

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Asma

2.1.1 Definisi Asma

Asma merupakan salah satu penyakit saluran nafas yang banyak dijumpai, baik pada anak-anak maupun dewasa. Kata asma (asthma) berasal dari bahasa Yunani yang berarti “terengah-engah”. Lebih dari 200 tahun yang lalu, *Hippocrates* menggunakan istilah asma untuk menggambarkan kejadian pernafasan yang pendek-pendek (*shortness of breath*). Sejak itu istilah asma sering digunakan untuk menggambarkan gangguan apa saja yang terkait dengan kesulitan bernafas, termasuk ada istilah asma kardiak dan asma bronkial (Ikawati, 2016).

Menurut *Global Initiative for Asthma* (GINA) tahun 2015, asma didefinisikan sebagai “Suatu penyakit yang heterogen, yang dikarakterisir oleh adanya inflamasi kronis pada saluran pernafasan. Hal ini ditentukan oleh adanya riwayat gejala gangguan pernafasan seperti mengi, nafas terengah-engah dada terasa berat/tertekan, dan batuk, yang bervariasi waktu dan intensitasnya, diikuti dengan keterbatasan aliran udara ekspirasi yang bervariasi”.

Asma adalah kelainan inflamasi kronik saluran napas, banyak sel dan elemen seluler memegang peranan. Inflamasi kronik menyebabkan peningkatan respons saluran napas yang menimbulkan episode berulang, mengi, sesak napas, rasa berat di dada serta batuk terutama malam hari dan atau dini hari. Episode ini umumnya berhubungan dengan pengurangan arus udara yang luas tetapi bervariasi yang biasanya reversibel baik secara spontan maupun dengan pengobatan (Eddy Surjanto, 2008; NHLBI, 2006).

Asma adalah penyakit paru dengan karakteristik : 1). Obstruksi saluran napas yang reversible (tetapi tidak lengkap pada beberapa pasien) baik secara langsung maupun dengan pengobatan ; 2). Inflamasi saluran napas ; 3). Peningkatan respons saluran napas terhadap berbagai rangsangan (hiperaktivitas) (Heru Sundaru dan Sukanto, 2006).

2.1.2 Patogenesis Asma

Asma merupakan suatu sindrom kompleks dengan berbagai manifestasi klinis baik pada orang dewasa maupun anak-anak. Sindrom tersebut terdiri atas berbagai hal seperti obstruksi aliran udara, hiperaktivitas bronkus, dan radang atau inflamasi pada aliran udara (Brusse et al., 2001).

Sampai saat ini patogenesis dan etiologi asma belum diketahui dengan pasti, namun berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa dasar gejala asma adalah inflamasi dan respons saluran napas yang berlebihan (Heru Sundaru dan Sukanto, 2006).

Pada asma alergi maupun non alergi dijumpai adanya inflamasi dan hiperaktivitas saluran napas. Oleh karena itu paling tidak dikenal 2 jalur untuk mencapai kedua keadaan tersebut yaitu jalur imunologis yang didominasi oleh IgE dan jalur saraf autonom. Pada jalur IgE, masuknya alergen ke dalam tubuh akan diolah oleh APC (antigen presenting cells) dan selanjutnya hasil olahan alergen akan dikomunikasikan kepada sel Th (T penolong) (Heru Sundaru dan Sukanto, 2006). Sel T penolong ini akan melepaskan sitokin, IL-4, IL-5 dan IL-13. Interleukin-4 dan IL-13 mengatur sintesis imunoglobulin E (IgE), dengan cara mempengaruhi sel B untuk melakukan *classswitch* dari sintesis imunoglobulin G (IgG) ke IgE. Ikatan IgE dengan antigen dapat menimbulkan *crosslink* molekul IgE yang terikat pada reseptor IgE dari sel mast. Hal ini menyulut terjadinya degranulasi sel mast dan

dilepaskannya mediator-mediator inflamasi (Jalal, 2005). Mediator-mediator inflamasi seperti histamin, prostaglandin (PG), leukotrien (LT), *platelet activating factor* (PAF), bradikinin, tromboksin (TX) dan lain-lain akan mempengaruhi organ sasaran sehingga menyebabkan peningkatan permeabilitas dinding vaskular, edema saluran napas, infiltrasi sel-sel radang, sekresi mukus dan fibrosis sub epitel sehingga menimbulkan hiperaktivitas saluran napas (HSN). Jalur non alergi selain merangsang sel inflamasi, juga merangsang sistem saraf autonom dengan hasil akhir berupa inflamasi dan HSN (Heru Sundaru dan Sukanto, 2006).

Salah satu karakteristik asma adalah obstruksi saluran napas. Obstruksi saluran napas pada asma merupakan kombinasi spasme otot bronkus, sumbatan mukus, edema, dan inflamasi dinding bronkus. Obstruksi bertambah berat selama ekspirasi karena secara fisiologis saluran napas menyempit pada fase tersebut. Hal ini mengakibatkan udara distal tempat terjadinya obstruksi terjebak tidak bisa diekspirasi. Selanjutnya terjadi peningkatan volume residu, kapasitas residu fungsional (KRF) dan pasien akan bernapas pada volume yang tinggi mendekati kapasitas paru total (KPT). Keadaan hiperinflasi ini bertujuan agar saluran napas tetap terbuka dan pertukaran gas berjalan lancar. Untuk mempertahankan hiperinflasi ini diperlukan otot-otot bantu napas (Heru Sundaru dan Sukanto, 2006).

2.1.3 Faktor Resiko Asma

Menurut Eddy Surjanto (2001), faktor penyebab pasti asma bronkial saat ini tidak diketahui, namun tampaknya merupakan interaksi yang kompleks antara faktor predisposisi, faktor kausal dan faktor kontribusi.

2.1.3.1 Faktor Predisposisi

a. Atopi

Atopi ialah produksi antibodi IgE yang berlebihan dalam kontak dengan alergen lingkungan. Atopi ditunjukkan dengan

peningkatan serum IgE total maupun spesifik. Juga dapat ditunjukkan dengan tes kulit yang positif.

b. Jenis Kelamin

Asma anak lebih sering terjadi pada laki-laki dibandingkan dengan wanita. Resiko ini tampaknya tidak berhubungan dengan jenis kelamin, tetapi lebih berkaitan dengan penyempitan dan peningkatan tonus jalan napas pada anak laki-laki sehingga menyebabkan timbulnya obstruksi saluran napas sebagai respon terhadap berbagai rangsangan. Perbedaan ini akan menghilang dengan bertambahnya usia (lebih dari 10 tahun) ketika rasi diameter dan panjang saluran napas menjadi sama.

c. Ras

Perbedaan lebih diakibatkan karena faktor lingkungan dan faktor diet daripada faktor ras itu sendiri.

2.1.3.2 Faktor Kausal

Faktor resiko kausal mensensitisasi saluran napas dan menyebabkan timbulnya asma.

a. Alergen dalam ruangan (*Indoor allergen*)

Yaitu tungau debu rumah (house-dust mites), alergen binatang dan jamur.

b. Alergen di luar ruangan (*Outdoor allergen*)

Yaitu tepung sari, biji-bijian, rumput-rumputan serta jamur.

c. Bahan-bahan di lingkungan kerja

Bahan-bahan ini diklasifikasikan sebagai bahan dengan berat molekul besar dan berat molekul kecil. Mekanisme timbulnya asma oleh bahan dengan yang ditimbulkan alergen sedangkan untuk bahan dengan berat molekul yang kecil belum diketahui mekanismenya.

d. Obat dan zat aditif makanan (*food additives*)

Obat tersebut seperti aspirin dan *Non Steroid Anti Inflammation Drugs* (NSAID), sedangkan untuk zat aditif makanan seperti salisilat dan monosodium glutamat.

2.1.3.3 Faktor Kontribusi

Merupakan faktor yang meningkatkan resiko terjadinya asma. Yang merupakan faktor tersebut ialah merokok baik pasif maupun aktif, polusi udara, infeksi saluran nafas, berat badan bayi yang rendah, diet dan obat-obatan.

