BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Penyakit Tuberkulosis

2.1.1 Pengertian Tuberkulosis

Tuberkulosis adalah penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberkulosis.* Tuberkulosis umumnya menyerang paru-paru terlebih dahulu dan kemudian menyebar ke bagian tubuh lainnya. Infeksi ini umumnya muncul setelah 2-10 minggu. Setelah 10 minggu, klien menunjukkan gejala gangguan penyakit serta ketidakefektifan sistem imun. Proses aktivasi bisa memakan waktu cukup lama, terlihat dari remisi yang berkepanjangan saat penyakit ditekan, diikuti oleh fase pemulihan aktivitas (Wahdi & Puspitosari, 2021).

Tuberkulosis ialah penyakit menular kronik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini memiliki bentuk batang dan bersifat tahan asam, sehingga sering disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar kuman TB sering terdeteksi menginfeksi jaringan paru-paru dan mengakibatkan TB paru, namun bakteri ini juga mampu menginfeksi organ tubuh lain (TB ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfa, tulang, dan organ ekstra paru lainnya (Kemenkes RI, 2020).

2.1.2 Etiologi Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang dikenal sebagai *Mycobacterium tuberkulosis.* Penyakit ini menular saat penderita TBC batuk atau bersin, kemudian orang lain menghirup droplet atau tetesan yang mengandung bakteri TBC. Walaupun cara penyebaran TBC mirip dengan penyebaran flu, namun penyakit ini tidak gampang menular. Seseorang perlu berhubungan dengan orang yang terjangkit dalam beberapa jam. Sebagai contoh, infeksi tuberkulosis sering kali menular di antara anggota keluarga yang tinggal bersama. Kemungkinan seseorang tertular sangat minim jika berada di samping orang yang terinfeksi di dalam bus atau kereta. Selain itu, tidak semua orang yang menderita TBC mampu menularkan penyakit tersebut. Tuberkulosis

pada anak atau infeksi TBC yang terjadi di luar paru-paru (TB ekstra paru) tidak menimbulkan infeksi (Wahdi & Puspitosari, 2021).

Penyakit menular yang tersebar melalui saluran udara. Infeksi terjadi saat air liur yang mengandung bakteri Mycobacterium tuberkulosis dihirup. Orang yang terjangkit dapat melepaskan partikel kecil ketika mereka batuk, bersin, atau berbicara. Dekat dengan individu yang terinfeksi meningkatkan risiko terjadinya infeksi. Apabila terhirup, organisme tersebut umumnya tetap berada di dalam paru-paru, tetapi dapat menginfeksi tubuh secara keseluruhan (Wahdi & Puspitosari, 2021).

2.1.3 Klasifikasi dan Tipe Pasien Tuberkulosis

1. Klasifikasi berdasarkan lokasi anatomis :
    a. TB paru adalah kasus TB yang melibatkan parenkim paru atau trakeobronkial. TB milier diklasifikasikan sebagai TB paru karena terdapat lesi di paru. Pasien yang mengalami TB paru dan ekstra paru harus diklasifikasikan sebagai kasus TB paru.
    b. TB ekstra paru adalah kasus TB yang melibatkan organ di luar parenkim paru seperti pleura, kelenjar getah bening, abdomen, saluran genitorurinaria, kulit, sendi dan tulang, selaput otak. Kasus TB ekstra paru dapat ditegakkan secara klinis atau histologis setelah diupayakan semaksimal mungkin dengan konfirmasi bakteriologis (Kemenkes RI, 2020).
2. Tipe pasien ditentukan berdasarkan riwayat pengobatan sebelumnya. Ada beberapa tipe pasien, yaitu:
    a. Kasus baru

        Pasien yang belum pernah berobat OAT atau yang baru menggunakan OAT kurang dari sebulan (4 minggu).

b. Kasus kekambuhan (relapse).

   Pasien TBC yang sebelumnya mendapat pengobatan TBC dan diketahui sudah sembuh atau selesai pengobatan, didiagnosis ulang dengan BTA (apusan atau kultur) positif.

c. Peristiwa pasca putus obat *(default)*

   Pasien yang mendapat pengobatan dan putus pengobatan 2 bulan atau lebih dan memiliki BTA positif.

d. Kasus setelah kegagalan *(failure)*

   Pasien yang hasil dahaknya tetap positif atau kembali positif pada bulan kelima atau lebih selama pengobatan.

e. Kasus pindahan *(transfer in)*

   Pasien dipindahkan dari UPK dengan penyakit TBC lain untuk melanjutkan pengobatan.

f. Kasus lain

   Semua kasus yang tidak memenuhi ketentuan di atas. Kelompok ini mencakup kasus-kasus kronis, yaitu. pasien yang hasil tesnya masih positif BTA setelah pengobatan berulang (Wahdi & Puspitosari, 2021).

2.1.4 Tanda dan Gejala Tuberkulosis

Tanda dan gejala tuberkulosis bergantung pada letak lesi, sehingga dapat memperlihatkan manifestasi klinis seperti; batuk berdahak selama lebih dari 2 minggu, batuk berdahak mungkin tercampur darah, nyeri di dada, serta sesak napas. Selain itu, terdapat gejala lain seperti kelelahan (lemah, lesu, dan letih), penurunan berat badan, berkurangnya nafsu makan, menggigil disertai demam, dan berkeringat pada malam hari (Kemenkes RI, 2020).

Tanda dan gejala tuberkulosis menurut (Wahdi & Puspitosari, 2021) adalah;

1. Awitan tersembunyi.
2. Demam bertingkat yang dimulai dari rendah, keletihan, anoreksia, penurunan berat badan, keringat malam, nyeri dada, dan batuk menetap.

3. Batuk, non-produktif pada awalnya, dapat berlanjut sampai sputum mukopurulen dengan hemoptysis.

2.1.5 Faktor Resiko Tuberkulosis

Menurut (Wahdi & Puspitosari, 2021) terdapat beberapa kelompok orang yang memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit TB, kelompok tersebut adalah :

1. Kontak dekat dengan penderita TBC aktif, karena penularan terjadi melalui droplet dari batuk atau bersin penderita yang terhirup oleh orang lain.
2. Status imunokompromis, seperti lansia, pasien kanker, penerima terapi kortikosteroid, atau penderita HIV yang daya tahan tubuhnya menurun.
3. Penggunaan narkoba suntikan dan alkoholisme, yang dapat melemahkan sistem imun dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi.
4. Kondisi sosial-ekonomi dan perawatan kesehatan yang kurang memadai, misalnya tunawisma, orang miskin, minoritas, anak-anak, dan orang dewasa muda.
5. Penyakit penyerta seperti diabetes, gagal ginjal kronis, silikosis (penyakit akibat debu silika), dan kekurangan gizi, yang melemahkan daya tahan tubuh.
6. Imigran dari negara dengan tingkat TBC tinggi, termasuk negara-negara di Asia Tenggara, yang berisiko membawa atau terpapar TBC.
7. Lingkungan pelembagaan, seperti fasilitas perawatan jangka panjang dan penjara, tempat berkumpulnya banyak orang dengan risiko penularan tinggi.
8. Kondisi tempat tinggal, terutama jika menempati perumahan yang padat, tidak memiliki ventilasi baik, atau tidak memenuhi standar kesehatan.
9. Jenis pekerjaan, misalnya petugas layanan kesehatan yang melakukan kontak langsung dengan pasien TBC atau dalam situasi risiko tinggi.

