

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 *Weaning*

1. Pengertian

Weaning merupakan rangkaian proses pelepasan pasien dari bantuan ventilasi mekanik dan berlangsung secara bertahap yang titik puncaknya adalah proses ekstubasi / pelepasan jalan napas buatan dari tubuh pasien.

2. Tujuan dari proses *weaning* :

- a. Mempersingkat kebutuhan ventilasi mekanik pada pasien.

Kebutuhan pasien akan ventilasi mekanik harus segera dihentikan karena kalau pasien terlalu lama menggunakan bantuan ventilasi mekanik (*prolonge*) maka akan menyebabkan ketergantungan terhadap pemakaian ventilator.

- b. Menurunkan risiko infeksi.

Setiap pasien yang terpasang ventilator mekanik akan berisiko terkena *Ventilator Associated Pneumonia* (VAP). VAP merupakan pneumonia yang terjadi dalam kurun waktu 48 jam setelah proses intubasi pada pasien yang terpasang ventilator. Semakin singkat penggunaan ventilator pada pasien maka akan semakin menurunkan risiko infeksi pada pasien.

- c. Menurunkan lama rawat pasien/*length of stay* (LOS).

Penyebab meningkatnya LOS pada pasien yang terpasang ventilator mekanik adalah adanya komplikasi dari penyakit, salah satu diantaranya adalah infeksi. Semakin cepat pasien dilakukan weaning maka risiko infeksi akan dapat diturunkan sehingga berdampak pada semakin menurunkan lama rawat pasien.

- d. Menurunkan biaya perawatan / *cost*.

Semakin singkat penggunaan ventilator pada pasien akan menurunkan biaya yang harus dikeluarkan pasien. Selain itu dengan semakin cepatnya proses *weaning* maka lama rawat akan menurun dan itu juga bisa menurunkan biaya perawatan.

3. Kriteria pasien yang bisa dilakukan *weaning* :

- a. Masalah primer penyebab gagal napas pada pasien sudah teratasi, artinya *core problem* dari pasien harus sudah tertangani.
- b. Hemodinamik stabil yang berarti pasien tidak menggunakan obat vasoaktif atau inotropik.
- c. Status neurologis adekuat dengan nilai GCS > 8, dan jika pasien tersedasi dengan dosis sedasi yang minimal.
- d. Pasien tidak mengalami demam (suhu tubuh < 38°C).
- e. Pertukaran gas adekuat dengan nilai PF ratio > 200 dengan nilai PEEP 5 cmH₂O
- f. Nilai PCO₂ dan juga pH dalam rentang normal.

Kesimpulan dari Kriteria weaning meliputi 3 hal, yaitu :

a. Pengkajian subjektif :

- 1) Batuk adekuat
- 2) Tidak menggunakan *agent neuromuscular blocking*
- 3) Tidak ada produksi mucus yang berlebih pada *trakheo-bronkhial*.
- 4) *Core problem* pada pasien sudah teratasi
- 5) Tidak mendapatkan sedasi yang berkelanjutan

b. Pengukuran objektif :

- 1) Status kardiovaskuler stabil
- 2) HR < 140 x/menit
- 3) Tidak ada *iskemik miokard*
- 4) Tidak anemia (Hb > 8 g/dl)
- 5) Tekanan darah sistolik 90 – 160 mmHg
- 6) GCS > 8
- 7) Tidak demam (rentang $36 < \text{suhu} < 38^{\circ}\text{C}$)
- 8) Penggunaan *vasopressor* dan inotropik pada dosis minimal (< 5 ug/kgBB/menit untuk dopamin atau dobutamin)

c. Parameter oksigenasi yang adekuat :

- 1) Nilai tidal volume > 5 cc/kgBB
- 2) Nilai *vital capacity* > 10 cc/kgBB
- 3) RR < 35 x/menit
- 4) SpO₂ > 95 %
- 5) PaO₂ > 60 mmHg, dan nilai PCO₂ < 60 mmHg

6) PEEP (*Positif End Expiratory Pressure*) < 8 cmH₂O

7) Tidak terjadi asidosis respiratorik (pH > 7.30)

d. Prosedur Weaning

Ada perbedaan prosedur weaning pada pasien dengan pemakaian ventilator jangka panjang dan jangka pendek.

Menurut Sundana, 2015 metode yang digunakan :

1) *Short time ventilation*

- a) Faktor penyebab non pulmonal misalnya post operasi
- b) Jika penyebab sudah teratasi dan umumnya tidak sampai pada mode *T-piece* komplain paru sudah adekuat.

2) *Long time ventilation*

- a) Pasien yang menggunakan bantuan ventilator selama 7 sampai 10 hari
- b) Faktor penyebab pulmonal misalnya ARDS, GBS, ALO
- c) Tahapan perubahan mode :
 - (1) Bila diawali mode volume : mode VC-SIMV+PS-SIMV atau PS-CPAP-T-piece dan ekstubasi
 - (2) Bila diawali mode tekanan : mode PC-PS-CPAP- T-piece ekstubasi
- d) Pada mode kontrol baik *volume control* maupun *pressure control* bisa beralih ke SIMV+PS atau PS saja
- e) Pada mode SIMV + PS, turunkan RR dan IPL (target tidal volume, menit volume, *planteau pressure*, saturasi dan AGD terpenuhi optimal)

- f) Pada mode PS, turunkan IPL (target tidal volume, menit volume , *planteu pressure*, saturasi dan AGD terpenuhi optimal)
 - g) Pada mode PS, turunkan IPL (target tidal volume, menit volume, *planteau pressure*, saturasi dan AGD terpenuhi optimal)
 - h) Bersamaan dengan ketiga tahapan di atas, PEEP dan FiO₂ diturunkan bertahap sampai mendekati standar
 - i) PEEP diturunkan bertahap sampai mendekati 5 cmH₂O (target PO₂ dan saturasi O₂ terpenuhi optimal)
 - j) FiO₂ diturunkan bertahap sampai mendekati 35% - 50% (target PO₂ dan saturasi O₂ terpenuhi optimal)
 - k) Jika tanda - tanda vital tidak stabil (frekuensi jantung meningkat, frekuensi nafas meningkat, tekanan darah turun atau meningkat) maka penyapihan belum siap dilanjutkan.
- e. Syarat – syarat ekstubasi :
- Merupakan nilai keberhasilan weaning yang dilakukan untuk pasien yang terpasang ventilator, diantaranya :
- 1) AGD dalam batas normal
 - 2) Pola Nafas, tekanan darah dan frekuensi jantung dalam batas normal dengan bantuan inotropik minimal.
 - 3) Factor penyebab gagal nafas teratasi
 - 4) Dapat melakukan batuk secara efektif
 - 5) Komplain paru adekuat