2.1.4 Diagnosis Asma

Penanda utama untuk mendiagnosis adanya asma antara lain :

2.1.4.1 Mengi pada saat menghirup nafas,

2.1.4.2 Riwayat batuk yang memburuk pada malam hari, dada sesak yang terjadi berulang,

2.1.4.3 Hambatan pernafasan yang reversibel secara bervariasi selama siang hari,

2.1.4.4 Adanya peningkatan gejala pada saat olahraga, infeksi virus, eksposur terhadap alergen, dan perubahan musim, dan

2.1.4.5 Terbangun malam-malam dengan gejala-gejala seperti di atas.

Jika seorang klinisi menduga adanya asma pada pasien, maka perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk memastikan dugaannya dengan mengukur paru. Adanya obstruksi jalan nafas dapat ditunjukkan dengan adanya penurunan pada FEV₁ (force expiratory volume dalam 1 detik), pada PEF (peak respiratory flow), pada rasio FEV₁ dengan FVC, atau dengan kecepatan aliran hembusan nafas. Jika dicurigai asma, maka digunakan agonis β , dan tes fungsi paru diulangi lagi dalam waktu 15-30 menit untuk melihat apakah ada perbaikan gejala. Jika terdapat peningkatan PEF atau FEV₁ melebihi 15% dari nilai dasarnya, maka dugaan terhadap asma menjadi kuat (Ikawati, 2016).

Selain itu, diagnosis juga dapat ditunjang dengan pemeriksaan darah terhadap adanya peningkatan kadar IgE atau hitung jenis dan jumlah eosinofil. Test provokasi bronkus juga perlu dilakukan menggunakan suatu alergen atau senyawa kimia (histamin, metakolin) untuk melihat derajat peningkatan kepekaan bronkus (hiperresponsiveness). Jika nilai FEV₁ turun lebih dari 20% dengan dosis metakolin sebesar 16mg/ml atau kurang, test dikatakan positif, artinya pasien positif menderita asma. Test provokasi bronkus ini memiliki sensitivitas 95% terhadap diagnosis asma (Chesnutt, M.S, dan Prendergast, T.J., 2006)

2.1.5 Klasifikasi Asma

Ada beberapa cara untuk mengklasifikasikan kondisi asma. GINA menggolongkan asma berdasarkan kondisi terkontrol atau tidaknya, sehingga diperoleh 3 klasifikasi yaitu : terkontrol, terkontrol sebagian, dan tidak terkontrol. Keparahan ini nanti akan berimplikasi terhadap tatalaksana terapinya.

Menurut GINA 2015, keparahan asma juga dapat dinilai secara retrospektif dari tingkat obat yang digunakan untuk mengontrol gejala dan serangan asma. Hal ini dapat dinilai jika pasien telah menggunakan obat pengontrol untuk beberapa bulan. Yang perlu dipahami adalah bahwa keparahan asma bukanlah bersifat statis, namun bisa berubah dari waktu-waktu, dari bulan ke bulan, atau dari tahun ke tahun.

Adapun klasifikasinya adalah sebagai berikut :

2.1.5.1 Asma ringan

Adalah asma yang terkontrol dengan pengobatan tahap 1 atau tahap 2, yaitu terapi pelega bila perlu saja, atau dengan obat pengontrol dengan intensitas rendah seperti steroid inhalasi dosis rendah atau antagonis leukotrien, atau kromon.

2.1.5.2 Asma sedang

Adalah asma yang terkontrol dengan pengobatan tahap 3, yaitu terapi dengan obat pengontrol kombinasi steroid dosis rendah plus *long acting beta agonist* (LABA)

2.1.5.3 Asma berat

Adalah asma yang membutuhkan terapi tahap 4 atau 5, yaitu terapi dengan obat pengontrol kombinasi steroid dosis tinggi plus *long acting beta agonist* (LABA) untuk menjadi terkontrol, atau asma yang tidak terkontrol meskipun telah mendapat terapi.

2.1.6 Penatalaksanaan Asma

Tujuan penatalaksanaan asma menurut Faisal Yunus (1998) adalah untuk :

2.1.6.1 Menghilangkan dan mengendalikan gejala asma

2.1.6.2 Mencegah eksaserbasi akut

2.1.6.3 Meningkatkan dan mempertahankan faal paru seoptimal mungkin

2.1.6.4 Mengupayakan aktivitas normal termasuk *exercise*.

2.1.6.5 Menghindari efek samping obat

2.1.6.6 Mencegah terjadinya keterbatasan aliran udara ireversibel

2.1.6.7 Mencegah kematian karena asma

Menurut GINA 2015, tujuan jangka panjang dari terapi asma adalah tercapainya kontrol gejala yang baik dan meminimalkan risiko kekambuhan di masa depan, keterbatasan aliran udara dan efek samping pengobatan. Setiap pasien perlu menentukan sendiri tujuan terapinya masing-masing terkait dengan kondisi asma dan macam pengobatannya.

Dalam panduan GINA 2002 yang dibuat oleh *National Heart, Lung and Blood Institute & World Health Organization* (NHLBI/WHO), menyebutkan untuk mewujudkan tujuan penatalaksanaan asma tersebut,

dokter maupun penderita asma dianjurkan untuk mempelajari, memahami, dan mengerjakan apa yang disebut “tujuh jurus ampuh untuk mengatasi penyakit asma” (Agnes Harjaningrum, 2006).

Pertama, penyuluhan/pendidikan mengenai penyakit asma pada penderita asma dan keluarganya. Pengenalan tentang seluk beluk asma, bagaimana pengobatan serta pencegahan yang benar, akan membuat penderita dan keluarganya mengerti sehingga termotivasi untuk berusahakuat mengatasi penyakitnya. Karena itu edukasi menjadi faktor kunci dalam pengobatan asma.

Kedua, mengetahui obat-obat asma, baik kegunaan maupun efek sampingnya. Terdapat dua jenis obat asma yaitu, obat-obat kerja cepat untuk mengatasi dengan segera serangan sesak nafas (reliver), dan obat-obat pencegahan jangka lama, untuk mengatasi peradangan saluran nafas(preventer/controller). Yang termasuk obat reliver adalah obat bronkodilator kerja cepat seperti, salbuterol Albuterol, metaproterenol, terbutaline, dan procaterol. Selain itu, obat golongan anti cholinergik, teofilin kerja cepat, suntikan adrenalin atau epinefrin juga dapat dijadikan pilihan.

Ketiga, mengobati atau mengelola penyakit asma. Pengobatan tidak hanya dilakukan ketika serangan asma sedang berlangsung, tetapi juga saat tidak dalam serangan. Pengelolaan asma saat tidak dalam serangan dilakukan melalui pengobatan pencegahan dan latihan olah raga terpimpin. Penderita asma dengan tipe intermiten (sangat ringan) yang kekambuhannya dalam 1 minggu kurang dari 1 atau 2 kali, tidak memerlukan pengobatan pencegahan. Namun, penderita asma dengan tipe persisten ringan, persisten sedang dan persisten berat, harus mendapatkan terapi pencegahan secara bertahap disesuaikan dengan klasifikasinya.

Keempat, mempelajari dan memahami faktor-faktor pencetus serangan asma (allergen), dan mengetahui cara mengendalikannya.

Kelima, membuat rencana emergensi (*Action Plan*). *Action plan* terutama diperlukan ketika serangan asma akan kambuh, dan penderita membutuhkan pertolongan secepatnya.

Keenam, rehabilitasi dan peningkatan kebugaran jasmani dengan olah raga atau latihan jasmani terpimpin. Penderita asma sering mengalami sesak sehingga sebagian otot-otot pernafasan kerap digunakan, sementara sebagian otot yang lain tidak. Otot-otot pernafasan yang banyak digunakan akan membesar dan yang jarang digunakan akan melemah. Akibatnya, efisiensi dan koordinasi pernafasan menjadi kurang baik, fungsi paru serta pertahanan paru pun menurun. Selain itu penderita asma juga terkadang mengalami keterbatasan fisik atau membatasi pekerjaan fisik karena takut sesak, sehingga kebugaran jasmaninya berkurang. Dengan melakukan latihan jasmani secara teratur yang terpimpin, otot pernafasan akan kembali berfungsi normal, kenaikan kapasitas vital paru meningkat dan kebugaran jasmani pun menjadi lebih baik.

