

Analisis Kapasitas Paru dan Aliran Udara Pernafasan Manusia Yang Mempunyai Kebiasaan Merokok dan Tidak Merokok

Gisella Maria S¹, Jodelin Muninggar², Made Rai Suci Shanti N A³

^{1,2,3}Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga

E-mail : 642011003@student.uksw.edu¹, jodelin.muninggar@staff.uksw.edu², made.ray@staff.uksw.edu³

Abstrak

Kapasitas paru merupakan kemampuan paru-paru untuk menampung udara. Kemampuan menampung udara ini berbeda-beda untuk setiap individu. Penelitian ini dilakukan menggunakan spirometer Vernier *order code* SPR-BTA dan logger pro untuk mengukur kapasitas paru laki-laki perokok dan bukan perokok. Kapasitas paru-paru manusia secara normal sangat tergantung dengan kebiasaan hidup, usia, indeks massa tubuh, dan riwayat penyakit pada saluran pernafasan. Penelitian dilakukan pada 4 sampel yang berusia 19-22 tahun dengan 2 sampel mempunyai kebiasaan merokok dan 2 sampel lain tidak merokok. Hasil menunjukkan bahwa untuk 2 sampel bukan perokok pada sampel A dan C sebesar 3,77 L dan 3,02 L. Dari nilai kapasitas paru menunjukkan bahwa pola hidup sampel memiliki kebiasaan berolah raga yang membuat kapasitas paru lebih tinggi. Perokok aktif didapatkan hasil CC dan DD memiliki kapasitas vital paru sebesar 2,24 L dan 2,69 L. Nilai diatas menunjukkan kapasitas volume yang lebih rendah. Analisis kemudian dilakukan dengan menghitung aliran fluida dari aliran udara pernafasan. Dan didapatkan bahwa grafik aliran udara aliran pernafasan akan bernilai semakin tinggi, jika kapasitas vital paru nya rendah, semakin tinggi nilai alirannya.

Kata kunci : Kapasitas paru, aliran udara pernafasan

1. Pendahuluan

Pada era moderen sekarang ini banyak orang yang memiliki pola hidup yang bisa dikatakan tidak sehat. Pola hidup yang tidak sehat ini meliputi kebiasaan merokok, makan makanan instan, kurangnya aktifitas berolah raga dan lain sebagainya. Kebiasaan yang tidak sehat ini berdampak pada kesehatan. Salah satunya kebiasaan merokok berdampak pada kesehatan paru-paru, yaitu berkurangnya fungsi kapasitas paru mempengaruhi aliran udara pernafasan.

Kapasitas paru adalah suatu kombinasi peristiwa-peristiwa sirkulasi paru atau menyatakan dua atau lebih volume paru yaitu volume tidal, volume cadangan inspirasi dan volume cadangan ekspirasi (Arthur C.G, 1990). Kapasitas fungsi paru merupakan kesanggupan atau kemampuan paru dalam menampung udara di dalamnya (Rokhim A, 2000). Gangguan sistem pernapasan ini akan menurunkan kemampuan fungsi paru, dimana gangguan terhadap fungsi paru ini dapat diketahui dengan pengukuran volume paru. Volume paru ini digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi dan kapasitas volume paru.

Fungsi paru ditampilkan dalam bentuk kapasitas vital paru. Menurut Elizabeth (2000:403) kapasitas vital paru adalah jumlah udara maksimal pada seseorang berpindah pada satu tarikan nafas. Kapasitas ini mencakup volume cadangan inspirasi, volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kapasitas fungsi paru yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi umur, jenis kelamin, riwayat penyakit dan status gizi. Umur berhubungan dengan proses penuaan atau bertambahnya umur. Semakin tua umur seseorang maka semakin besar kemungkinan terjadi penurunan fungsi paru (Joko Suyono, 1995:218). Status gizi diukur menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). Dan faktor eksternal meliputi kebiasaan merokok dan kebiasaan olahraga. Menurut Putra (2006) merokok dapat menurunkan kapasitas vital paru yang lebih besar pada pria dewasa perokok dibanding dengan pria dewasa non perokok. Pengukuran kapasitas fungsi paru dapat menggunakan spirometer. Spirometer dapat digunakan untuk mengevaluasi dan memonitor penyakit yang berhubungan dengan penyakit paru dan jantung. Spirometer yang digunakan dalam

penelitian ini menggunakan spirometer vernier *order code* SPR-BTA. Spirometer vernier ini digunakan dalam skala laboratorium kampus.