Kementerian Kesehatan RI melaporkan bahwa salah satu faktor resiko tuberkulosis adalah sistem kekebalan. Secara epidemiologis, prevalensi suatu penyakit merupakan hasil interaksi tiga komponen yaitu patogen *(agent)*, inang *(host)*, dan lingkungan *(enviroment)*. Pada komponen inang, sistem imun manusia mempengaruhi kerentanan manusia terhadap *Mycobacterium tuberkulosis* (Wahdi & Puspitosari, 2021).

2.1.6 Penularan Tuberkulosis

Tuberkulosis menular ketika individu terinfeksi penyakit paru-paru aktif mengeluarkan kuman. Orang yang terpapar oleh tetesan (droplet) itu akan terjangkit. Bakteri bergerak ke alveoli dan berkembang biak. Reaksi peradangan mengakibatkan sekresi di alveoli serta bronkopneumonia, granuloma, dan jaringan ikat. Awitan umumnya muncul secara mendadak (Wahdi & Puspitosari, 2021). Penularan umumnya berlangsung melalui kontak bakteri tuberkulosis dari cairan orang yang menderita tuberkulosis paru saat berbicara, batuk, atau bersin. Gejala yang umum terjadi mencakup batuk, demam, pendarahan, nyeri di dada, kelelahan, dan kehilangan berat badan. Durasi inkubasinya berkisar antara 4 hingga 12 minggu (Wahdi & Puspitosari, 2021).

Masa yang paling krusial untuk perkembangannya adalah 6 hingga 12 bulan pertama setelah terinfeksi. Sekitar 5% dari individu yang terinfeksi pada awalnya dapat mengembangkan tuberculosis paru atau keterlibatan di luar paru. Sekitar 95% dari individu yang mengalami infeksi pertama kali akan mengalami infeksi laten, tetapi di kemudian hari penyakit ini dapat kembali menular kepada orang dewasa atau lansia, individu yang kekurangan berat badan dan gizi, serta orang dengan diabetes, silikosis, dan yang telah menjalani gastrektomi atau operasi bypass lambung (Wahdi & Puspitosari, 2021).

Masa inkubasi berlangsung dari saat bibit penyakit masuk hingga gejala lesi primer atau reaksi tes tuberkulosis positif muncul, yang sekitar memakan waktu 2-10 minggu. Risiko mengalami TB paru dan TB ekstrapulmoner progresif

setelah infeksi primer umumnya terjadi pada tahun pertama dan kedua. Infeksi laten dapat bertahan selama seumur hidup. Infeksi HIV meningkatkan kemungkinan terjadinya infeksi TB dan mempercepat masa inkubasi (Wahdi & Puspitosari, 2021).

2.1.7 Pengobatan Tuberkulosis

1. Tujuan pengobatan TBC adalah:
   a. Mengobati, menunjang kualitas hidup dan produktivitas pasien.
   b. Untuk mencegah kematian akibat tuberkulosis aktif atau akibat selanjutnya.
   c. Mencegah kambuhnya penyakit tuberkulosis.
   d. Mengurangi penularan TBC ke orang lain.
   e. Mencegah perkembangan dan penyebaran resistensi obat.
2. Prinsip pengobatan tuberkulosis :

   Obat anti tuberkulosis (OTD) merupakan komponen terpenting dalam pengobatan tuberkulosis. Pengobatan tuberkulosis adalah salah satu cara paling efektif untuk mencegah penyebaran lebih lanjut bakteri penyebab tuberkulosis. Pemeliharaan yang memadai harus memenuhi prinsip-prinsip berikut:
   a. Pengobatan dilakukan dengan kombinasi OAT sesuai yang mengandung minimal 4 obat berbeda untuk menghindari resistensi.
   b. Ketika dosis yang tepat diberikan.
   c. Telan secara rutin dan dalam pengawasan langsung Pengawas Menelan Obat (PMO) hingga akhir masa pengobatan.
   d. Pengobatan dilakukan dalam jangka waktu yang cukup lama, terbagi dalam tahap awal serta tahap lanjutan untuk mencegah kekambuhan (Kemenkes RI, 2020).

3. Tahapan pengobatan tuberkulosis terdiri dari dua tahap, yaitu:

   a. Tahap awal

      Pengobatan dilaksanakan setiap hari. Pada fase ini, sasaran dari terapi kombinasi adalah untuk secara efisien menurunkan jumlah bakteri dalam tubuh pasien serta meminimalkan jumlah kecil bakteri yang mungkin tahan sebelum mendapatkan pengobatan. Setiap pasien baru perlu menjalani perawatan primer selama 2 bulan. Umumnya, dengan perawatan yang teratur dan tanpa adanya komplikasi, angka infeksi berkurang secara signifikan setelah dua minggu awal pengobatan.

   b. Tahap lanjutan

      Langkah pengobatan selanjutnya adalah membunuh sisa bakteri yang masih ada di dalam tubuh, terutama bakteri persisten, sehingga penderita bisa sembuh dan mencegah kekambuhan. Durasi stadium lanjut adalah 4 bulan. Pada stadium lanjut, obat harus diberikan setiap hari (Kemenkes RI, 2020).

Tabel 2. 1 Dosis rekomendasi OAT Lini Pertama untuk Dewasa

	Dosis rekomendasi harian		3 kali per minggu	
	Dosis (mg/kgBB)	Maksimum (mg)	Dosis (mg/kgBB)	Maksimum (mg)
Isoniazid	5 (4-6)	300	10 (8-12)	900
Rifampisin	10 (8-12)	600	10 (8-12)	600
Pirazinamid	25 (20-30)	-	35 (30-40)	-
Etambutol	15 (15-20	-	30 (25-35)	-
Streptomisin	15 (12-18)	-	15 (12-18)	-

Sumber : (Kemenkes RI, 2020)

*)Pasien berusia diatas 60 tahun tidak dapat mentoleransi lebih dari 500-700 mg perhari, beberapa pedoman merekomendasikan dosis 10 mg/kg BB pada pasien kelompok usia ini. Pasien dengan berat badan di bawah 50 kg tidak dapat mentoleransi dosis lebih dari 500-750 mg perhari.