Adapun Senam asma adalah salah satu cara penanganan asma selain dengan pengobatan medis. Uji latih dan patologi latihan makin mendapat perhatian para ahli karena kapasitas individu untuk berfungsi sangat erat hubungannya dengan tampilan maksimal paru dan sistem kardiovaskular. Respons fisiologi dari latihan ini mencakup kardiorespirasi, neuro humoral, vaskuler, darah, dan otot (Christoph TAZ, 2011).

Ketujuh, memonitor dan mengikuti perkembangan (*follow up*) penyakit penderita asma secara teratur. Hingga kini penyakit asma belum dapat disembuhkan, dan gejala asmanya sering bervariasi. Karena itu pengobatan harus dilakukan seumur hidup dan dimonitor serta diikuti perkembangannya terus menerus. Hal ini diperlukan untuk melihat cocok tidaknya obat yang diberikan dalam mengendalikan asma. Dokter akan mengevaluasi apakah obat perlu ditambah, dikurangi atau dihentikan. Bila keadaan dan kebugaran jasmani penderita memang telah membaik, pengobatan dapat dihentikan.

2.2 Konsep Dasar Volume Paru

2.2.1 Volume Paru

Volume paru akan berubah-ubah ketika proses pernapasan berlangsung. Saat inspirasi akan mengembang dan saat ekspirasi akan mengempis. Pada keadaan normal, pernapasan terjadi secara pasif dan berlangsung tanpa disadari (Mengkidi, 2006). Volume udara di paru-paru selama proses pernafasan tidak tetap. Salah satu factor penyebabnya adalah cara bernafas. Beberapa parameter yang menggambarkan volume paru adalah :

2.2.1.1 Volume Tidal (*Tidal Volume = TV*)

Volume tidal adalah volume udara hasil inspirasi atau ekspirasi pada setiap kali bernapas normal. Volume udara tidal bervariasi tergantung pada tingkat kegiatan seseorang. Pada kondisi tubuh istirahat, volume tidal sebanyak kira-kira 500 mililiter pada rata-rata orang dewasa muda, dan besarnya akan meningkat bila kegiatan tubuh meningkat. Dari 500 mililiter udara tidal yang di pernapaskan pada kondisi istirahat tersebut hanya 350 mililiter saja yang dapat sampai di alveolus, sedang yang 150 mililiter mengisi ruang yang terdapat pada saluran respirasi (disebut ruang rugi).

2.2.1.2 Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume = IRV*)

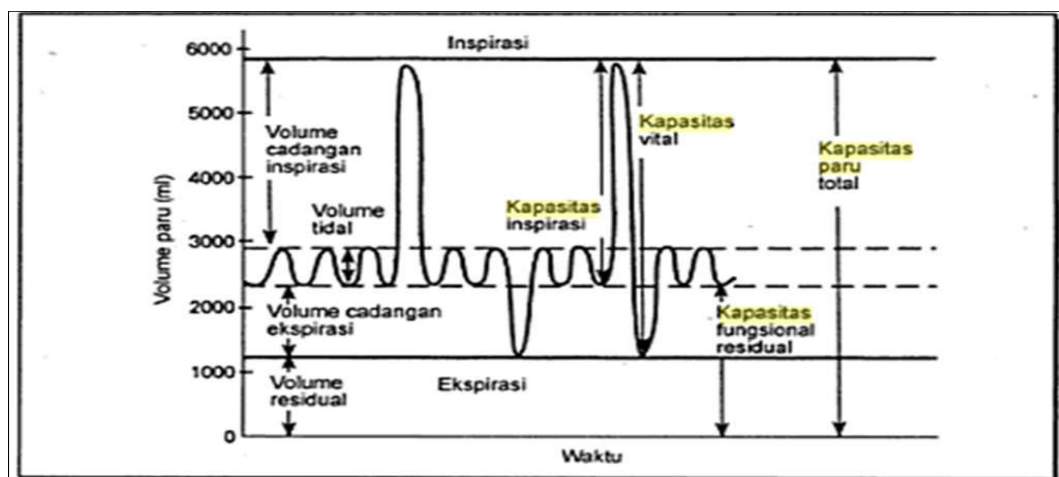
Volume cadangan inspirasi adalah udara yang masih dapat dihirup setelah inspirasi biasa sampai mencapai inspirasi maksimal. Volume cadangan inspirasi juga disebut udara komplementer. Umumnya pada laki-laki sebesar 3.300 mililiter dan pada wanita sebesar 1.900 mililiter.

2.2.1.3 Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume = ERV*)

Volume cadangan ekspirasi adalah udara yang masih dapat dikeluarkan setelah melakukan ekspirasi biasa sampai mencapai ekspirasi maksimal. Volume cadangan ekspirasi juga disebut udara suplementer. Pada laki-laki 1.000 ml, sedangkan perempuan 700 ml.

2.2.1.4 Volume Residu (*Residual Volume = RV*)

Volume residu adalah volume gas dalam paru yang masih tertinggal saat akhir ekspirasi maksimal, dengan kata lain volume residu adalah kapasitas paru total dikurangi kapasitas vital. Udara yang masih tersisa didalam paru sesudah ekspirasi maksimal sekitar 1100ml.



Gambar 2.5 Grafik volume udara pernafasan pada manusia

(Sumber: Guyton and Hall, 2008)

2.2.2 Kapasitas Vital Paru

Menurut Guyton & Hall (2008), kapasitas vital paru adalah volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi, volume ini merupakan jumlah maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru setelah terlebih dahulu penghisapan secara maksimum. Kapasitas vital rata-rata pada pria muda dewasa kira-kira 4,6 liter, dan pada wanita muda dewasa kira-kira 3,1 liter. Meskipun nilai itu jauh lebih besar pada beberapa orang dengan berat badan yang sama pada orang lain. Orang yang memiliki postur tubuh yang tinggi dan kurus biasanya mempunyai kapasitas paru yang lebih besar dari pada orang yang gemuk dan seorang atlet yang terlatih baik, mungkin mempunyai kapasitas vital 30- 40 % diatas normal yaitu 6-7 liter. Dalam keadaan yang normal, kedua paru-paru dapat menampung udara sebanyak 5 liter. Waktu ekspirasi, di dalam paru-paru masih tertinggal ± 3 liter udara. Pada saat kita bernapas biasa udara yang masuk ke dalam paru-paru 2.600 cm³ (2 1/2 liter). Menurut Rahmah (2008), kapasitas paru-paru dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Kapasitas Vital (*Vital Capacity/VC*)

Volume udara yang dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum setelah inspirasi maksimum. Atau jumlah udara maksimum pada seseorang yang berpindah pada satu tarikan napas. Kapasitas ini mencakup VT, IRV, dan ERV. Nilainya diukur dengan menyuruh individu melakukan inspirasi maksimum kemudian menghembuskan sebanyak mungkin udara di dalam parunya ke alat pengukur.

b. Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity/IC*)

Volume udara yang dapat diinspirasi setelah akhir ekspirasi normal. Besarnya sama dengan jumlah VT dengan IRV.

c. Kapasitas Residu Fungsional (*Functional Residual Capacity/FRC*)

Kapasitas residu fungsional adalah jumlah udara yang masih tetap berada dalam paru setelah ekspirasi normal. Besar FRC sama dengan jumlah dari RV dengan ERV.

d. Kapasitas Vital Paksa (*Forced Expiratory Capacity/FVC*)

Jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara paksa setelah inspirasi secara maksimal, diukur dalam liter.

e. Kapasitas Vital Paksa 1 detik (*Forced Expiratory Capacity in One Second/FEV₁*)

Jumlah udara yang dapat dikeluarkan dalam waktu 1 detik, diukur dalam liter. Bersama dengan FVC merupakan indikator utama fungsi paru-paru. FEV_1/FVC merupakan rasio FEV_1/FVC . Pada orang dewasa sehat nilainya sekitar 75% - 80%.