2. Pembahasan

Penelitian dilakukan di laboratorium fisika Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga dengan menggunakan sampel sebanyak 4 orang laki-laki. Sampel dibedakan antara sampel perokok aktif dan sampel bukan perokok. Usia sampel berkisar antara 19-22 tahun sebagai usia produktif. Pengukuran kapasitas paru menggunakan spirometer Vernier *order code* SPR-BTA yang dihubungkan ke komputer yang telah *install* dengan *software* logger pro. *Software* logger pro ini berfungsi untuk merekam dan mencatat data yang sedang diambil dengan menggunakan spirometer vernier. Peralatan lain yang digunakan dalam pengambilan data yaitu penjepit hidung, *mouth piece* dan filter bakteri.

Selama proses pengambilan data, sampel menggunakan penjepit hidung dan *mouth piece* yang telah dihubungkan dengan sensor vernier dimasukkan ke dalam rongga mulut. Pada pengambilan data ini setiap satu sampel melakukan pengulangan pencatatan data sebanyak tiga kali. Setiap satu kali perekaman data pada sampel dilakukan tiga hingga empat kali pernapasan tidal, satu kali pernapasan menghisap maksimal (*inspiratory reserve volume*) dan satu kali pernapasan menghembus maksimal (*expiratory reserve volume*).

Setelah perekaman data dilakukan, penganalisaan data dilakukan dengan cara mengatur *baseline adjustment* dengan menurunkan atau menaikkan posisi grafik sesuai kebutuhan agar mudah dibaca dan dianalisa. Data grafik yang akan dianalisa dipilih dan diukur besar volume terukur yang dinyatakan dalam sumbu y (ΔV), ΔV tersebut menunjukkan volume yang diukur. Data yang didapat dari grafik tersebut merupakan *tidal volume* (*TV*), *inspiratory reserve volume* (volume udara saat hisap nafas maksimal), *expiratory reserve volume* (*ERV*, volume udara saat hembus nafas maksimal). Dengan ketiga data, *vital capacity* (*VC*) diperoleh dengan persamaan ;

$$VC = IRV + TV + ERV \quad (1)$$

2.1. Kapasitas Paru dan Aliran Udara Pernafasan

Kapasitas paru-paru adalah jumlah dari dua atau beberapa volume utama. Ada 5 macam kapasitas

paru yaitu *inspiratory capacity*, *expiratory capacity*, *functional residual capacity*, *vital capacity* dan *total lung capacity*. Dalam penelitian ini, penulis membahas mengenai *vital capacity* (kapasitas vital) dan aliran udara pernafasan pada sampel perokok dan bukan perokok. Didapatkan hasil pengukuran pada kedua macam sampel dapat dilihat pada tabel 1 untuk sampel bukan perokok dan pada tabel 2 untuk sampel perokok aktif. Pada tabel 1 menunjukkan sampel bukan perokok A dan C memiliki *vital capacity* yang lebih tinggi dari sampel B dan D hal ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, yaitu pada sampel B dan D, lingkungan sekitar tempat tinggal dan di kampus mayoritas perokok aktif maka dari itu diperoleh hasil pengukuran VC yang lebih rendah. Hal ini akibat dari paparan asap rokok yang secara tidak langsung terhirup oleh sampel B dan D yang mengakibatkan penurunan kapasitas vital paru-paru. Pada tabel 2 menunjukkan sampel perokok aktif CC dan DD memiliki *vital capacity* yang rendah, yaitu 2,87 liter dan 2,69 liter. Sampel CC yang mempunyai riwayat merokok 5 sejak tahun yang lalu dan mempunyai keluhan batuk ringan untuk beberapa waktu. Pada sampel DD mempunyai riwayat merokok sejak 8 tahun yang lalu dan mempunyai keluhan batuk ringan dan mudah lelah lamanya waktu merokok juga mempengaruhi kesehatan paru-paru terutama berefek pada nilai aliran yang cenderung akan meningkat. Aliran saluran udara pernafasan ini berakibat pada kondisi kesehatan pada setiap sampel, dari hasil pendataan diperoleh bahwa seorang perokok yang lebih lama riwayat merokoknya, berakibat buruk pada kesehatan dan berpengaruh pada nilai alirannya. Asap rokok mengiritasi paru-paru dan masuk ke aliran darah. Merokok menurunkan kapasitas vital paru dibandingkan hal lain seperti kelelahan akibat kerja.

