



**PENGARUH MEMBAWA BEBAN DI PUNGGUNG
TERHADAP EKSPANSI DADA DAN FAAL PARU ORANG SEHAT
DAN
PENDERITA PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIK**

Rahmat Santosa

TESIS

Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh

**Gelar Dokter Spesialis Penyakit Dalam
Program Pendidikan Dokter Spesialis - I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS - I
BAGIAN ILMU PENYAKIT DALAM
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
RUMAH SAKIT UMUM PUSAT Dr. KARIADI**

S E M A R A N G

2003

HALAMAN PENGESAHAN (DENGAN PERBAIKAN)

- 1. JUDUL PENELITIAN** : Pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada dan faal paru orang sehat dan penderita PPOK.
- 2. RUANG LINGKUP** : Pulmonologi - Ilmu Penyakit Dalam
- 3. PELAKSANA PENELITIAN**
- a. Nama** : Rahmat Santosa
- b. Jabatan** : Peserta PPDS-I Ilmu Penyakit Dalam
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi Semarang
- 4. PEMBIMBING PENELITIAN** : Prof Dr. Pasiyan Rachmatullah, SpPD - KP
- 5. KONSULTAN STATISTIK** : Dr. Dharminta Mkes

Semarang, Mei 2003

Pembimbing



Prof Dr. Pasiyan Rachmatullah, SpPD - KP

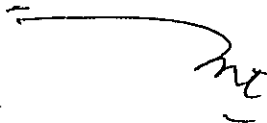
Peneliti



Rahmat Santosa

Koordinator Penelitian

Bagian/ SMF Ilmu Penyakit Dalam FK UNDIP/RS Dr Kariadi Semarang

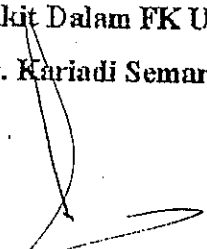


Dr. F. Soemanto Padm martono, SpPD-KGEH, MSc

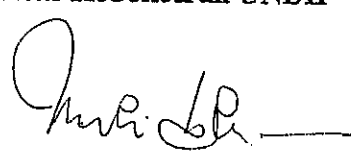
HALAMAN PENGESAHAN (DENGAN PERBAIKAN)

**Penelitian ini dilakukan
Di RS Dr Kariadi dan RS Umum Kodya Semarang
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Dokter Spesialis Penyakit Dalam
Di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro /
Rumah Sakit Dr Kariadi
Semarang**

**Ketua Bagian / SMF
Ilmu Penyakit Dalam FK UNDIP
RSUP Dr. Kariadi Semarang**


DR. Dr. Darmono, SpPD - KE

**Ketua Program Studi
PPDS-I Ilmu Penyakit Dalam
Fakultas Kedokteran UNDIP**


Dr. Murni Indrasti, SpPD

KATA PENGANTAR

Ucapan syukur dihadapan Tuhan Yang Maha Kuasa, bahwa atas karuniaNya-lah sehingga saya dapat menyelesaikan laporan penelitian ini.

Laporan penelitian ini dibuat sebagai karya tulis akhir dalam rangka mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS I) Ilmu Penyakit Dalam pada Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro / Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi Semarang.

Dengan selesainya karya tulis ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. H. Gatot Soeharto, MMR Mkes : Direktur RSUP Dr. Kariadi Semarang, atas kesempatan dan fasilitas yang telah diberikan selama penelitian dan mengikuti pendidikan spesialisasi di Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK UNDIP / RSUP Dr. Kariadi Semarang.
2. Dr. Abimanyu : Direktur RSUD Kodya Semarang, atas kesempatan dan fasilitas yang telah diberikan selama penelitian.
3. Dr. Anggoro DB Sachro DSA, DTMH&H. : Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang, yang telah memberi kesempatan untuk dapat mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis I di Bidang Ilmu Penyakit Dalam.
4. Prof Dr. Pasiyan Rachmatullah, SpPD-KP: Kepala Sub Bagian Pulmonologi, selaku pembimbing dalam penelitian ini, yang memberikan inspirasi topik penelitian, perhatian, bimbingan dan dorongan selama penelitian ini.
5. DR Dr Darmono SpPD - KE : Ketua Bagian / SMF Ilmu Penyakit Dalam FK Undip/RSUP Dr. Kariadi Semarang dan Dr. Prijanto Poerjoto SpPD-KKV, mantan Ketua Bagian / SMF Ilmu Penyakit Dalam FK Undip/RSUP Dr. Kariadi Semarang atas segala bimbingan, dorongan dan pengarahan yang sangat berharga bagi kami selama mengikuti PPDS I.
6. Dr. Murni Indrasti SpPD : Ketua Program Studi PPDS I Ilmu Penyakit Dalam FK Undip/RSUP Dr. Kariadi Semarang, atas segala bimbingan, dorongan dan pengarahan yang sangat berharga bagi kami selama mengikuti PPDS I.
7. Dr. Dharminto M Kes : Staf FKM Undip, selaku pembimbing statistik, atas bimbingan selama pengolahan data dan penyusunan karya tulis ini.

8. Dr. Roy Hardjo Lukita SpPD : Ketua SMF Penyakit Dalam RSUD Kota Semarang atas kesempatan, fasilitas dan bimbingan yang telah diberikan selama penelitian
9. Semua paramedik poliklinik Penyakit Dalam RSUD Kota Semarang atas kerjasamanya selama penelitian
10. Semua staff pengajar Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Undip/RSUP Dr. Kariadi Semarang, atas segala bimbingan, dorongan dan pengarahan yang sangat berharga bagi kami selama mengikuti PPDS I.
11. Semua rekan sejawat residen Ilmu Penyakit Dalam FK Undip Semarang atas segala kerjasamanya selama mengikuti PPDS I
12. Semua paramedik poliklinik dan bangsal Ilmu Penyakit Dalam RSUP Dr. Kariadi Semarang, atas segala bantuan dan kerjasama yang aktif selama mengikuti PPDS I.
13. Semua karyawan administrasi pengajar Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Undip/RSUP Dr. Kariadi Semarang, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama mengikuti PPDS I
14. Ibunda terkasih dan ayahanda almarhum Drs. Suparmat, yang dengan sepenuh hati dan kasih sayang telah mengasuh dan mendidik penulis hingga dewasa, mengajar penulis untk hidup sederhana, disiplin, jujur dan bekerja dengan kesungguhan hati, penulis persembahkan hormat, penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga.
15. Bapak Ibu mertua, H Hadiyanto dan Hj Titik yang saya hormati, yang dengan tulus ikhlas telah membantu baik moril maupun materiil hingga selesainya PPDS I ini
16. Istri tercinta Dra. Sri Murtiningsih dan ananda tersayang Atsmarina Widyadhari S, Akhdan Baghaskara Rahmatullah, dan Amelia Dzakiyah Rahma, yang dengan sabar, tabah, setia mendampingi dan memberikan dorongan semangat tanpa henti selama menempuh PPDS I yang cukup panjang ini
17. Semua pihak yang tidak dapat kami sebut satu persatu, atas segala bimbingan dan dorongan selama kami menjalani PPDS I

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini tidak luput dari kekurangan kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Karena itu kritik dan saran demi kesempurnaannya sangat diperlukan. Semoga hasil penelitian ini dapat berguna dan memberi tambahan wawasan ilmu pengetahuan bagi yang memerlukan.

Semoga Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang senantiasa melimpahkan rahmat dan berkahNya kepada kita semua. Amin.

Semarang, Januari 2003

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman pengesahan	i
Kata pengantar	iii
Daftar isi	vi
Daftar tabel	viii
Daftar gambar	x
Abstrak	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Tujuan penelitian	3
1.4. Manfaat penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pernapasan	4
2.2. Faktor - faktor yang mempengaruhi faal paru	8
2.3. Penyakit paru obstruktif kronik	11
2.4. Sistem pembebanan tulang belakang manusia	13
2.5. Uji faal paru	18
2.6. Kerangka teori	20
2.7. Kerangka konsep	21
BAB III HIPOTESIS	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	23
4.1. Desain penelitian	23
4.2. Tempat dan waktu penelitian	23
4.3. Populasi penelitian	23
4.4. Sampel dan cara pengambilan sampel	23
4.5. Variabel dan operasionalisasi variabel	25
4.6. Pengukuran dan instrumentasi	27
4.7. Cara kerja penelitian	27

4.8.	Analisa data	30
4.9.	Personalia penelitian	30
4. 10.	Alur penelitian	31
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN ANALISA	32
BAB VI	PEMBAHASAN	49
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	54
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Klasifikasi PPOK menurut Perhimpunan Dokter Paru Indonesia	13
Tabel 2.	Distribusi umur dan jenis kelamin peserta penelitian	32
Tabel 3.	Antropometri dan pemeriksaan laboratorium peserta penelitian	33
Tabel 4.	Status gizi peserta penelitian	33
Tabel 5.	Distribusi pekerjaan peserta penelitian	34
Tabel 6.	Pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	35
Tabel 7.	Besar penurunan ekspansi dada pada saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	36
Tabel 8	Besar persentase penurunan ekspansi dada pada saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	36
Tabel 9.	Perubahan ekspansi dada saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	37
Tabel 10.	Pengaruh membawa beban di punggung terhadap VEP1 berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	38
Tabel 11.	Pengaruh membawa beban di punggung terhadap KVP berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	39
Tabel 12.	VEP1 dan KVP setelah beban dilepas berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	40
Tabel 13.	Besar penurunan VEP1 dan KVP akibat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin. pada kedua kelompok penelitian	41
Tabel 14.	Besar persentase penurunan VEP1 dan KVP akibat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin. pada kedua kelompok penelitian	41
Tabel 15.	Besar penurunan nilai VEP1 dan KVP pada kedua kelompok penelitian.....	42
Tabel 16.	Perubahan VEP1 saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	43

Tabel 17.	Perubahan KVP saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian	44
Tabel 18.	Profil kelompok penderita PPOK berdasarkan perubahan ekspansi dada.....	46
Tabel 19.	Profil kelompok orang sehat berdasarkan perubahan ekspansi dada	46
Tabel 20.	Profil kelompok penderita PPOK berdasarkan perubahan VEP1	47
Tabel 21.	Profil kelompok orang sehat berdasarkan perubahan VEP1	47
Tabel 22.	Profil kelompok penderita PPOK berdasarkan perubahan KVP	48
Tabel 23.	Profil kelompok orang sehat berdasarkan perubahan KVP	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Diagram perubahan rongga dada selama bernapas	5
Gambar 2.	Gerakan iga ke 3 dan 9 selama inspirasi dan ekspirasi	6
Gambar 3.	Kontraksi otot diafragma dan perut pada saat seseorang membawa beban	15
Gambar 4.	Pengambilan oksigen waktu latihan	17
Gambar 5.	Ilustrasi jenis perubahan volume dan kapasitas paru pada penyakit paru restriktif dan obstruktif	19
Gambar 6.	Pemeriksaan ekspansi dada dengan metode Land Mark	28
Gambar 7.	Status kebiasaan merokok peserta penelitian	34
Gambar 8.	Pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada penderita PPOK dan orang sehat	36
Gambar 9.	Pengaruh membawa beban di punggung terhadap VEP1 penderita PPOK dan orang sehat	39
Gambar 10.	Pengaruh membawa beban di punggung terhadap KVP penderita PPOK dan orang sehat	40
Gambar 11.	Besar penurunan VEP1 dan KVP akibat membawa beban di punggung.....	42
Gambar 12.	Persentase peserta penelitian yang mengalami penurunan VEP1 lebih dari 5 % pada saat membawa beban di punggung	44
Gambar 13.	Persentase peserta penelitian yang mengalami penurunan KVP lebih dari 5 % pada saat membawa beban di punggung	45

ABSTRAK

Latar belakang : Pada kehidupan sehari - hari sering terlihat seseorang pekerjaannya membawa beban yang cukup berat di punggung, misalnya kuli pelabuhan, kuli pasar dan lain-lain.

Fungsi pernapasan seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu diantaranya adalah tekanan dari luar tubuh, misalnya tekanan air sewaktu menyelam, beban di bahu dan lain - lain. Secara teoritis membawa beban di punggung dapat menimbulkan gangguan fungsi pernapasan seseorang, akan tetapi penulis belum menemukan jurnal penelitian tentang hal tersebut.

PPOK dihubungkan dengan beberapa faktor resiko seperti polusi udara, status ekonomi yang rendah, dan lain - lain. Para pekerja angkat junjung sering terpapar faktor resiko tersebut.

Tujuan penelitian: Untuk mengetahui pengaruh membawa beban 15 kg di punggung selama 5 menit, terhadap ekspansi dada dan fungsi paru (VEP1 dan KVP) pada orang sehat dan penderita PPOK. Mengetahui perbedaan pengaruh yang terjadi pada kelompok penderita PPOK dan orang sehat.

Bahan dan cara : Metode penelitian eksplorasional, pretest post-test design, dengan jumlah sample 102 orang yang terdiri dari 51 orang sehat dan 51 orang penderita PPOK. Perbedaan nilai ekspansi dada, VEP1 dan KVP sebelum dan pada saat membawa beban dianalisa dengan uji t - test dengan derajat kemaknaan 0,05. Perbedaan proporsi dianalisa dengan uji Kai-kuadrat dengan derajat kemaknaan 0,05.

Hasil : Pengaruh membawa beban 15 kg di punggung terhadap nilai ekspansi dada, VEP1 dan KVP pada penderita PPOK dan orang sehat.

1. Ekspansi dada sebelum dan pada saat membawa beban : pada kelompok penderita PPOK, : $2,86 \pm 0,84$ cm vs $2,07 \pm 0,80$ cm, $p = 0,000$, Pada kelompok orang sehat : $4,05 \pm 1,01$ cm vs $3,31 \pm 1,10$ cm, $p = 0,000$.
2. Nilai VEP1 sebelum dan pada saat membawa beban : pada kelompok penderita PPOK : $1223,5 \pm 309,9$ ml vs $1128,0 \pm 314,3$ ml, $p = 0,000$, Pada kelompok orang sehat : $2033,1 \pm 522,7$ ml vs $1927,3 \pm 513,7$ ml, $p = 0,000$.
3. Nilai KVP sebelum dan saat membawa beban : pada kelompok penderita PPOK : $1975,3 \pm 462,0$ ml vs $1779,8 \pm 458,2$, $p = 0,000$, Pada kelompok orang sehat : $2427,6 \pm 580,3$ ml vs $2279,6 \pm 588,3$ ml, $p = 0,000$.

Jumlah peserta penelitian yang mengalami penurunan VEP1 lebih dari 5 % pada saat membawa beban, pada kelompok penderita PPOK dan orang sehat adalah 60,8 % vs 49 % ($\chi^2 = 1,425$ df=1 $p = 0,233$). Jumlah peserta penelitian yang mengalami penurunan KVP lebih dari 5 % pada saat membawa beban, pada kelompok penderita PPOK dan orang sehat adalah 66,6 % vs 58,8 % ($\chi^2 = 0,671$ df=1 $p = 0,413$).

Besar persentase penurunan ekspansi dada, VEP1 dan KVP pada saat membawa beban dibandingkan sebelum membawa beban, pada kelompok penderita PPOK dan orang sehat; Penurunan ekspansi dada, $27,25 \pm 19,72$ % vs $19,06 \pm 12,79$ % $p = 0,014$, Penurunan VEP1 : $8,27 \pm 7,27$ % vs $5,39 \pm 3,64$ % $p = 0,014$, Penurunan KVP : $10,25 \pm 7,29$ % vs $6,51 \pm 3,83$ % $p = 0,020$.

Kesimpulan : Membawa beban 15 kg di punggung selama 5 menit dapat menyebabkan penurunan ekspansi dada, VEP1 dan KVP pada penderita PPOK maupun orang sehat. Besar persentase penurunan ekspansi dada, VEP1 dan KVP pada penderita PPOK lebih besar dibandingkan orang sehat dan secara statistik berbeda bermakna ($p < 0,05$).

Kata kunci : Beban, punggung, ekspansi dada, VEP1, KVP, penderita PPOK, orang sehat

ABSTRACT

Background.

In our daily lives it is often seen someone doing his work by carrying heavy load in his back such as harbour, market, and airport porters.

Aside from individual variations, the people breathing function is influenced by various factors, one of them is the outside pressure of body, eg the load carried on shoulders, water pressure during submersion, ect. Theoritically carrying load on the back can cause the disorder of breathing function but the writer has not found out the research journal about that case yet.

COPD is concerned with some risk factors such as air pollution, low social economic condition, ect, and the porters are often influenced by those risk factors.

Objective

1. To know the effects of carrying load of 15 kg on the back for 5 minutes on chest expansion and lung functions (FEV1 and FVC) of healthy subject and COPD patients.
2. To know the difference of the effect which happens on COPD patients group and healthy subjects group.

Material and methods

This research used exploratory, pretest post-test design. Using total samples of 102 subjects consisted of 51 healthy subjects and 51 COPD patients. The difference of the chest expansion, FEV1 and FVC before and during carrying the load is analyzed with student's t-test at the significancy level of $p = 0.05$. The difference of the proportion is analyzed with chi-square test at the significancy level of $p = 0.05$.