Sementara menurut Hood (2005), ada dua macam kapasitas vital paru berdasarkan cara pengukurannya:

a. *Vital Capacity* (VC)

Pada pengukuran jenis ini individu tidak perlu melakukan aktivitas pernapasan dengan kekuatan penuh.

b. *Forced Vital Capacity* (FVC)

Pada pengukuran ini pemeriksaan dilakukan dengan kekuatan maksimal. Pada orang normal tidak ada perbedaan antara kapasitas vital dan kapasitas vital paksa, tetapi pada keadaan dengan gangguan obstruktif terdapat perbedaan antara kapasitas vital dan kapasitas vital paksa. Kapasitas vital merupakan refleksi dari kemampuan elastisitas jaringan paru, atau kekakuan pergerakan dinding toraks. Kapasitas vital yang menurun dapat diartikan adanya kekakuan jaringan paru atau dinding toraks, dengan kata lain kapasitas vital mempunyai korelasi yang baik dengan *compliance* paru atau dinding toraks. Pada kelainan obstruksi yang ringan kapasitas vital hanya mengalami penurunan sedikit atau mungkin normal.

2.2.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Volume Paru

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang, yaitu:

2.2.3.1 Usia

Dalam keadaan yang normal kedua paru-paru dapat menampung sebanyak ± 5 liter. Saat ekspirasi terjadi, di dalam paru-paru masih tertinggal ± 3 liter udara. Pada waktu bernafas biasa udara yang masuk ke dalam paru-paru 2600 cc (2,5 liter) jumlah pernafasan. Dalam keadaan normal:

- a. Orang Dewasa : 16-18 kali per menit
- b. Anak-anak : 24 kali per menit
- c. Bayi kira-kira : 30 kali per menit

Walaupun pada pernapasan pada orang dewasa lebih sedikit daripada anak-anak dan bayi, akan tetapi kapasitas vital paru orang dewasa lebih besar dibandingkan dengan anak-anak dan bayi. Dalam keadaan tertentu dapat berubah misalnya akibat dari suatu penyakit, pernafasan bisa bertambah cepat atau sebaliknya (Trisnawati, 2007). Umur merupakan variabel yang penting dalam hal terjadinya gangguan fungsi paru. Semakin bertambahnya umur, terutama yang disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk serta kemungkinan terkena suatu penyakit, maka kemungkinan terjadinya penurunan fungsi paru dapat terjadi lebih besar. Seiring dengan pertambahan umur, kapasitas paru juga akan menurun. Kapasitas paru orang berumur 30 tahun ke atas rata-rata 3.000 ml sampai 3.500 ml, dan pada orang yang berusia 50 tahunan kapasitas paru kurang dari 3.000 ml.

Secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah tidak terkecuali gangguan fungsi paru dalam hal ini kapasitas vital paru. Kondisi seperti ini akan bertambah buruk dengan keadaan lingkungan yang berdebu atau faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok serta kebiasaan olahraga/aktivitas fisik yang rendah. Rata-rata pada usia 30 – 40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin bertambah umur semakin bertambah pula gangguan yang terjadi (Guyton & Hall, 2008).

2.2.3.2 Jenis Kelamin

Kapasitas vital paru berpengaruh terhadap jenis kelamin seseorang. Volume dan kapasitas paru pada wanita kira-kira 20 sampai 25 % lebih kecil dari pada pria (Guyton & Hall, 2008). Menurut Tambayong (2001) disebutkan bahwa kapasitas paru pada pria lebih besar yaitu 4,8 L dibandingkan pada wanita yaitu 3,1 L. Frekuensi pernapasan pada laki-laki lebih cepat dari pada perempuan karena laki-laki membutuhkan banyak energi untuk beraktivitas, berarti semakin banyak pula oksigen yang diambil dari udara hal ini terjadi karena lelaki umumnya beraktivitas lebih banyak dari pada perempuan.

2.2.3.3 Status Gizi

Status Gizi seseorang dapat mempengaruhi kapasitas vital paru. Seseorang dengan kategori kurus dan tinggi biasanya kapasitas vitalnya lebih dari orang gemuk pendek. Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun keatas) merupakan masalah penting, karena selain mempunyai resiko penyakit-penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Oleh karena itu, pemantauan keadaan tersebut perlu dilakukan secara berkesinambungan. Salah satu cara adalah dengan mempertahankan berat badan ideal atau normal.

2.2.3.4 Kondisi Kesehatan

Kondisi kesehatan dapat mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang. Kekuatan otot-otot pernapasan dapat berkurang akibat sakit. Gangguan kesehatan yang terjadi pada seseorang yang diakibatkan karena infeksi pada saluran pernafasan dapat mengakibatkan penurunan fungsi paru (Pearce, 2002).

2.2.3.5 Riwayat Penyakit

Dalam beberapa penelitian diperoleh hasil bahwa seseorang yang mempunyai riwayat menderita penyakit paru berhubungan secara bermakna dengan terjadinya gangguan fungsi paru. Dari hasil penelitian Soedjono (2002) dan Nugraheni (2008) diperoleh hasil bahwa pekerja yang mempunyai riwayat penyakit paru mempunyai risiko 2 kali lebih besar untuk mengalami gangguan fungsi paru. Seseorang yang pernah mengidap penyakit paru cenderung akan mengurangi ventilasi perfusi sehingga alveolus akan sedikit mengalami pertukaran udara. Akibatnya akan menurunkan kadar oksigen dalam darah. Banyak ahli juga berkeyakinan bahwa penyakit emfisema kronik, pneumonia, asma bronkiale, *tuberculosis* dan sianosis akan memperberat kejadian gangguan fungsi paru.

2.2.3.6 Riwayat Pekerjaan

Riwayat pekerjaan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit akibat kerja. Hubungan antara penyakit dengan pekerjaan dapat diduga dengan adanya riwayat perbaikan keluhan pada akhir minggu atau hari libur diikuti peningkatan keluhan untuk kembali bekerja, setelah bekerja ditempat yang baru atau setelah digunakan bahan baru di tempat kerja.

2.2.3.7 Kebiasaan Merokok

Menurut Depkes RI (2003) merokok menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru-paru. Pada saluran napas besar, sel mukosa membesar (hipertrofi) dan kelenjar mukus bertambah banyak. Pada saluran pernapasan

kecil, terjadi radang ringan hingga terjadi penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir. Pada jaringan paru terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Akibat perubahan anatomi saluran napas, pada perokok akan timbul perubahan fungsi paru-paru dan segala macam perubahan klinisnya. Hal ini menjadi dasar utama terjadinya penyakit obstruksi paru menahun. Kebiasaan merokok dan akan mempercepat penurunan faal paru. Penurunan volume ekspirasi paksa pertahun adalah 28,7 ml untuk non perokok, 38,4 ml untuk bekas perokok, dan 41,7 ml perokok aktif. Pengaruh asap rokok dapat lebih besar dari pada pengaruh debu hanya sekitar sepertiga dari pengaruh buruk rokok.

2.2.3.8 Kebiasaan Olahraga

Olah raga atau latihan fisik yang dilakukan secara teratur akan menyebabkan peningkatan kesegaran dan ketahanan fisik yang optimal, pada saat latihan terjadi kerja sama berbagai lelah otot, kelenturan otot, kecepatan reaksi, ketangkasan, koordinasi gerakan dan daya tahan sistem kardiorespirasi. Kapasitas vital paru dan olah raga mempunyai hubungan yang timbal balik, gangguan kapasitas vital paru dapat mempengaruhi kemampuan olah raga. Sebaliknya latihan fisik yang teratur atau olahraga dapat meningkatkan kapasitas vital paru. Kebiasaan olahraga akan meningkatkan kapasitas paru 30-40% (Guyton & Hall, 2008). Kapasitas vital paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seseorang melakukan olahraga. Olahraga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru-paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Kapasitas vital pada seorang atlet lebih besar daripada orang yang tidak pernah berolahraga.