Walaupun lamanya merokok sampel DD lebih lama daripada sampel CC, namun sampel DD mempunyai kebiasaan rutin berolah raga sepak bola. Olah raga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru-paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Menurut Guyton & Hall (1997:605), kebiasaan olah raga akan meningkatkan kapasitas paru 30-40%. Kebiasaan berolah raga ini dapat mempengaruhi kebugaran tubuh dan mempengaruhi kapasitas paru walaupun DD seorang perokok.

Aliran udara pernafasan menunjukkan nilai dimana paru-paru mengalami gangguan. Aliran udara ini dapat timbul akibat kebiasaan merokok, penyakit pada saluran pernafasan dan pola hidup dari setiap individu. Aliran udara pernafasan dapat diperoleh dengan mencari gradien (kemiringan) grafik yang tersaji pada logger pro. Dari gradien atau kemiringan

tersebut akan muncul besarnya Δt dan Δy . Δt menunjukkan perubahan waktu tiap detiknya sedangkan Δy menunjukkan volume pada paru-paru yang diukur.

Besarnya aliran udara pada sistem pernafasan sebanding dengan perubahan volume tiap waktu.

$$F = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2)$$

Aliran udara dianalogikan sebagai arus listrik, didekati pada udara yang laminar. Sehingga persamaan aliran udara yang sesuai dengan hukum Hagen Poiseuille adalah,

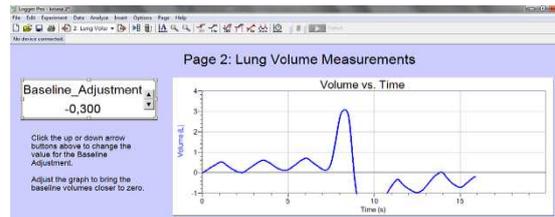
$$F = \frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P}{R} \quad (3)$$

Pada hasil analisa, dilihat bahwa aliran pada masing-masing sampel memiliki nilai yang berbeda-beda. Untuk sampel bukan perokok, A dan C dengan kapasitas vital sebesar 3,77 liter dan 3,02 liter memiliki nilai aliran yang dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4. Dibandingkan dengan sampel perokok aktif CC dan DD yang memiliki kapasitas vital sebesar 2,87 liter dan 2,69 liter memiliki nilai aliran yang dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6. Hasil pengukuran keempat sampel diatas terlihat adanya perbedaan antara kapasitas vital dan aliran pada sampel bukan perokok dan perokok aktif. Dari nilai alirannya, sampel perokok memiliki nilai aliran lebih tinggi dibandingkan sampel bukan perokok. Karena zat-zat adiktif yang terkandung dalam rokok tersebut akan mengendap pada saluran pernafasan dan mempengaruhi nilai aliran pada saluran pernafasan. Selain itu aktifitas lain juga menjadi salah satu faktor pendukungnya.

Dari grafik yang tersaji pada *software* logger pro menunjukkan bahwa saat inspirasi (menghirup udara) grafik yang ditunjukkan adalah grafik saat posisi naik (puncak) sedangkan saat ekspirasi (menghembus udara) ditunjukkan pada grafik turun (lembah)

2.2 Gambar

Gambar 1. Tampilan *Software* Logger Pro



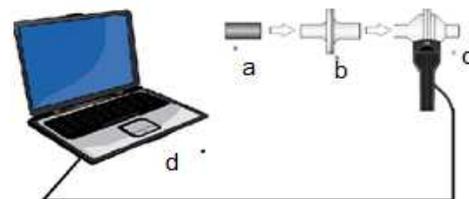
Gambar 1 merupakan tampilan dari *software* Logger pro yang digunakan penulis untuk merekam data dan mengolah data.