6) Secara klinis pasien sudah siap, untuk dilakukan ekstubasi

f. Kriteria Toleransi

Saat dilakukan proses *weaning* dan pasien mengalami kondisi yang belum memenuhi syarat untuk dilanjutkan *weaning*, dan pasien harus diistirahatkan dari proses *weaning*, yaitu :

- 1) Frekuensi pernafasan lebih dari 35 x/ menit
- 2) $SpO_2 < 90\%$
- 3) Volume tidal $< 5\text{ ml/kg}$
- 4) Ventilasi menit stabil $> 200\text{ ml/kg/menit}$
- 5) Tanda – tanda gawat napas atau hemodinamik yaitu pola pernafasan berat, peningkatan ansietas, diaphoresis, atau keduanya. Frekuensi nafas $> 20\%$ lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai dasar. Tekanan darah sistolik $> 180\text{ mmHg}$ atau $< 90\text{ mmHg}$.

g. Faktor Yang Mempengaruhi Lamanya *weaning*

Idealnya waktu yang dibutuhkan untuk ventilator seharusnya tidak lebih lama dari waktu yang dibutuhkan untuk menangani penyebab utama kegagalan pernapasan tersebut. Kondisi ini pada dasarnya dipengaruhi oleh dua faktor, yakni faktor non ventilator dan faktor ventilator.

1) Faktor Non Ventilator

a) Penyalahgunaan obat sedasi

Kebanyakan pasien dengan penyakit kritis, mengalami gangguan renal dan hepar selama masa sakitnya. Penggunaan obat sedatif jangka panjang yang

mempengaruhi eliminasi hepatorenal akan menyebabkan atrofi otot pernafasan karena otot tidak dipakai dalam waktu yang lama.

b) Malnutrisi keadekuatan fungsi otot tidak hanya tergantung pada kekuatan otot, tapi juga pada normal posfat, kalsium, magnesium, dan potasium.

c) Kurangnya dukungan psikologis bagi pasien

2) Faktor ventilator

a) *Over ventilation*

Menyebabkan *disuse atrofi* (atrofi akibat jarang digunakannya otot pernafasan)

b) *Under ventilation*

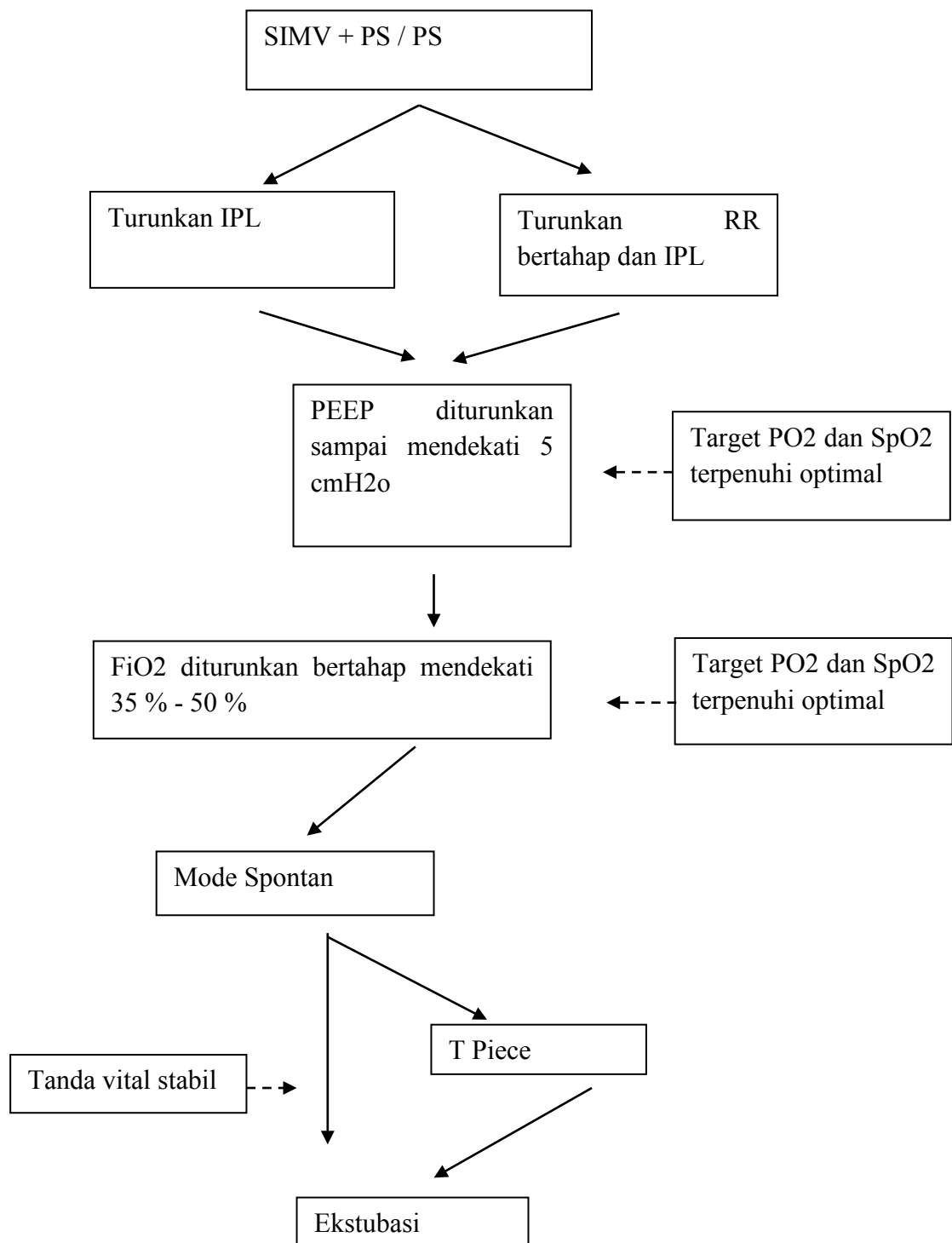
Menyebabkan kelelahan otot pernafasan. Untuk pemulihan dibutuhkan waktu 48 jam. Kegagalan untuk mengadopsi ventilasi yang aman bagi paru pada pasien dengan gagal nafas akut atau kronis. Hal ini dapat memperburuk resiko terjadinya kerusakan paru.