2.3 Arus Puncak Ekspirasi (APE)

2.3.1 Pengertian Arus Puncak Ekspirasi (APE)

Arus Puncak Ekspirasi (APE) atau *Peak Expiratory Flow* atau ada juga yang menyebut *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR) adalah kecepatan ekspirasi maksimal yang bisa dicapai seseorang, dinyatakan dalam liter per menit (L/menit) atau liter per detik (L/detik). Nilai APE didapatkan dengan pemeriksaan spirometri atau menggunakan alat yang lebih sederhana yaitu *peak expiratory flow meter* (PEF meter).

Arus puncak ekspirasi adalah aliran maksimum yang dicapai selama ekspirasi dengan kekuatan maksimal mulai dari tingkat inflasi paru maksimal. Nilai yang diperoleh mungkin berbeda tergantung pada jenis instrumen yang digunakan untuk mengukurnya. (Quanjer et.al,1997) dalam Guyton (2014). Arus puncak ekspirasi adalah aliran maksimum yang dicapai selama manuver FVC (Forced vital capacity). Hal ini terjadi sangat awal dalam manuver FVC (biasanya dalam 0.1 detik pertama jika manuver baik dilakukan). Dengan demikian, arus puncak ekspirasi secara signifikan tergantung dari FEV1 (*Forced Expiratory Volume in one second*). (Crapo, 2009) dalam Guyton dan Hall, (2014).

APE adalah jumlah aliran udara maksimal yang dapat dicapai saat ekspirasi paksa dalam waktu tertentu yang dilakukan dengan menggunakan *peak flow meter* atau spirometer (Menaldi Rasmin et al.,2001). Variasi nilai APE sangat dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, ras, tinggi badan, dan merokok. Angka normal APE pada pria dewasa adalah 500-700 L/menit dan pada wanita dewasa 380-500 L/menit (Jain et al., 1998). Arus Puncak Ekspirasi (APE) yaitu jumlah aliran udara maksimal yang dapat dicapai saat ekspirasi paksa dalam waktu tertentu yang dilakukan menggunakan *peak flow meter* atau spirometer. Maranatha, (2010) dalam Astuti (2013).

Pemeriksaan APE merupakan salah satu pemeriksaan faal paru dengan menggunakan alat *Peak Flow Meter*. *Peak Flow Meter* adalah alat sederhana yang dapat digunakan untuk menilai obstruksi saluran napas yaitu dengan mengukur APE (Wijanarko, 1995). *Peak Flow Meter* relatif lebih murah, bentuknya sederhana, mudah dibawa dan mudah pula cara pemeriksaannya. Disini APE dapat digunakan untuk memonitor kondisi asma pasien serta mendeteksi tanda obstruksi awal asma (Hueston, 2003).

2.3.2 Nilai Normal APE

Nilai normal APE tergantung dari umur, jenis kelamin dan tinggi badan dapat dilihat dari gambar dibawah ini.

Tabel 2.1 Fungsi Paru PEFR (1/detik) Pria

UMUR/TB	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172
13	7.48	7.71	7.93	8.15	8.38	8.60	8.82	9.05	9.27	9.49	9.72	9.94
14	7.59	7.82	8.04	8.26	8.49	8.71	8.93	9.16	9.38	9.60	9.83	10.05
15	7.70	7.92	8.15	8.37	8.59	8.82	9.04	9.26	9.49	9.71	9.93	10.16
16	7.80	8.03	8.25	8.47	8.70	8.92	9.15	9.37	9.59	9.82	10.04	10.26
17	7.91	8.13	8.35	8.58	8.80	9.02	9.25	9.47	9.69	9.92	10.14	10.36
18	8.00	8.23	8.45	8.67	8.90	9.12	9.35	9.57	9.79	10.02	10.24	10.46
19	8.10	8.32	8.55	8.77	8.99	9.22	9.44	9.66	9.89	10.11	10.33	10.56
20	8.19	8.41	8.64	8.86	9.08	9.31	9.53	9.75	9.98	10.20	10.42	10.65
21	8.26	8.50	8.72	8.95	9.17	9.40	9.62	9.84	10.07	10.29	10.51	10.74
22	8.36	8.58	8.81	9.03	9.26	9.48	9.70	9.93	10.15	10.37	10.60	10.82
23	8.44	8.66	8.89	9.11	9.33	9.56	9.78	10.00	10.23	10.45	10.67	10.90
24	8.52	8.74	8.96	9.19	9.41	9.63	9.86	10.08	10.30	10.53	10.75	10.97
25	8.59	8.81	9.03	9.26	9.48	9.70	9.93	10.15	10.37	10.60	10.82	11.04
26	8.65	8.87	9.10	9.32	9.54	9.77	9.99	10.21	10.44	10.66	10.88	11.11
27	8.71	8.93	9.16	9.38	9.60	9.83	10.05	10.28	10.50	10.72	10.95	11.17
28	8.77	8.99	9.21	9.44	9.66	9.88	10.11	10.33	10.55	10.78	11.00	11.22
29	8.82	9.04	9.26	9.49	9.71	9.93	10.16	10.38	10.60	10.83	11.05	11.27
30	8.86	9.08	9.31	9.53	9.75	9.98	10.20	10.42	10.65	10.87	11.09	11.32
31	8.90	9.12	9.35	9.57	9.79	10.02	10.24	10.46	10.69	10.91	11.13	11.36
32	8.93	916	9.38	9.60	9.83	10.05	10.27	10.50	10.72	10.94	11.17	11.39
33	8.96	9.18	9.41	9.63	9.85	10.08	10.30	10.52	10.75	10.97	11.19	11.42
34	8.98	9.20	9.43	9.65	9.87	10.10	10.32	10.54	10.77	10.99	11.21	11.44
35	8.99	9.22	9.44	9.66	9.89	10.11	10.33	10.56	10.78	11.00	11.23	11.45
36	9.00	9.22	9.45	9.67	9.89	10.12	10.34	10.56	10.79	11.01	11.23	11.46
37	9.00	9.22	9.45	9.67	9.89	10.12	10.34	10.56	10.79	11.01	11.23	11.46
38	8.99	9.22	9.44	9.66	9.89	10.11	10.33	10.56	10.78	11.00	11.23	11.45
39	8.98	9.20	9.42	9.65	9.87	10.09	10.32	10.54	10.76	10.99	11.21	11.43
40	8.96	9.18	9.40	9.63	9.85	10.07	10.30	10.52	10.74	10.97	11.19	11.41
41	8.93	9.15	9.37	9.60	9.82	10.04	10.27	10.49	10.71	10.94	11.16	11.38
42	8.89	9.11	9.34	9.56	9.78	10.01	10.23	10.45	10.68	10.90	11.12	11.35
43	8.84	9.07	9.29	9.51	9.74	9.96	10.18	10.41	10.63	10.85	11.08	11.30
44	8.79	9.01	9.24	9.46	9.68	9.91	10.13	10.35	10.58	10.80	11.02	11.25
45	8.73	8.95	9.17	9.40	9.62	9.84	10.07	10.29	10.51	10.74	10.96	11.18
46	8.66	8.88	9.10	9.33	9.55	9.77	10.00	10.22	10.44	10.67	10.89	11.11
47	8.58	8.80	9.02	9.25	9.47	9.69	9.92	10.14	10.36	10.59	10.81	11.03
48	8.49	8.71	8.94	9.16	9.38	9.61	9.83	10.05	10.28	10.50	10.72	10.95
49	8.39	8.61	8.84	9.06	9.28	9.51	9.73	9.96	10.18	10.40	10.63	10.85
50	8.28	8.51	8.73	8.95	9.18	9.40	9.62	9.85	10.07	10.29	10.52	10.74
51	8.17	8.39	8.61	8.84	9.06	9.28	9.51	9.73	9.95	10.18	10.40	10.62
52	8.04	8.26	8.49	8.71	8.93	9.16	9.38	9.60	9.83	10.05	10.27	10.50
53	7.90	8.13	8.35	8.57	8.80	9.02	9.25	9.47	9.69	9.92	10.14	10.36
54	7.76	7.98	8.20	8.43	8.65	8.88	9.10	9.32	9.55	9.77	9.99	10.22
55	7.60	7.82	8.05	8.27	8.49	8.72	8.94	9.16	9.39	9.61	9.84	10.06
56	7.43	7.66	7.88	8.10	8.33	8.55	8.77	9.00	9.22	9.44	9.67	9.89
57	7.26	7.48	7.70	7.93	8.15	8.37	8.60	8.82	9.04	9.27	9.49	9.71
58	7.07	7.29	7.51	7.74	7.96	8.18	8.41	8.63	8.85	9.08	9.30	9.52
59	6.87	7.09	7.31	7.54	7.76	7.98	8.21	8.43	8.65	8.88	9.10	9.32
60	6.65	6.88	7.10	7.33	7.55	7.77	8.00	8.22	8.44	8.67	8.89	9.11
61	6.43	6.66	6.88	7.10	7.33	7.55	7.77	8.00	8.22	8.44	8.67	8.89
62	6.20	6.42	6.64	6.87	7.09	7.31	7.54	7.76	7.98	8.21	8.43	8.65
63	5.95	6.17	6.40	6.62	6.84	7.07	7.29	7.51	7.74	7.96	8.18	8.41
64	5.69	5.92	6.14	6.36	6.59	6.81	7.03	7.26	7.48	7.70	7.93	8.15
65	5.42	5.64	5.87	6.09	6.31	6.54	6.76	6.98	7.21	7.43	7.65	7.88
66	5.14	5.36	5.58	5.81	6.03	6.25	6.48	6.70	6.92	7.15	7.37	7.59
67	4.84	5.07	5.29	5.51	5.74	5.96	6.18	6.41	6.63	6.85	7.08	7.30
68	4.53	4.76	4.98	5.20	5.43	5.65	5.87	6.10	6.32	6.54	6.77	6.99
69	4.21	4.43	4.66	4.88	5.10	5.33	5.55	5.77	6.00	6.22	6.44	6.67
70	3.88	4.10	4.32	4.55	4.77	4.99	5.22	5.44	5.66	5.89	6.11	6.33
NILAI NORMAL TERENDAH = NILAI NORMAL – 2.80 1/dtk												