Result

The effects of carrying load of 15 kg on the back upon the value of the chest expansion, FEV1 and FVC from COPD patients and healthy subjects are :

1. **The chest expansion before and during carrying load** : for the COPD patients group : 2.86 ± 0.84 cm vs 2.07 ± 0.80 cm, $p = 0.000$. For the healthy subjects group : 4.05 ± 1.01 cm vs 3.31 ± 1.10 cm, $p = 0.000$.
2. **FEV1 value, before and during carrying load** : for the COPD patients group: 1223.5 ± 309.9 ml vs 1128.0 ± 314.3 ml, $p = 0.000$. For the healthy subjects group: 2033.1 ± 522.7 ml vs 1927.3 ± 513.7 ml, $p = 0.000$.
3. **FVC value, before and during carrying load** : for COPD patients group : 1975.3 ± 462.0 ml vs 779.8 ± 458.2 ml, $p = 0.000$. For the healthy subjects group : 2427.6 ± 580.3 ml vs 2279.6 ± 588.3 ml, $p = 0.000$.

The number of subjects undergoing the FEV1 decline more than 5 % during carrying the load, for the COPD patients and healthy subjects group is 60.8 % vs 49 % ($\chi^2 = 1.423$ df = 1 $p = 0.233$). The number of subjects undergoing the FVC decline more than 5 % during carrying the load, for the COPD patients and healthy subjects group is 66.6 % vs 58.8 % ($\chi^2 = 0.671$ df = 1 $p = 0.431$).

Decrease percentage of the chest expansion, FEV1, and FVC decline during carrying the load on the back compared with before carrying it, on the COPD patients and healthy subjects group : The chest expansion decline is 27.25 ± 19.72 % vs 19.06 ± 12.79 %, $p = 0.014$. The FEV1 decline is 8.27 ± 7.27 % vs 5.39 ± 3.64 %, $p = 0.0014$. The FVC decline is 10.25 ± 7.29 % vs 6.51 ± 3.83 %, $p = 0.020$.

Conclusion

Carrying load of 15 kg on back for 5 minutes can cause the chest expansion, FEV1, and FVC decline on COPD patients and healthy subjects. The decline percentage of chest expansion, FEV1 and FVC on COPD patients is greater in comparison with healthy subjects and statistically it differs significantly ($p < 0.05$).

Key words : load, back, chest expansion, FEV1, FVC, COPD patient, healthy subject

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pada kehidupan sehari - hari sering terlihat orang - orang yang pekerjaannya membawa beban yang cukup berat di punggungnya, misalnya : penjual sayur keliling, penjual jamu tradisional ("jamu gendong "), buruh pengangkut belanjaan di pasar, kuli di pelabuhan / stasiun kereta api / terminal bis, pencari kayu bakar / rumput, tentara dan sebagainya.

Fungsi pernapasan seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain usia, jenis kelamin, latihan fisik (1,2), komposisi tubuh (2,3) dan etnik (4,5). Disamping variasi individual yang ada, ventilasi paru seseorang juga dipengaruhi oleh posisi orang tersebut, tenaga / tekanan dari luar misalnya tekanan air sewaktu menyelam, jumlah beban yang dibawa di bahu atau lengan dan sebagainya (6).

Ketika punggung mengangkat beban yang berat, terjadi kontraksi otot-otot tubuh secara menyeluruh termasuk otot - otot interkosta, otot dinding perut dan diafragma. Kontraksi otot interkosta dan otot - otot sekitar sendi bahu membuat dinding dada menjadi struktur yang kaku yang terikat kuat pada tulang belakang. Demikian juga dengan berkontraksinya diafragma, maka isi perut akan dimampatkan menjadi silinder yang agak kaku. Dengan demikian kedua rongga tersebut dapat berfungsi sebagai penerus sebagian tenaga yang diakibatkan beban yang dibawa tubuh, sehingga beban tersebut tidak seluruhnya ditanggung oleh tulang belakang (7).

Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) yang terdiri dari bronkhitis kronik dan emfisema atau gabungan keduanya, dihubungkan dengan beberapa faktor resiko yang cukup banyak di Indonesia, seperti asap rokok, polusi udara yang ada di kota-kota besar atau daerah industri, status ekonomi rendah, dan lain-lain (8). Para pekerja / buruh angkat junjung biasanya memiliki / terpapar beberapa faktor resiko PPOK tersebut.

Pada Survei Rumah Tangga (SKRT) 1986 asma, bronkhitis kronis, dan emfisema menduduki peringkat ke-5 sebagai penyebab kesakitan terbanyak dari 10 penyebab kesakitan utama. SKRT DepKes 1992 menunjukkan angka kematian karena asma, bronkhitis kronis dan emfisema menduduki peringkat ke-6 dari 10 penyebab tersering kematian di Indonesia (9).

Untuk mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap perubahan fungsi pernafasan pada orang normal dan penderita PPOK tersebut perlu dilakukan uji faal paru sebelum, saat dan sesudah membawa beban. Uji faal paru dapat dilakukan dengan menggunakan spirometer (10). Untuk mengetahui pengembangan dada dapat dilakukan dengan mengukur ekspansi dada menggunakan metode " Landmarks" (11).

Secara teoritis, membawa beban dipunggung seperti tersebut diatas akan menimbulkan gangguan gerak dinding dada sehingga akan menimbulkan gangguan pada fungsi pernafasan, akan tetapi penulis belum menemukan jurnal penelitian tentang hal ini. Terbatasnya informasi mengenai pengaruh membawa beban di punggung terhadap fungsi pernafasan membuat peneliti tergerak untuk mengetahuinya lebih jelas.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dengan memperhatikan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh membawa beban di punggung terhadap faal paru orang sehat dan penderita PPOK ?
 - Bagaimana kapasitas vital paksa (KVP) paru orang sehat dan penderita PPOK saat membawa beban di punggung ?
 - Bagaimana volume ekspirasi paksa dalam 1 detik pertama (VEP 1) orang sehat dan penderita PPOK saat membawa beban di punggung ?
2. Bagaimana ekspansi dada orang sehat dan penderita PPOK saat membawa beban di punggung ?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

1.3.1. TUJUAN UMUM :

1. Mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap faal paru pada orang sehat dan penderita PPOK
2. Mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada orang sehat dan penderita PPOK.

1.3.1. TUJUAN KHUSUS :

1. Mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap nilai KVP dan VEP1 pada orang sehat.
2. Mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap nilai KVP dan VEP1 pada penderita PPOK.
3. Mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada orang sehat.
4. Mengetahui pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada penderita PPOK.
5. Mengetahui perbedaan pengaruh membawa beban di punggung terhadap nilai KVP, VEP1 serta ekspansi dada pada orang sehat dan penderita PPOK

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran perubahan ekspansi dada dan faal paru (VEP1 dan KVP) yang terjadi pada saat membawa beban di punggung pada orang sehat dan penderita PPOK, sehingga dapat menyusun saran - saran guna mencegah gangguan fungsi pernapasan pada orang yang mengangkat beban di punggung dan sebagai data awal untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh membawa beban di punggung jangka panjang terhadap fungsi pernafasan orang - orang yang pekerjaan sehari-harinya membawa beban di punggung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

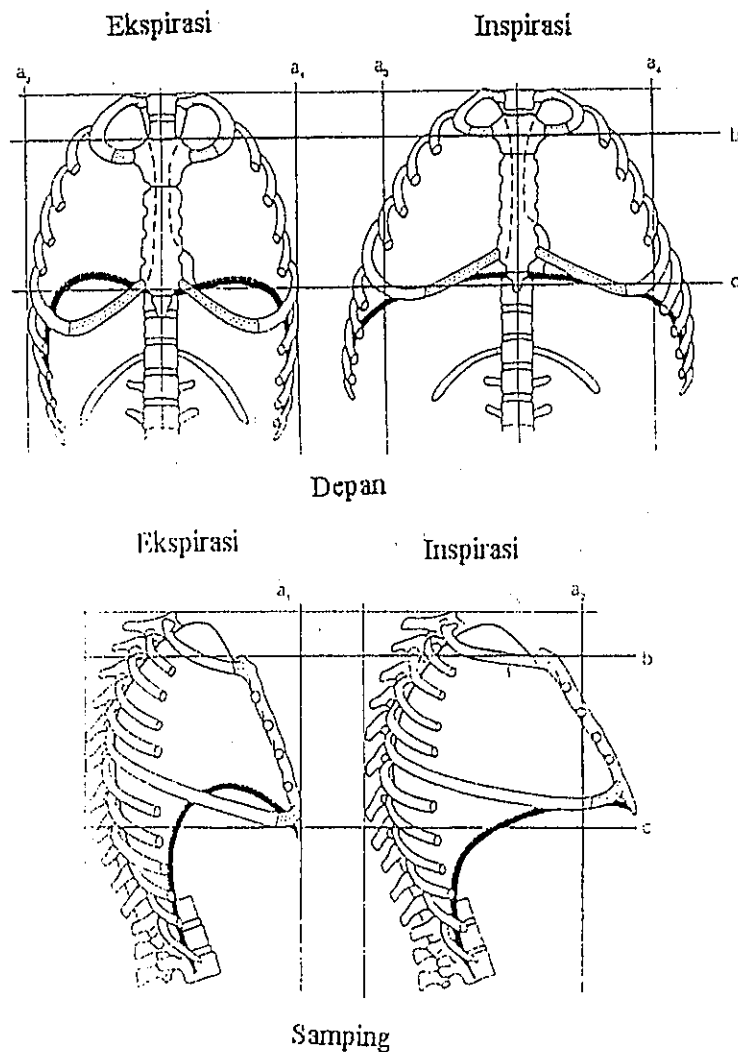
2.1. PERNAPASAN

Tujuan pernapasan adalah untuk menyediakan oksigen bagi jaringan dan membuang karbondioksida. Untuk mencapai tujuan ini, pernapasan dapat dibagi menjadi empat peristiwa fungsional 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) transpor oksigen dan karbondioksida dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel; (4) pengaturan ventilasi dan hal-hal lain dari pernapasan. (12).

2.1.1. Mekanika pernapasan.

Sistem pernapasan terdiri dari organ pertukaran gas (paru-paru) dan sebuah pompa ventilasi paru. Pompa ventilasi ini terdiri atas dinding dada, otot-otot pernapasan, pusat pernafasan di otak serta jaras-jaras syaraf yang menghubungkan pusat pernapasan dengan otot pernapasan (13). Paru-paru dapat dikembang kempiskan melalui dua cara : (1) diafragma bergerak turun naik untuk memperbesar atau memperkecil rongga dada, dan (2) depresi dan elevasi tulang iga untuk memperbesar atau memperkecil diameter anteroposterior dan transversal rongga dada (gambar 1 dan gambar 2) (12,14,15,16).

Iga pertama sampai ke enam saling berhubungan satu dengan lainnya oleh otot-otot interkostal, yang berjalan dari arah belakang menuju ke depan bawah. Oleh karena iga pertama difiksasi otot skalenus, maka kontraksi otot-otot interkosta akan menghasilkan gerakan ke atas dan ke depan dari lima iga lainnya. Gerakan keempat iga pertama ini kearah lateral hanya sedikit sekali. Karena iga ini menutup dinding dada pada tempat lobus superior paru, maka gerakan dinding dada yang terjadi terutama ke arah anterosuperior (17)

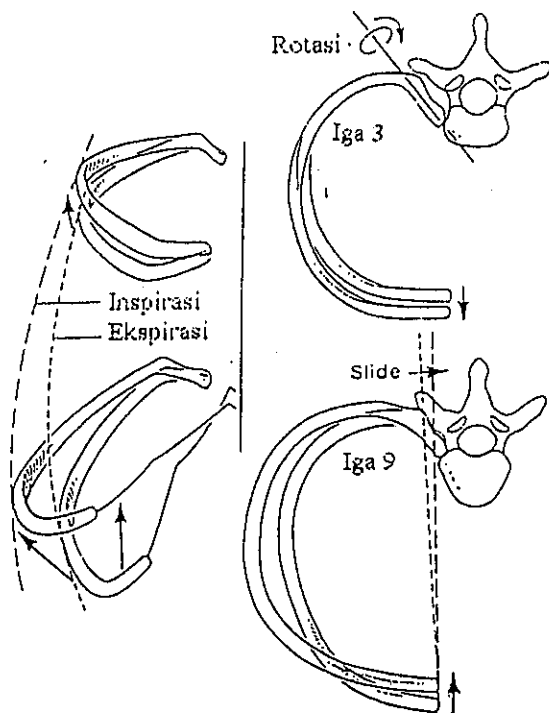


Gambar 1. Diagram perubahan rongga dada selama bernapas

(Dikutip dari : Wilson KJW. Anatomy and physiology in health and illness. 7th ed. Edinburgh : Churchill Livingstone 1990 : 133 - 35)

Iga ke lima dan ke enam yang terletak kira-kira di atas lobus medius pada paru kanan dan lingula pada paru kiri, berbeda dengan keempat iga diatas, akan memperbesar lingkaran kurvatura. Gerakan kedua iga ini pada saat inspirasi akan menambah diameter rongga dada kearah anteroposterior dan transversal (17)

Iga ketujuh dan/sampai kesepuluh yang menutupi lobus inferior, pada saat inspirasi akan menambah diameter transversal, sedangkan diameter anteroposterior berkurang sedikit (17).



Gambar 2. Gerakan iga ke 3 dan 9 selama inspirasi dan ekspirasi

(Dikutip dari : Van-De-Graaff KM, Fox SL. Concepts of human anatomy and physiology. Iowa : Wm. C. Brown Publishers 1986 : 762 - 90)

2.1.2. Otot - otot pernapasan

Otot - otot pernapasan dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu otot-otot pernapasan yang ikut dalam proses inspirasi (diafragma, sternokleidomastoid, trapezius, skalenus, interkosta eksterna) dan yang ikut dalam proses ekspirasi (interkosta interna, rektus abdominis, obliqua eksterna dan interna, transversus abdominis) (17). Gerakan diafragma menyebabkan perubahan volume intratoraks sebesar 75 % selama inspirasi tenang. (13). Otot kecil lainnya berfungsi menstabilkan kedudukan dinding dada serta menambah efisiensi gerakan pernafasan. Fungsi otot skalenus untuk meninggikan iga 1 dan 2, sternokleidomastoid mengangkat sternum, trapezius memfiksasi bahu (17).

Bertentangan dengan anggapan lama , otot-otot yang paling penting untuk bernapas, diluar diafragma adalah m. skalenus dan m. parasternal interkostalis. Otot-otot tersebut selalu aktif selama pernapasan. Muskulus interkostalis internus dan eksternus serta m. sternokleidomastoideus lebih merupakan otot bagi postur tubuh dan hanya aktif dalam pernapasan bila ventilasi meningkat atau dalam kondisi - kondisi khusus (18)

2.1.3. *Compliance* dan *elastic recoil* paru / dinding dada.

Compliance didefinisikan sebagai perubahan volume per unit perubahan tekanan, yang menggambarkan kemudahan diregangnya jaringan paru dan dinding dada (19,20). Paru dengan *compliance* tinggi berarti dengan sedikit peningkatan tekanan *transpulmonary* akan menyebabkan peningkatan volume paru yang besar (20). *Compliance* berkurang pada penyakit paru restriktif yang menambah kekakuan paru - paru dan dada, serta membatasi pengembangannya. Pada kasus ini dibutuhkan kekuatan yang lebih besar daripada keadaan normal untuk mendapatkan pembesaran volume yang sama (19).

Orang yang menderita gangguan muskuloskeletal yang menyebabkan penurunan gerakan atau mobilitas tulang iga, misalnya kifoskoliosis, akan menurunkan *compliance* dinding dada (19,20).*Compliance* dinding dada juga berkurang pada obesitas dan peregangan abdomen (19).

Compliance seluruh sistem paru (paru dan rangka dada bersama-sama) hampir tepat separuh dari *compliance* paru-paru itu sendiri yaitu 110 ml volume per sentimeter air untuk sistem gabungan, dibandingkan dengan 200 ml / cm air untuk paru - paru saja. Untuk mengembangkan sistem paru secara total dibutuhkan tekanan hampir dua kali lebih besar dari pada yang dibutuhkan untuk mengembangkan paru-paru yang sama setelah dikeluarkan dari rangka dada (12).

Elastic recoil paru merupakan kebalikan dari *compliance*, dimana *elastic recoil* paru cenderung menyebabkan pengempisan paru. *Elastic recoil* paru disebabkan oleh daya elastis jaringan paru (serat elastin dan serat kolagen) dan daya elastis yang

disebabkan oleh tegangan permukaan cairan yang membatasi dinding bagian dalam alveoli dan ruang udara paru lainnya (12,20)

2.2. FAKTOR - FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FAAL PARU

Besarnya nilai faal paru seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain usia, jenis kelamin, latihan fisik (1,2), komposisi tubuh (2,3), dan etnik (4,5).

Fungsi pernapasan dan sirkulasi darah akan meningkat dengan bertambahnya usia, dan mencapai optimal pada usia 20 - 30 tahun. Sesudah itu akan terjadi penurunan sesuai dengan bertambahnya usia (1). Menurut hasil penelitian Tim Pneumobil Indonesia 1992 diketahui bahwa nilai - nilai parameter faal paru (KVP, VEP1 dan APE) pada individu laki-laki maupun wanita, nilainya makin meningkat mulai umur 14 tahun sampai 22 tahun, kemudian menurun pada umur-umru berikutnya dengan penurunan rata-rata 20 ml untuk tiap kenaikan umur satu tahun (5).