Gambar 2.1 Mode Weaning Ventilator



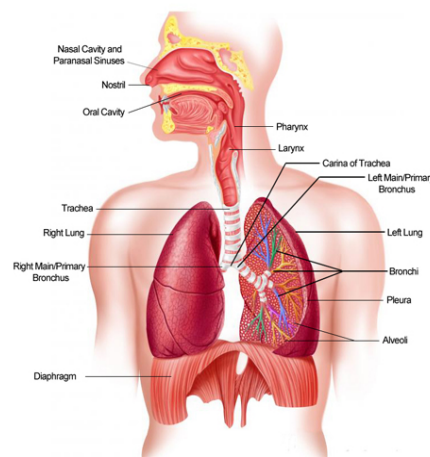
Gambar 2.2 Monitor Evaluasi Weaning

Tahap *Weaning*Tabel 2.1 : Tahap *Weaning*

II.2 Sistem Pernafasan

1. Pengertian

Respirasi adalah pertukaran gas, yaitu oksigen (O_2) yang dibutuhkan tubuh untuk metabolisme sel dan karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan dari metabolisme tersebut dikeluarkan dari tubuh melalui paru dan menghantarkan oksigen ke jaringan dan mengeluarkan karbondioksida (Djojodibroto, 2014 ; Morton, 2014).



Gambar 2.3 Sistem Pernafasan

2. Sistem pernafasan terdiri dari:

a. Saluran nafas bagian atas

Pada bagian ini udara yang masuk ke tubuh dihangatkan, disaring dan dilembabkan

b. Saluran nafas bagian bawah

Bagian ini menghantarkan udara yang masuk dari saluran bagian atas ke alveoli

3. Paru, terdiri dari :

Alveoli, terjadi pertukaran gas antara O₂ dan CO₂

2) Sirkulasi paru. Pembuluh darah arteri menuju paru, sedangkan pembuluh darah vena meninggalkan paru.

3) Rongga Pleura

Terbentuk dari dua selaput *serosa*, yang meluputi dinding dalam rongga dada yang disebut *pleura parietalis*, dan yang meliputi paru atau *pleura viseralis*.

4) Rongga dan dinding dada

Merupakan pompa *muskuloskeletal* yang mengatur pertukaran gas dalam proses respirasi.

4. Saluran Nafas Bagian Atas

a. Rongga hidung

Udara yang dihirup melalui hidung akan mengalami tiga hal :

1) Dhangatkan

2) Disaring

3) Dan dilembabkan

Yang merupakan fungsi utama dari selaput lendir respirasi (terdiri dari : *Pseudostratified ciliated columnar epithelium* yang berfungsi menggerakkan partikel partikel halus kearah faring sedangkan partikel yang besar akan disaring oleh bulu hidung, *sel goblet* dan kelenjar serous yang berfungsi melembabkan udara yang masuk, pembuluh darah yang berfungsi menghangatkan udara). Ketiga hal

tersebut dibantu dengan *concha*. Kemudian udara akan diteruskan ke:

- b. *Nasofaring* (terdapat *pharyngeal tonsil* dan *Tuba Eustachius*)
- c. *Orofaring* (merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring, terdapat pangkal lidah)
- d. *Laringofaring* (terjadi persilangan antara aliran udara dan aliran makanan)

5. Saluran Nafas Bagian Bawah

Saluran nafas bagian bawah terdiri dari :

a. Laring

Terdiri dari tiga struktur yang penting :

- 1) Tulang rawan *krikoid*
- 2) Selaput/pita suara
- 3) *Epilotis*
- 4) *Glottis*

b. Trakhea

Merupakan pipa silinder dengan panjang ± 11 cm, berbentuk $\frac{3}{4}$ cincin tulang rawan seperti huruf C. Bagian belakang dihubungkan oleh *membran fibroelastic* menempel pada dinding depan *esofagus*.

c. Bronkhi

Merupakan percabangan *trakhea* kanan dan kiri. Tempat percabangan ini disebut *carina. Brochus* kanan lebih pendek, lebar dan lebih dekat

dengan *trachea*. *Bronchus* kanan bercabang menjadi : *lobus superior*, *medius*, *inferior*. *Brochus* kiri terdiri dari *lobus superior* dan *inferior*.

1) Alveoli

Terdiri dari : *membran alveolar* dan ruang *interstisial*.

Membran alveolar :

a) *Small alveolar cell* dengan *ekstensi ektoplasmik* ke arah rongga alveoli

b) *Large alveolar cell* mengandung *inclusion bodies* yang menghasilkan *surfactant*.

c) *Anastomosing capillary*, merupakan system *vena* dan *arteri* yang saling berhubungan langsung, ini terdiri dari : *sel endotel*, aliran darah dalam rongga *endotel*

Interstitial space merupakan ruangan yang dibentuk oleh : *endotel kapiler*, *epitel alveoli*, saluran *limfe*, jaringan *kolagen* dan sedikit serum.

2) *Surfactant*

Mengatur hubungan antara cairan dan gas. Dalam keadaan normal *surfactant* ini akan menurunkan tekanan permukaan pada waktu ekspirasi, sehingga *kolaps alveoli* dapat dihindari.

3) Rongga dan Dinding Dada

Rongga ini terbentuk oleh:

a) Otot –otot *interkostalis*

b) Otot – otot *pektoralis mayor* dan *minor*

c) Otot – otot *trapezius*

- d) Otot –otot *seratus anterior/posterior*
- e) Kosta- kosta dan kolumna vertebralis
- f) Kedua *hemi diafragma* yang secara aktif mengatur mekanik respirasi.