Tabel 2.2 Fungsi Paru PEFr (1/detik) Wanita

UMUR/TB	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172
13	6.27	6.41	6.55	6.60	6.83	6.97	7.11	7.25	7.39	7.53	7.67	7.81
14	6.32	6.46	6.60	6.74	6.88	7.02	7.16	7.30	7.44	7.58	7.72	7.86
15	6.37	6.51	6.65	6.79	6.93	7,07	7.21	7.35	7.48	7.62	7.76	7.90
16	6.41	6.55	6.69	6.83	6.97	7.11	7.25	7.39	7.53	7.67	7.81	7.95
17	6.46	6.59	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99
18	6.49	6.63	6.77	6.91	7.05	7.19	7.33	7.47	7.61	7.75	7.89	8.03
19	6.53	6.67	6.81	6.95	7.09	7.23	7.37	7.51	7.65	7.79	7.93	8.07
20	6.56	6.70	6.84	6.98	7.12	7.26	7.40	7.54	7.68	7.82	7.96	8.10
21	6.59	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99	8.13
22	6.62	6.76	6.90	7.04	7.18	7.32	7.46	7.60	7.74	7.88	8.02	8.16
23	6.65	6.79	6.92	7.06	7.20	7.34	7.48	7.62	7.76	7.90	8.04	8.18
24	6.67	6.81	6.95	7.09	7.23	7.37	7.50	7.64	7.78	7.92	8.06	8.20
25	6.69	6.83	6.97	7.10	7.24	7.38	7.52	7.66	7.80	7.94	8.08	8.22
26	6.70	6.84	6.98	7.12	7.26	7.40	7.54	7.68	7.82	7.96	8.10	8.24
27	6.71	6.85	6.99	7.13	7.27	7.41	7.55	7.69	7.83	7.97	8.11	8.25
28	6.72	6.86	7.00	7.14	7.28	7.42	7.56	7.70	7.84	7.98	8.12	8.26
29	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99	8.13	8.27
30	6.74	6.88	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99	8.13	8.27
31	6.74	6.88	7.02	7.16	7.30	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99	8.13	8.27
32	6.74	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99	8.13	8.27
33	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.99	8.13	8.27
34	6.72	6.86	7.00	7.14	7.28	7.42	7.56	7.70	7.84	7.98	8.12	8.26
35	6.71	6.85	6.99	7.13	7.27	7.41	7.55	7.69	7.83	7.97	8.11	8.25
36	6.70	6.84	6.98	7.12	7.26	7.40	7.54	7.68	7.82	7.96	8.10	8.23
37	6.68	6.82	6.96	7.10	7.24	7.38	7.52	7.66	7.80	7.94	8.08	8.22
38	6.66	6.80	6.94	7.08	7.22	7.36	7.50	7.64	7.78	7.92	8.06	8.20
39	6.64	6.78	6.92	7.06	7.20	7.34	7.48	7.62	7.76	7.90	8.04	8.18
40	6.62	6.76	6.90	7.04	7.18	7.31	7.45	7.59	7.73	7.87	8.01	8.15
41	6.59	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85	7.98	8.12
42	6.56	6.70	6.84	6.98	7.12	7.26	7.40	7.54	7.67	7.81	7.95	8.09
43	6.52	6.66	6.80	6.94	7.08	7.22	7.36	7.50	7.64	7.78	7.92	8.06
44	6.49	6.63	6.77	6.91	7.05	7.19	7.33	7.46	7.60	7.74	7.88	8.02
45	6.45	6.59	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.56	7.70	7.84	7.98
46	6.41	6.54	6.68	6.82	6.96	7.10	7.24	7.38	7.52	7.66	7.80	7.94
47	6.36	6.50	6.64	6.78	6.92	7.06	7.20	7.34	7.48	7.62	7.76	7.90
48	6.31	6.45	6.59	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43	7.57	7.71	7.85
49	6.26	6.40	6.54	6.68	6.82	6.96	7.10	7.24	7.38	7.52	7.66	7.80
50	6.21	6.35	6.49	6.63	6.76	6.90	7.04	7.18	7.32	7.46	7.60	7.74
51	6.15	6.29	6.43	6.57	6.71	6.85	6.99	7.13	7.27	7.41	7.55	7.68
52	6.09	6.23	6.37	6.51	6.65	6.79	6.93	7.07	7.21	7.35	7.49	7.62
53	6.03	6.17	6.31	6.45	6.58	6.72	6.86	7.00	7.14	7.28	7.42	7.56
54	5.96	6.10	6.24	6.38	6.52	6.66	6.80	6.94	7.08	7.22	7.36	7.50
55	5.89	6.03	6.17	6.31	6.45	6.59	6.73	6.87	7.01	7.15	7.29	7.43
56	5.82	5.96	6.10	6.24	6.38	6.52	6.66	6.80	6.94	7.08	7.22	7.36
57	5.75	5.89	6.02	6.16	6.30	6.44	6.58	6.72	6.86	7.00	7.14	7.28
58	5.67	5.81	5.95	6.09	6.23	6.37	6.51	6.65	6.78	6.92	7.06	7.20
59	5.59	5.73	5.87	6.01	6.15	6.29	6.43	6.56	6.70	6.84	6.98	7.12
60	5.50	5.64	5.78	5.92	6.06	6.20	6.34	6.48	6.62	6.76	6.90	7.04
61	5.42	5.56	5.70	5.84	5.98	6.12	6.26	6.40	6.54	6.67	6.81	6.95
62	5.33	5.47	5.61	5.75	5.89	6.03	6.17	6.31	6.45	6.59	6.73	6.86
63	5.24	5.38	5.52	5.66	5.80	5.94	6.07	6.21	6.35	6.49	6.63	6.77
64	5.14	5.28	5.42	5.56	5.70	5.84	5.98	6.12	6.26	6.40	6.54	6.68
65	5.04	5.18	5.32	5.46	5.60	5.74	5.88	6.02	6.16	6.30	6.44	6.58
66	4.94	5.08	5.22	5.36	5.50	5.64	5.78	5.92	6.06	6.20	6.34	6.48
67	4.84	4.98	5.12	5.26	5.40	5.54	5.68	5.82	5.96	6.10	6.24	6.38
68	4.73	4.87	5.01	5.15	5.29	5.43	5.57	5.71	5.85	5.99	6.13	6.27
69	4.62	4.76	4.90	5.04	5.18	5.32	5.46	5.60	5.74	5.88	6.02	6.16
70	4.51	4.65	4.79	4.93	5.07	5.21	5.35	5.49	5.63	5.77	5.91	6.05
NILAI NORMAL TERENDAH = NILAI NORMAL – 2.44 1/dtk												

Terdapat 3 macam nilai APE, yaitu :

2.3.2.1 APE sesaat. Nilai ini didapatkan dari nilai tiupan pada waktu yang tidak tertentu dan dapat kapan saja.

Nilai APE ini berguna untuk :

- a. Mengetahui adanya obstruksi pada saat itu.
- b. Mengetahui derajat obstruksi bila telah diketahui nilai standar normalnya.