Anak laki-laki dan perempuan mempunyai nilai faal paru yang sama pada saat istirahat dan uji latih sampai usia pubertas. Sesudah itu terdapat perbedaan yang mencolok antara keduanya. Anak laki-laki menunjukkan kapasitas faal paru yang lebih besar pada semua umur. Perbedaan biologis yang spesifik antara kedua jenis kelamin ini yang menyebabkan perbedaan tersebut, pada laki-laki ada kelebihan kerja otot dan penampilan (1)

Latihan fisik akan menyebabkan otot-otot menjadi kuat, perbaikan fungsi otot ini terutama otot pernapasan menyebabkan pernapasan lebih efisien pada waktu istirahat. Ventilasi paru antara orang yang terlatih dan tidak terlatih relatif sama besar, tetapi orang yang terlatih bernapas lebih lambat dan lebih dalam. Latihan fisik akan mempengaruhi organ tubuh sedemikian rupa sehingga kerja organ lebih efisien dan kapasitas kerja maksimum yang dicapai lebih besar (1). Kapasitas difusi paru orang terlatih terutama atlet - atlet olah raga endurans lebih baik dibandingkan orang tidak terlatih (21).

Perbedaan komposisi tubuh seseorang menyebabkan perbedaan nilai faal paru. Tubuh yang berotot kuat mempunyai konsumsi oksigen maksimum yang lebih tinggi dibandingkan tubuh yang mempunyai prosentase lemak yang tinggi (2). Obesitas berpengaruh secara tidak langsung terhadap fungsi paru tetapi berpengaruh langsung terhadap gerak dan mekanik pernapasan. Obesitas merupakan beban terhadap gerak pernapasan, sehingga mobilitas gerakan dinding dada kurang leluasa. Obesitas menyebabkan gangguan atau penurunan *compliance* paru dan dinding dada, dimana penurunan *compliance* dinding dada lebih besar dibanding paru (3)

Miskipun di literatur banyak disebut bahwa perbedaan etnik akan mempengaruhi besarnya faal paru akan tetapi dari data-data responden yang ada pada penelitian Pneumobil (di Indonesia) ternyata perbedaan antar suku bangsa terhadap hasil faal paru tidak bermakna (5)

2.2.1. Faktor - faktor intra dan ekstra pulmonal yang menyebabkan gangguan faal paru

Faal paru / ventilasi paru juga akan mengalami gangguan akibat beberapa keadaan atau penyakit tertentu. Ada tiga tipe gangguan fungsi ventilasi, yaitu (1) gangguan faal paru tipe restriktif yang berarti terdapat keterbatasan pengembangan paru dan/atau dada saat pernafasan, (2) gangguan faal paru tipe obstruksi yang berarti terdapat hambatan aliran udara dalam saluran nafas saat pernafasan karena adanya obstruksi lumen saluran nafas, (3) gangguan faal paru tipe campuran yang berarti terdapat keterbatasan pengembangan paru dan/atau dada bersama adanya obstruksi saluran nafas (22,23,24).

Gangguan faal paru tipe restriktif dapat disebabkan oleh berbagai kelainan baik di dalam maupun di luar paru (2,22,23,24) yaitu :

1. Gangguan di dalam paru : atelektasis, tumor, fibrosis, edema, infiltrasi sel radang (2), pneumectomy / lobectomy (23)

2. Gangguan di luar paru, disebabkan oleh kelainan berbagai organ tubuh, seperti (2,22)

- Pleura : pleuritis sikka, tumor pleura, efusi, pneumotoraks.
- Mediastinum : tumor mediastinum, pembesaran jantung, efusi perikard.
- Tulang : fraktur iga, kiphosis, skoliosis, pektus ekskavatum, ankilosing spondilosis.
- Otot : lumpuh otot karena miastenia gravis, sindrom Guillain-Barre.
- Diafragma : lumpuh nervus frenikus, hernia diafragma, asites, kehamilan.
- Lain - lain : obesitas, nyeri oleh karena berbagai sebab (pleuritis, kostokondritis).

Pada prinsipnya semua komponen tadi mempunyai andil timbulnya : (1) compliance paru atau dinding dada menurun, (2) elastic recoil paru atau dinding dada meninggi, dan (3) resistensi saluran nafas tetap normal (24)

Penyebab gangguan faal paru tipe obstruktif antara lain : fibrosis peribronkhial, tumor massa paru mendesak bronkhus, obstruksi bronkhus (spasme, penebalan bronkhus karena proses inflamasi, edema mukosa, hipersekresi atau mukus kental pada asma bronkhial) (2,22,24). Pada prinsipnya semua komponen penyebab tadi akan menimbulkan : (1) peningkatan compliance paru atau dinding dada, (2) elastic recoil paru atau dinding dada menurun, dan resistensi saluran nafas meningkat (24)

Pada penyakit - penyakit yang tergabung dalam kelompok penyakit paru kombinasi (restriktif dan obstruktif) terdapat komponen yang menimbulkan obstruksi ataupun restriksi bersama (24)

Disamping penyakit - penyakit tersebut, penelitian Rahmatullah dkk menunjukkan pada penderita diabetes melitus terjadi penurunan fungsi ventilasi paru (25)

Pada gagal jantung kronik terjadi kelainan pada otot-otot pernapasan, baik otot-otot inspirasi maupun otot-otot ekspirasi, berupa penurunan kekuatan, ketahanan dan perubahan histokimia pada serabut-serabut otot tersebut (18)

Kebiasaan merokok akan mempercepat penurunan faal paru. Fletcher dkk secara umum menemukan bahwa penurunan VEP1 pertahun pada perokok sekitar 10 - 20 ml lebih banyak daripada bukan perokok. Penelitian lain yang dilaporkan Sherman CB menunjukkan bahwa penurunan VEP1 pertahun untuk mereka yang bukan perokok berkisar antara 20 - 30 ml, pada bekas perokok 25 - 50 ml, dan pada perokok aktif sekitar 25 - 80 ml / tahun (26).

Asap rokok dapat menyebabkan peradangan kronik epitel saluran napas. Asap rokok juga dapat mengganggu fungsi silia, menyebabkan hiperplasi kelenjar mukus, peningkatan sel goblet, hipertrofi otot polos, fibrosis peribronkial, dan destruksi alveoli peribronkial. Alfa satu antitripsin di paru akan dioksidasi oleh asap rokok sehingga fungsinya sebagai inhibitor bagi netrofil elastase akan terganggu (26).

2.3. PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIK (PPOK)

PPOK adalah penyakit paru kronik yang ditandai oleh hambatan aliran udara di saluran napas yang bersifat progresif nonreversible atau reversible partial. PPOK terdiri dari bronkhitis kronik, emfisema atau keduanya (8,27).

Bronkhitis kronik adalah kelainan saluran napas yang ditandai oleh batuk kronik berdahak, minimal 3 bulan dalam setahun, sekurang-kurangnya dua tahun berturut-turut, tidak disebabkan oleh penyakit lain (27).

Emfisema adalah suatu kelainan anatomis paru yang luas ditandai oleh pelebaran rongga udara distal bronkiolus terminal, disertai kerusakan dinding alveoli (27).

Diagnosis

Gejala dan tanda pada PPOK sangat bervariasi, mulai dari tanpa gejala, gejala ringan hingga berat (9,27).

Gambaran klinis

a. Anamnesis (9,27)

1. a. Riwayat merokok atau bekas perokok dengan atau tanpa gejala pernapasan

- b. Riwayat terpajan zat iritan yang bermakna
 - c. Riwayat penyakit emfisema pada keluarga.
2. Terdapat faktor predisposisi pada masa bayi / anak, mis BBLR, infeksi saluran napas berulang, lingkungan dengan asap rokok dan polusi udara
 3. Batuk berulang dengan atau tanpa dahak
 4. Sesak dengan atau tanpa bunyi mengi

b. Pemeriksaan fisik (9,27)

1. Inspeksi dan palpasi : pursed-lips breathing, barrel chest, penggunaan otot bantu napas, hipertropi otot bantu napas, pelebaran sela iga dan tulang iga mendatar, penampilan pink puffer (gambaran khas emfisema) atau blue bloater (gambaran khas bronkhitis kronik)

Pink puffer : penderita kurus, kulit kemerahan, bernapas pursed lips breathing

Blue bloater : penderita gemuk, sianosis, ronki basah di basal paru

2. Perkusi : pada emfisema hipersonor dan batas jantung mengecil, letak diafragma rendah, hepar tertekan ke bawah

3. Auskultasi : suara napas vesikuler normal atau melemah, ronki dan atau mengi pada waktu bernapas biasa atau pada ekspirasi paksa, ekspirasi memanjang, bunyi jantung terdengar jauh

Pemeriksaan penunjang

1. Faal paru

Diagnosis dipastikan dengan uji spirometri (VEP1, VEP1 prediksi, KVP, VEP1/KVP), dengan hasil $\%VEP1 = (VEP1 / VEP1 \text{ prediksi}) < 80 \%$ dan $VEP1 \% = (VEP1 / KVP) < 75 \%$ (8,9).

Perubahan VEP1 pada uji bronkhodilator $< 20 \%$ nilai awal (9). KVP awalnya normal, namun akan berkurang jika penyakit progresif. Rasio VEP1 / KVP selalu memperlihatkan kurang dari normal (27)

Tabel 1. Klasifikasi PPOK menurut Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (9)

Derajat	Spirometri	Karakteristik
Ringan	VEP1 > 80 %	Tidak ada gejala waktu istirahat maupun latihan
	VEP1/KVP < 75%	Tidak ada gejala waktu istirahat tetapi gejala ringan bila latihan sedang (jalan cepat, naik tangga)
Sedang	VEP1 30 - 80 %	Tidak ada gejala waktu istirahat tetapi ada gejala bila latihan ringan (misal : berpakaian)
	VEP1/KVP < 75%	Gejala ringan sampai sedang pada waktu istirahat
Berat	VEP1 < 30 %	Gejala berat pada waktu istirahat
	VEP1/KVP < 75%	Tanda - tanda korpulmonal

2. Radiologi (9,27)

Pada emfisema terlihat gambaran : hiperinflasi, hiperlulent, ruang retrosternal melebar, iga mendatar, diafragma mendatar, jantung menggantung. Pada bronkhitis kronik : normal, corakan bronkovaskuler bertambah pada 21 % kasus

2.4. SISTEM PEMBEBANAN TULANG BELAKANG MANUSIA

2.4.1. Stabilitas orang membawa beban

Sistem pembebanan tulang belakang manusia terdiri dari berat badan manusia, beban dari luar, kekuatan otot - otot dan ligament, tekanan dalam rongga dada dan perut (7).

Titik berat adalah titik dimana berat suatu obyek terpusatkan. Pada posisi berdiri normal titik berat seseorang terletak di sepertiga atas sakrum, pada laki - laki dewasa terletak setinggi $\pm 56 - 57$ % tinggi badan dan pada wanita dewasa ± 55 % tinggi badan dari lantai (6, 14). Letak titik berat tubuh tidak tetap, setiap perubahan posisi, bahkan yang disebabkan oleh proses pernapasan akan menyebabkan letak titik berat berubah (6).

Bila seseorang membawa beban dengan posisi beban lebih tinggi dari pinggang, titik berat akan bergeser ke posisi lebih tinggi dan menyebabkan keseimbangan tubuh menurun (14). Bila seseorang membawa beban, postur tubuh normal akan mengalami penyesuaian sehingga letak titik berat orang tersebut ditambah beban sama dengan titik berat orang tersebut saat tidak membawa beban. Tubuh berfungsi sebagai penyeimbang dengan cara mengubah - ubah kemiringannya sehingga proyeksi titik berat di kaki relatif tetap. Bila beban dibawa di satu sisi, tubuh miring ke sisi yang berlawanan, bila beban dibawa di depan tubuh miring ke belakang dan sebaliknya (6).

Postur tubuh adalah kedudukan tubuh pada posisi berdiri tegak. Postur tubuh selalu dalam keadaan dinamis, yang berarti terjadi penyesuaian secara tetap dalam melawan kekuatan yang menyebabkan hilangnya keseimbangan. Penyesuaian tersebut dapat terjadi secara sadar maupun tidak sadar (28).

2.4.2. Pengaruh beban di punggung terhadap rongga dada

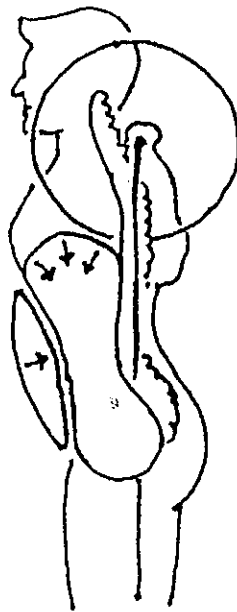
Beban optimal yang mampu dibawa oleh seseorang baik laki-laki maupun wanita kira-kira 35 % dari berat badannya. Meskipun demikian berat beban yang dapat dibawa secara aman dipengaruhi pula oleh tipe perawakan tubuh, kekuatan, umur, pengalaman, kepadatan beban dan lain-lain (6).

Tekanan akibat membawa beban akan menyebabkan otot - otot punggung bagian dalam yang pendek menstabilkan persendian tulang belakang dan cenderung mengurangi lordosis lumbal. Bila garis berat bergeser ke depan aksis sendi lumbosakral maka setiap peningkatan beban akan menyebabkan peningkatan kontraksi otot - otot punggung superfisial yang panjang, dan bila garis berat bergeser ke belakang aksis sendi lumbosakral maka otot - otot perut akan berkontraksi (6)

Tulang belakang melekat pada dua rongga yaitu rongga dada dan perut, yang dipisahkan oleh diafragma. Rongga dada berisi udara sedangkan rongga perut berisi masa semisolid. Ketika punggung mengangkat beban yang berat maka terjadi

kontraksi otot-otot secara menyeluruh termasuk otot-otot interkosta, otot dinding perut dan diafragma. (7, 29)

Kontraksi otot interkosta dan otot - otot sekitar sendi bahu membuat dinding dada menjadi struktur yang kaku yang terikat kuat pada tulang belakang. Inspirasi akan meningkatkan tekanan intratorak, sehingga dinding dada dan tulang belakang menjadi kesatuan yang padat dan kuat, yang mampu meneruskan tenaga yang besar (7, 29)..



Gambar 3 : Kontraksi otot diafragma dan otot perut pada saat seseorang membawa beban.

(Dikutip dari : Chek P. Abs in, or abs out. [On line] : [www.paulchekseminar.com / article.cfm? select = 24](http://www.paulchekseminar.com/article.cfm?select=24))

Demikian juga dengan berkontraksinya diafragma, maka isi perut akan tertekan ke arah bawah dan luar ke arah dinding perut. Hal tersebut merangsang kontraksi otot perut (m. transversus abdominis) sehingga isi perut dimampatkan dan tekanan dalam perut meningkat (30) serta menjadi menjadi silinder yang agak

kaku (gambar 3). Dengan demikian kedua rongga tersebut dapat berfungsi sebagai penerus sebagian tekanan yang diakibatkan beban yang dibawa tubuh sehingga beban tersebut tidak seluruhnya ditanggung oleh tulang belakang (7, 29).

Tekanan dalam perut yang dihasilkan oleh kontraksi otot-otot perut memegang peranan penting dalam stabilisasi tulang belakang pada saat mengangkat beban. Tekanan intra abdominal dapat mengurangi tekanan pada lumbal 4 dan 5 (L4 dan L5) \pm 12 - 35 %.(31).

Bila punggung mendapat beban yang lebih besar lagi maka terjadi peningkatan kekakuan dinding dada dan peningkatan kompresi isi perut, yang diperoleh dengan peningkatan aktivitas otot-otot tubuh. Semua aktivitas tersebut terjadi secara refleks (*involuntarily*) (7).

2.4.3. Kapasitas kerja fisik

Beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas kerja fisik adalah (32) :

- a. Pengeluaran energi oleh proses aerobik dan anaerobik
- b. Fungsi neuromuskuler : kekuatan dan tehnik
- c. Psikologis : motivasi

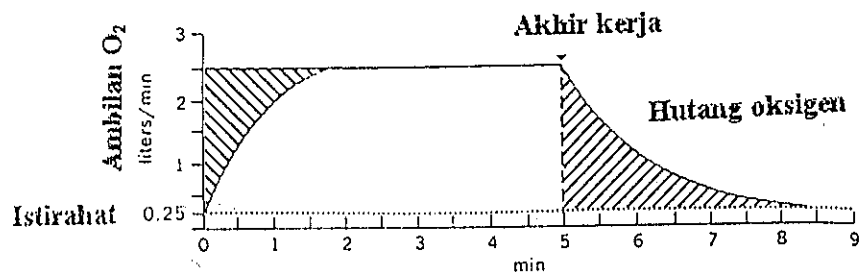
Kekuatan otot merupakan fungsi yang kompleks. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan otot antara lain adalah jumlah serabut otot, banyaknya perangsangan, umur, jenis kelamin dan motivasi. Selain itu juga terdapat variasi harian sekitar 10 - 20 %. Kekuatan otot terbesar didapat pada individu umur 20 - 30 tahun, dan setelah melewati umur itu terdapat penurunan kekuatan, sehingga kekuatan otot pada orang berumur 65 tahun hanya kira-kira 80 % dari orang berumur 20 - 30 tahun. Rata - rata kekuatan otot wanita hanya dua pertiga kekuatan otot laki-laki.(7,32)

Penderita PPOK sering mengalami disfungsi muskuloskeletal. Selain penurunan berat badan, penderita PPOK ditandai dengan kelemahan muskuloskeletal. Kelemahan muskuloskeletal mempunyai korelasi lebih baik dengan

kemampuan latihan yang buruk, dibandingkan dengan sesak napas atau penurunan fungsi paru.(33).