6. Sirkulasi Paru

- a. *Pulmonary blood flow* total = 5 liter/menit

Ventilasi alveolar = 4 liter/menit

Sehingga *ratio ventilasi* dengan aliran darah dalam keadaan normal =
 $4/5 = 0,8$

- b. Tekanan arteri pulmonal = 25/10 mmHg dengan rata-rata = 15 mmHg.
 Tekanan *vena pulmonalis* = 5 mmHg, *mean capillary pressure* = 7 mmHg. Sehingga pada keadaan normal terdapat perbedaan 10 mmHg untuk mengalirkan darah dari *arteri pulmonalis* ke *vena pulmonalis*.
- c. Adanya *mean capillary pressure* mengakibatkan garam dan air mengalir dari rongga *kapiler* ke rongga *interstitial*, sedangkan *osmotic colloid pressure* akan menarik garam dan air dari rongga *interstitial* ke arah rongga *kapiler*. Kondisi ini dalam keadaan normal selalu seimbang. Peningkatan tekanan *kapiler* atau penurunan *koloid* akan menyebabkan peningkatan akumulasi air dan garam dalam rongga *interstitial*.

7. Transport oksigen

- a. Hemoglobin

Oksigen dalam darah diangkut dalam dua bentuk :

- 1) Kelarutan fisik dalam *plasma*

2) Ikatan kimiawi dengan *hemoglobin*

Ikatan *hemoglobin* dengan tergantung pada *saturasi O₂*, jumlahnya dipengaruhi oleh pH darah dan suhu tubuh. Setiap penurunan pH dan kenaikan suhu tubuh mengakibatkan ikatan *hemoglobin* dan O₂ menurun.

b. Oksigen content

Jumlah oksigen yang dibawa oleh darah dikenal sebagai *oksigen content (Ca O₂)*:

1) *Plasma*

2) *Hemoglobin*

8. Regulasi Ventilasi

Kontrol dari pengaturan ventilasi dilakukan oleh sistem syaraf dan kadar/konsentrasi gas-gas yang ada di dalam darah. Pusat *respirasi* di *medulla oblongata* mengatur:

a. *Rate impuls*

b. *Respirasi rate*

c. *Amplitudo impuls*

d. *Tidal volume*

Pusat *inspirasi* dan *ekspirasi* : *posterior medulla oblongata*, pusat *kemo reseptor* : *anterior medulla oblongata*, pusat *apneu* dan *pneumothoraks* : *pons*.

Rangsang *ventilasi* terjadi atas : PaCO₂, pH darah, PaO₂

9. Fungsi Respirasi dan Non Respirasi

a. Respirasi : pertukaran gas O² dan CO²

- b. Keseimbangan asam basa
- c. Keseimbangan cairan
- d. Keseimbangan suhu tubuh
- e. Membantu venous return darah ke *atrium* kanan selama fase inspirasi
- f. *Endokrin* : keseimbangan bahan *vaso aktif, histamine, serotonin, ECF* dan *angiotensin*
- g. Perlindungan terhadap infeksi: *makrofag* yang akan membunuh bakteri

10. Mekanisme Pernafasan

Agar terjadi pertukaran sejumlah gas untuk metabolisme tubuh diperlukan usaha keras pernafasan yang tergantung pada:

a. Tekanan intra-pleural

Dinding dada merupakan suatu kompartemen tertutup melingkupi paru. Dalam keadaan normal paru seakan melekat pada dinding dada, hal ini disebabkan karena ada perbedaan tekanan atau selisih tekanan *atmosfir* (760 mmHg) dan tekanan intra pleural (755 mmHg). Sewaktu inspirasi *diafragma* berkontraksi, volume rongga dada meningkat, tekanan *intar pleural* dan *intar alveolar* turun dibawah tekanan *atmosfir* sehingga udara masuk Sedangkan waktu ekspirasi volum rongga dada mengecil mengakibatkan tekanan intra pleural dan tekanan intra alveolar meningkat diatas *atmosfir* sehingga udara mengalir keluar.

b. Compliance

Hubungan antara perubahan tekanan dengan perubahan volume dan aliran dikenal sebagai *compliance*.

Ada dua bentuk compliance:

- 1) *Static compliance*, perubahan volume paru persatuan perubahan tekanan saluran nafas (*airway pressure*) sewaktu paru tidak bergerak. Pada orang dewasa muda normal : 100 ml/cm H₂O
- 2) *Effective Compliance* : (*tidal volume/peak pressure*) selama fase pernafasan. Normal: ±50 ml/cm H₂O
- 3) *Compliance* dapat menurun karena:
 - a) *Pulmonary stiffes* : atelektasis, *pneumonia*, *edema* paru, *fibrosis* paru
 - b) *Space occupying proses*: *effuse pleura*, *pneumothorak*
 - c) *Chestwall undistensibility*: *kifoskoliosis*, *obesitas*, *distensi abdomen*

Penurunan *compliance* akan mengakibatkan meningkatnya usaha / kerja nafas.

 - d) *Airway resistance* (tahanan saluran nafas)

Rasio dari perubahan tekanan jalan nafas

11. Pengendalian Respirasi

Respirasi dikendalikan dalam sistem saraf pusat (SSP). Respirasi yang voluntar diperintahkan oleh korteks, dan respirasi otomatis oleh struktur dalam daerah medulopontin. Otot respirasi disuplai oleh saraf dari medula servikal (C IV - VIII) dan dari medula torakal (Th I-VII).

Pengaturan respirasi mengurus ventilasi untuk memelihara kadar P_{O_2} , P_{CO_2} , pH darah yang tepat, dengan jalan mana P_{CO_2} dan pH darah berhubungan erat. Terdapat beberapa sensor untuk input aferent ke SSP, kemoreseptor, mekanoreseptor, dan lainnya.

Kemoreseptor perifer ditemukan pada badan-badan *carotid* dan aortik. Pada manusia, organ sensor O_2 yang utama adalah badan *carotid*. Impuls dari sensor-sensor ini meningkat ketika P_{O_2} turun sampai dibawah sekitar 13,3 kPa (= 100 mmHg). Output dari impuls tidak dapat bertahan di bawah 4 kPa (= 30 mmHg). Peningkatan respons ventilasi terhadap penurunan P_{O_2} ditingkatkan oleh peningkatan P_{CO_2} atau dalam konsentrasi H^+ . Respons terhadap P_{CO_2} adalah linier di atas 5,3 kPa (= 40 mmHg) dan terhadap H^+ dari pH 7,7 sampai 7,2.

Suatu peningkatan CO_2 dan sebagai akibatnya penurunan pH dalam cairan *cerebrospinal* (CSF) merangsang kemoreseptor pusat pada medula oblongata anterior. Stimulus ini memperkuat aktivitas respirasi dengan tujuan untuk menurunkan P_{CO_2} darah yang meningkat (dan dengan demikian juga CSF).