4. Efek Samping Obat Anti Tuberkulosis

Mayoritas penderita TB dapat menyelesaikan terapi tanpa mengalami efek samping yang signifikan. Namun, sejumlah kecil orang mungkin mengalami efek samping yang cukup serius sehingga mengganggu aktivitas sehari-hari mereka. Pentingnya pemantauan gejala klinis pasien selama terapi agar efek samping tersebut bisa segera terdeteksi dan ditangani dengan tepat (Kemenkes, 2020).

Efek samping OAT dapat dibagi menjadi kategori mayor dan minor. Pasien dengan efek samping OAT minor disarankan untuk melanjutkan pengobatan dan diberikan terapi simptomatik. Pada pasien yang mengalami efek samping berat, sebaiknya kombinasi OAT atau OAT yang menjadi penyebab dihentikan penggunaannya (Kemenkes, 2020).

Efek samping dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu efek samping ringan dan berat. Jika muncul efek samping yang tergolong berat, maka OAT harus dihentikan segera dan pasien dirujuk ke fasilitas yang lebih tinggi (Kemenkes, 2020).

Tabel 2. 2 Efek Samping OAT Lini Pertama untuk Dewasa

Efek Samping	**Kemungkinan Obat Penyebab**	**Pengobatan**
BERAT		
Ruam kulit dengan atau tanpa gatal	Streptomisin, isoniazid, rifampisin, pirazinamid	Hentikan OAT
Tuli	Streptomisin	Hentikan Streptomisin
Pusing vertigo dan nistagmus	Streptomisin	Hentikan Streptomisin
Ikterik tanpa penyakit hepar (hepatitis)	Streptomisin, isoniazid, rifampisin, pirazinamid	Hentikan OAT
Bingung (curigai gagal hati imbas obat bila terdapat ikterik)	Isoniazid, pirazinamid, rifampisin Sebagian besar OAT	Hentikan OAT
Gangguan penglihatan (singkirkan penyebab	Etambutol	Hentikan Etambutol

lainnya)		
Syok, purpura, gagal ginjal akut (sangat jarang terjadi, akibat gangguan imunologi)	Rifampisin	Hentikan Rifampisin
Oligouria	Streptomisin	Hentikan Streptomisin
RINGAN		
Anoreksia, mual, nyeri perut	Pirazinamid, rifampisin, isoniazid	Berikan obat dengan bantuan sedikit makanan atau menelan OAT sebelum tidur, dan sarankan untuk menelan pil secara lambat dengan sedikit air. Bila gejala menetap atau memburuk, atau muntah berkepanjangan atau terdapat tanda tanda perdarahan, pertimbangkan kemungkinan ETD mayor dan rujuk ke dokter ahli segera
Nyeri sendi	Isoniazid	Aspirin atau obat anti inflamasi non-steroid, atau parasetamol
Rasa terbakar, kebas atau kesemutan di tangan dan kaki	Isoniazid	Piridoksin 50-75 mg/ hari
Rasa mengantuk	Isoniazid	Obat dapat diberikan sebelum tidur
Air kemih berwarna kemerahan	Rifampisin	Pastikan pasien diberitahukan sebelum mulai minum obat dan bila hal ini terjadi adalah normal

Sindrom flu (demam, menggigil, malaise, sakit kepala, nyeri tulang)	Pemberian rifampisin intermiten	Ubah pemberian rifampisin intermiten menjadi setiap hari

Sumber : (Kemenkes RI, 2020)

2.1.8 Komplikasi Tuberkulosis

Tanpa pengobatan, tuberkulosis dapat mengancam jiwa. Penyakit aktif yang tidak diobati biasanya menyerang paru-paru, namun bisa menyebar melalui aliran darah ke bagian tubuh lain. Komplikasi penyakit tuberkulosis adalah :

1. Nyeri pada tulang belakang.

   Nyeri punggung dan kekakuan merupakan komplikasi yang sering terjadi akibat tuberkulosis.
2. Kerusakan sendi.

   Artritis tuberkulosis biasanya menyerang pinggul dan lutut.
3. Peradangan selaput otak (meningitis).
4. Hal ini dapat menimbulkan sakit kepala yang berkepanjangan atau bersifat sementara yang terjadi selama beberapa minggu.
5. Masalah jantung atau renal.

   Hati dan ginjal berperan dalam menyaring limbah serta zat-zat kotor dari peredaran darah. Fungsi ini terpengaruh jika ginjal atau hati terkena TBC.
6. Masalah jantung.

   Walaupun tidak sering, TBC bisa menyerang jaringan di sekitar jantung yang mengakibatkan peradangan dan mengganggu kemampuan jantung untuk memompa dengan efektif (Wahdi & Puspitosari, 2021).

2.1.9 Pencegahan Tuberkulosis

Menurut (Kemenkes RI, 2020) pencegahan terhadap penyakit TB Paru dapat dilakukan dengan cara :

1. Temukan semua penderita TB dan segera berikan pengobatan yang tepat.
2. Konsumsi Obat Anti Tuberkulosis (OAT) secara lengkap dan teratur sampai pasien benar-benar sembuh.
3. Etika saat batuk, yaitu menutup mulut dengan tisu, saputangan, atau lengan baju bagian dalam agar tidak menyebarkan bakteri TB.
4. Membuang dahak di tempat khusus dan tertutup untuk mencegah penularan.
5. Penyuluhan kepada masyarakat mengenai cara penularan TB, pemberantasan penyakit, dan pentingnya diagnosis dini.
6. Vaksinasi Bacillus Calmette-Guérin (BCG), terutama untuk anak-anak yang belum pernah terinfeksi TB. Vaksin ini berfungsi untuk mencegah TB berat seperti TB diseminata dan TB meningeal pada anak, walau tidak menurunkan kasus TB paru pada orang dewasa.

2.2 Konsep *Active Cycle of Breathing Techniques* (ACBT)

2.2.1 Pengertian *Active Cycle of Breathing Techniques* (ACBT)

Active Cycle Breathing Technique (ACBT) merupakan sebuah pendekatan intervensi yang dirancang untuk mendukung mobilisasi dan pembersihan sekresi paru yang berlebihan pada pasien dengan penyakit paru kronis, serta secara keseluruhan dapat meningkatkan fungsi paru-paru. Metode ini mencakup tiga tahap, yaitu pernapasan relaksasi, latihan memperluas dada, dan pengeluaran mukus secara aktif dengan teknik ekspirasi paksa atau *huffing* (Ramadhani, 2023).

2.2.2 Tujuan *Active Cycle of Breathing Techniques* (ACBT)

Active Cycle Breathing Technique (ACBT) adalah suatu metode terapi yang bersifat adaptif dan digunakan untuk membantu mengeluarkan serta membersihkan lendir berlebih dari saluran bronkus. Tujuan utama ACBT adalah membersihkan saluran napas dari sputum, sehingga dapat mengurangi kesulitan bernapas, menurunkan frekuensi batuk, dan memperbaiki pola pernapasan. Proses ini biasanya dilaksanakan antara 3 hingga 5 kali untuk mendapatkan hasil yang terbaik (Ramadhani, 2023).