Pada setiap pembebanan penambahan pengambilan oksigen terjadi secara berangsur-angsur. Dalam menit - menit awal pengambilan oksigen meningkat dan pada suatu saat mencapai puncaknya untuk beban tersebut, yang terlihat sebagai perubahan dari garis curam menjadi garis mendatar. Keadaan ini disebut "steady state" dan dalam keadaan ini pengambilan oksigen sama dengan kebutuhan oksigen untuk kerja. Pada berbagai jenis pekerjaan atau latihan, pengambilan oksigen meningkat secara linier dengan peningkatan beban kerja (7, 32).

Setelah kerja selesai, pengambilan oksigen berangsur - angsur turun. Kelebihan jumlah oksigen yang diambil setelah kerja berakhir disebut hutang oksigen ("oxygen debt") (gambar 4) (7, 32).



Gambar 4 : Pengambilan oksigen pada waktu latihan .

(Dikutip dari : Astrand P, Rodahl K. Textbook of work physiology. Tokyo : McGraw-Hill Kogakusha, Ltd 1970 : 268 - 75)

Bila waktu kerja diperpanjang sampai satu jam, pengambilan oksigen, frekuensi denyut jantung dan kardiak out put dapat dipertahankan pada tingkat yang sama seperti setelah bekerja selama lima menit, asal saja pengambilan oksigen tidak lebih dari 50% pengambilan oksigen maksimum. Bila waktu diperpanjang,

terjadi peningkatan progresif pengambilan oksigen, frekuensi denyut jantung dan orang tersebut akan mengalami kelelahan (7).

2.5. UJI FAAL PARU

Uji faal paru bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi paru seseorang individu dalam keadaan normal atau abnormal. Secara lengkap uji faal paru dilakukan dengan menilai fungsi ventilasi, difusi gas, perfusi darah paru, dan transport gas O₂ dan CO₂ dalam peredaran darah. (34)

Uji faal difusi gas di membran respirasi dapat dilakukan dengan menggunakan spirometer khusus dengan teknik khusus (sulit), sehingga tidak merupakan pemeriksaan rutin. Pemeriksaan perfusi darah (rasio ventilasi / perfusi) sulit dilakukan, dan juga tidak merupakan pemeriksaan rutin untuk uji faal paru (34).

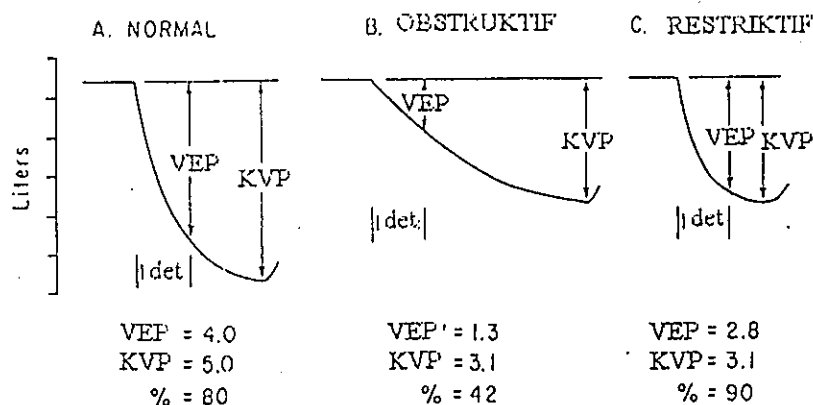
Untuk keperluan praktis dan uji skrining, biasanya penilaian faal paru seseorang cukup dengan melakukan uji fungsi ventilasi paru. Apabila fungsi ventilasi nilainya baik, dapat mewakili keseluruhan fungsi paru dan biasanya fungsi - fungsi paru lainnya juga baik. Penilaian fungsi ventilasi berkaitan erat dengan penilaian mekanika pernafasan (34).

Uji faal paru sederhana yang sangat berguna adalah pengukuran ekspirasi paksa tunggal. Volume udara yang dikeluarkan dalam satu detik pertama disebut volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP1). Volume total yang dikeluarkan disebut kapasitas vital paksa (KVP)(34).

Pada orang normal tidak ada perbedaan antara kapasitas vital (KV) dan KVP. KV merupakan refleksi dari kemampuan elastisitas jaringan paru, atau kekakuan pergerakan dinding dada. KV yang menurun dapat diartikan adanya kekakuan jaringan paru atau dinding dada, dengan kata lain KV mempunyai korelasi yang baik dengan *compliance* paru atau dinding dada (5)

Penilaian adanya obstruksi pernapasan didasarkan atas besarnya VEP1. Interpretasi tidak berdasarkan atas nilai absolutnya akan tetapi perbandingan dengan

KVP nya. Nilai VEP1 / KVP pada orang normal sebesar 80 %, apabila kurang dari 70 % berarti tidak normal (5,24)



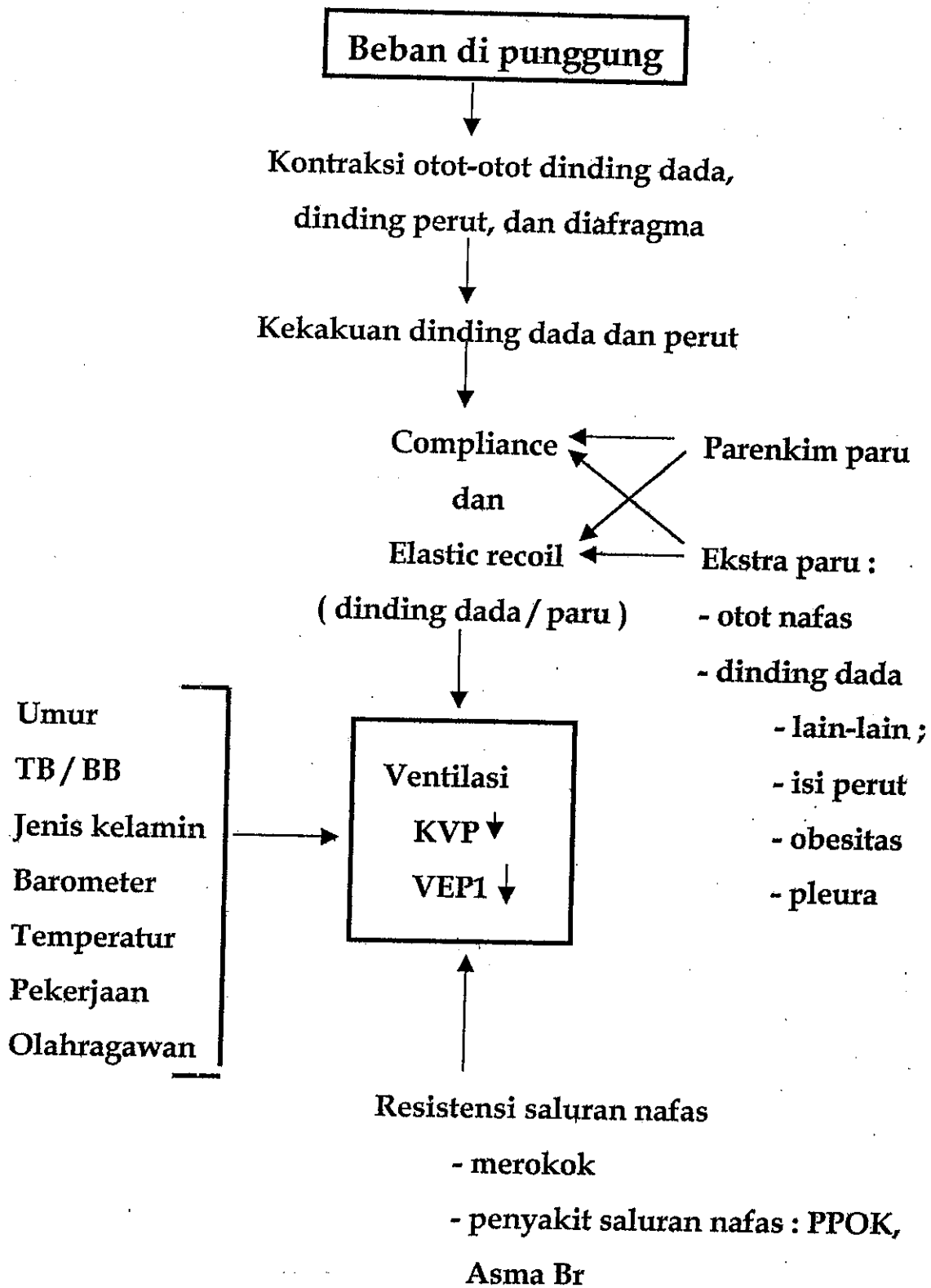
Gambar 5 : Ilustrasi jenis perubahan volume dan kapasitas paru pada penyakit paru restriktif dan obstruktif.

(Dikutip dari : Levitzky MG. Pulmonary physiology. 4th ed. New York : McGraw-Hill Inc 1995 : 55 - 73, 226 - 33)

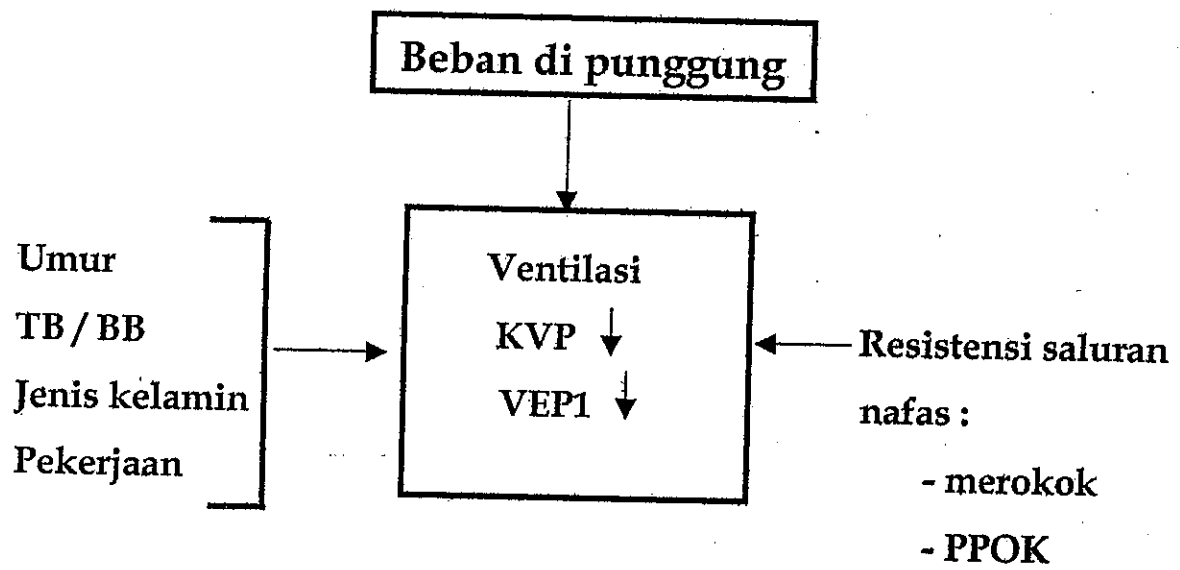
Seperti telah disebut sebelumnya, ada tiga pola penyakit paru berdasarkan nilai faal paru, yaitu restriktif, obstruktif dan campuran. Pada penyakit paru restriktif nilai VEP dan KVP menurun, tetapi nilai VEP1 / KVP normal atau meningkat. Pada penyakit paru obstruktif nilai VEP1 menurun lebih besar dibandingkan KVP sehingga nilai VEP1 / KVP rendah. (gambar 5). Sedangkan ciri khas penyakit paru tipe campuran adalah penurunan VEP1 / KVP (obstruktif) dan volume paru kecil (restriktif)(4,9,20,35)

Untuk mengetahui apakah data hasil uji paru seseorang termasuk normal atau abnormal (ada gangguan), maka nilai parameter tersebut perlu dibandingkan terhadap nilai normal atau nilai baku atau nilai prediksinya untuk individu tersebut. Untuk orang Indonesia, telah ada nilai normal atau prediksi beberapa parameter faal paru, yaitu nilai normal faal paru dari penelitian Tim Pneumobil Indonesia 1992 (5,24)

2.6. KERANGKA TEORI



2.7. KERANGKA KONSEP



BAB III

HIPOTESIS

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, maka penulis mempunyai asumsi hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Hipotesis nol :

Pemberian beban 15 kg di punggung selama 5 menit tidak menyebabkan penurunan ekspansi dada, kapasitas vital paksa (KVP) dan volume ekspirasi paksa dalam satu detik pertama (VEP1) pada orang sehat dan penderita PPOK.

Hipotesis alternatif :

Pemberian beban 15 kg di punggung selama 5 menit dapat menyebabkan penurunan ekspansi dada, kapasitas vital paksa (KVP) dan volume ekspirasi paksa dalam satu detik pertama (VEP1) pada orang sehat dan penderita PPOK.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. DESAIN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain pretest posttest , eksperimental (36)

4.2. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan di RSUP Dr. Kariadi Semarang dan RSUD Kodya Semarang pada bulan Juni 2002 sampai dengan September 2002.

4.3. POPULASI PENELITIAN

Populasi penelitian target adalah wanita - pria sehat dan penderita PPOK umur 30 - 60 tahun.

Populasi terjangkau penelitian adalah pasien rawat jalan poliklinik, karyawan RSUP Dr. Kariadi Semarang dan RSUD Kodya Semarang serta masyarakat umum.

4.4. SAMPEL DAN CARA PENGAMBILAN SAMPEL

Pemilihan sampel dilakukan secara *consecutive sampling*, dan semua peserta penelitian merupakan subyek penelitian sukarela. Kedua kelompok (orang sehat dan penderita PPOK) disesuaikan umur, jenis kelamin, tinggi badan dan status gizinya.

Semua peserta penelitian diminta kesediaannya menandatangani surat perjanjian (*inform concent*)

4.4.1. ESTIMASI BESAR SAMPEL

Besar sampel ditentukan berdasarkan rumus (37) :

$$n_1 = n_2 = 2 \left[\frac{(z_\alpha + z_\beta) s}{(x_1 - x_2)} \right]^2$$

Keterangan :

s : simpang baku kedua kelompok (dari pustaka)

$x_1 - x_2$: " clinical judgment " (perbedaan klinik yang diinginkan)

$z\alpha$: tingkat kemaknaan

$z\beta$: " power "

Pada penelitian ini ditetapkan :

$$z\alpha = 1,645$$

$$z\beta = 0,842$$

$$x_1 - x_2 = 0,20$$

$$s_{FEV_1} = 0,4105$$

$$s_{FEV_1} = 0,39138$$

(5)

maka : $n_1 = n_2 = 53$, sehingga besar sample keseluruhan 106

4.4.2. KRITERIA INKLUSI DAN EKSKLUSI

KRITERIA INKLUSI

1. Pria - wanita sehat dan penderita PPOK berumur antara 30 - 60 tahun
2. Bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani informed consent

KRITERIA EKSKLUSI

1. Wanita hamil
2. Asites
3. Diabetes mellitus
4. Penyakit neuromuskuler yang mempengaruhi fungsi pernafasan (misal : miastenia gravis, sikatrik pada dinding dada dll)
5. Olahragawan
6. Kelelahan
7. Anemia
8. Gagal jantung
9. PPOK berat
10. Batuk frekuensi

11. Pneumotoraks

12. Efusi pleura

4.5. VARIABEL DAN OPERASIONALISASI VARIABEL

1. Variabel umum penderita

- umur
- jenis kelamin
- jenis pekerjaan
- kebiasaan merokok
- berat badan
- tinggi badan
- penyakit paru obstruktif kronik

2. Ekspansi dada

3. Faal paru

- kapasitas vital paksa (KVP)
- volume ekspirasi paksa dalam 1 detik pertama (VEP 1)

4. Beban (15 kg) di punggung

4.5.1. DEFINISI OPERASIONAL

1. Kriteria sehat dalam penelitian ini adalah tidak ditemukan penyakit paru atau penyakit lain yang dapat mempengaruhi faal paru

2. Diagnosis PPOK ditegakkan berdasarkan riwayat penyakit, pemeriksaan fisik, radiologik dan pemeriksaan faal paru dengan spirometer dengan nilai $VEP1 \% (VEP1 / KVP) < 75 \%$. Perubahan VEP1 pada uji bronkhodilator $< 20 \%$ nilai awal.