Pada retensi CO_2 kronis, pusat medula menjadi insensitif terhadap perubahan P_{CO_2} sehingga P_{O_2} menjadi pendorong respirasi yang utama. Pada keadaan ini, bila P_{O_2} ditingkatkan dengan bernafas O_2 100%, dorongan respirasi mungkin ditiadakan, menyebabkan koma dan kematian. Untuk menghindari kejadian ini, penderita dengan peningkatan P_{CO_2} secara kronis harus hanya menerima udara yang kaya akan O_2 dan bukan O_2 100% .

Mekano reseptor terdapat pada jalan napas bagian atas dan dalam paru-paru. Mekanoreseptor terdiri dari beberapa jenis dan mempunyai berbagai fungsi. Pada paru-paru reseptor utama adalah reseptor regang pulmonar (PSR) dari refleksi *Hering-Breuer*. Inflasi paru meregangkan PSR dan memulai impuls yang dibawa ke SSP oleh serabut besar yang bermielin dalam vagus (X). Mereka meningkatkan waktu respirasi dan mengurangi frekuensinya. Mereka juga terlibat dalam refleksi yang menyebabkan bronkokonstriksi, takikardia, dan vasokonstriksi.

Pengendalian respirasi otomatis oleh susunan saraf pusat diperintah oleh apa yang disebut pusat respirasi dalam pons dan medula. Pusat-pusat ini mengatur kedalaman inspirasi dan titik potong yang menghentikan inspirasi. Pusat medula adalah penting untuk menentukan irama respirasi dan untuk refleksi *Hering-Breuer*, yang menghalangi inspirasi saat paru diregangkan.

Input lainnya ke pusat medula meliputi: proprioseptor, yang mengkoordinasi aktivitas otot dengan respirasi; suhu tubuh, yang misalnya meningkatkan kecepatan respirasi saat demam; presoreseptor atau baroreseptor, yang mengirimkan aferen ke pusat medula maupun ke daerah penghambat jantung di medula; dalam arah yang sebaliknya, aktivitas respirasi mempengaruhi tekanan darah dan denyut nadi; efek ini adalah kecil, pusat susunan saraf pusat yang lebih tinggi (korteks, hipotalamus, sistem limbik), yang mempengaruhi respirasi pada waktu gelisah, nyeri, bersin, dan lain-lain. Menahan napas secara volunter menghambat respirasi otomatis sampai titik ketahanan tercapai ketika

peningkatan P_{CO_2} melampaui penghambatan volunter. Titik ketahanan dapat ditunda dengan hiperventilasi sebelumnya.

Istilah aktivitas respirasi yaitu: hiperpnea dan hipopnea, yang terutama menerangkan kedalamannya, sedangkan takipnea, bradipnea dan apnea menjelaskan frekuensi respirasi tanpa mempedulikan efisiensi atau kebutuhan; dispnea adalah kesulitan bernafas; ortopnea adalah dispnea yang parah dan membutuhkan posisi toraks yang tegak untuk bernafas; hipoventilasi atau hiperventilasi menjelaskan keadaan di mana ventilasi alveolar lebih kecil atau lebih besar daripada kebutuhan metabolik, sehingga secara berturut-turut menimbulkan peningkatan atau penurunan P_{CO_2} alveolar.

12. Pola Pernafasan

Pada orang normal dalam keadaan istirahat, pernafasannya teratur (reguler) dengan frekuensi di antara 12 – 20 kali per menit. Pergerakan napas terlihat pada dada dan perut.

Istilah aktivitas respirasi yaitu: hiperpnea dan hipopnea, yang terutama menerangkan kedalamannya, sedangkan takipnea, bradipnea dan apnea menjelaskan frekuensi respirasi tanpa mempedulikan efisiensi atau kebutuhan; dispnea adalah kesulitan bernafas; ortopnea adalah dispnea yang parah dan membutuhkan posisi toraks yang tegak untuk bernafas; hipoventilasi atau hiperventilasi menjelaskan keadaan di mana ventilasi alveolar lebih kecil atau lebih besar daripada kebutuhan metabolik, sehingga secara berturut-turut menimbulkan peningkatan atau penurunan P_{CO_2} alveolar.

Macam – macam pola nafas :

- a. Takipnea : frekuensi nafas lebih dari 20x / menit, bernapas dengan cepat, biasanya menunjukka adanya penurunan keregangan paru atau rongga dada. Keadaan ini ada pada pneumonia, kongesti paru, edema, ataupun kelainan dada restriktif lainnya.
- b. Bradipnea : penurunan frekuensi napas atau pernafasannya melambat, keadaan ini ditemukan pada depresi pusat pernapasan seperti pada over dosis narkotika.
- c. Apnea : tidak adanya respirasi selama paling sedikit 10 detik, sering ditemukan saat tidur dan menandakan adanya sleep syndrome.
- d. Kussmaul : pernafasan yang cepat dan dalam, ditemukan pada kasus asidosis metabolic.
- e. Cheyne – stoke : frekuensi napas yang tidak teratur dan disertai periode perubahan frekuensi napas yang intermitten dan pernapasan dalam yang diselingi periode apnea.

13. Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen adalah rasio antara jumlah oksigen actual yang terikat oleh hemoglobin terhadap kemampuan total hemoglobin darah mengikat oksigen, dapat diukur menggunakan oksimetri atau Analisa Gas Darah. Nilai saturasi oksigen yang normal 95% sampai 100%. Saturasi oksigen merupakan nilai oksigenasi yang penting untuk dikaji

karena sebagian besar suplai oksigen menuju jaringan diangkut oleh hemoglobin (Morton et all, 2014 ; Sundana, 2015).

14. Karakteristik pernafasan

a. Adekuat :

- 1) Dada dan perut naik turun seirama dengan pernapasan
- 2) Penderita tampak nyaman
- 3) Frekuensi cukup (12-20x/menit)

b. Tidak adekuat :

- 1) Gerakan dada kurang baik
- 2) Ada suara napas tambahan
- 3) Kerja otot bantu napas
- 4) Sianosis (kulit kebiruan)
- 5) Frekuensi napas kurang / berlebih
- 6) Perubahan status mental

II.3 Ventilator

1. Pengertian

Ventilator adalah alat pengganti fungsi pompa dada yang mengalami kelelahan atau kegagalan, untuk mempertahankan ventilasi alveolus yang sesuai dengan kebutuhan metabolic pasien serta untuk memperbaiki kondisi hipoksemia dan memaksimalkan transport oksigen. Tanpa memandang jenis atau model ventilator yang digunakan, perawat harus paham dengan fungsi dan keterbatasan ventilator tersebut (Latief et all, 2012 ; Morton et all, 2014).