Gambar 2. Komponen Spirometer Vernier



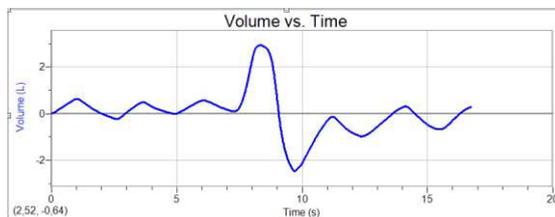
Gambar 2 menunjukkan komponen-komponen peralatan yang dipakai untuk pengambilan data seperti sensor spirometer vernier, penjepit hidung, *mouth piece* dan filter bakteri.

Gambar 3. Skema Susunan Alat



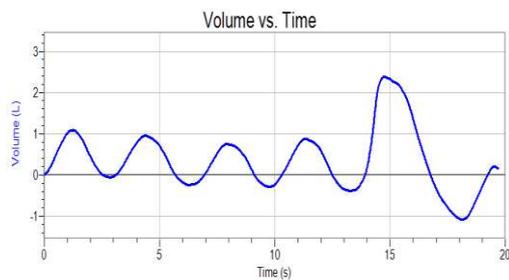
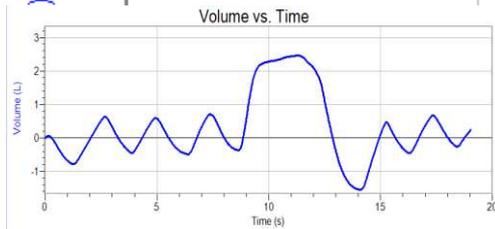
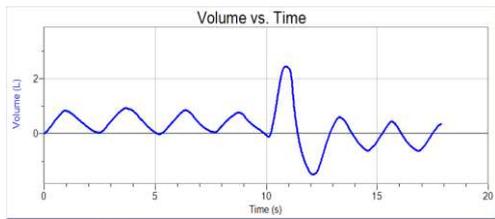
Gambar 3 menunjukkan skema susunan alat untuk pengambilan data

Gambar 4. Grafik Pada Sampel A

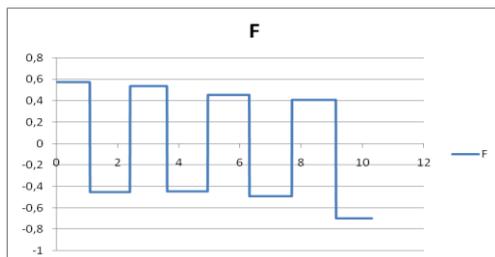


Gambar 4 ini menunjukkan hasil perekaman data dengan tampilan keluaran berupa grafik. Terdiri dari grafik TV, IRV dan ERV.

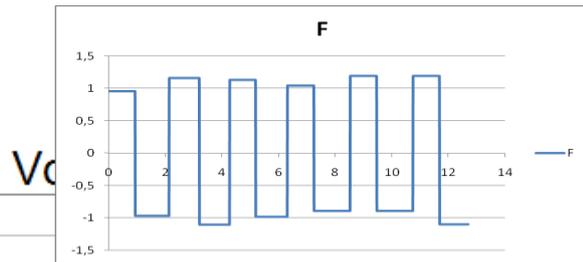
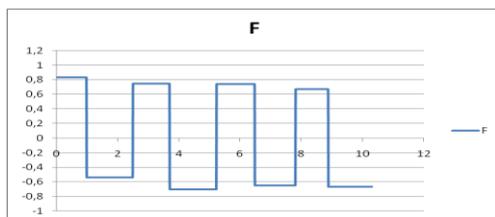
Gambar 5. Grafik Pada Sampel C



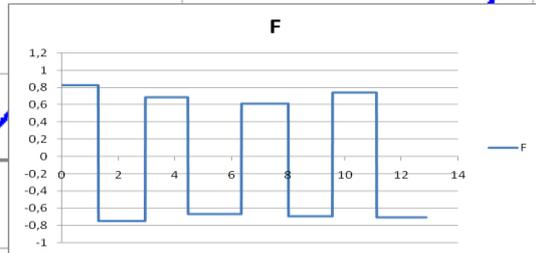
Gambar 8. Grafik Aliran Sampel A



Gambar 9. Grafik Aliran Sampel C



Gambar 11. Grafik Aliran Sampel DD



2.3 Tables

Tabel 1. Rata-rata Kapasitas Paru Sampel Bukan Perokok

Rata-rata	SAMPEL	
	A (l)	C (l)
TV	0,49	0,57
IRV	2,28	1,48
ERV	0,99	0,97
VC	3,76	3,02