3. Kebiasaan merokok ditentukan dengan wawancara ,dengan kriteria sebagai berikut (38) :

- a. Bukan perokok : orang yang tidak pernah merokok atau pernah merokok tetapi tidak lebih dari 100 batang selama hidup (sampai saat diwawancarai).
 - b. Perokok : orang yang telah merokok lebih dari 100 batang selama hidupnya.
 - c. Bekas perokok : perokok tetapi satu bulan terakhir sudah tidak merokok
- Kriteria derajat perokok ditentukan dengan index Brinkmans yaitu perkalian jumlah rata - rata batang rokok yang dihisap sehari kali lama merokok dalam tahun, dan disebut (27) :
- i. Perokok ringan, bila nilai index Brinkmans 0 - 200
 - ii. Perokok sedang, bila nilai index Brinkmans 200 - 600
 - iii. Perokok berat, bila nilai index Brinkmans lebih dari 600

4. Kriteria evaluasi faal paru

a. Kapasitas vital paksa (KVP) adalah volume yang dapat dikeluarkan selama ekspirasi dengan paksa kuat dan cepat setelah melakukan inspirasi maksimal.

b. Volume ekspirasi paksa dalam 1 detik pertama (VEP1) adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dalam 1 detik pertama dengan ekspirasi kuat dan cepat setelah inspirasi maksimal.

Berdasarkan kepustakaan, fungsi paru diklasifikasikan sebagai berikut (24) :

- a. Fungsi paru normal, bila % KVP > 80 % dan % VEP1 > 70 %.
- b. Gangguan fungsi paru tipe restriktif, bila % KVP < 80 % dan % VEP1 > 70 %
- c. Gangguan fungsi paru tipe obstruktif, bila % KVP > 80 % dan % VEP1 < 70 %

Untuk gangguan fungsi paru tipe restriktif dan obstruktif, terdapat tiga tingkatan, yaitu derajat ringan, sedang dan berat dengan ketentuan sebagai berikut (24) :

- 1. Gangguan fungsi paru tipe restriktif :
 - a. derajat ringan, bila nilai % KVP : 60 - 80 %
 - b. derajat sedang, bila nilai % KVP : 30 - 60 %
 - c. derajat berat, bila nilai % KVP : 0 - 30 %

2. Gangguan fungsi paru tipe obstruktif (9) :

- a. derajat ringan, bilai nilai % VEP1 > 80 %
- b. derajat sedang, bilai nilai % VEP1 : 30 - 80 %
- c. derajat berat, bila nilai % VEP1 : < 30 %

5. Kriteria ekspansi dada

Pengukuran ekspansi dada dilakukan dengan metoda Landmarks (11).

Harga normal ekspansi dada :

- Laki-laki : 2,9 - 8,7 cm
- Wanita : 2,2 - 6,9 cm

6. Pembebanan

Responden disuruh membawa beban 15 kg di punggung selama 5 menit. Beban tersebut berupa 3 buah barbel besi @ 5 kg, dimasukkan ke dalam ransel kain dengan ukuran lebar 31 cm, tinggi 32 cm, tebal 11 cm dan panjang sabuk 51 cm.

4.6. PENGUKURAN DAN INSTRUMENTASI

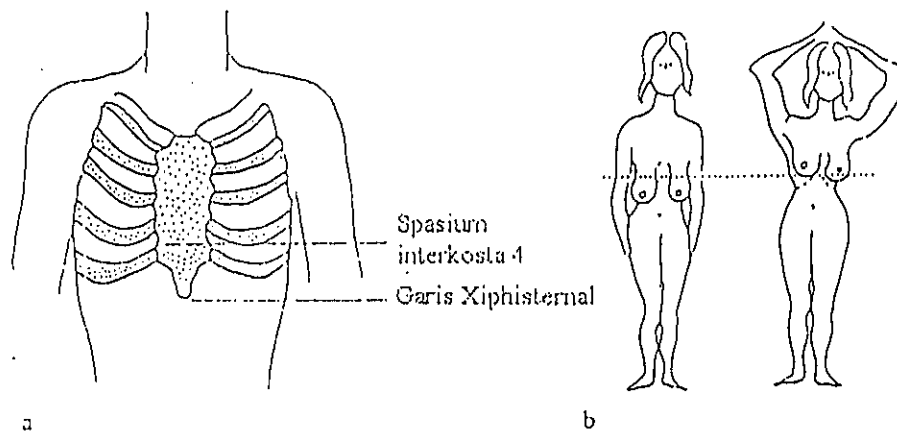
- Kuesioner penelitian
- Timbangan dan pengukur tinggi badan
- Meteran
- Sphygmomanometer merk NOVA
- Stetoskop merk Littman
- Spirometer elektrik merk Spiroanalyzer ST-250, Fukuda Sangyo.

4.7. CARA KERJA PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Wawancara, dilakukan oleh peneliti dengan mengisi lembar kuesioner yang telah disediakan.
2. Pemeriksaan fisik, dilakukan oleh peneliti, meliputi :

- Tanda vital (tensi, nadi, laju pernafasan, suhu)
- Tinggi badan tanpa alas kaki (dalam cm), berat badan (dalam kg) dengan menggunakan timbangan badan
- Pemeriksaan ekspansi dada dengan metoda Landmarks (9), yaitu :
 - Semua responden penelitian saat diperiksa hanya memakai kaos tipis



Gambar 6. Pemeriksaan ekspansi dada dengan metoda Landmarks
(Dikutip dari Mol JMHI, 1987)

- Responden berdiri dengan kedua lengan diangkat dan tangan diatas kepala
- Pengukuran ekspansi dada dilakukan terhadap subyek penelitian dengan menghitung selisih panjang lingkar dada pada saat inspirasi maksimal dengan panjang lingkar dada akhir ekspirasi (satuan senti meter).
- Pengukuran dilakukan setinggi sendi sifosternal atau setinggi sela iga ke empat

Pemeriksaan ekspansi dada dilakukan 3 kali, yaitu (1), sebelum pemberian beban, (2) lima menit saat membawa beban (3). lima menit setelah beban dilepas.

- Pemeriksaan fisik jantung, paru, abdomen dan neuromuskuler

3. Pemeriksaan tambahan : Pemeriksaan kadar hemoglobin, hematokrit, gula darah sewaktu pada seluruh responden yang memenuhi kriteria penelitian. Foto rongent dada pada seluruh penderita PPOK dan 10 % responden sehat yang diambil secara acak.

4. Pemeriksaan faal paru : Pemeriksaan faal paru dengan spirometer dilakukan oleh peneliti bersama seorang dokter spesialis paru. Tiap responden diperiksa faal parunya 3 kali, yaitu (1), sebelum pemberian beban, (2) lima menit saat membawa beban, dan (3) lima menit setelah beban dilepas.

Tehnik pemeriksaan faal paru (KVP dan VEP1) (39)

a. Persiapan responden

- Bebas rokok minimal 2 jam sebelum pemeriksaan spirometri
- Tidak boleh makan terlalu kenyang, saat sebelum pemeriksaan
- Tidak boleh berpakaian terlalu ketat
- Penggunaan bronkhodilator terakhir minimal 8 jam sebelum pemeriksaan untuk aksi singkat dan 24 jam untuk aksi panjang
- 2 jam sebelum pemeriksaan tidak boleh melakukan kegiatan fisik yang memerlukan cukup banyak tenaga.

b. Prosedur tindakan

- Dilakukan pengukuran tinggi badan, kemudian tentukan besar nilai dugaan berdasarkan nilai standart faal paru Pneumobile Project Indonesia
- Pemeriksaan dilakukan dengan berdiri

- Pastikan bibir pasien melingkupi sekeliling mouth piece sehingga tidak ada kebocoran. Hidung ditutup dengan penjepit khusus.
- Pasien menghirup udara semaksimal mungkin dengan cepat kemudian sesegara mungkin udara dikeluarkan melalui mouth piece dengan tenaga maksimal hingga udara dapat dikeluarkan sebanyak - banyaknya.
- Pemeriksaan dilakukan 3 kali dengan jarak waktu kira-kira 5 menit.
- Grafik spirogram yang dipilih adalah yang terbaik dan terbesar nilainya.

4.8. ANALISA DATA

Pengolahan data dilakukan dengan konsultasi kepada ahli statistik / staf pengajar FK UNDIP. Setelah data terkumpul, dilakukan data cleaning dan tabulasi. Analisa data meliputi analisa diskriptif dan analitik.

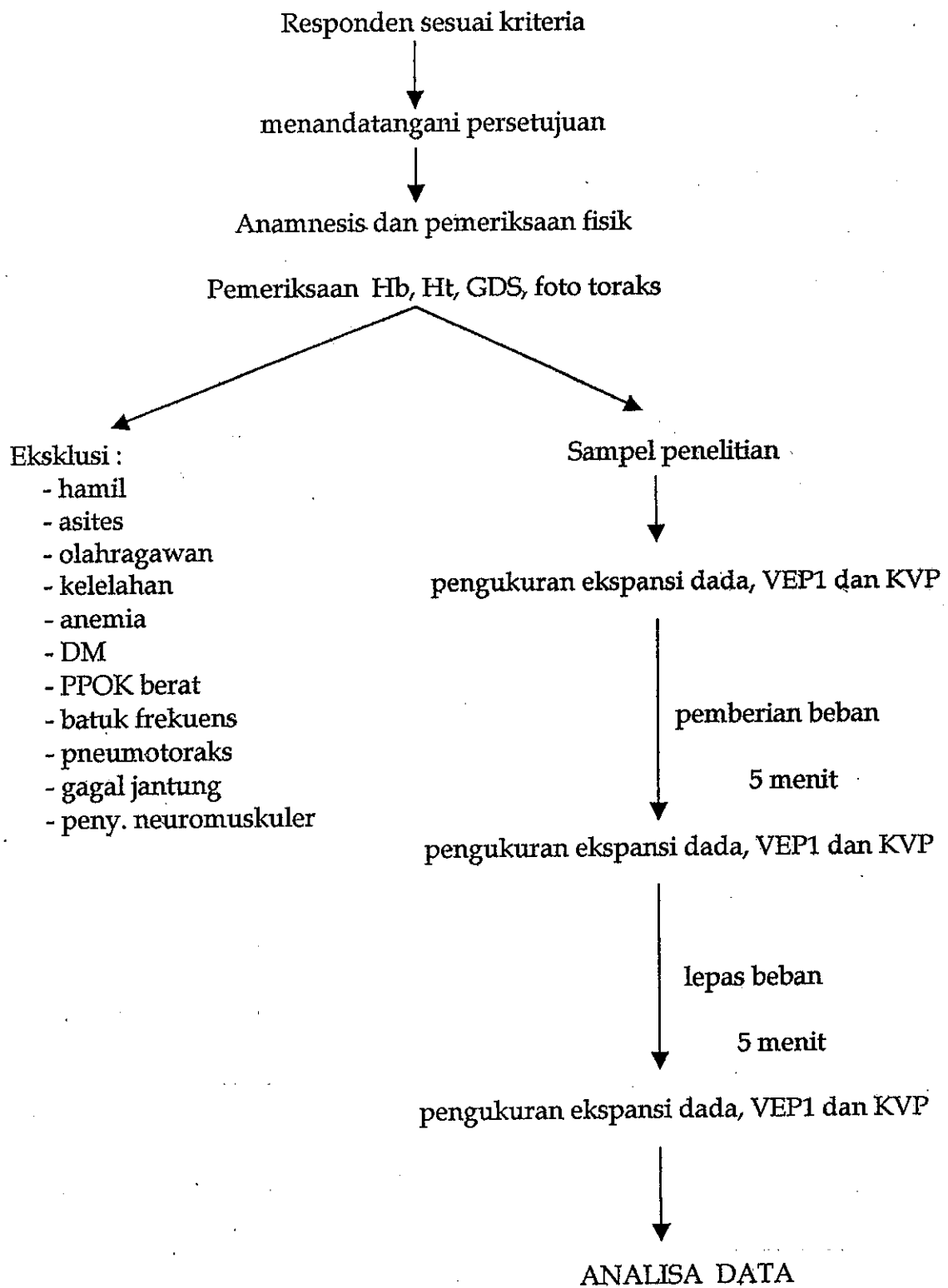
Pada analisis diskriptif, variabel yang berskala kategorikal dinyatakan dalam distribusi frekuensi dan proporsi (n dan %), sedangkan data yang berskala kontinue dinyatakan dalam rerata (mean) dan simpang baku (SD).

Perbedaan nilai rerata ekspansi dada, VE_{P1}, KVP sebelum dan saat membawa beban dihitung kemaknaan perbedaannya dengan menggunakan uji t untuk dua kelompok berpasangan dengan derajat kemaknaan 0,05. Perbedaan antara penderita PPOK dan orang sehat dihitung kemaknaan perbedaannya dengan menggunakan uji t untuk dua kelompok tidak berpasangan dengan derajat kemaknaan 0,05. Perbedaan proporsi dianalisa dengan uji Chi-square dengan derajat kemaknaan 0,05.

4.9. PERSONALIA PENELITIAN

Peneliti : dr. Rahmat Santosa
 Pembimbing : Prof. dr. Pasiyan Rachmatullah, SpPD-KP
 Konsultan statistik : dr. Dharminta MKes

4.10. ALUR PENELITIAN



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Dilakukan pemeriksaan pada 102 peserta penelitian yang terdiri dari 51 orang penderita PPOK dan 51 orang sehat. Pada kedua kelompok dilakukan tiga kali pemeriksaan ekspansi dada dan faal paru (VEP1 dan KVP), yaitu pertama, sebelum membawa beban, kedua saat membawa beban 15 kg di punggung dan ketiga setelah beban dilepas.

Karakteristik peserta penelitian seperti umur, jenis kelamin, tinggi badan (TB), berat badan (BB), berat badan relatif (RBW), haemoglobin (Hb), hematokrit (Ht) dan gula darah sewaktu (GDS) kedua kelompok ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Distribusi umur dan jenis kelamin peserta penelitian

Umur	Kelompok PPOK			Kelompok sehat		
	Laki-laki	Wanita	Total	Laki-laki	Wanita	Total
30 - 39	1	1	2	1	1	2
40 - 49	2	4	6	3	4	7
50 - 60	33	10	43	32	10	42
Total	36	15	51	36	15	51

Dari tabel 2 terlihat bahwa usia peserta penelitian baik pada kelompok penderita PPOK maupun kelompok orang sehat, terbanyak berada dalam rentang usia antara 50 sampai 60 tahun. Rerata umur kedua kelompok hampir sama yaitu pada kelompok PPOK rerata usia laki-laki adalah $56,9 \pm 5,4$ th, dan rerata usia wanita adalah $53,9 \pm 7,6$ th. Pada kelompok orang sehat rerata usia laki - laki $56,7 \pm 5,6$ th, sedangkan rerata usia wanita adalah $53,7 \pm 7,7$ tahun.

Hasil uji beda dengan t - test diperoleh bahwa secara statistik karakteristik kedua kelompok berbeda tidak bermakna ($p > 0,05$) kecuali pada variabel Hb, Ht dan GDS. Nilai

ketiga variabel tersebut kelompok PPOK lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok orang sehat ($p = 0,000$).

Tabel 3. Antropometri dan pemeriksaan laboratorium peserta penelitian

Karakteristik	Kelompok PPOK		Kelompok sehat		<i>p</i>
	Mean	SD	Mean	SD	
TB (cm)	160,9	6,7	160,2	6,9	0,610
BB (kg)	51,5	8,4	51,6	8,6	0,972
RBW (%)	84,7	11,1	85,8	11,4	0,619
GDS (gr/dl)	117,1	9,8	107,2	8,4	0,000
Hb	13,9	1,1	13,1	0,6	0,000
Ht	42,9	3,3	40,3	1,6	0,000

Pada tabel 4 terlihat bahwa status gizi kedua kelompok kebanyakan adalah underweight dan malnutrisi. Secara statistik status gizi kedua kelompok berbeda tidak bermakna, dengan uji Chi-square didapatkan $\chi^2 = 0,971$ dan $p = 0,616$.

Tabel 4. Status gizi peserta penelitian

Status gizi	Kelompok PPOK	Kelompok sehat	Total
Normoweight	18	18	36
Underweight	14	18	32
Malnutrisi	19	15	34
Total	51	51	102

Chi-Square test $\chi^2 = 0,971$ $df = 2$ $p = 0,616$

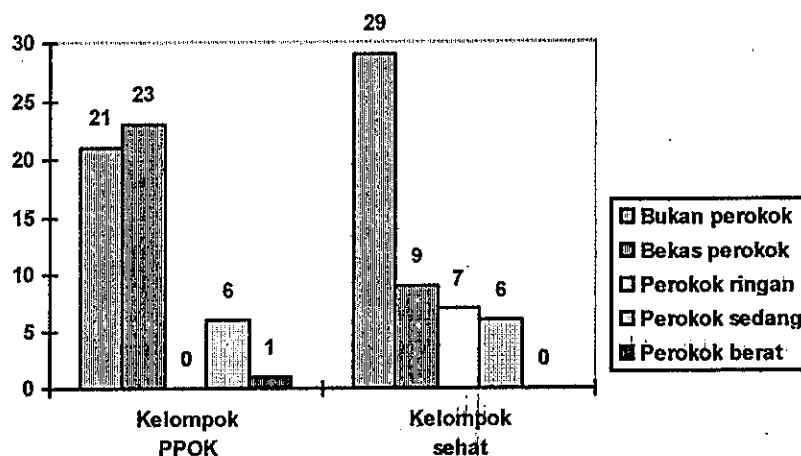
Jenis pekerjaan dikelompokkan menjadi 4 macam yaitu, pekerjaan administrasi, pensiunan PNS, buruh dan ibu rumah tangga (tabel 5). Pada kelompok PPOK pekerjaannya hampir merata sedangkan pada kelompok orang sehat paling banyak adalah buruh, 22 orang (

43,1 %). Secara statistik kedua kelompok berbeda tidak bermakna, dengan uji Chi-square didapatkan $\chi^2 = 4,9$ dan $p = 0,177$.