Gambar 2.5 Mesin Ventilator

2. Fungsi ventilator :

- a. Mengembangkan paru selama inspirasi
- b. Dapat mengatur waktu, dari inspirasi ke ekspirasi
- c. Mencegah paru untuk menguncup sewaktu ekspirasi
- d. Dapat mengatur waktu, fase ekspirasi ke fase inspirasi

3. Indikasi pemasangan ventilator :

- a. Kegagalan fungsi pompa dada akibat depresi pusat nafas
Misalnya : intoksikasi, trauma kepala, infeksi intra kranial, stroke dan tumor otak.
- b. Depresi pada dada
Misalnya : trauma thoraks, lesi medula spinalis, penyakit syaraf otot, distensi abdomen, pasca laparotomi, pasca torakotomi.
- c. Kegagalan fungsi pertukaran gas di alveoli
Misalnya : odema paru, pneumoni, atelektasis.

d. Hipoksia jaringan

Misalnya : hipoksemik, anemik, syok, histotoksik

e. Pasca iskhemia otak, akibat henti jantung.

4 Kriteria Pemasangan Ventilator :

a. Frekuensi napas lebih dari 35 kali per menit.

b. Hasil analisa gas darah dengan O₂ masker PaO₂ kurang dari 70 mmHg.

c. PaCO₂ lebih dari 60 mmHg

d. AaDO₂ dengan O₂ 100 % hasilnya lebih dari 350 mmHg.

e. *Vital capacity* kurang dari 15 ml / kg BB.

5. Tipe Ventilasi mekanik

a. *Negative Pressure Tank Respiratory Support*

Penderita diletakkan di dalam sebuah silinder yang bertekanan udara sub atmosfer (tekanan negatif) sehingga mengakibatkan dada mengembang dan tekanan jalan nafas negatif, keadaan ini menyebabkan udara luar masuk ke dalam paru secara pasif sampai tekanan udara luar sama dengan di dalam paru.

b. *Positive Pressure Ventilation*

Memberikan tekanan positif di atas tekanan atmosfer sehingga dada dan paru mengembang pada fase inspirasi, selanjutnya pada akhir inspirasi tekanan kembali sama dengan tekanan atmosfer sehingga udara keluar secara pasif pada fase ekspirasi. Metode ini merupakan pengembangan dari metode nafas buatan klasik yaitu dari mulut ke mulut seperti pada resusitasi jantung paru.

Berdasarkan mekanisme kerjanya, ventilator jenis ini dibagi menjadi :

1) *Pressure limited / pressure cycled*

Mekanisme kerja berdasarkan pembatasan tekanan yang disesuaikan dengan kondisi pasien . Fase inspirasi akan berlangsung sampai mencapai tekanan inspirasi secara pasif.

2) *Time cycled*

Mekanisme kerja berdasarkan waktu hantaran tekanan dari ventilator kepada pasien sesuai dengan periode inspirasi dan eskpirasi.

3) *Volume cycled ventilator*

Dapat menghasilkan volume tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan penderita. Apabila volume yang ditentukan sudah dicapai fase inspirasi akan berakhir.

6. Mode-Mode Ventilator

Pasien yang mendapatkan bantuan ventilasi mekanik dengan menggunakan ventilator tidak selalu dibantu sepenuhnya oleh mesin ventilator, tetapi tergantung dari mode yang kita setting. Mode mode tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Mode Control*

Pada mode kontrol mesin secara terus menerus membantu pernafasan pasien. Ini diberikan pada pasien yang pernafasannya masih sangat jelek, lemah sekali atau bahkan apnea. Pada mode ini ventilator mengontrol pasien, pernafasan diberikan ke pasien pada

frekwensi dan volume yang telah ditentukan pada ventilator, tanpa menghiraukan upaya pasien untuk mengawali inspirasi. Bila pasien sadar, mode ini dapat menimbulkan ansietas tinggi dan ketidaknyamanan dan bila pasien berusaha nafas sendiri bisa terjadi *fighting* (tabrakan antara udara inspirasi dan ekspirasi), tekanan dalam paru meningkat dan bisa berakibat alveoli pecah dan terjadi pneumothorax. Contoh mode control ini adalah: *CR (Controlled Respiration)*, *CMV (Controlled Mandatory Ventilation)*, *IPPV (Intermittent Positive Pressure Ventilation)*.

b. *Mode IMV / SIMV: Intermittent Mandatory Ventilation/Sincronized Intermittent Mandatory Ventilation*

Pada mode ini ventilator memberikan bantuan nafas secara selang seling dengan nafas pasien itu sendiri. Pada mode IMV pernafasan mandatory diberikan pada frekwensi yang di set tanpa menghiraukan apakah pasien pada saat inspirasi atau ekspirasi sehingga bisa terjadi *fighting* dengan segala akibatnya. Oleh karena itu pada ventilator generasi terakhir mode IMV nya disinkronisasi (SIMV). Sehingga pernafasan mandatory diberikan sinkron dengan picuan pasien. Mode IMV/SIMV diberikan pada pasien yang sudah bisa nafas spontan tetapi belum normal sehingga masih memerlukan bantuan.

c. *Mode ASB / PS : (Assisted Spontaneous Breathing / Pressure Support)*

Mode ini diberikan pada pasien yang sudah bisa nafas spontan atau pasien yang masih bisa bernafas tetapi tidal volumenya tidak

cukup karena nafasnya dangkal. Pada mode ini pasien harus mempunyai kendali untuk bernafas. Bila pasien tidak mampu untuk memicu trigger maka udara pernafasan tidak diberikan.

d. *CPAP : Continuous Positive Air Pressure.*

Pada mode ini mesin hanya memberikan tekanan positif dan diberikan pada pasien yang sudah bisa bernafas dengan adekuat. Tujuan pemberian mode ini adalah untuk mencegah atelektasis dan melatih otot-otot pernafasan sebelum pasien dilepas dari ventilator.

