ini.

**Gambar 10. Histogram Data Kapasitas Vital Paru**

Berdasarkan grafik di atas frekuensi terendah terdapat pada kelas interval 2996 – 3244 yang hanya mempunyai 1 frekuensi dan frekuensi tertinggi terdapat pada kelas interval 2498 – 2746 yang mempunyai frekuensi 7.

B. Pengujian Hipotesis

1. Hubungan Pengembangan Rongga Thorax dengan Kapasitas Vital Paru

Hubungan Pengembangan Rongga *Thorax* dengan Kapasitas Vital Paru dinyatakan oleh persamaan regresi $\hat{Y}=6841,952+107,8 X$. Artinya Kapasitas Vital Paru dapat diketahui atau diperkirakan dengan persamaan regresi tersebut jika variabel Pengembangan Rongga *Thorax* (X) diketahui.

Hubungan Pengembangan Rongga (X) dengan Kapasitas Vital Paru (Y) ditunjukkan oleh koefisien korelasi $r = 0,522$. Koefisien korelasi tersebut harus diuji terlebih dahulu mengenai keberartiannya sebelum digunakan untuk mengambil kesimpulan. Hasil uji keberartian koefisien korelasi tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 6. Uji keberartian koefisien korelasi X terhadap Y

Koefisien Korelasi	t hitung	t tabel
0,522	2,447	2,120

Uji keberartian koefisien korelasi di atas terlihat bahwa t hitung = 2,447 lebih besar dari t tabel = 2,210 yang berarti koefisien korelasi $r = 0,522$ adalah berarti. Dengan demikian hipotesis yang menyatakan terdapat hubungan yang bermakna antara Pengembangan Rongga *Thorax* dengan Kapasitas Vital Paru didukung oleh data penelitian, yang berarti meningkatnya Pengembangan Rongga *Thorax* maka akan meningkatkan pula Kapasitas Vital Paru.

Koefisien determinasi Pengembangan Rongga *Thorax* dengan Kapasitas Vital Paru $r^2 = 0,2725$. Hal ini berarti bahwa 27,25% Kapasitas Vital Paru ditentukan oleh Pengembangan Rongga *Thorax*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Bedasarkan analisis data dan hasil pengukuran yang dilaksanakan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Terdapat hubungan yang positif antara Pengembangan Rongga *Thorax* terhadap Kapasitas Vital Paru.

B. Saran

1. Diharapkan agar pelatih memperhatikan, mengontrol dan melakukan pengukuran terhadap faktor Pengembangan Rongga *Thorax* kepada atlet yang sedang dan akan dibina. Karena Pengembangan Rongga *Thorax* merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan Kapasitas Vital Paru, sehingga dengan Kapasitas Vital Paru yang baik memungkinkan seorang atlet untuk berprestasi maksimal.
2. Diharapkan agar pelatih menambah jenis dan sesi latihan untuk meningkatkan Pengembangan Rongga *Thorax*, yaitu dengan melatih otot-otot pernafasan, salah satu programnya bisa dengan *weight training* atau *on body weight training*. Apabila Pengembangan Rongga *Thorax* seseorang meningkat, maka Kapasitas Vital Paru seseorang akan meningkat pula.

3. Diharapkan agar pelatih untuk memberikan acuan atau petunjuk melatih dengan metode dengan landasan teori agar seorang atlet dapat berprestasi maksimal.
4. Segala program latihan yang diberikan hendaknya diatur secara terprogram dan sistematis supaya program latihan yang akan dijalankan dapat terukur dengan baik dan dapat mencapai prestasi yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arie. S. Sutopo dan Alma Permana Lestari. Buku Penuntun Praktikum Ilmu Faal Dasar. Jakarta: Laboratorium FIK UNJ, Edisi I, 2000
- Hasan Doewes. Anatomi II – Thorax dan Viscera Thoracis. Surakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Universitas Sebelas Maret, 1995
- Ganong, William F. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran, 2002
- Guyton C Arthur dan Hall E Jhon. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran edisi II. Jakarta: Buku Kedokteran EGC, 2008
- Hasjim Effendi, Jasmeiny Jazir. Fisiologi Pernafasan dan Pathofisiologinya. Bandung: penerbit alumni, 1980
- Karsono, E . Struktur Anatomy Tubuh Manusia. Bandung: PT. Sarana Panca Karya, 2006
- Levitzky, M. Pulmonary Physiology. New York: Mc Graw-Hill INC. Health Professions Division, 1995
- Matakupan, Sjarifudin. Anatomi dan Fisiologi. Jakarta: Dept Pendidikan dan Kebudayaan, PT.Dulang Mas Kerta, 1985.
- Muchtamadji M Ali dan Cecep Habibudin, Ilmu Faal Dasar: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Proyek penataran Guru SLTP Setara DIII, 1999-2000
- Romanes, G. Cunningham's Manual of Practical Anatomy – Thorax and Abdomen. London: The English Language Book Society and Oxford University Press 2001
- Soegardo, T . Ilmu Faal. Jakarta: PGSD Penjas Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan, 1992.
- Sudjana, Metoda Statiska. Bandung: Tarsito, 2005