Tabel 5. Distribusi pekerjaan peserta penelitian

Pekerjaan	Kelompok PPOK	Kelompok sehat	Tótal
Administrasi	11	6	17
Pensiunan PNS	14	11	25
Buruh	12	22	34
Ibu RT	14	12	26
Total	51	51	102

Chi - Square test $\chi^2 = 4,9$ $df = 3$ $p = 0,177$



Gambar 7. Status kebiasaan merokok peserta penelitian

Peserta penelitian pada kelompok PPOK terdiri dari 21 orang (41,2 %) bukan perokok, 23 orang (45,1 %) bekas perokok, dan 7 orang (13,7 %) perokok, sedangkan pada kelompok orang sehat terdiri dari 29 (56,9 %) orang bukan perokok, 9 orang (17,6 %) bekas perokok dan 13 orang (25,5 %) perokok. Kebiasaan merokok kedua kelompok secara

statistik berbeda bermakna, dengan uji Chi-square didapatkan $\chi^2 = 15,405$ dan $p = 0,04$. (gambar 7)

Pengaruh membawa beban 15 kg di punggung terhadap ekspansi dada.

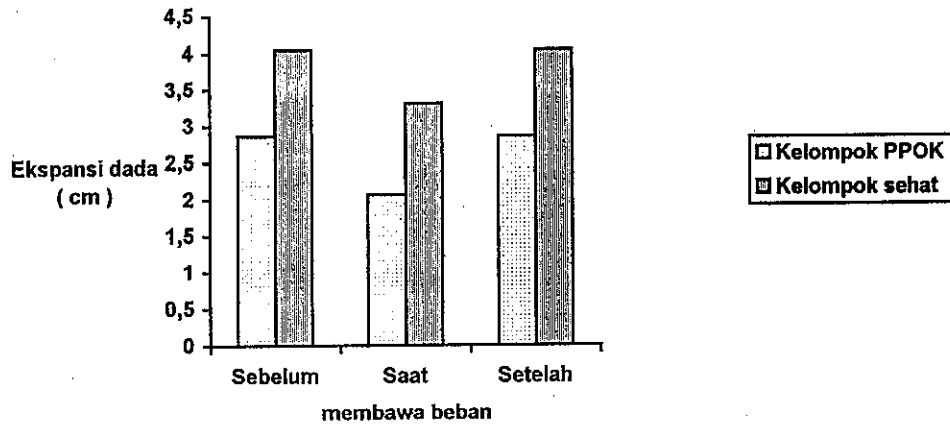
Pengaruh membawa beban di punggung pada kedua kelompok penelitian dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 8. Hasil uji beda dengan t - test menunjukkan secara statistik nilai rerata ekspansi dada saat membawa beban pada kedua kelompok berbeda bermakna dengan nilai rerata ekspansi dada sebelum membawa beban ($p = 0,000$).

Tabel 6. Pengaruh membawa beban di punggung terhadap ekspansi dada berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Jenis kelamin	I		II		p (uji t)
		Rerata (cm)	SD	Rerata (cm)	SD	
PPOK	Laki-laki	2,81	0,76	2,06	0,74	0,000
	Wanita	3,00	1,04	2,10	0,95	0,000
	Gabungan	2,86	0,84	2,07	0,80	0,000
Sehat	Laki-laki	4,29	0,96	3,57	0,98	0,000
	Wanita	3,46	0,95	2,71	1,20	0,000
	Gabungan	4,05	1,01	3,31	1,10	0,000

Keterangan : I = Sebelum membawa beban II = Saat membawa beban.

Dilihat dari besarnya nilai nominal maupun persentase perubahan ekspansi dada yang terjadi, penurunan ekspansi dada pada wanita lebih besar dibandingkan laki – laki tetapi secara statistik perbedaan tersebut tidak bermakna, hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p > 0,05$ (tabel 7 dan 8).



Gambar 8. Pengaruh membawa beban terhadap ekspansi dada penderita PPOK dan orang sehat

Tabel 7. Besar penurunan ekspansi dada pada saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Laki-laki		Wanita		<i>p</i> (uji t)
	Rerata (cm)	SD	Rerata (cm)	SD	
PPOK	0,75	0,60	0,90	0,66	0,435
Sehat	0,72	0,53	0,77	0,46	0,777

Tabel 8. Besar persentase penurunan ekspansi dada pada saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Laki-laki		Wanita		<i>p</i> (uji t)
	Rerata (%)	SD	Rerata (%)	SD	
PPOK	26,04	19,62	30,15	20,34	0,503
Sehat	17,04	12,13	23,91	13,43	0,080

Secara keseluruhan besar penurunan ekspansi dada pada kelompok penderita PPOK adalah $0,79 \pm 0,52$ cm, sedangkan kelompok orang sehat adalah $0,74 \pm 0,5$ cm. Hasil ini

secara statistik berbeda tidak bermakna, hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p = 0,599$, tetapi bila dilihat dari besarnya persentase, perbedaan penurunan ekspansi dada tersebut secara statistik berbeda bermakna ($p = 0,014$). Pada kelompok penderita PPOK terjadi penurunan $27,25 \pm 19,72$ % sedangkan pada kelompok orang sehat $19,06 \pm 12,79$ %.

Jumlah peserta penelitian yang mengalami penurunan ekspansi dada akibat membawa beban dapat dilihat pada tabel 9. Antara laki-laki dan wanita, secara statistik berbeda tidak bermakna, dengan uji chi - square didapatkan $x^2 = 0,113$, $p = 0,733$ pada kelompok PPOK dan $x^2 = 0,03$ $p = 0,958$ pada kelompok orang sehat. Bila kelompok PPOK dibandingkan dengan kelompok sehat perubahan ekspansi dada yang terjadi, secara statistik berbeda tidak bermakna, dengan uji Chi-Square didapatkan $x^2 = 0,635$ dan $p = 0,425$.

Ekspansi dada setelah beban dilepas sama dengan ekspansi dada sebelum membawa beban.

Tabel 9. Perubahan ekspansi dada saat membawa beban di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Jenis kelamin	Turun		Tetap		Total	
		n	%	n	%	n	%
PPOK	Laki-laki	28	54,9	8	15,7	36	70,6
	Wanita	13	25,5	2	3,9	15	29,4
	Gabungan	41	80,4	10	19,6	51	100
Sehat	Laki-laki	31	60,8	5	9,8	36	70,6
	Wanita	13	25,5	2	3,9	15	29,4
	Gabungan	44	86,3	7	13,7	51	100

Keterangan : Kelompok PPOK : Chi-Square $x^2 = 0,113$ df = 1 $p = 0,733$

Kelompok sehat : Chi-Square $x^2 = 0,03$ df = 1 $p = 0,958$

Pengaruh membawa beban 15 kg di punggung terhadap VEP1 dan KVP.

Pengaruh membawa beban 15 kg di punggung terhadap VEP1 dan KVP dapat dilihat pada tabel 10 dan 11 serta gambar 9 dan 10. Nilai VEP1 dan KVP saat membawa beban pada ke dua kelompok menurun secara bermakna, dibandingkan nilai VEP1 dan KVP sebelum membawa beban, baik pada laki - laki maupun wanita. Hasil uji beda dengan t- test didapatkan signifikansi $p = 0,000$.

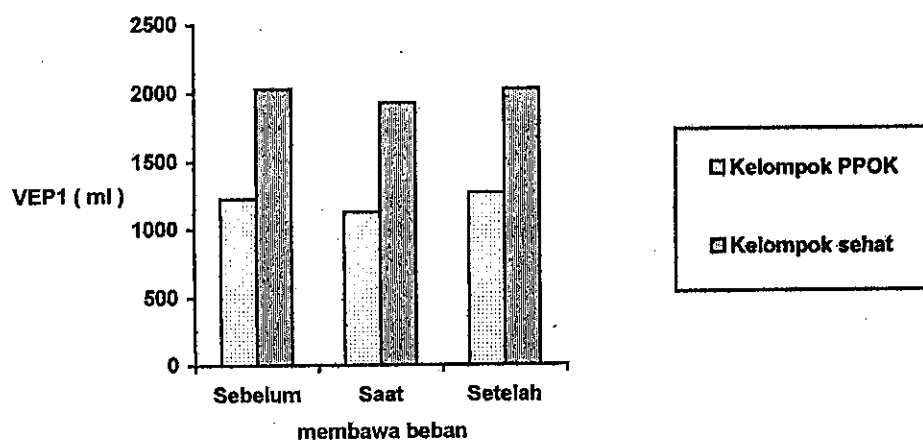
Tabel 10. Pengaruh membawa beban di punggung terhadap VEP1 berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Jenis kelamin	I		II		p (uji t)
		Rerata (cm)	SD	Rerata (cm)	SD	
PPOK	Laki-laki	1290,6	303,1	1206,9	293,6	0,000
	Wanita	1062,7	271,9	938,7	288,0	0,000
	Gabungan	1223,5	309,9	1128,0	314,3	0,000
Sehat	Laki-laki	2230,0	471,9	2128,1	453,5	0,000
	Wanita	1552,9	292,4	1436,4	283,5	0,000
	Gabungan	2033,1	522,7	1927,3	513,7	0,000

Keterangan : I: Sebelum membawa beban

II: saat membawa beban.

Setelah beban dilepas nilai VEP1 dan KVP lebih tinggi dari pada sebelum membawa beban. Hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p > 0,05$, sehingga secara statistik berbeda tidak bermakna kecuali nilai VEP1 laki-laki pada kedua kelompok, nilai VEP1 pada kelompok orang sehat secara keseluruhan, nilai KVP wanita kelompok penderita PPOK, dan nilai KVP pada kelompok penderita PPOK secara keseluruhan ($p < 0,05$) (tabel 12).



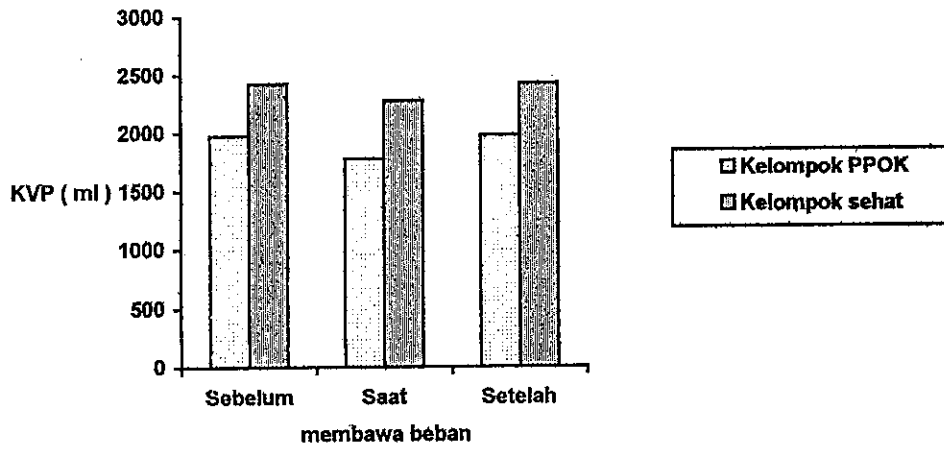
Gambar 9. Pengaruh beban di punggung terhadap VEP1 pada penderita PPOK dan orang sehat

Tabel 11. Pengaruh membawa beban 15 kg di punggung terhadap KVP berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Jenis kelamin	I		II		p (uji t)
		Rerata (ml)	SD	Rerata (ml)	SD	
PPOK	Laki-laki	2121,9	409,9	1943,3	390,5	0,000
	Wanita	1623,3	392,5	1387,3	367,2	0,000
	Gabungan	1975,3	462,0	1779,8	458,2	0,000
Sehat	Laki-laki	2684,4	465,5	2542,2	461,1	0,000
	Wanita	1811,3	294,3	1640,7	328,6	0,000
	Gabungan	2427,6	580,3	2279,6	588,3	0,000

Keterangan : I: Sebelum membawa beban

II: saat membawa beban.



Gambar 10. Pengaruh membawa beban di punggung terhadap nilai KVP penderita PPOK dan orang sehat

Tabel 12. VEP1 dan KVP setelah beban di lepas berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Jenis kelamin	VEP1			KVP		
		Rerata	SD	p^* (uji t)	Rerata	SD	p^* (uji t)
PPOK	Laki-laki	1296,7	306,8	0,010	2124,4	411,0	0,263
	Wanita	1198,7	359,7	0,156	1631,3	386,5	0,022
	Gabungan	1267,8	322,7	0,112	1979,4	459,9	0,028
Sehat	Laki-laki	2225,3	473,8	0,027	2684,4	463,5	1,000
	Wanita	1557,3	279,5	0,388	1815,3	291,3	0,271
	Gabungan	2028,8	523,0	0,020	2428,8	578,0	0,565

Keterangan * dibandingkan VEP1 atau KVP sebelum membawa beban

Dilihat dari besarnya penurunan nilai VEP1 maupun KVP, penurunan nilai VEP1 dan KVP pada wanita lebih besar dari pada laki-laki tetapi secara statistik berbeda tidak bermakna, hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p > 0,05$. (tabel 13), tetapi bila dilihat dari besarnya persentase penurunan tersebut secara statistik berbeda bermakna, $p < 0,05$ (tabel 14)

Tabel 13. Besar penurunan VEP1 dan KVP akibat membawa beban 15 kg di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian.

Kelompok	Variabel	Laki - laki		Wanita		<i>p</i> (uji t)
		Rerata (ml)	SD	Rerata (ml)	SD	
PPOK	VEP1	83,6	75,3	124,0	89,4	0,105
	KVP	178,6	125,9	236,0	144,1	0,161
Sehat	VEP1	101,9	64,4	115,3	82,2	0,538
	KVP	142,2	82,1	162,0	73,6	0,424

Tabel 14. Persentase penurunan nilai VEP1 dan KVP akibat membawa beban 15 kg di punggung berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Variabel	Laki - laki		Wanita		<i>p</i> (uji t)
		Rerata (%)	SD	Rerata (%)	SD	
PPOK	VEP1	6,56	5,90	12,29	8,75	0,031
	KVP	8,41	6,06	14,67	8,29	0,015
Sehat	VEP1	4,56	2,58	7,39	4,97	0,010
	KVP	5,37	3,06	9,25	4,21	0,001

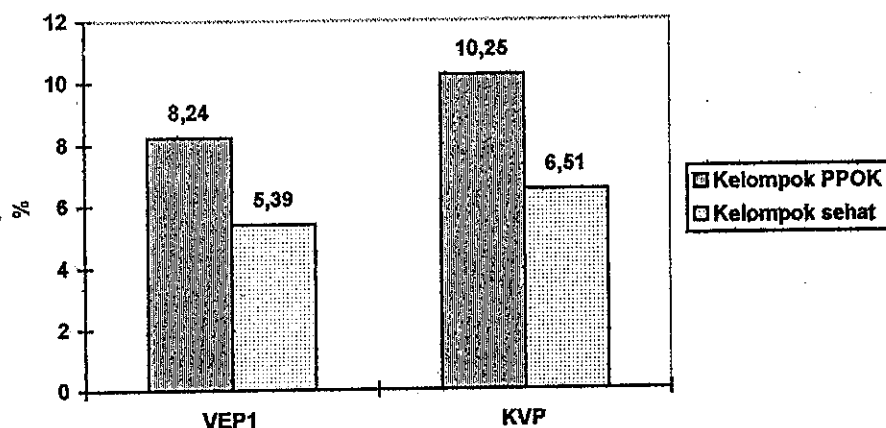
Penurunan nilai VEP1 pada kelompok penderita PPOK lebih kecil dibandingkan kelompok orang sehat, tetapi secara statistik berbeda tidak bermakna. Hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p = 0,488$. Sebaliknya penurunan KVP pada kelompok penderita

PPOK lebih besar dibandingkan kelompok orang sehat, dan secara statistik perbedaan tersebut bermakna. Hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p = 0,031$. (tabel 15).