2.3.2.2 APE tertinggi. Nilai ini didapatkan dari hasil tiupan APE tertinggi setelah melakukan evaluasi tiupan sehari 2 kali, pagidan sore hari pukul 06.00 dan 20.00 selama 2 minggu pada keadaan asma stabil. Nilai APE tertinggi digunakan sebagai standar nilai APE seseorang.

2.3.2.3 APE variasi harian. Nilai ini didapatkan dari hasil tiupan APE selama 2 minggu. Variasi harian berguna untuk mengetahui nilai tertinggi standar normal seseorang (Pradjanparamita, 1997).

2.3.3 Cara mengukur APE dengan *Peak Flow Meter*

Cara Menggunakan *Peak Flow Meter* harus mengikuti langkah – langkah sebagai berikut :

2.3.3.1 Tempatkan penanda di bagian bawah skala

2.3.3.2 Berdiri

2.3.3.3 Mengambil napas dalam-dalam

2.3.3.4 Menempatkan meter di mulut dan menutup bibir sekitar corong dan pastikan tidak ada udara yang keluar. Tidak menempatkan lidah di dalam lubang. Tidak menutup lubang di ujung belakang *peak flow meter* saat memegangnya.

2.3.3.5 Meniup sekeras dan secepat mungkin Jangan batuk ke dalam *peak flow meter*, karena ini akan memberikan pembacaan yang salah.

2.3.3.6 Menuliskan nomor dari meteran

2.3.3.7 Ulangi langkah satu sampai enam, dua kali lagi

2.3.3.8 Menulis nilai yang terbaik (tertinggi) dari tiga angka dalam *peak flow*

2.4 Konsep Dasar Senam Asma

2.4.1 Pengertian Senam Asma

Senam Asma merupakan salah satu jenis terapi latihan yang dilakukan secara berkelompok (*exercise group*) yang melibatkan aktifitas gerakan tubuh atau merupakan suatu kegiatan yang membantu proses rehabilitasi pernapasan pada penderita Asma (Soeparman, 2004). Senam Asma merupakan senam yang diciptakan untuk penderita Asma yang gerakannya disesuaikan dengan kemampuan dan kebutuhan penderita berdasarkan berat ringannya penyakit Asma (Supriyantoro, 2004 dalam Elyani Nur, 2011).

Peningkatan kualitas hidup pasien asma dapat diwujudkan dengan penatalaksanaan asma yang tepat. Tujuan akhir adalah kualitas hidup penderita meningkat dengan tingkat keluhan minimal, tetapi memiliki aktivitas maksimal. Penatalaksanaan yang tepat diantaranya membuat fungsi paru mendekati normal, mencegah kekambuhan penyakit hingga mencegah kematian, pendidikan pada pasien dan keluarganya. Karakteristik asma yang diderita perlu diketahui untuk mengontrol secara berkala untuk evaluasi dan meningkatkan kebugaran dengan olah raga yang dianjurkan seperti renang, bersepeda, dan senam asma (Yunus, 2006). Senam asma berguna untuk mempertahankan dan atau memulihkan kesehatan khususnya pada penderita asma. Senam asma yang dilakukan secara teratur akan menaikkan volume oksigen maksimal, selain itu dapat memperkuat otot-otot pernapasan sehingga daya kerja otot jantung dan otot lainnya jadi lebih baik sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup penderita asma (Murgi H, 2004).

2.4.2 Manfaat dan Tujuan Senam Asma

Senam Asma mempunyai banyak manfaat baik manfaat fisik maupun psikologis atau sosial. Manfaat fisik diantaranya mengoptimalkan otot-otot pernafasan dan penderita mampu bernapas dengan benar pada saat terjadi serangan. Manfaat psikologis atau sosial diantaranya meningkatkan rasa nyaman dan rasa percaya diri serta mengurangi kebutuhan obat-obatan (YAI, 2008). Senam asma berguna untuk mempertahankan dan atau memulihkan kesehatan khususnya pada penderita asma. Senam asma yang dilakukan secara teratur akan menaikkan volume oksigen maksimal, selain itu dapat memperkuat otot-otot pernapasan sehingga daya kerja otot jantung dan otot lainnya jadi lebih baik sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup penderita asma (Murgi H, 2004).

Latihan olahraga merupakan komponen kunci program rehabilitasi paru. Manfaat pelatihan olahraga yang telah didapat pada penderitapenyakit pernapasan meliputi :

- a. Peningkatan kapasitas dan atau daya tahan fungsional.
- b. Peningkatan status fungsional.
- c. Berkurangnya keparahan dispnea.
- d. Perbaikan kualitas hidup.

(Atmadja dan Doewes, 2004)

Senam asma bertujuan untuk:

- a. Melatih cara bernafas yang benar.
- b. Melenturkan dan memperkuat otot pernafasan.
- c. Melatih ekspektorasi yang efektif.
- d. Meningkatkan sirkulasi.
- e. Mempercepat asma yang terkontrol.
- f. Mempertahankan asma yang terkontrol.
- g. Kualitas hidup lebih baik.

(Yayasan Asma Indonesia, 2004)

2.4.3 Rangkaian dan Frekuensi Senam Asma

Senam asma tidak boleh dilakukan sembarangan. Ada syarat-syarat bagi mereka yang akan melakukan senam asma, yaitu: tidak dalam serangan asma, sesak dan batuk, tidak dalam serangan jantung, dan tidak dalam keadaan stamina menurun akibat flu atau kurang tidur dan baru sembuh (Yayasan Asma Indonesia, 2004). Rangkaian senam asma pada prinsipnya untuk melatih memperkuat otot-otot pernafasan agar penderita asma lebih mudah melakukan pernafasan dan ekspektorasi. Senam asma sebaiknya dilakukan rutin 3-4 kali seminggu dan setiap kali senam $\pm$ 30 menit. Senam asma akan memberikan hasil bila dilakukan selama 6-8 minggu (Yayasan Asma Indonesia, 2004).

Senam asma tidak berbeda dengan senam pada umumnya. Berikut rangkaian senam asma :

2.4.3.1 Pemanasan

Pemanasan merupakan gerakan awal dengan tujuan mempersiapkan otot-otot, sendi-sendi, jantung dan paru dalam keadaan siap untuk melakukan gerakan lebih lanjut. Pada gerakan ini adalah termasuk *free active exercise* yang dimulai dari proksimal ke distal selama 3-5 menit.