2.2.3 Indikasi *Active Cycle of Breathing Techniques* (ACBT)

ACBT diindikasikan untuk membantu mengeluarkan lendir yang tertahan, mengatasi atelektasis, mencegah komplikasi paru pascaoperasi, memperoleh sampel dahak untuk diagnosis, serta mendukung pasien dalam membersihkan saluran napas secara mandiri. ACBT diterapkan pada kelompok intervensi sekali sehari dengan durasi 15–20 menit selama tiga hari berturut-turut (Ramadhani, 2023).

2.2.4 Langkah-Langkah *Active Cycle of Breathing Techniques* (ACBT)

ACBT terdiri dari 3 tahapan yaitu :

1. *Breathing control*

   Suatu pernapasan normal sesuai dengan pernapasan pasien. Pasien diminta bernapas senyaman mungkin. Caranya sebagai berikut:

   a. Mengantur posisi duduk pasien, diatas tempat tidur atau dikursi, agar pasien merasa nyaman.
   b. Bimbing pasien untuk melakukan inspirasi dan ekspirasi secara teratur dan tenang.
   c. Kemudian ulangi kembali sebanyak 3-5 kali oleh pasien.
   d. Tangan perawat diletakkan pada bagian belakang thoraks pasien, untuk merasakan pergerakan yang naik turun selama pasien bernapas (Ramadhani, 2023).

2. *Thoracic expansion exercise* (TEE)

   Sebuah latihan pernapasan yang fokus pada inspirasi yang optimal. Latihan ini dilakukan dengan inspirasi yang dalam dan ditahan sejenak lalu dikeluarkan dengan santai. Dalam posisi duduk yang sama, responden selanjutnya diarahkan untuk menarik napas dalam dengan perlahan kemudian mengeluarkannya secara perlahan hingga udara di paru-paru terasa habis. Tahapan ini diulang sebanyak 3 hingga 5 kali oleh partisipan, jika mereka merasa pernapasannya lebih ringan, mereka diarahkan untuk kembali melakukan kontrol pernapasan dari awaL (Ramadhani, 2023).

3. *Forced expiration technique* (FET)

   FET dalam ACBT yang merujuk pada huffing. Pasien diminta untuk menghirup sebanyak mungkin lalu mengeluarkan napas dengan cepat. Mukus bisa dihilangkan dengan huffing. Setelah menyelesaikan dua langkah sebelumnya, responden diminta untuk mengambil napas dalam yang cukup kemudian mengencangkan otot perutnya untuk menekan napas saat mengeluarkan udara dan memastikan bahwa mulut serta tenggorokan tetap terbuka. Huffing dilakukan sebanyak 2 hingga 3 kali dengan cara yang serupa, kemudian diakhiri dengan batuk efektif untuk mengeluarkan sputum (Ramadhani, 2023).

2.3 Konsep Arus Puncak Ekspirasi (APE)

2.3.1 Pengertian Arus Puncak Ekspirasi (APE)

Arus Puncak Ekspirasi (APE) atau *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR) adalah laju aliran tertinggi yang dapat dicapai saat ekspirasi paksa setelah inspirasi maksimal, yang berfungsi untuk mengevaluasi seberapa baik saluran napas bekerja serta menilai kinerja paru-paru. Nilai ini diukur dalam unit liter per menit (L/menit) atau liter per detik (L/detik) (DeVrieze et al., 2024). Arus Puncak Ekspirasi (APE) merupakan laju maksimum aliran udara yang dapat dihasilkan saat melakukan eksipirasi paksa dalam jangka waktu tertentu.

Puncak ekspirasi ini bisa diukur dengan menggunakan Peak Flow Meter. Nilai APE normal untuk pria terletak dalam rentang 500-700 L/menit, sedangkan untuk wanita, nilai tersebut berada di antara 380-500 L/menit. Penurunan nilai APE menunjukkan bahwa terdapat peningkatan resistensi pada saluran pernapasan. (Wahyu & Mourisa, 2017).

2.3.2 Indikasi Pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE)

Menurut (DeVrieze et al., 2024) pengukuran *peak flow meter* perlu dilakukan pada pasien dengan gangguan fungsi paru. Pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE) dengan *peak flow meter* ini dianjurkan pada

1) Penanganan serangan akut di gawat darurat, klinik, praktek dokter dan oleh pasien di rumah.
2) Pemantauan berkala di rawat jalan, klinik, praktek dokter.
3) Pemantauan sehari-hari dirumah, terutama bagi pasien setelah perawatan di rumah sakit, pasien yang sulit atau tidak mengenal perburukan gejala padahal berisiko tinggi untuk mendapatkan serangan yang mengancam jiwa.

2.3.3 Faktor Yang Mempengaruhi Arus Puncak Ekspirasi (APE)

Arus Puncak Ekspirasi (APE) individu bisa bervariasi dan dipengaruhi oleh beberapa faktor (Derasse et al., 2021), yaitu:

1) Faktor Host
   a) Jenis Kelamin

      Laki-laki dan perempuan memiliki perbedaan dalam aspek anatomi biologis. Hal ini terlihat bahwa lak-laki memiliki nilai ekspansi dada dan APE lebih tinggi dibandingkan perempuan, dengan nilai normal ekspansi dada dan APE yang juga lebih tinggi. Setelah laki-laki selesai dengan masa pubertas, kemampuan pernafasannya lebih tinggi dibandingkan perempuan karena mempunyai paru-paru yang lebih besar dan otot pernapasan yang lebih kuat. Selain itu, laki-laki memiliki otot dalam sistem

pernapasan yang lebih kuat jika dibandingkan dengan perempuan, sehingga mereka cenderung memiliki kapasitas eksternal dan pengembangan dada yang lebih besar dibandingkan perempuan. Pada orang dewasa, volume dan kapasitas total paru-paru laki-laki lebih besar 20 sampai 25 persen dibandingkan perempuan, sedangkan kapasitas vitalnya biasanya sekitar 4,6 liter untuk laki-laki dan sekitar 3,2 liter untuk perempuan (Hall & Hall, 2021).

b) Usia

Pada individu yang sehat, laju pernapasan dan volume paru-paru dapat dipengaruhi oleh usia, yang selanjutnya dapat memengaruhi nilai ekspansi dada serta APE. Ukuran dan peran paru-paru mengalami perkembangan dan pertumbuhan selama masa kanak-kanak, yakni antara usia 9-21 tahun, dan mencapai puncaknya pada usia 22-24 tahun. Namun, seiring bertambahnya umur, kemampuan paru dan ventilasi paru cenderung menurun akibat berkurangnya elastisitas jaringan paru seperti alveolus, peningkatan ketebalan dinding paru-paru, penurunan kapasitas difusi oksigen, dan penurunan volume paru-paru (Hall & Hall, 2021).