Tabel 2. Rata-rata Kapasitas Paru Sampel Perokok Aktif

Rata-rata	SAMPEL	
	CC (l)	DD (l)
TV	0,51	0,43
IRV	1,66	1,48
ERV	0,7	0,77
VC	2,87	2,69

Tabel 3. Nilai Aliran Sampel A

Δv	t	F
0,62	1,08	0,5740741
-0,59	2,39	-0,4503817
0,65	3,44	0,5371901
-0,59	4,75	-0,443609
0,62	6,14	0,4558824
-0,68	7,45	-0,4892086
0,59	8,89	0,4097222
-0,82	10,07	-0,6949153

Tabel 4. Nilai Aliran Sampel C

Δv	t	F
0,81	0,97	0,835052
-0,81	2,48	-0,53642
0,9	3,68	0,75
-1,07	5,21	-0,69935
0,93	6,46	0,744
-0,86	7,79	-0,64662
0,72	8,86	0,672897
-0,95	10,29	-0,66434

Tabel 5. Nilai Aliran Sampel CC

Δv	t	F
0,88	0,92	0,956522
-1,16	2,12	-0,96667
1,24	3,19	1,158879
-1,18	4,26	-1,1028
1,04	5,18	1,130435
-1,1	6,3	-0,98214
0,98	7,24	1,042553
-1,14	8,52	-0,89063
1,12	9,46	1,191489
-1,14	10,74	-0,89063
1,12	11,68	1,191489
-1,12	12,7	-1,09804

Tabel 6. Nilai Aliran Sampel EE

Δv	t	F
1,06	1,28	0,828125
-1,24	2,94	-0,74699
1,04	4,45	0,688742
-1,26	6,34	-0,66667
1,02	8	0,614458
-1,08	9,56	-0,69231
1,16	11,12	0,74359
-1,24	12,88	-0,70455

3. Kesimpulan dan Saran

Pengukuran kapasitas paru antara sampel bukan perokok dan perokok aktif memiliki nilai yang berbeda. Begitu juga dengan nilai alirannya, semakin rendah kapasitas vital paru maka nilai alirannya semakin tinggi

Saran untuk penelitian sebaiknya jumlah sampel diperbanyak. Dengan demikian bisa dilihat banyak perbedaan dari hasil pengukurannya. Pada saat sebelum pengambilan data, sebaiknya diberikan instruksi yang benar kepada setiap sampel agar data yang dihasilkan memperoleh data yang lebih benar

Daftar Pustaka

- Evelyn C. Pearce. 1995. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. Jakarta: Gramedia
- Guyton, Arthur C. 1990. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Jakarta: EGC
- Guyton, Arthur C dan John E Hall. 1997. *Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC
- Lasmana, P.D. 2010. *Perbedaan Nilai Arus Puncak Ekspirasi Antara Polisi Satlantas Dengan Polisi Bagian Administrasi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Latif, Nur Vita Rr. 2011. *Hubungan Lama Bekerja dengan Kapasitas Vital Paru Pada Operator SPBU Sampangan Semarang*. Pekalongan: Universitas Pekalongan

Putra N.A. 2006. *Pengaruh dan Hubungan Terhadap Kapasitas Vital Paru Pada Pria Dewasa.*

Skripsi.Bandung: Universitas Kristen Maranatha

S.N.A Made Rai Suci dan Adita Sutresno. 2012.

Pembelajaran Dengan Metode Eksperimen Topik Rangkaian RC Untuk Menganalogikan Sistem Pernafasan Pada Bidang Fisika Kesehatan.

Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Penerapan MIPA UNY

Syaifuddin, B.A.C . 1997. *Anatomi Fisiologi Untuk Siswa Perawat.* Jakarta: Gramedia

Tulaekha, Rokhim A. 2000. *Toxicologi.* Jakarta: Gramedia

Nama Penanya : Supurwoko

Pertanyaan :

1. Jika penelitian ini dihubungkan dengan penyakit, ada atau tidak?

Jawaban :

Dalam penelitian ini, juga dilakukan wawancara. Sempile yang bukan perokok vital capacity nya lebih tinggi. Pada perokok aktif mengalami gangguan pernafasan, mudah lelah, batuk-batuk, karena ada zat aditif yang mengendap pada paru-paru.