Tabel 15. Besar penurunan nilai VEP1 dan KVP pada kedua kelompok penelitian

Variabel	Kelompok PPOK		Kelompok sehat		p (uji t)
	Rerata (ml)	SD	Rerata (ml)	SD	
VEP1	95,5	81,0	105,9	69,5	0,488
KVP	195,5	132,7	148,0	79,5	0,031

Bila dilihat besarnya persentase, maka penurunan VEP1 maupun KVP pada kelompok PPOK lebih besar daripada kelompok orang sehat dan secara statistik perbedaan tersebut bermakna. Hasil uji beda dengan uji t didapatkan signifikansi $p = 0,014$ untuk VEP1 dan $p = 0,020$ untuk KVP (gambar 11)



Gambar 11. Besar persentase penurunan VEP1 dan KVP akibat membawa beban

Keterangan : Kelompok PPOK : Δ VEP1 = $8,27 \pm 7,27$ %, Δ KVP = $10,25 \pm 7,29$ %

Kelompok sehat : Δ VEP1 = $5,39 \pm 3,64$ %, Δ KVP = $6,51 \pm 3,83$ %

Bila penurunan VEP1 atau KVP lebih dari 5 % secara klinik dianggap bermakna maka perubahan VEP1 dan KVP yang terjadi saat membawa beban dapat dilihat pada tabel 16 dan

17. Baik pada kelompok penderita PPOK maupun orang sehat, persentase wanita yang mengalami penurunan VEP1 lebih besar dari pada laki-laki, tetapi secara statistik perbedaan tersebut tidak bermakna, dengan uji Kai - Kuadrat didapatkan $\chi^2 = 2,249$ $p = 0,134$ pada kelompok penderita PPOK dan $\chi^2 = 1,742$ $p = 0,187$ pada kelompok orang sehat.

Tabel 16. Perubahan VEP1 saat membawa beban

Kelompok	Jenis kelamin	Turun *		Tetap **		Total	
		n	%	n	%	n	%
PPOK	Laki-laki	19	37,3	17	33,3	36	70,6
	Wanita	12	23,5	3	5,9	15	29,4
	Gabungan	31	60,8	20	39,2	51	100
Sehat	Laki-laki	15	29,4	21	41,2	36	70,6
	Wanita	10	19,6	5	9,8	15	29,4
	Gabungan	25	49,0	26	51,0	51	100

Keterangan : * : penurunan > 5 % dari nilai sebelum membawa beban

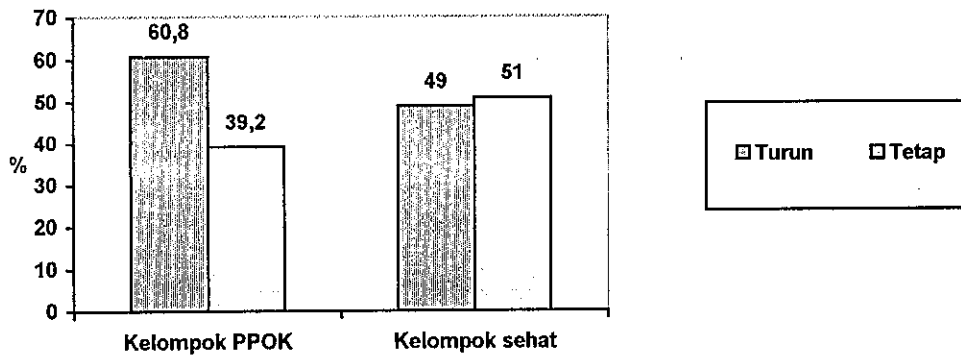
** : penurunan \leq 5 % dari nilai sebelum membawa beban

Chi-Square Kelompok PPOK $\chi^2 = 2,249$ $df = 1$ $p = 0,134$

Kelompok sehat $\chi^2 = 1,742$ $df = 1$ $p = 0,187$

Bila kelompok penderita PPOK dibandingkan dengan kelompok orang sehat maka jumlah peserta penelitian yang mengalami penurunan nilai VEP1 pada kelompok penderita PPOK lebih banyak tetapi secara statistik berbeda tidak bermakna. Dengan uji Chi-Square didapatkan $\chi^2 = 1,425$ dan $p = 0,233$. (gambar 12)

Pada kelompok penderita PPOK 66,6 % peserta penelitian mengalami penurunan nilai KVP dan secara statistik laki-laki dan wanita berbeda tidak bermakna ($p = 0,328$). Pada kelompok orang sehat 58,8 % peserta penelitian mengalami penurunan KVP. Secara statistik penurunan nilai KVP yang terjadi pada laki-laki dan wanita sehat berbeda bermakna ($p = 0,022$) (tabel 17).



Gambar 12. Persentase peserta penelitian yang mengalami penurunan VEP1 lebih dari 5 % pada saat membawa beban

Tabel 17. Perubahan KVP saat membawa beban berdasarkan jenis kelamin pada kedua kelompok penelitian

Kelompok	Jenis kelamin	Turun *		Tetap **		Total	
		n	%	n	%	n	%
PPOK	Laki-laki	22	43,1	14	27,5	36	70,6
	Wanita	12	23,5	3	5,9	15	29,4
	Gabungan	34	66,6	17	33,4	51	100
Sehat	Laki-laki	17	33,3	19	37,3	36	70,6
	Wanita	13	25,5	2	3,9	15	29,4
	Gabungan	30	58,8	21	41,2	51	100

Keterangan : * : penurunan > 5 % dari nilai sebelum membawa beban

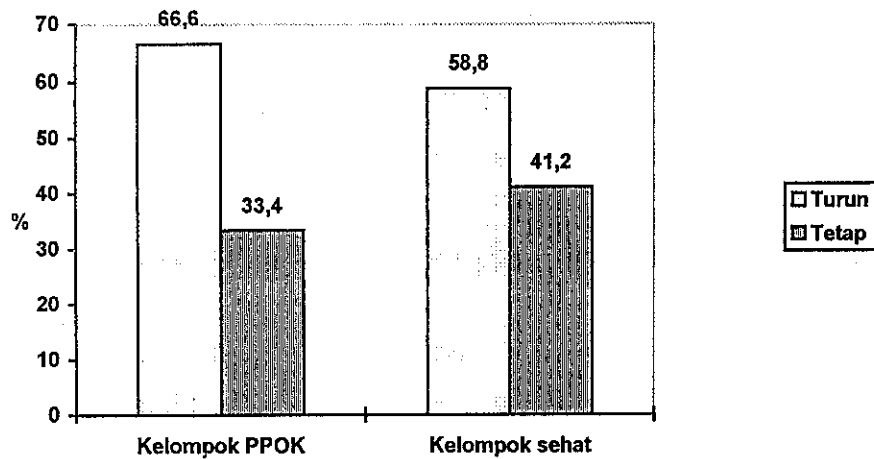
** : penurunan ≤ 5 % dari nilai sebelum membawa beban

Chi-Square Kelompok PPOK $\chi^2 = 0,956$ $df = 1$ $p = 0,328$

Kelompok sehat $\chi^2 = 5,270$ $df = 1$ $p = 0,022$

Bila dibandingkan antara kelompok penderita PPOK dan kelompok orang sehat maka jumlah peserta penelitian yang mengalami penurunan nilai KVP pada kelompok penderita

PPOK sedikit lebih banyak, tetapi secara statistik berbeda tidak bermakna. Dengan uji Chi-Square didapatkan $\chi^2 = 0,671$ dan $p = 0,413$ (gambar 13).



Gambar 13. Persentase peserta penelitian yang mengalami penurunan nilai KVP lebih dari 5 % pada saat membawa beban

Bila dibandingkan antara peserta penelitian yang mengalami penurunan dan tidak mengalami penurunan ekspansi dada, VEP1 dan KVP saat membawa beban, dari tabel 18, 19, 20, 21, 22 dan 23 terlihat bahwa peserta penelitian yang tidak mengalami penurunan nilai ke tiga variable tersebut memiliki usia lebih muda, tinggi badan, Hb, Ht, dan GDS lebih tinggi walaupun secara statistik berbeda tidak bermakna. Hasil uji beda dengan t - test didapatkan signifikansi $p > 0,05$.

Tabel 18. Profil kelompok PPOK berdasarkan perubahan ekspansi dada

Variable	Perubahan ED	Rerata	SD	<i>p</i>
Usia (thn)	Turun	55,98	6,32	0,919
	Tetap	56,20	5,85	
TB (cm)	Turun	160,44	6,99	0,302
	Tetap	162,90	5,20	
BB (kg)	Turun	50,98	8,53	0,345
	Tetap	53,80	7,83	
RBW (%)	Turun	84,47	11,24	0,762
	Tetap	85,68	11,23	
Hb (gr / dl)	Turun	13,89	1,12	0,898
	Tetap	13,94	1,26	
Ht (%)	Turun	42,85	3,26	0,846
	Tetap	43,08	3,71	
GDS (mg / dl)	Turun	117,03	9,73	0,957
	Tetap	117,22	10,62	

Tabel 19. Profil kelompok sehat berdasarkan perubahan ekspansi dada

Variable	Perubahan ED	Rerata	SD	<i>p</i>
Usia (thn)	Turun	56,50	5,04	0,322
	Tetap	51,71	11,63	
TB (cm)	Turun	159,93	6,73	0,433
	Tetap	162,14	7,80	
BB (kg)	Turun	51,64	8,73	0,921
	Tetap	51,29	7,99	
RBW (%)	Turun	86,20	10,84	0,550
	Tetap	83,4	15,1	
Hb (gr / dl)	Turun	13,09	0,56	0,834
	Tetap	13,04	0,57	
Ht (%)	Turun	40,28	1,57	0,987
	Tetap	40,29	1,75	
GDS (mg / dl)	Turun	106,62	8,39	0,221
	Tetap	110,86	8,45	

Tabel 20. Profil kelompok PPOK berdasarkan perubahan VEP1

Variable	Perubahan VEP1	Rerata	SD	<i>p</i>
Usia (thn)	Turun	56,81	5,20	0,261
	Tetap	54,80	7,42	
TB (cm)	Turun	159,84	6,93	0,153
	Tetap	162,60	6,12	
BB (kg)	Turun	51,39	8,80	0,882
	Tetap	51,75	7,94	
RBW (%)	Turun	85,83	10,61	0,375
	Tetap	82,96	11,99	
Hb (gr / dl)	Turun	13,76	1,11	0,265
	Tetap	14,12	1,17	
Ht (%)	Turun	42,41	3,22	0,200
	Tetap	43,64	3,41	
GDS (mg / dl)	Turun	116,97	10,84	0,933
	Tetap	117,22	8,20	

Tabel 21. Profil kelompok sehat berdasarkan perubahan VEP1

Variable	Perubahan VEP1	Rerata	SD	<i>p</i>
Usia (thn)	Turun	55,88	6,31	0,968
	Tetap	55,81	6,59	
TB (cm)	Turun	159,08	7,11	0,241
	Tetap	161,35	6,52	
BB (kg)	Turun	52,44	10,05	0,495
	Tetap	50,77	6,94	
RBW (%)	Turun	88,34	9,76	0,122
	Tetap	83,39	12,43	
Hb (gr / dl)	Turun	12,98	0,52	0,175
	Tetap	13,19	0,58	
Ht (%)	Turun	39,99	1,43	0,218
	Tetap	40,55	1,70	
GDS (mg / dl)	Turun	106,65	8,04	0,649
	Tetap	107,74	8,93	

Tabel 22. Profil kelompok PPOK berdasarkan perubahan KVP

Variable	Perubahan KVP	Rerata	SD	<i>p</i>
Usia (thn)	Turun	56,24	5,40	0,728
	Tetap	55,59	7,67	
TB (cm)	Turun	159,97	6,82	0,154
	Tetap	162,82	6,21	
BB (kg)	Turun	51,24	8,82	0,727
	Tetap	52,12	7,70	
RBW (%)	Turun	85,46	11,15	0,502
	Tetap	83,20	11,30	
Hb (gr / dl)	Turun	13,84	1,16	0,617
	Tetap	14,01	1,10	
Ht (%)	Turun	42,72	3,37	0,602
	Tetap	43,24	3,27	
GDS (mg / dl)	Turun	116,64	9,61	0,664
	Tetap	117,92	10,41	

Tabel 23. Profil kelompok sehat berdasarkan perubahan KVP

Variable	Perubahan KVP	Rerata	SD	<i>p</i>
Usia (thn)	Turun	56,77	5,26	0,221
	Tetap	54,52	7,68	
TB (cm)	Turun	158,27	6,87	0,013
	Tetap	163,05	5,89	
BB (kg)	Turun	50,23	9,36	0,179
	Tetap	53,52	7,03	
RBW (%)	Turun	86,01	10,73	0,848
	Tetap	85,45	12,48	
Hb (gr / dl)	Turun	12,97	0,56	0,070
	Tetap	13,25	0,52	
Ht (%)	Turun	39,88	1,54	0,032
	Tetap	40,84	1,49	
GDS (mg / dl)	Turun	107,48	8,15	0,783
	Tetap	106,81	9,03	

BAB VI

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, dengan desain “ pretest post-test”, yang bertujuan untuk mengetahui keadaan sesaat ekspansi dada dan fungsi paru (VEP1 dan KVP) orang sehat dan penderita PPOK sewaktu membawa beban di punggung.

Fungsi pernapasan seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain usia, jenis kelamin, latihan fisik (1,2), komposisi tubuh (2,3) dan etnik (4,5). Untuk menghilangkan perbedaan beberapa variable yang mempengaruhi fungsi pernapasan pada dua kelompok maka usia, jenis kelamin, tinggi badan serta status gizi kelompok orang sehat yang diteliti disesuaikan dengan kelompok penderita PPOK.

Secara statistik karakteristik kedua kelompok berbeda tidak bermakna ($p > 0,05$) kecuali nilai Hb, Ht, GDS dan kebiasaan merokok. Nilai tiga variabel pertama tersebut lebih tinggi pada kelompok penderita PPOK.

Usia peserta penelitian terbanyak dalam rentang usia antara 50 sampai 60 tahun, dengan rerata usia laki -laki lebih kurang 57 tahun dan wanita 54 tahun. Lebih kurang dua pertiga peserta penelitian adalah laki-laki, sedangkan sepertiganya wanita. Status gizi peserta penelitian rata - rata kurang yaitu underweight 27,45 % dan malnutrisi 37,3 %. Pada kelompok penderita PPOK 45,1 % adalah bekas perokok, 13,7 % masih merokok dan sisanya bukan perokok. Hal ini sesuai dengan gambaran umum penderita PPOK.

Kebiasaan merokok pada kelompok orang sehat secara statistik berbeda dengan kelompok penderita PPOK, yaitu 17,6 % merupakan bekas perokok, 25,5 % perokok dan sisanya bukan perokok.

Pekerjaan peserta penelitian pada kelompok penderita PPOK sebagian besar adalah pekerja administrasi (non fisik) yaitu sebagai PNS, pensiunan PNS atau istri PNS / pensiunan PNS. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh karena pengambilan sampel penelitian dilakukan di rumah sakit pemerintah dimana sebagian besar pasiennya merupakan peserta Askes..

Bila punggung mendapat beban maka otot-otot batang tubuh secara refleks berkontraksi sehingga dinding dada menjadi kaku dan isi perut termampatkan. Dengan demikian kedua rongga tersebut dapat berfungsi sebagai silinder penerus sebagian tenaga yang

diakibatkan beban yang dibawa tubuh, sehingga beban tersebut tidak seluruhnya ditanggung oleh tulang belakang (7).

Pada penelitian ini ditemukan bahwa pada saat membawa beban di punggung terjadi penurunan ekspansi dada, VEP1, dan KVP pada kedua kelompok penelitian. Penurunan nilai ketiga variable tersebut secara statistik bermakna ($p = 0,000$), sehingga hipotesa bahwa membawa beban 15 kg di punggung selama 5 menit dapat menyebabkan penurunan ekspansi dada, VEP1 dan KVP pada penderita PPOK maupun orang sehat dapat diterima.

Keterlibatan rongga dada dan perut sebagai silinder penerus tenaga yang diakibatkan beban tergantung pada berat beban yang dibawa dan kekuatan otot-otot penyokong tulang belakang seseorang. Semakin berat beban yang dibawa maka terjadi peningkatan kekakuan dinding dada dan peningkatan kompresi isi perut, yang diperoleh dengan peningkatan aktivitas otot-otot tubuh (7).

Penurunan nilai KVP pada saat membawa beban kemungkinan disebabkan oleh karena penurunan volume udara inspirasi akibat gangguan *compliance* dinding dada, dan pengeluaran udara yang tidak maksimal sehubungan dengan fungsi rongga dada dan perut sebagai silinder yang dapat meneruskan sebagian tenaga yang diakibatkan oleh beban yang dibawa.

Akibat pemeriksaan KVP maka sebagian besar udara dalam paru dikeluarkan, hal ini akan menyebabkan fungsi rongga dada sebagai silinder penerus tenaga akan berkurang. Gerakan diafragma menyebabkan perubahan volume intra toraks sebesar 75 %, sehingga apabila seseorang harus melakukan ekspirasi maksimal maka fungsi otot diafragma sebagai pemampat rongga perut akan terganggu dan selanjutnya juga akan mengganggu fungsi abdomen sebagai silinder penerus tenaga beban yang dibawa maupun fungsi untuk stabilisasi tulang belakang pada saat mengangkat beban. Bila otot - otot batang tubuh seseorang tidak cukup kuat untuk menanggung beban yang dibawa, maka orang tersebut secara sadar maupun tidak sadar akan berusaha mempertahankan fungsi rongga dada dan rongga perut sebagai silinder untuk menerima sebagian tenaga yang di timbulkan beban yang dibawa, dengan konsekuensi pada saat pemeriksaan KVP udara yang dikeluarkan tidak dapat maksimal.