c) Tinggi Badan dan Berat Badan

Tinggi dan berat badan dapat memengaruhi tingkat ekspansi dada dan APE. Tinggi badan berhubungan dengan perkembangan pada anak-anak. Perkembangan yang mencakup sistem muskuloskeletal dan luas permukaan tubuh pada anak-anak dapat berdampak pada peningkatan ekspansi dada serta APE disebabkan oleh pematangan fungsi organ dan pertumbuhan massa otot pernapasan. Orang yang lebih tinggi juga memiliki kapasitas ventilasi paru yang lebih besar dibandingkan dengan yang lebih pendek. Pada orang dengan obesitas, volume tidal dan kapasitas residu fungsional dapat menurun karena perubahan dalam sifat elastisitas dinding

toraks. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan regangan otot polos saluran pernapasan saat bernapas, yang menyebabkan penyempitan saluran udara serta pengurangan ekspansi dada dan APE. Di samping itu, kelebihan berat badan atau obesitas dapat meningkatkan risiko terhadap penyakit pernapasan. Hal ini disebabkan oleh akumulasi lemak di area dada, yang dapat memengaruhi mekanisme pernapasan dan mengakibatkan penyumbatan saluran napas (Chakravarthy et al., 2022).

d) Merokok

Merokok berdampak negatif pada fungsi paru-paru yang mengakibatkan penurunan signifikan dalam APE pada perokok dibandingkan dengan bukan perokok. Beberapa perokok dapat mengalami gangguan fungsi paru-paru, seperti penyakit paru obstruktif kronik, yang memengaruhi kinerja paru-paru. Kebiasaan merokok dapat menyebabkan perubahan pada saluran pernapasan dan jaringan paru-paru, yang dapat berdampak pada ukuran ekspansi dada dan APE (Naznin et al., 2019).

Paparan asap tembakau berhubungan dengan inflamasi saluran pernapasan, yang dapat menghasilkan perubahan pada dinding bronkus, seperti penebalan dan penyempitan, yang mengakibatkan terbatasnya aliran udara. Kombinasi efek langsung dari asap rokok dan kerusakan tidak langsung akibat sel peradangan dapat menyebabkan perubahan pada epitel saluran pernapasan, yang dapat berperan dalam penyumbatan saluran udara. Rata-rata APE mengalami penurunan seiring bertambahnya lama merokok, yang menunjukkan bahwa dampak akumulatif asap tembakau berbahaya bagi sistem pernapasan (Naznin et al., 2019).

e) Riwayat penyakit

Penyakit dapat mempengaruhi ekspansi dada dan APE. Contohnya asma yang melibatkan reaksi inflamasi dan penyempitan saluran napas, menyebabkan udara sulit masuk dan keluar dari paru-paru. Ini dapat menurunkan nilai perluasan dada dan APE. Sementara itu, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) yang ditandai dengan obstruksi aliran udara, biasanya disebabkan oleh bronkitis kronis atau emfisema, dapat menurunkan kedua parameter tersebut. Penyakit paru restriktif, seperti fibrosis paru, dapat menurunkan kapasitas paru, membatasi kemampuan paru-paru untuk berkembang sepenuhnya. Selain itu, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) juga dapat mengurangi nilai dari ekspansi dada dan APE akibat reaksi peradangannya (Imran et al., 2018).

f) Pemberian nutrisi

Kekurangan nutrisi dan gizi juga bisa berpengaruh pada fungsi paru-paru dan kecepatan aliran udara. Orang yang menderita kekurangan gizi bisa mengalami penyusutan otot dan penurunan daya tahan otot-otot pernapasan, yang mengarah pada penurunan kapasitas paru-paru dan aliran udara (Chakravarthy et al., 2022).

g) Aktivitas Fisik

Orang yang secara aktif berolahraga dan mempertahankan kebugaran kardiorespiratori umumnya memiliki nilai ekspansi dada dan APE yang lebih baik karena latihan dapat meningkatkan kemampuan paru-paru (Chakravarthy et al., 2022).

2) Faktor Lingkungan

Faktor-faktor seperti debu, pencemaran udara, dan situasi lingkungan kerja juga memengaruhi hasil pengukuran APE. Pencemaran udara yang meliputi kadar zat pencemar seperti SO2, NO2, dan konsentrasi ozon tinggi, dapat berpotensi menimbulkan berbagai masalah kesehatan,

termasuk gangguan fungsi paru-paru, masalah pada sistem imun, dan peradangan paru (Chakravarthy et al., 2022).

2.3.4 Cara Pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE)

Menurut (DeVrieze et al., 2024), cara pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE), sebagai berikut :

1) Spirometer

   Spirometer merupakan pemeriksaan yang mendukung diagnosis berbagai penyakit paru-paru, terutama pada pasien yang mengalami obstruksi paru-paru kronis. Spirometer juga dapat dimanfaatkan untuk mengawasi fungsi paru-paru saat menghirup dan menghembuskan napas. Alat yang disebut spirometer ini terdiri dari sebuah silinder yang terletak dalam sebuah wadah berisi air yang keseimbangannya dapat disesuaikan dengan menggunakan pemberat. Di dalam silinder terdapat campuran udara pernapasan, biasanya udara atau oksigen, sebuah tabung yang menghubungkan mulut dengan ruang udara. Karena udara masuk dan keluar, silinder terangkat atau turun, sehingga grafik akan muncul pada kertas yang ada di silinder yang berputar. Agar penjelasan tentang berbagai kejadian pertukaran udara paru-paru lebih mudah, udara dalam paru-paru dibagi menjadi 4 volume dan 4 kapasitas.

2) Peak Flow Meter

   Peak flow meter dipakai untuk mengukur kecepatan maksimum udara yang dapat dikeluarkan saat bernapas oleh seseorang. Perangkat ini juga mampu mengidentifikasi adanya penyempitan pada jalur pernapasan. *Peak Expiratory Flow Rate* adalah salah satu parameter yang diukur dalam spirometri, yaitu kecepatan maksimum aliran udara yang terjadi saat embusan paksa maksimal dimulai dari paru pada keadaan inspirasi penuh. Fungsi alat ini berlandaskan prinsip mekanika, di mana kecepatan aliran udara diukur lewat gerakan piston yang didorong oleh aliran udara yang dihembuskan melalui pipa peniup. Piston akan menggerakkan

jarum penunjuk *(marker).* Karena piston terhubung dengan pegas, setelah arus berhenti, gaya tarik balik *(recoil)* membuat piston kembali ke posisi awal dan jarum penunjuk tertinggal di titik jangkauan terjauh piston. Nilai APE terbaca pada posisi jarum penunjuk itu. *Peak Flow Meter* bisa memberikan sinyal lebih awal kepada pasien jika terdapat perubahan pada kinerja sistem pernapasan.