Syaifuddin H, Anatomi Fisiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan. Jakarta:
Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2003

Lampiran 1

Tabel 1. Daftar Hasil Pengukuran Lingkar *Thorax* (X)

No.	Nama		upper	middle	lower
1	amel	exhale	87	90	80
		inhale 1	91	95	86
		inhale 2	91	95	86
2	martha	exhale	82	87	71
		inhale 1	85	90	75
		inhale 2	85	90	75
3	irma	exhale	81	85	74
		inhale 1	83	89	79
		inhale 2	84	90	80
4	tari	exhale	85	88	79
		inhale 1	88	90	84
		inhale 2	87	91	83
5	adel	exhale	75	78	67
		inhale 1	77	81	71
		inhale 2	78	81	70
6	Nur O	exhale	79	81	68
		inhale 1	82	85	73
		inhale 2	82	84	72
7	mutia	exhale	76	78	68
		inhale 1	79	83	74
		inhale 2	80	82	73
8	Intan	exhale	82	84	75
		inhale 1	84	89	79
		inhale 2	85	89	80
9	desi	exhale	79	82	69
		inhale 1	81	85	71
		inhale 2	82	85	71
10	nadia	exhale	90	94	82
		inhale 1	93	97	85
		inhale 2	93	96	86

No.	Nama		upper	middle	lower
11	winda	exhale	84	94	75
		inhale 1	86	98	79
		inhale 2	87	99	80
12	karlina	exhale	77	80	68
		inhale 1	79	85	74
		inhale 2	81	85	73
13	nanda	exhale	85	89	78
		inhale 1	87	91	83
		inhale 2	88	93	84
14	puspa	exhale	87	86	79
		inhale 1	90	89	85
		inhale 2	89	90	85
15	iin	exhale	80	83	74
		inhale 1	83	86	77
		inhale 2	83	85	78
16	indri	exhale	84	87	72
		inhale 1	87	89	76
		inhale 2	82	90	77
17	dela	exhale	78	80	69
		inhale 1	81	84	71
		inhale 2	80	84	72
18	dini	exhale	84	86	75
		inhale 1	87	90	78
		inhale 2	86	90	79

Lampiran 2

Tabel 2. Daftar Hasil tes Pengembangan Rongga Thorax (X) dan Kapasitas Vital Paru (Y)

No.	Responden	Pengembangan Rongga Thorax (X) Cm				Kapasitas Vital Paru (Y) cc
		Upper	Middle	Lower	Jumlah	
1	Amalia	3	5	6	14	3420
2	Martha	3	3	4	10	2640
3	Irma	3	5	6	14	3620
4	Rizky Utari	3	3	5	11	3320
5	Adelita	3	3	4	10	2760
6	Nur Oktania	3	4	5	14	2570
7	Meutia	4	5	6	15	2970
8	Intan	3	5	5	13	3140
9	Desi	3	3	3	9	2640
10	Nadia	3	3	4	10	2690
11	Winda	3	5	5	13	2920
12	Karlina	4	5	6	15	2630
13	Nanda	3	4	6	13	3740
14	Swiliah G P	3	4	6	13	3520
15	lin	3	3	4	10	2660
16	Indri	3	3	5	11	2810
17	Della	3	4	3	10	2500
18	Dini	3	4	4	11	2930
∑ (Jumlah)					214	53480

Lampiran 3

Tabel 3. Data mentah Hasil Tes Pengembangan Rongga Thorax (X) dan Kapasitas Vital Paru (Y)

No.	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	14	3420	196	11696400	47880
2	10	2640	100	6969600	26400
3	14	3620	196	13104400	50680
4	11	3320	121	11022400	36520
5	10	2760	100	7617600	27600
6	12	2570	144	6604900	30840
7	15	2970	225	8820900	44550
8	13	3140	169	9859600	40820
9	9	2640	81	6969600	23760
10	10	2690	100	7236100	26900
11	13	2920	169	8526400	37960
12	15	2630	225	6916900	39450
13	13	3740	169	13987600	48620
14	13	3520	169	12390400	45760
15	10	2660	100	7075600	26600
16	11	2810	121	7896100	30910
17	10	2500	100	6250000	25000
18	11	2930	121	8584900	32230
∑	214	53480	2606	161529400	642480