7. Penggunaan Ventilasi Mekanik

Pengaturan control ventilasi yaitu diantaranya beberapa situasi ahli terapi pernafasan terapi pernafasan bertanggung jawab untuk menangani ventilator, tetapi perawat tetap harus menyadari model dan level bantuan bagi pasien. Pengaturan ventilator harus sering dievaluasi berdasarkan respon pasien, diantaranya yaitu :

a. Fraksi Oksigen Inspirasi (F_{iO_2})

Pada awal pemasangan ventilator pasien mendapatkan F_{iO_2} kadar tinggi yaitu lebih dari 60 %, perubahan nilai F_{iO_2} selanjutnya diatur berdasar nilai GDA dan S_{pO_2} . Nilai F_{iO_2} disesuaikan untuk menjaga agar nilai $S_{pO_2} > 90$ % karena jika F_{iO_2} terlalu tinggi akan mengakibatkan toksisitas.

b. Frekuensi Pernapasan (*Rate*)

Jumlah pernafasan permenit yang diberikan kepada pasien harus sesuai dengan kebutuhan pasien, pada pasien stabil bisa dimulai 8–12x/menit. Pada jenis ventilator tertentu setiap merubah

frekuensi nafas mak dengan sendirinya akan ikut merubah I : E rasio.

c. Volume Tidal (*TV*)

Adalah jumlah udara yang masuk paru-paru dalam satu kali inspirasi, untuk setting awal 6-8 ml/ kg BB.

d. Aliran Puncak

Yaitu tekanan tertinggi di dalam paru ketika ventilator memberikan volume atau tekanan ke dalam ruang paru. Yang menyebabkan adalah secret pada bronkus, spasme bronkus, akumulasi air di dalam ETT atau *tubbing*.

e. Limit Tekanan

Yaitu tekanan tertinggi di dalam paru ketika ventilator memberikan volume atau tekanan ke dalam ruang paru. Yang menyebabkan adalah secret pada bronkus, spasme bronkus, akumulasi air di dalam ETT atau *tubbing*.

f. Tekanan Akhir ekspiratori Positif (*PEEP*)

Adalah sejumlah tekanan yang disisakan oleh ventilator disaat akhir ekspirasi pasien. Tujuannya untuk membuat alveolus tetap terbuka. Besarnya tekanan PEEP bisa dimulai dari 5-20 cmH₂o.

g. *Trigger Sensitivity*

Semakin tinggi nilainya atau semakin positif nilainya maka semakin mudah mesin memberikan bantuan ventilasi. penentuan nilai picuan berkisar antara 2 sampai -20 cmH₂o.

8. Sistem Alarm

Ventilator digunakan untuk mendukung hidup. Sistem alarm perlu untuk mewaspadaikan perawat tentang adanya masalah. Alarm tekanan rendah menandakan adanya pemutusan dari pasien (ventilator terlepas dari pasien), sedangkan alarm tekanan tinggi menandakan adanya peningkatan tekanan, misalnya pasien batuk, cubing tertekuk, terjadi *fighting*, dll. Alarm volume rendah menandakan kebocoran. Alarm jangan pernah diabaikan tidak dianggap dan harus dipasang dalam kondisi siap.

9. Pelembaban dan Suhu

Ventilasi mekanis yang melewati jalan nafas buatan meniadakan mekanisme pertahanan tubuh untuk pelembaban dan penghangatan. Dua proses ini harus digantikan dengan suatu alat yang disebut *humidifier*. Semua udara yang dialirkan dari ventilator melalui air dalam humidifier dihangatkan dan dijenuhkan. Suhu udara diatur kurang lebih sama dengan suhu tubuh. Pada kasus hipotermi berat, pengaturan suhu udara dapat ditingkatkan. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan luka bakar pada trachea dan bila suhu terlalu rendah bisa mengakibatkan kekeringan jalan nafas dan sekresi menjadi kental sehingga sulit dilakukan penghisapan.

10. Fisiologi Pernapasan Ventilator

Pada pernafasan spontan inspirasi terjadi karena diafragma dan otot intercostalis berkontraksi, rongga dada mengembang dan terjadi tekanan negatif sehingga aliran udara masuk ke paru,

sedangkan fase ekspirasi berjalan secara pasif. Pada pernafasan dengan ventilator, ventilator mengirimkan udara dengan memompakan ke paru pasien, sehingga tekanan sselama inspirasi adalah positif dan menyebabkan tekanan intra thorakal meningkat. Pada akhir inspirasi tekanan dalam rongga *thorax* paling positif.

11. Efek Ventilator

Akibat dari tekanan positif pada rongga *thorax*, darah yang kembali ke jantung terhambat, venous return menurun, maka *cardiac output* juga menurun. Bila kondisi penurunan respon simpatis (misalnya karena hipovolemia, obat dan usia lanjut), maka bisa mengakibatkan hipotensi. Darah yang lewat paru juga berkurang karena ada kompresi microvaskuler akibat tekanan positif sehingga darah yang menuju atrium kiri berkurang, akibatnya *cardiac output* juga berkurang. Bila tekanan terlalu tinggi bisa terjadi gangguan oksigenasi. Selain itu bila volume tidal terlalu tinggi yaitu lebih dari 10-12 ml/kg BB dan tekanan lebih besar dari 40 CmH₂O, tidak hanya mempengaruhi *cardiac output* (curah jantung) tetapi juga resiko terjadinya *pneumothorax*.

Efek pada organ lain adalah akibat *cardiac output* menurun; perfusi ke organ-organ lainpun menurun seperti hepar, ginjal dengan segala akibatnya. Akibat tekanan positif di rongga *thorax* darah yang kembali dari otak terhambat sehingga tekanan intrakranial meningkat.

12. Komplikasi Ventilator

Ventilator adalah alat untuk membantu pernafasan pasien, tapi bila perawatannya tidak tepat, menimbulkan komplikasi seperti:

a. Pada paru

- 1) Baro trauma: *tension pneumothorax*, *empisema sub cutis*, emboli udara vaskuler
- 2) Atelektasis/*kolaps alveoli diffuse*
- 3) Infeksi paru
- 4) Keracunan oksigen
- 5) Jalan nafas buatan: king-king (tertekuk), terekstubasi, tersumbat.
- 6) Aspirasi cairan lambung
- 7) Tidak berfungsinya penggunaan ventilator
- 8) Kerusakan jalan nafas bagian atas

b. Pada sistem kardiovaskuler

Hipotensi, menurunnya *cardiac output* dikarenakan menurunnya aliran balik vena akibat meningkatnya tekanan intra *thorax* pada pemberian ventilasi mekanik dengan tekanan tinggi.

c. Pada sistem saraf pusat

1) Vasokonstriksi cerebral

Terjadi karena penurunan tekanan CO₂ arteri (PaCO₂) dibawah normal akibat dari hiperventilasi.