Prinsip pemanasan :

- a. Gerakan bebas tanpa beban ataupun bantuan
- b. Melibatkan seluruh tubuh
- c. Dimulai dari proksimal ke distal
- d. Lamanya tidak lebih dari 15 menit
- e. Kecepatan gerakan dengan ritme sekitar 120 beat/menit

2.4.3.2 Latihan Inti

a. Latihan inti A

Bertujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan fungsi alat pernapasan. Pada penderita obstruktif, latihan ditujukan agar terjadi peningkatan ventilasi alveolar, untuk itu fungsi diafragma harus diperbaiki, diharapkan kerja otot

pernapasan menjadi optimal dan kerja otot napas bantu menurun. Pada penyakit asma penderita mengalami kesulitan waktu ekspirasi, maka dipilih gerakan yang dapat dikombinasi dengan irama pernapasan yang baik, dengan cara :

- 1) Inspirasi melalui hidung
- 2) Ekspirasi melalui mulut atau berdesis
- 3) Waktu ekspirasi harus lebih panjang dari waktu inspirasi
- 4) Mengikuti mekanisme pernapasan dada dan diafragma

Prinsip gerakan inti A

- 1) Setiap gerakan diikuti dengan inspirasi dan ekspirasi yang dalam
- 2) Waktu inspirasi lebih pendek daripada ekspirasi
- 3) Gerakan inspirasi dilakukan saat pengembangan volume thoraks dan ekspirasi saat penciutan volume thoraks
- 4) Kecepatan gerak dengan ritme sekitar 100 beat/menit

b. Latihan inti B

Bertujuan untuk melepaskan otot-otot pernafasan, mobilisasi sendi yang berkaitan dengan perubahan volume thoraks, meningkatkan daya tahan tubuh dan mengontrol irama pernapasan.

Prinsip gerakan inti B

- 1) Melibatkan otot agonis dan antagonis sehingga terjadi kontraksi dan relaksasi
- 2) Diselingi dengan pernapasan panjang diantara gerakan tertentu untuk mengontrol pernapasan
- 3) Sebagian besar gerakan berpengaruh pada perubahan volume thoraks, sedang yang lain untuk seluruh tubuh
- 4) Kecepatan gerak dengan irama sekitar 130 beat/menit.

2.4.3.3 Aerobik.

Aerobik dilakukan supaya tubuh dapat menghasilkan pembakaran O_2 tinggi untuk meningkatkan hembusan napas. Dan disesuaikan dengan kondisi dan usia peserta senam asma. Gerakan-gerakan aerobik harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Melibatkan banyak sendi dan otot-otot tubuh
- b. Dilakukan secara terus-menerus, jika diseling istirahat tidak boleh lebih dari 3 menit
- c. Dapat meningkatkan denyut nadi sampai 70% dari nadimaksimal
- d. Kecepatan gerak, menggunakan irama 140 beat/menit

2.4.3.4 Pendinginan.

Tujuan utama senam adalah relaksasi otot-otot pernapasan serta otot-otot yang lain. Ini dapat dicapai dengan peregangan dan kontraksi maksimal diikuti dengan relaksasi maksimal. Selain itu, pendinginan untuk mengembalikan denyut nadi pada frekuensi normal setelah mengalami kenaikan selama aerobik.

Ada 3 macam dalam pendinginan :

- a. Peregangan yang meningkat, ditahan selama 6-8 detik
- b. Isometrik kontraksi yang maksimal diikuti relaksasi
- c. Ketenangan mental

(Rita Rogayah dan Faisal Yunus, 1998)

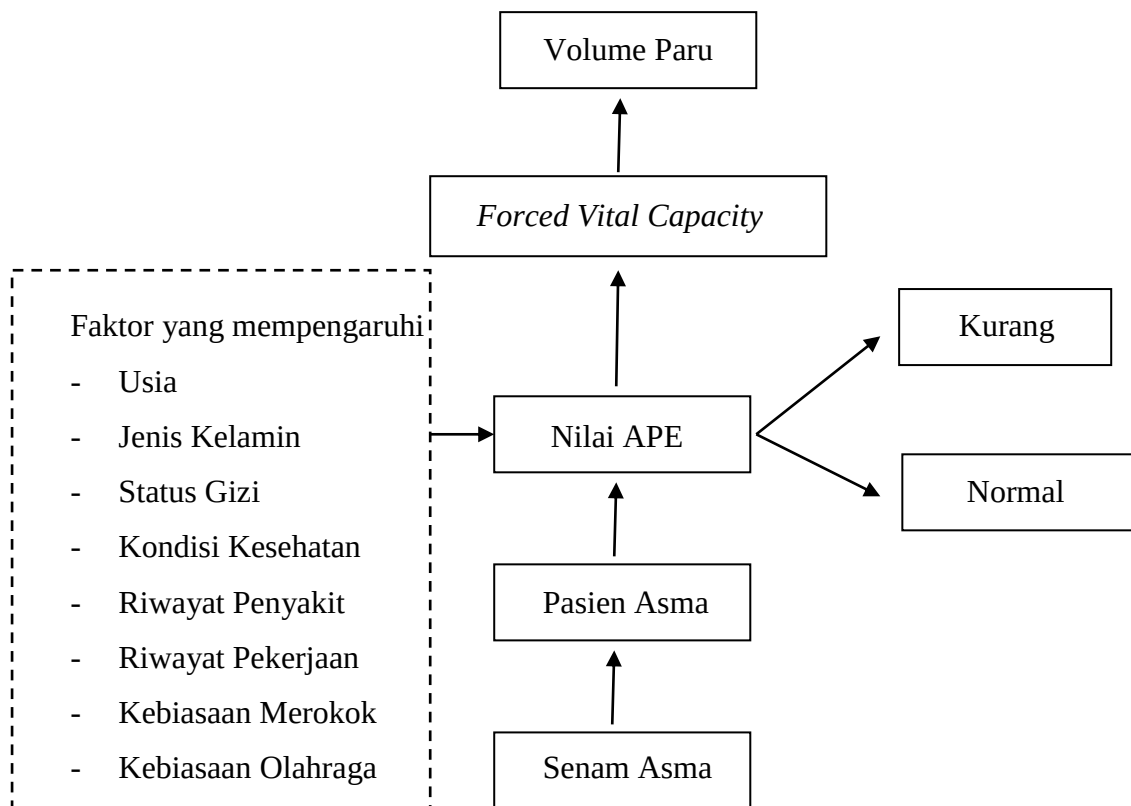
2.4.4 Hubungan Senam Asma dengan Peningkatan Volume Paru

Olahraga dengan melatih otot-otot pernapasan seperti senam asma secara rutin akan meningkatkan kerja jantung, sehingga peredaran darah ke seluruh tubuh bertambah lancar, khususnya otot-otot tubuh termasuk otot pernapasan. Aliran darah yang lancar akan membawa nutrisi dan oksigen yang lebih banyak ke otot-otot pernapasan. Nutrisi yang cukup termasuk zat kalsium dan kalium. Peningkatan ion kalsium dalam sitosol terjadi akibat pelepasan ion yang semakin

banyak dari retikulum sarkoplasmik. Ion kalsium yang ada di dalam otot berfungsi untuk melakukan potensial aksi otot sehingga massa otot dapat dipertahankan dan kerja otot dapat meningkat (Guyton dan Yunus, 2004).

Senam asma dapat meningkatkan kapasitas penderita asma dalam melakukan kegiatan sehari-hari, yaitu meningkatkan kemampuan pernapasan, meningkatkan efisiensi kerja otot-otot pernapasan, menambah aliran darah ke paru sehingga aliran udara yang teroksigenasi lebih banyak, menyebabkan pernapasan lebih lambat dan efisien, mengurangi laju penurunan faal paru, dan memperpendek waktu yang diperlukan untuk pemulihan. Kemampuan tersebut dapat dibuktikan dengan menaikkan toleransi terhadap latihan, berkurangnya kekambuhan, menurunnya depresi dan kecemasan, perbaikan faal paru, dan menurunnya resiko kematian sebelum waktunya (Murgi H, 2004).

2.4 Kerangka Konsep



Keterangan :

Diteliti :

Tidak diteliti:

APE : Arus Puncak Ekspirasi

VEP1 : Kapasitas Vital Paksa 1 detik

KVP : Kapasitas Vital Paksa

2.5 Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara atas pernyataan penelitian yang telah dirumuskan (Hidayat, 2011). Berdasarkan landasan teori diatas ada Hubungan Senam Asma dengan Nilai APE pada pasien Asma.