Karena keterbatasan sarana dan prasarana, pada penelitian ini tidak diukur kekuatan otot batang tubuh tiap peserta penelitian.

Demikian pula dengan pemeriksaan VEP1. Akibat pemeriksaan VEP1 akan terjadi penurunan volume rongga dada secara mendadak, dimana hal ini akan menyebabkan gangguan fungsi rongga dada sebagai silinder untuk penerus tenaga akibat beban yang dibawa di punggung. Sama halnya dengan pemeriksaan KVP, bila otot - otot batang tubuh tidak cukup kuat maka pada saat pemeriksaan VEP1 tubuh secara sadar maupun tidak sadar tidak akan mengeluarkan udara (menurunkan tekanan dalam rongga dada) secara mendadak sehingga nilai VEP1 akan lebih rendah dibanding dengan saat sebelum membawa beban.

Penderita PPOK sering mengalami disfungsi muskulo skeletal. Selain penurunan berat badan, penderita PPOK ditandai dengan kelemahan muskulo skeletal. Kelemahan muskulo skeletal mempunyai korelasi lebih baik dengan kemampuan latihan yang buruk, dibandingkan dengan sesak nafas atau penurunan fungsi paru (30)

Bila dilihat nilai nominalnya besar penurunan nilai VEP1 pada saat membawa beban, pada kelompok PPOK lebih kecil dibandingkan kelompok sehat, tetapi nilai persentasenya lebih besar. Hal ini mungkin disebabkan karena pada penderita PPOK terdapat gangguan pengeluaran udara ekspirasi sehingga nilai awal VEP1 kelompok penderita PPOK juga lebih kecil, sehingga walaupun nilai nominal penurunan VEP1 lebih kecil tetapi secara persentase lebih besar.

Penurunan KVP pada kelompok penderita PPOK lebih besar dibandingkan kelompok orang sehat. Seperti telah diterangkan di atas bahwa pada pemeriksaan VEP1 dan KVP sebagian udara dalam paru dikeluarkan sehingga fungsi rongga dada sebagai silinder untuk penerus sebagian tenaga sangat terganggu / menurun. Penderita PPOK sering mengalami gangguan / kelemahan muskuloskeletal, termasuk otot - otot penyokong batang tubuh. Oleh karena itu saat pemeriksaan VEP1 maupun KVP, penderita PPOK secara sadar maupun tidak sadar akan berusaha menyisakan sebagian udara dalam paru untuk mempertahankan tekanan dalam dada sehingga dapat berfungsi sebagai silinder untuk membantu menanggung sebagian tenaga yang ditimbulkan beban.

Menurut rekomendasi ATS ciri - ciri nilai VEP1 atau KVP yang dapat diterima ("acceptable") adalah dua VEP1 atau dua KVP yang terbesar perbedaannya kurang dari 5 % . (40). Berdasarkan hal tersebut peneliti berasumsi bahwa pada saat membawa beban nilai VEP1 atau KVP dianggap menurun apabila penurunan yang terjadi lebih dari 5 %

dibandingkan pada saat sebelum membawa beban. Pada penelitian ini saat membawa beban secara umum terjadi penurunan nilai VEP1 dan KVP tetapi tidak semua peserta penelitian mengalami penurunan lebih dari 5 %. Persentase peserta penelitian yang mengalami penurunan nilai VEP1 atau KVP lebih dari 5 % pada kelompok penderita PPOK lebih besar daripada kelompok orang sehat, tetapi secara statistik berbeda tidak bermakna ($p > 0,05$). Hal ini mungkin karena penderita PPOK sering mengalami disfungsi musculoskeletal, sehingga secara umum kekuatan penderita PPOK lebih lemah dibandingkan orang sehat.

Setelah beban dilepas terdapat peningkatan nilai VEP1 dan KVP baik pada kelompok orang sehat maupun kelompok penderita PPOK. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh “efek tangga” pada awal kontraksi. Jika otot mulai berkontraksi setelah istirahat cukup lama pada mulanya kekuatan kontraksinya hanya separuh dibandingkan dengan kekuatan kontraksinya setelah berkontraksi 30 - 50 kali kemudian. Penyebab pastinya belum diketahui, diduga disebabkan oleh perubahan komposisi elektrolit yang terjadi yang melibatkan ion Na, K, dan Ca. (29)

Kekuatan otot merupakan fungsi yang kompleks. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan otot adalah banyaknya perangsangan, umur, jenis kelamin dan motivasi. Menurut Assmusen yang dikutip oleh Astrand jika kekuatan otot sebanding dengan penampang lintang dari otot tersebut maka kekuatan kontraksi isometrik haruslah sebanding dengan tinggi orang tersebut dalam pangkat dua. Jika terjadi pertambahan pertumbuhan 1,5 kali misalnya dari 120 menjadi 180 meter, kekuatan otot akan bertambah $1,5^2$ yaitu 2,25 lebih besar. (7). Kekuatan terbesar didapat pada individu umur 20 -30 tahun, dan setelah melewati umur itu terdapat penurunan kekuatan. Rata - rata kekuatan otot wanita hanya dua pertiga kekuatan otot laki - laki. (7, 29).

Pada penelitian ini peserta penelitian yang tidak mengalami penurunan ekspansi dada, VEP1 atau KVP pada saat membawa beban, memiliki rata - rata usia lebih muda, tinggi badan, Hb, Ht dan GDS lebih tinggi dibandingkan peserta penelitian yang mengalami penurunan pada ke tiga pengukuran tersebut, walaupun secara statistik perbedaan tersebut tidak bermakna ($p > 0,05$). Prosentase perjenis kelamin laki - laki yang tidak mengalami penurunan pada pemeriksaan juga lebih besar dibandingkan wanita.

Demikian juga besar persentase penurunan nilai ekspansi dada, VEP1 dan KVP pada saat membawa beban pada peserta penelitian wanita lebih besar dari pada laki - laki, baik pada kelompok penderita PPOK maupun kelompok orang sehat, dan secara statistik perbedaan tersebut bermakna ($p < 0,05$).

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

VII.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka kesimpulan penelitian ini adalah :

1. Membawa beban 15 kg dengan ransel di punggung selama 5 menit dapat menyebabkan penurunan nilai ekspansi dada, VEP1 dan KVP orang sehat maupun penderita PPOK.
2. Besar persentase penurunan ekspansi dada yang terjadi pada saat membawa beban pada kelompok penderita PPOK lebih besar dibandingkan dengan kelompok orang sehat dan secara statistik berbeda bermakna
3. Besar persentase penurunan VEP1 yang terjadi pada saat membawa beban pada kelompok penderita PPOK lebih besar dibandingkan dengan kelompok orang sehat dan secara statistik berbeda bermakna
4. Besar persentase penurunan KVP yang terjadi pada saat membawa beban pada kelompok penderita PPOK lebih besar dibandingkan dengan kelompok orang sehat dan secara statistik berbeda bermakna.
5. Pada saat membawa beban 15 kg dengan ransel di punggung selama 5 menit, diketahui :
 - a) 60,8 % penderita PPOK mengalami penurunan nilai VEP1 lebih dari 5 % dan 39,2 % penderita PPOK mengalami penurunan nilai VEP1 antara 0 - 5 %.
 - b) 49,0 % orang sehat mengalami penurunan nilai VEP1 lebih dari 5 % dan 51,0 % orang sehat mengalami penurunan nilai VEP1 antara 0 - 5 %.
 - c) 66,6 % penderita PPOK mengalami penurunan nilai KVP lebih dari 5 % dan 33,4 % penderita PPOK mengalami penurunan nilai KVP antara 0 - 5 %.
 - d) 58,8 % orang sehat mengalami penurunan nilai KVP lebih dari 5 % dan 41,2 % orang sehat mengalami penurunan nilai VEP1 antara 0 - 5 %.

VII.2. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai berat beban maksimal yang aman yang dapat dibawa oleh seorang penderita PPOK, mengingat penderita PPOK sering mengalami miopati.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai efek pekerjaan membawa beban di punggung dalam kurun waktu yang lama terhadap faal paru.
3. Perlu dilakukan penelitian yang sama tetapi bersifat dinamis sehingga lebih menyerupai kehidupan sehari – hari.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan jumlah sample yang lebih banyak
5. Perlu dilakukan penelitian cara membawa beban yang paling tidak mengganggu fungsi paru, terutama pada penderita PPOK

VII.3. KETERBATASAN PENELITIAN

1. Pengambilan sample tidak secara random sehingga hasil penelitian mungkin tidak dapat mewakili populasi yang sebenarnya.
2. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil penelitian tidak dapat di hilangkan, seperti kemampuan / tehnik membawa beban, dan motivasi peserta penelitian untuk melakukan pemeriksaan dengan sebaik - baiknya.
3. Tidak membedakan derajat dan tipe PPOK

DAFTAR PUSTAKA

1. Yunus F. Faal paru dan olah raga. *J Respir Indo* 1997 ; 17 : 100 - 5
2. Kuntaraf K L, Kuntaraf J. Olah raga sumber kesehatan. Bandung : Percetakan Advent Indonesia 1992 : 31 - 8
3. Rahmatullah P, Lolo JL. Faal paru pada obesitas. *Maj Kedokt Indon* 2000 ; 50 : 224 - 30.
4. Martin L. *Pulmonary physiology in clinical practice*. St Louis: The C.V. Mosby Company, 1987 : 43 - 73, 239 - 55.
5. Tim Pneumobil Indonesia. Nilai normal faal paru orang Indonesia pada usia sekolah dan pekerja dewasa berdasarkan rekomendasi American Thoracic Society (ATS) 1987. Surabaya : Airlangga University Press 1993.
6. Rasch PJ, Burke RK. *Kinesiology and applied anatomy*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1967 : 147 - 82, 256 - 71.
7. Astrand P, Rodahl K. *Textbook of work physiology*. Tokyo : McGraw-Hill Kogakusha, Ltd 1970 : 268 - 75
8. Bahar A. Penyakit paru obstruksi kronik, penatalaksanaan secara paripurna. Dalam : Setati S, Idrus A, Kasjmir YI, et al, ed. *Current diagnosis and treatment in internal medicine* 2001. Jakarta : Pusat Informasi dan Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia 2001 : 207 - 20
9. Mangunegoro H, Amin H, Yunus F, et al. PPOK, pedoman diagnosis dan penatalaksanaan di Indonesia. Jakarta : Perhimpunan Dokter Paru Indonesia 2001.
10. Syamsiah A, Yunus F. Pemeriksaan spirometri collins. *J Respir Indo* 1997 ; 17 : 46 - 51.
11. Moll JMH. *Rheumatology in clinical practice*. London : Blackwell Scientific Publication, 1987 : 43 - 6

12. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran. Terjemahan Setiawan I, Tengadi KE LMA, Santoso A. Jakarta : Penerbit buku kedokteran EGC 1997 : 597 - 672.
13. Ganong WF. Buku ajar fisiologi kedokteran. Terjemahan Widjajakusumah MJ, Irawati D, Siagian M, et al. Jakarta : Penerbit buku kedokteran EGC 1999 : 627 - 81.
14. Luttgens K, Wells KF. Kinesiology. 7th ed. Philadelphia : Saunders College Publishing 1982 : 212 - 60.
15. Van-De-Graaft KM, Fox SI. Concepts of human anatomy and physiology. Iowa : Wm C Brown Publishers 1986 : 762 - 90
16. Wilson KJW. Anatomy and physiology in health and illness. 7th ed. Edinburgh : Churchill Livingstone 1990 : 133 - 5
17. Amin M, Alsagaf H, Saleh T WBM. Pengantar Ilmu Penyakit Paru. Surabaya : Airlangga University Press 1989 : 131 - 160.
18. Yuniadi Y. Kelainan otot-otot pernafasan pada gagal jantung kongestif kronik. J Respir Indo 1997 ; 17 : 31 - 9.
19. Price SA, Wilson LM. Patofisiologi konsep klinik proses-proses penyakit. 4 ed. Vol 2. Terjemahan Dharma A. Jakarta : EGC 1995 : 511 - 29, 550 - 70.
20. Levitzky MG. Pulmonary physiology. 4th ed. New York : McGraw-Hill Inc 1995 : 55 - 73, 226 - 33
21. Andriskanda B, Yunus F, Setiawan B. Perbandingan nilai kapasitas difusi paru antara orang yang terlatih dan tidak terlatih. J Respir Indo 1997 ; 17 : 76 - 99.
22. Weinberger SE, Drazen JM. Disturbances of respiratory function. In: Fauci AS, Braunwald E, Isselbacher KJ, et al ed. Harrison's Principles of Internal Medicine. Vol II. 14th ed. New York : McGraw-Hill Companies 1998 : 1410 - 1417
23. Martin DE, Youtsey JW. Respiratory anatomy and physiology. St Louis : The C. V. Mosby Company 1988 : 43 - 55, 109 - 32
24. Rahmatullah P. Gangguan faal paru : Kajian fisiologi klinik pada penderita tuberkulosis paru, diabetes mellitus dan asma bronkial. Karya ilmiah setara

- disertasi untuk pengangkatan menjadi Guru Besar Madia dalam ilmu kedokteran pada Universitas Diponegoro Semarang. Semarang 1998 : 1 - 64
25. Rahmatullah P, Soeratmi S, Marwani, Djokomoeljanto R. Faal paru pada penderita diabetes mellitus. *Majalah Kedokteran Diponegoro*, 1990 ; 25 : 69 - 75
 26. Aditama TY. Rokok dan kesehatan paru. *Medika* 1996 ; edisi ekstra April : 41 - 3
 27. Abiyoso, Paramita P, Mangunegoro H et al. Pedoman diagnosis dan penatalaksanaan penyakit paru obstruktif kronik. Malang : PDPI Cab. Malang / Pusat Informasi Paru SMF Paru RSUD Dr Saiful Anwar 2001 : 41 - 62
 28. Muryono S. Anatomi fungsional - Sistem lokomosi (pengantar kinesiology). Semarang : Bagian anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, 2001 : 13 - 16.
 29. Bresler ML. Role of the trunk in the stability of the spine (abstract). *J Bone and surg* 1961; 43-A : 227 - 351
 30. Chek P. Abs in, or abs out. [On line] : [www.paulchekseminar.com / article.cfm?select = 24](http://www.paulchekseminar.com/article.cfm?select=24)
 31. McGill SM, Norman RW. Reassessment of the role intra abdominal pressure in spinal compression. *Ergonomic* 1987;30 (11) : 1565 - 1588
 32. Effendi H. Fisiologi kerja dan olah raga serta peranan tes kerja (exercise test) untuk diagnostik. Bandung : Penerbit Alumni 1983 : 1 - 47, 91-122
 33. Rennard SI. New understanding of pathogenesis and mechanism can guide future therapy. *Post graduate med* 2002;111:
 34. Rahmatullah P. Peranan evaluasi faal paru prabedah. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro 2001 : 1 - 30
 35. West JB. *Respiratory physiology*. 2nd ed. London : Williams & Wilkins 1980 : 86 - 157
 36. Pratiknya AW. *Dasar-dasar metodologi penelitian kedokteran dan kesehatan*. Jakarta : CV. Rajawali 1986 : 134 - 64

37. Madiyono B, Moeslichan MZ, Musli S, Purwanto SH. Perkiraan besar sampel. Dalam : Sastroasmoro S, Ismail S ed. Dasar-dasar metodologi penelitian klinis. Jakarta : PT. Bina Rupa Aksara, 1995 : 196
38. ATS. Cigarette smoking and health. Am Rev Respir Dis 1985 ; 132 : 1133 - 6
39. Rasmin M, Rogayah R, Wihastuti R, Fordiastiko, Zubaedah, Elisna S. Prosedur tindakan bidang paru dan pernafasan. , diagnostik & terapi. Jakarta : Balai Penerbit FK UI 2001 : 28 - 32
40. American Thoracic Society. Standardization of spirometry - 1987 update. Am Rev Respir Dis 1987 ; 136 : 1285 - 98.

Prosedur uji bronkhodilator

- Persiapan peserta penelitian : bebas obat bronkhodilator aksi singkat minimal 8 jam, aksi sedang 12 jam dan aksi panjang minimal 24 jam sebelum pemeriksaan.
- Dijelaskan tujuan, manfaat dan prosedur pemeriksaan dan diperagakan perasat yang akan dilaksanakan.
- Dilakukan pemeriksaan VEP1 sebanyak 3 kali dan diambil nilai terbaik.
- Setelah pasien mengeluarkan napas sebanyak – banyaknya, moncong volumatik dimasukkan ke dalam mulut dan disemprotkan 8 kali semprotan “Berotec inhaler”, setelah itu inspirasi perlahan dan dalam kemudian menahan napas sekurang – kurangnya 3 detik.
- Lima belas menit setelah pemberian obat dilakukan kembali pengukuran VEP1 sebanyak 3 kali dan diambil nilai yang terbaik.
- Hitung derajat reversibiliti menggunakan rumus :

$$\frac{[\text{VEP1 pasca bronkhodilator} - \text{VEP1 pra bronkhodilator}] \times 100 \%}{\text{VEP1 pra bronkhodilator}}$$

Interpretasi : Kenaikan VEP1 setelah pemberian bronkhodilator lebih dari 20 % atau 200 cc memperlihatkan obstruksi saluran napas bersifat reversible