Gambar 2.1 Peak Flow Meter

Tahap-tahap dalam melakukan pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE) menggunakan *peak flow meter*, sebagai berikut :

1) Pasang *mouthpiece* ke ujung *peak flow meter*, bila perlu.
2) Posisikan pasien untuk berdiri atau duduk dengan punggung tegak dan pegangan *peak flow meter* dengan posisi horizontal (mendatar) tanpa menyentuh atau mengganggu gerakan marker. Pastikan marker berada pada posisi skala terendah (nol).
3) Anjurkan pasien menghirup nafas sedalam mungkin, masukkan ke mulut dengan bibir menutup rapat mengelilingi *mouthpiece*, dan buang nafas segera dan sekuat mungkin.
4) Selanjutnya saat membuang nafas, markrer bergerak dan menunjukkan angka pada skala, catat hasilnya.
5) Kembalikan marker ada posisi nol lalu ulangi langkah 2-4 sebanyak 3 kali, dan pilih nilai paling tinggi. Bandingkan dengan nilai terbaik pasien tersebut atau nilai prediksi.

Tabel 2.3 Nilai Prediksi Arus Puncak Ekspirasi (APE) Normal (L/Menit) Untuk Laki-Laki

Umur	Tinggi (cm)				
	152	**165**	**178**	**191**	**203**
20	554	575	594	611	626
25	580	603	622	640	656
30	594	617	637	655	672
35	599	622	643	661	677
40	597	620	641	659	675
45	591	613	633	651	668
50	580	602	622	640	656
55	566	588	608	625	640
60	551	572	591	607	622
65	533	554	572	588	603
70	515	535	552	568	582
75	496	515	532	547	560

Sumber : (Gregg & Nunn, 1973) *British Medical Journal*

Tabel 2.4 Nilai Prediksi Arus Puncak Ekspirasi (APE) Normal (L/Menit) Untuk Perempuan

Umur	Tinggi (cm)				
	152	**165**	**178**	**191**	**203**
20	444	460	474	486	497
25	455	471	485	497	509
30	458	475	489	502	513
35	458	474	488	501	512
40	453	469	483	496	507
45	446	462	476	488	499
50	437	453	466	478	489
55	427	442	455	467	477
60	415	430	443	454	464
65	403	417	430	441	451
70	390	404	416	427	436
75	377	391	402	413	422

Sumber : (Gregg & Nunn, 1973) *British Medical Journal*

Tabel 2.5 Nilai Prediksi Arus Puncak Ekspirasi (APE) Normal (L/Menit) Untuk Anak Laki-Laki

Umur	Tinggi (cm)				
	152	**163**	**173**	**183**	**193**
6	289	336	384	431	479
8	309	356	404	451	499
10	329	376	424	471	519
12	349	396	444	491	539
14	369	416	464	511	559
16	389	436	484	531	579
18	408	456	503	551	599
20	428	476	523	571	618
22	448	496	543	591	638
24	468	516	563	611	658
25	478	526	573	621	668

Sumber : (Gregg & Nunn, 1973) *British Medical Journal*

Tabel 2.6 Nilai Prediksi Arus Puncak Ekspirasi (APE) Normal (L/Menit) Untuk Perempuan

Umur	Tinggi (cm)				
	140	**152**	**165**	**178**	**191**
6	245	268	297	327	597
8	264	287	316	346	376
10	283	305	335	365	395
12	302	324	354	384	414
14	321	343	373	403	432
16	340	362	392	421	451
18	358	381	411	440	470
20	377	400	429	459	489

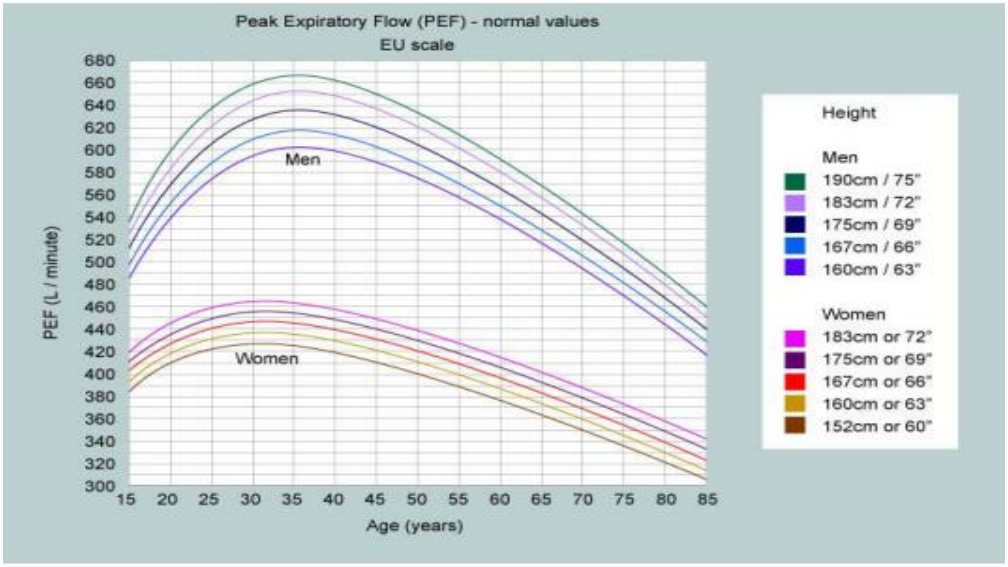
Sumber : (Gregg & Nunn, 1973) *British Medical Journal*

Prosedur desinfeksi alat *peak flow meter* sebagai berikut:

1) Siapkan larutan deterjen *Lancerzyme* 40 ml *in 5 liters of water* dalam wadah besar agar alat dapat dibersihkan secara maksimal.
2) Mengagitasi alat untuk memastikan setiap udara yang terperangkap diusir. Tidak menggunakan bantu mekanis seperti sikat atau kain.
3) Bilas dan kering seperti yang direkomendasikan

4) Siapkan sejumlah disinfektan *Chlorine Dioxide Generator* dalam wadah sebanyak 20ml in 1 *liters of water.*
5) Masukkan *Puncak Flow Meter*, lagi mengagitasi meter untuk memastikan udara terusir.
6) Bilas dan kocok dengan lembut untuk menghilangkan kelebihan air.
7) Biarkan kering secara alami, tidak menggunakan udara panas atau lemari pengeringan.