Lampiran 4

Langkah perhitungan distribusi frekuensi data mentah pengembangan rongga *thorax* dan kapasitas vital paru

1. Pengembangan Rongga Thorax (X)

a. Rentang (R) = data terbesar – data terkecil

$$= 15 - 9$$

$$= 6$$

b. Kelas (K) = $1 + (3,3 \times \log 18)$

$$= 1 + (3,3 \times 1,255)$$

$$= 5,142$$

$$= 5$$

c. Panjang Interval (P) = R/K (upper)

$$= 6/5$$

$$= 1.2$$

d. Frekuensi relatif = $\frac{\text{Frekuensi Absolut}}{\text{Jumlah responden}} \times 100\%$

No.	Kelas Interval	Titik Tengah	Frekuensi	
			Absolut	Relatif
1	8.8 – 10	9.4	6	33.33 %
2	10.1 – 11.3	10.7	3	16.67 %
3	11.4 – 12.6	12	1	5.56 %
4	12.7 – 13.9	13.3	4	22.22%
5	14 – 15.2	14.6	4	22.22 %
Jumlah			18	100%

e. Rata-rata = $\frac{\sum X}{n}$

$$= \frac{214}{18}$$

$$= 11.88$$

$$\begin{aligned} \text{f. Simpangan Baku/STD (S)} &= \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{18(2606) - (214)^2}{18(18-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{46908 - 45796}{306}} \\ &= \sqrt{3.63} \\ &= 1.91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. Varians (s)}^2 &= (1.91)^2 \\ &= 3.65 \end{aligned}$$

2. Kapasitas Vital Paru (Y)

a. Rentang (R) = data terbesar – data terkecil

= 3740 – 2500

= 1240

b. Kelas (K) = $1 + (3,3 \times \log 18)$

= $1 + (3,3 \times 1,255)$

= 5,142

= 5

c. Panjang Interval (P) = R / K

= 1240 / 5

= 248

d. Frekuensi relatif = $\frac{\text{Frekuensi Absolut}}{\text{Jumlah responden}} \times 100\%$

Tabel.. Data Kapasitas Vital Paru

No.	Kelas Interval	Titik Tengah	Frekuensi	
			Absolut	Relatif
1	2498 – 2746	2622	7	38.89%
2	2747 – 2995	2871	5	27.78%
3	2996 – 3244	3120	1	5.56%
4	3245 – 3493	3369	2	11.1%
5	3494 - 3742	3618	3	16.67%
Jumlah			18	100%

$$\begin{aligned}
 \text{e. Rata-rata} &= \frac{\sum Y}{n} \\
 &= \frac{53480}{18} \\
 &= 2971.1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. Simpangan Baku/STD (S)} &= \sqrt{\frac{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{18(161529400) - (53480)^2}{18(18-1)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{2907529200 - 2860110400}{306}} \\ &= \sqrt{154963.39} \\ &= 393.65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. Varians (S}^2\text{)} &= (393.65)^2 \\ &= 154960.32 \end{aligned}$$

Lampiran 5

Perhitungan persamaan regresi Y atas X

Diketahui

$$\begin{array}{lll} E X = 214 & E X^2 = 2606 & E XY = 642480 \\ E Y = 53480 & E Y^2 = 161529400 & N = 18 \end{array}$$

Diuraikan menjadi:

$$\begin{aligned} \text{a.} &= \frac{(\sum Y)(\sum x^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum x^2) - (\sum X)^2} \\ &= \frac{(53480)(2606) - (214)(640450)}{18(2563) - (214)^2} \\ &= \frac{139368880 - 137056300}{46134 - 45796} \\ &= \frac{2312580}{338} \\ &= 6841.952 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b.} &= \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum x^2) - (\sum X)^2} \\ &= \frac{18(642480) - (214)(53480)}{18(2606) - (214)^2} \\ &= \frac{11564640 - 11444720}{46908 - 45796} \\ &= \frac{119920}{1112} \\ &= 107.84 \end{aligned}$$

Jadi persamaan regresi Y terhadap X adalah $\hat{Y} = 6841.952 + 107.84 X$

Lampiran 7

Mencari koefisien korelasi dan uji keberartian koefisien korelasi

H0 : $r_{xy} = 0$ (tidak ada hubungan)