2) Oedema cerebral

Terjadi karena peningkatan tekanan CO₂ arteri diatas normal akibat dari hipoventilasi.

3) Peningkatan tekanan intra kranial

4) Gangguan kesadaran

5) Gangguan tidur.

d. Pada sistem *gastrointestinal*

1) Distensi lambung, illeus

2) Perdarahan lambung.

e. Gangguan psikologi

13. Prosedur Pemberian Ventilator

Sebelum memasang ventilator pada pasien. Lakukan tes paru pada ventilator untuk memastikan pengesetan sesuai pedoman standar.

Sedangkan pengesetan awal adalah sebagai berikut:

a. Fraksi oksigen inspirasi (FiO₂) 100%

b. Volume Tidal: 6-8 ml/kg BB

c. Frekwensi pernafasan: 8 - 12 kali/menit

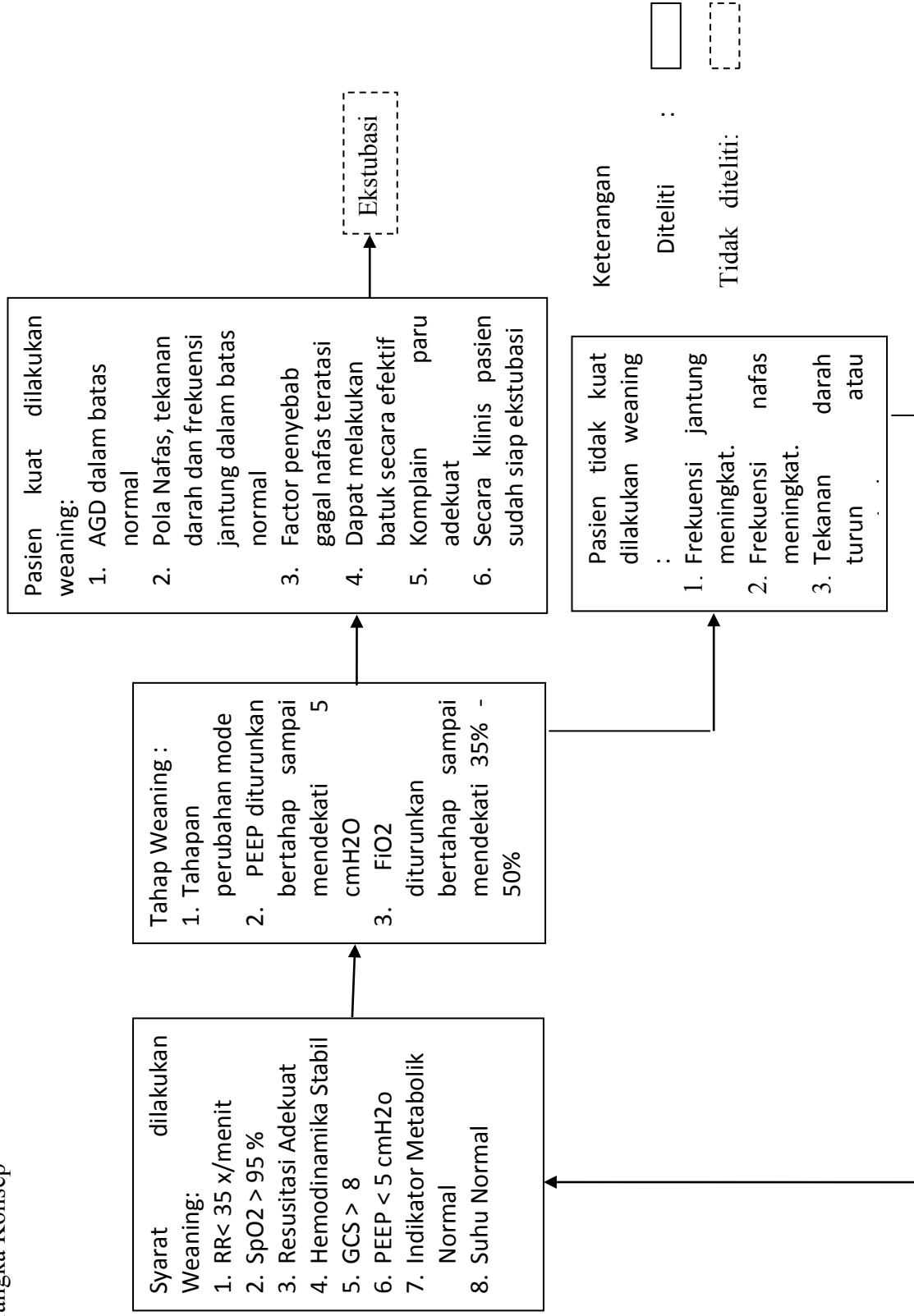
d. Aliran inspirasi: 40-60 liter/detik

e. PEEP (*Positive End Expiratory Pressure*) atau tekanan positif

akhir ekspirasi: 5-20 Cm H₂O, ini diberikan pada pasien yang mengalami oedema paru dan untuk mencegah atelektasis.

Pengasetan untuk pasien ditentukan oleh tujuan terapi dan perubahan pengasetan ditentukan oleh respon pasien yang ditunjukkan oleh hasil analisa gas darah (*Blood Gas*).

2.2 Kerangka Konsep



Penjelasan Skema kerangka konsep :

Pasien yang terpasang ventilator jika sudah memenuhi kriteria untuk dilakukan weaning maka harus segera di weaning dengan beberapa tahapan dan jika pasien saat dalam proses weaning dinyatakan berhasil maka pasien bisa di ekstubasi tetapi jika pasien tidak memenuhi kriteria saat weaning maka pasien harus dikembalikan ke mode awal pasien.

II.5 Hipotesis Penelitian

Terdapat hubungan antara proses *weaning* dengan keadekuatan pernafasan pasien yang terpasang ventilator di Ruang ICU RSUD Haji Surabaya.