2.3.5 Intepretasi Pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE)



Gambar 2.2 Nilai Normal Nilai Normal Arus Puncak Ekspirasi (EU Scale)

Sumber: Chest Heart & Stroke Scotland (2023)

Pengukuran APE direpresentasikan dalam bentuk angka yang kemudian dibandingkan dengan nilai APE yang diprediksi berdasarkan jenis kelamin, usia, dan tinggi badan. Hasil prediksi dalam pemeriksaan dapat dibandingkan dengan nilai standar yang berlaku khusus untuk populasi di Indonesia. Nilai normal yang digunakan merujuk pada penelitian yang dilaksanakan pada penduduk Indonesia oleh Proyek Pneumobile Indonesia (PPI), sesuai dengan pedoman dari *American Thoracic Society*. Hasil ini

nantinya akan diinterpretasikan menggunakan sistem zona warna "Lampu Lalu Lintas".

1) Zona hijau mengindikasikan fungsi paru yang baik dan normal ketika nilai APE mencapai 80-100% dari nilai prediksi.
2) Zona kuning menunjukkan adanya penyempitan saluran pernapasan yang mulai terjadi ketika nilai APE berada di kisaran 50%-80% dari nilai prediksi.
3) Zona merah menggambarkan penyempitan yang signifikan pada saluran pernapasan besar ketika nilai APE berada di bawah 50% dari nilai prediksi (DeVrieze et al., 2024).

   Rumus perhitungan nilai Arus Puncak Ekspirasi :

   a. Rumus Nilai APE Prediksi pada Laki-Laki

$$\text{Nilai APE Prediksi} = (5.48\ x\ Tinggi\ Badan) - (1.93\ x\ Usia) - 380$$

   b. Rumus Nilai APE Prediksi pada Perempuan

$$\text{Nilai APE Prediksi} = (3.72\ x\ Tinggi\ Badan) - (2.24\ x\ Usia) - 225$$

   Rumus perhitungan presentase nilai Arus Puncak Ekspirasi (APE) :\

$$\text{Presentase Nilai APE} = \frac{APE\ terukur}{APE\ prediksi}\ x\ 100\ \%$$

2.4 Konsep *Dyspnea* (Sesak Napas)

2.4.1 Pengertian *Dyspnea* (Sesak Napas)

Dispnea, yang sering disebut kesulitan bernapas, adalah pengalaman subjektif dari pernapasan yang tidak nyaman yang melibatkan berbagai sensasi dengan tingkat intensitas yang bervariasi. Ini adalah tanda yang umum dialami oleh jutaan orang dan bisa menjadi manifestasi utama dari penyakit pernapasan, jantung, neuromuskular, psikogenik, sistemik, atau gabungan dari semuanya. Dispnea bisa bersifat akut atau kronis, di mana akut terjadi dalam waktu beberapa jam hingga beberapa hari, dan kronis berlangsung lebih dari 4 sampai 8 minggu (Hashmi et al., 2023).

Dispnea atau kesulitan bernapas, adalah pengalaman pribadi ketidaknyamanan saat bernapas yang ditandai dengan sensasi bervariasi dengan intensitas yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara faktor fisiologis, psikologis, sosial, serta lingkungan. Dispnea dapat mengakibatkan reaksi fisiologis dan perilaku sekunder (Fadol, 2021).

2.4.2 Penyebab *Dyspnea* (Sesak Napas)

Dispnea merupakan gejala penyakit, bukan penyakit itu sendiri. Dengan demikian, etiologinya dapat ditetapkan sebagai timbul dari empat kategori utama: pernapasan, jantung, neuromuskular, psikogenik, penyakit sistemik, atau kombinasi dari semuanya (Hashmi et al., 2023).

a) Faktor penyebab pernapasan dapat meliputi asma, eksaserbasi akut atau gangguan paru obstruktif kronis (PPOK), pneumonia, emboli paru, kanker paru, pneumotoraks, atau aspirasi.
b) Faktor penyebab kardiovaskular dapat meliputi gagal jantung kongestif, edema paru, sindrom koroner akut, tamponade perikardial, kelainan katup jantung, hipertensi paru, aritmia jantung, atau pirau intrakardiak.
c) Faktor penyebab neuromuskular bisa meliputi trauma pada dada dengan adanya fraktur atau flail chest, obesitas yang ekstrem, kifoskoliosis,

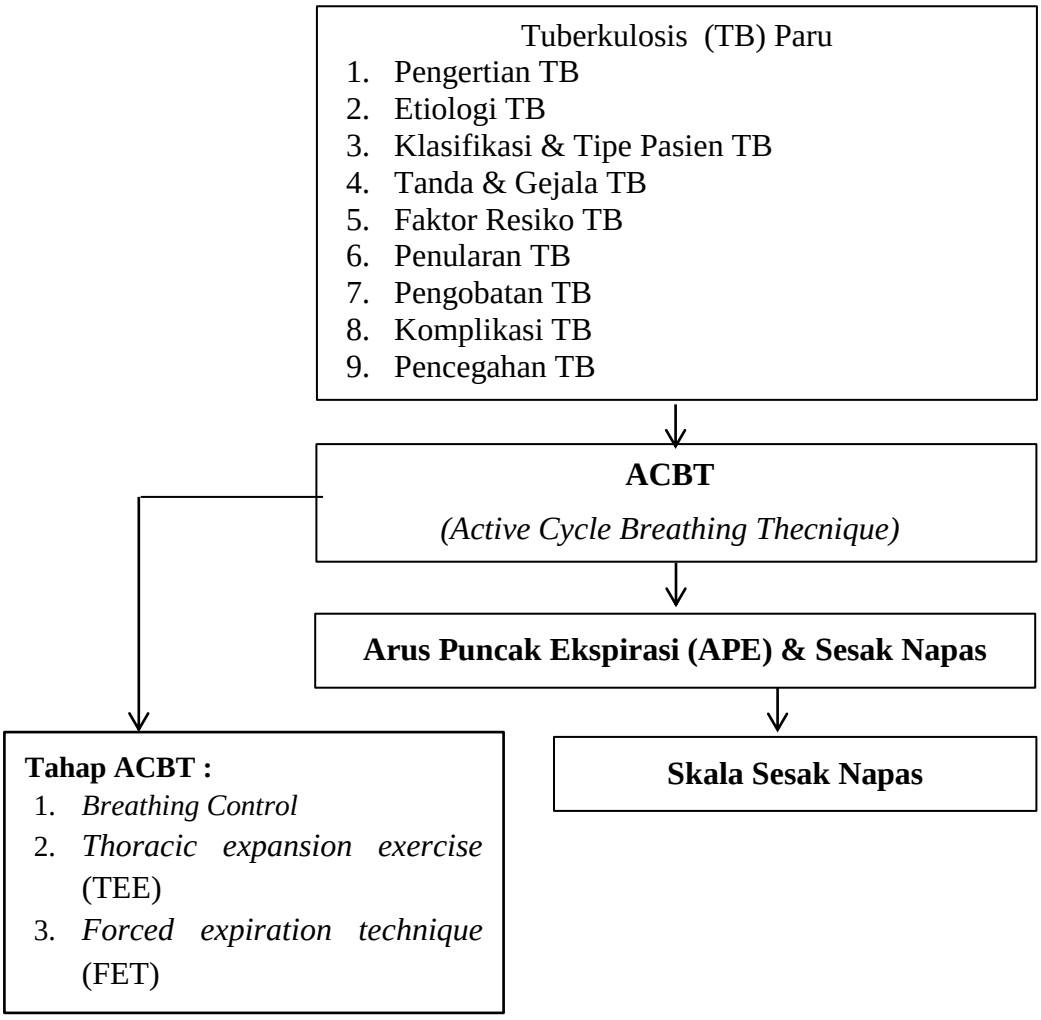
gangguan pada sistem saraf pusat (SSP) atau sumsum tulang belakang, kelumpuhan pada saraf frenikus, miopati, serta neuropati.