H1 : $r_{xy} \neq 0$ (ada hubungan)

Syarat: Jika t hitung $>$ t table maka tolak H_0

Jika t hitung $<$ t table maka terima H_0

$$\begin{array}{lll} \sum X = 214 & \sum X^2 = 2606 & \sum XY = 642480 \\ \sum Y = 53480 & \sum Y^2 = 161529400 & N = 18 \end{array}$$

1. Koefisien korelasi r

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}} \\ &= \frac{18(642480) - (214)(53480)}{\sqrt{[18(2606) - (214)^2][18(161529400) - (53480)^2]}} \\ &= \frac{11564640 - 11444720}{\sqrt{[46908 - 45796][2907529200 - 2860110400]}} \\ &= \frac{119920}{\sqrt{[1112][47418800]}} \\ &= \frac{119920}{229629.49} \\ &= 0.522 \end{aligned}$$

2. Uji keberartian koefisien korelasi

$$\begin{aligned}
 T \text{ hitung} &= \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-r^2}} \\
 &= \frac{0.522\sqrt{(18-2)}}{\sqrt{1-(0.522)^2}} \\
 &= \frac{2.088}{0.853} \\
 &= 2.447
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Derajat kebebasan (dk)} &= n - 2 \\
 &= 18 - 2 \\
 &= 16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T \text{ tabel} &= dk : \frac{1}{2}\alpha \\
 &= 16 : \frac{1}{2}(0.05) \\
 &= 16 : 0.025 \\
 &= 2.120
 \end{aligned}$$

Berarti:

t tabel dengan $\alpha = 0,05$ dan $dk = 16$ diperoleh sebesar 2,120. Karena t hitung (2.416) > t tabel (2.120), dengan demikian kita tolak H_0 , berarti terdapat hubungan yang signifikan.

Lampiran 8

Uji Keberhasilan Koefisien Korelasi

$$JK (a) = \frac{(\sum Y)^2}{n} = \frac{(53480)^2}{18} = 158895022.22$$

$$JK (b|a) = b \left(\sum XY - \frac{(\sum x)(\sum Y)}{n} \right)$$

$$= (107.84) \left[642480 - \frac{(214)(53480)}{18} \right]$$

$$= 718453.80$$

$$JK (res) = \sum Y^2 - JK (a) - JK (b|a)$$

$$= 161529400 - 158895022.22 - 718453.80$$

$$= 1915923.98$$

$$S^2 \text{ reg} = JK (b|a) = 718453.80$$

$$S^2 \text{ res} = \frac{JK (res)}{n-2} = \frac{1915923.98}{16} = 119745.25$$

$$F \text{ hitung} = \frac{S^2 \text{ reg}}{S^2 \text{ res}} = \frac{718453.80}{119745.25} = 5.99$$

Berarti :

F tabel dengan predictor = 1 sebagai pembilang dan (n - 1) = 17 sebagai penyebut didapat F hitung (5.99) > F tabel (4,45) maka koefisien korelasi sebesar 0,522 adalah signifikan.



Riwayat Hidup



Estee Andre Zella, lahir di Jakarta pada tanggal 15 Mei 1991 dari pasangan Ayah Salman Alfarisi dan Ibu Tina Gernawati. Anak ke dua dari dua bersaudara.

Menamatkan pendidikan formal di Sekolah Dasar Swasta Tunas Muda IKKT Jakarta tahun 2003, Sekolah Menengah Pertama Negeri 111 Jakarta tahun 2006, Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Jakarta tahun 2009.

Melanjutkan Pendidikan Strata Satu (S1) di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta (UNJ) pada tahun 2013.

Aktivitas: Anggota BEM FIK (2012-2013), Anggota Organisasi Bola Basket (OBB) (2009-2013), Pelatih Fisik Tim Bola Basket Putri UNJ (2012-2013).

Prestasi dalam bidang olahraga dan Karya Ilmiah yang pernah diraih adalah Peringkat 3 Mahasiswa Berprestasi Tiingkat Fakultas Tahun 2012, Juara 1 Basketball Campus League 2013 Tingkat Regional, Peringkat 3 bersama Basketball Campus League 2013 Tingkat Nasional, Juara 1 LIBAMA DKI.JAKARTA 2013, Juara 1 Basketball Campus League 2012 Tingkat Regional, Peringkat 2 Basketball Campus League 2010 Tingkat Nasional, Peringkat 2 LIBAMA DKI.JAKARTA