d) Faktor psikogenik dapat meliputi sindrom hiperventilasi, dispnea psikogenik, sindrom disfungsi pita suara, serta aspirasi benda asing.
e) Penyakit sistemik lainnya dapat meliputi anemia, gagal ginjal akut, asidosis metabolik, tirotoksikosis, sirosis hati, anafilaksis, sepsis, angioedema, serta epiglotitis.

2.4.3 Patofisiologi *Dyspnea* (Sesak Napas)

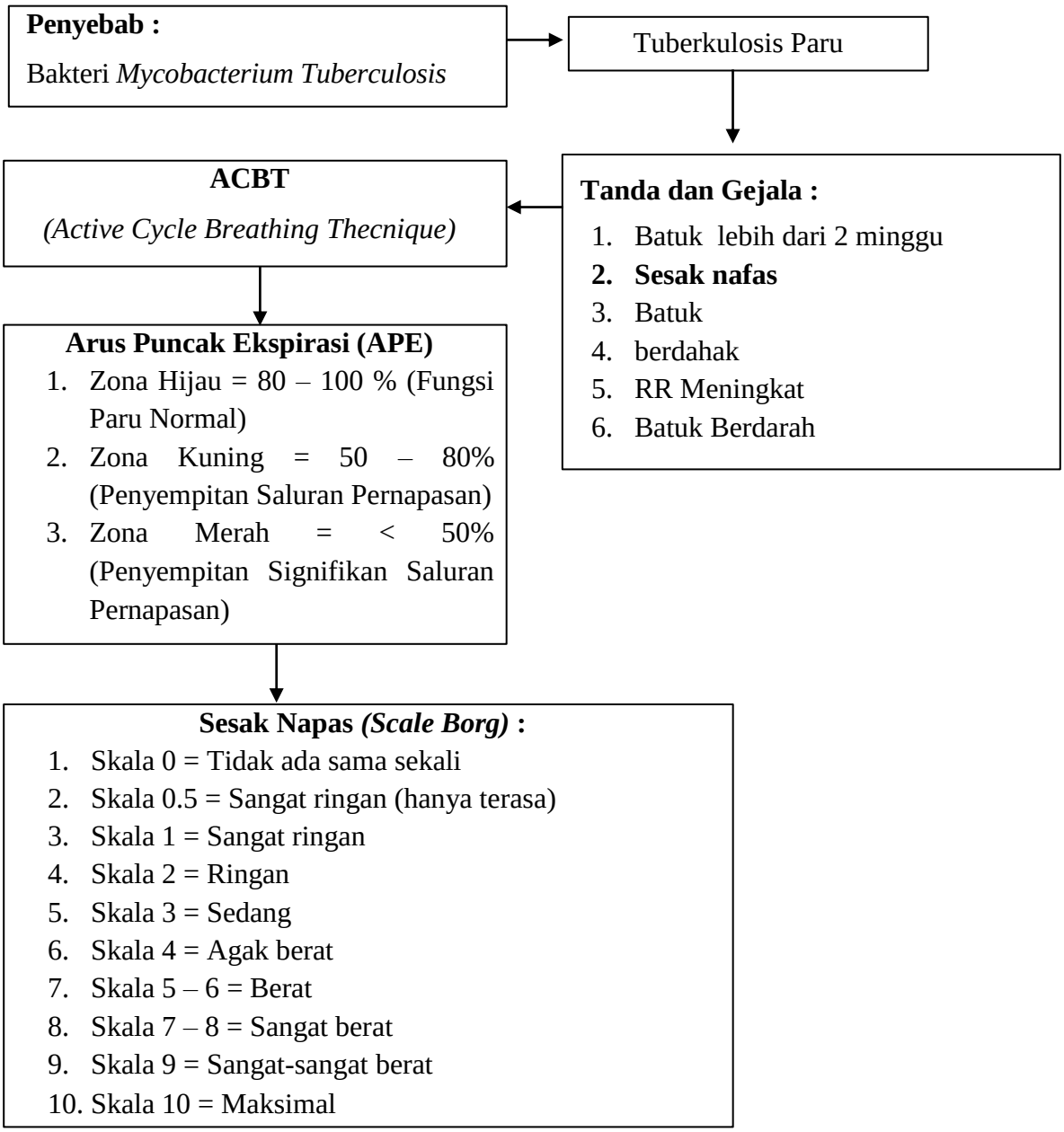
Dispnea merupakan perasaan terjebak napas yang disebabkan oleh interaksi sinyal dari sistem saraf pusat, kemoreseptor, serta mekanoreseptor di saluran pernapasan, paru-paru, dan dinding dada. Pusat pernapasan di otak terbuat dari tiga kelompok neuron: medula dorsal (untuk menghirup), medula ventral (untuk menghembuskan), dan pontin yang mengatur tingkat serta frekuensi napas lewat pusat pneumotaksik (membatasi proses inhalasi) dan apneustik (memperpanjang proses inhalasi). Ketiganya berkomunikasi satu sama lain untuk mengatur pernapasan. Kemoreseptor sentral mengontrol impuls pernapasan dengan mengenali perubahan pH dalam cairan serebrospinal, yang dipengaruhi oleh tingkat karbon dioksida. Letaknya terutama di permukaan ventral medula dan nukleus retrotrapezoid. Karbon dioksida mampu dengan mudah menyebar melewati penghalang darah-otak, memungkinkan perubahan pH yang cepat dan responsif. Kemoreseptor pada permukaan ventral medula bereaksi terhadap perubahan pH dengan memicu hiperventilasi saat kondisi lingkungan asam, dan hipoventilasi ketika pH meningkat. Pusat pengendalian pernapasan di medula oblongata dan pons menciptakan ritme napas dasar, yang disesuaikan oleh sinyal sensorik dari sistem perifer (mengawasi kadar oksigen) dan pusat (mengawasi pH dan karbon dioksida), serta bagian otak kecil. Sinyal ini dikirimkan ke otot-otot pernapasan utama seperti diafragma dan otot interkostal untuk mengontrol pernapasan (Hashmi et al., 2023).

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka Teori

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 2.4 Kerangka Konsep