

38

Ventilasi Mekanik Pada Neonatus

Waktu

Pencapaian kompetensi:

Sesi di dalam kelas	: 2 x 60 menit (<i>classroom session</i>)
Sesi dengan fasilitasi pembimbing	: 2 x 60 menit (<i>coaching session</i>)
Sesi praktik dan pencapaian kompetensi	: 12 minggu (<i>facilitation and assessment</i>)

Tujuan Umum

Setelah mengikuti modul ini peserta didik dipersiapkan untuk memiliki keterampilan dalam menggunakan ventilasi mekanik untuk tata laksana bayi baru lahir melalui pembahasan pengalaman klinis dengan didahului serangkaian kegiatan berupa *pretest*, diskusi, *roleplay*, dan berbagai penelusuran sumber pengetahuan.

Tujuan khusus

Setelah mengikuti modul ini peserta didik akan memiliki kemampuan untuk:

1. Memahami prinsip dasar ventilasi mekanik
2. Mengetahui tujuan penggunaan ventilasi mekanik
3. Memahami parameter-parameter yang digunakan dalam mengatur ventilasi mekanik
4. Mengetahui indikasi ventilasi mekanik
5. Mengenali berbagai modus ventilasi dalam ventilasi mekanik dan mampu menerapkannya sesuai kondisi pasien
6. Mengetahui prinsip ekstubasi dan masalah yang umum dihadapi

Strategi pembelajaran

Tujuan 1. Memahami prinsip dasar ventilasi mekanik

Untuk mencapai tujuan ini maka dipilih metode pembelajaran berikut ini:

- *Interactive lecture*
- *Small group discussion*
- *Peer-assisted learning (PAL)*
- *Computer-assisted learning*

Must to know key points:

- Compliance
- Resistensi
- Time constant

Tujuan 2. Mengetahui tujuan penggunaan ventilasi mekanik

Untuk mencapai tujuan ini maka dipilih metode pembelajaran berikut ini:

- *Interactive lecture*
- *Small group discussion*
- *Peer-assisted learning (PAL)*
- *Computer-assisted learning*

Must to know key points:

- Mencapai oksigen arteri dan kadar karbondioksida (CO₂) yang normal
- Meminimalkan usaha napas yang berat
- Mengoptimalkan rasa nyaman pada pasien

Tujuan 3. Memahami parameter-parameter yang digunakan dalam mengatur ventilasi mekanik

Untuk mencapai tujuan ini maka dipilih metode pembelajaran berikut ini:

- *Interactive lecture*
- *Small group discussion*
- *Peer-assisted learning (PAL)*
- *Computer-assisted learning*

Must to know key points:

- Positive End Expiratory Pressure (PEEP)
- *Peak Inspiratory Pressure (PIP)*
- *Tidal Volume*
- Waktu Inspirasi (TI) dan Ekspirasi (TE)
- Konsentrasi Oksigen Inspirasi (FiO₂)
- *Flow Rate*

Tujuan 4. Mengetahui indikasi ventilasi mekanik

Untuk mencapai tujuan ini maka dipilih metode pembelajaran berikut ini:

- *Interactive lecture*
- *Small group discussion*
- *Peer-assisted learning (PAL)*
- *Computer-assisted learning*

Must to know key points:

- Indikasi ventilasi mekanik pada bayi baru lahir
- Analisis gas darah dan keadaan klinis pasien

Tujuan 5. Mengenali berbagai modus ventilasi dalam ventilasi mekanik dan mampu menerapkannya sesuai kondisi pasien

Untuk mencapai tujuan ini maka dipilih metode pembelajaran berikut ini:

- *Interactive lecture*

- *Small group discussion*
- *Peer-assisted learning (PAL)*
- *Computer-assisted learning*

Must to know key points:

- Pedoman Umum Pengaturan Awal Ventilasi Neonatus
- Langkah penyesuaian setting ventilator
- Nasal CPAP (Nasal Continuous Positive Airway Pressure)
- Nasal IMV (Inflasi melalui CPAP nasal)
- IMV (Intermittent Mandatory Ventilation)
- SIMV (Synchronised Intermittent Mandatory Ventilation)
- Assist Control (AC)
- Volume Guarantee Ventilation (VG)

Tujuan 6. Mengetahui prinsip ekstubasi dan masalah yang umum dihadapi

Untuk mencapai tujuan ini maka dipilih metode pembelajaran berikut ini:

- *Interactive lecture*
- *Small group discussion*
- *Peer-assisted learning (PAL)*
- *Computer-assisted learning*

Must to know key points:

- Langkah-langkah ekstubasi pada neonatus
- Kendala yang dapat dihadapi saat ekstubasi

Persiapan sesi

- Materi presentasi:
 - Ventilasi mekanik pada bayi baru lahir
 - Slide
 1. : Pendahuluan
 2. : Prinsip dasar ventilasi mekanik
 3. : Tujuan ventilasi mekanik
 4. : Pedoman pengaturan parameter ventilator
 5. : Indikasi ventilasi mekanik
 6. : Modus ventilasi
 7. : Pedoman pengaturan awal ventilasi neonatus
 8. : Langkah penyesuaian setting ventilator
 9. : Weaning ventilasi
 10. : Ekstubasi dan masalahnya
 11. Kesimpulan
- Kasus:
 1. Kasus 1
 2. Kasus 2
 3. Kasus 3

- Sarana dan alat bantu latih:
 1. Penuntun belajar (*learning guide*) terlampir
 2. Tempat belajar (*training setting*): NICU

Kepustakaan

1. Unit koordinasi kerja pediatrik gawat darurat: Materi pelatihan dasar ventilator pediatrik. IDAI 2007.
2. Carlo WA, Ambalavanan M, Chatburn RL. Basic principles of mechanical ventilation. In: Donn SM, Sinha SK, editors. Manual of neonatal respiratory care. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, 2006.p.61-73.
3. Anonymous. The Royal Women's Hospital Intensive and Special Care Nurseries. Melbourne: Clinicians Handbook, 2006.p.66-86.
4. Donn SM, Sinha SK. Newer techniques of mechanical ventilation: an overview. Semin Neonatol 2002; 7: 401-7.
5. Attar MA, Donn SM. Mechanism of ventilation-induced lung injury in premature infants. Semin Neonatol 2002; 7: 353-60.
6. Carlo WA, Ambalavanan M, Chatburn RL. Ventilator parameter. In: Donn SM, Sinha SK, editors. Manual of neonatal respiratory care. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, 2006.p.81-5.
7. Rennie JM. Robertson's Textbook of Neonatology. 4th ed. London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.p.519-53.
8. Morley CJ. Continuous Positive Airway Pressure. In: Donn SM, Sinha SK, editors. Manual of neonatal respiratory care. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, 2006.p.183-90.
9. Cheema IU, Ahluwatia JS. Feasibility of Tidal Volume-Guided ventilation in newborn infants: A Randomized, Crossover Trial Using the Volume Guarantee Modality. Pediatrics 2001; 107: 1323-8.
10. Bancalari E. Chronic lung disease: clinical management. In: Donn SM, Sinha SK, editors. Manual of neonatal respiratory care. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, 2006.p.364-9.
11. Donn SM, Sinha SK. Weaning from assisted ventilation: Art or science? Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2000; 83: F64-70.
12. Anonymous. Neonatal pharmacopoeia. 2nd ed. Melbourne: Pharmacy Department The Royal Women Hospital, 2005. p 34-5.

Kompetensi

Memahami dan mampu menatalaksana bayi baru lahir dengan ventilasi mekanik

Gambaran umum

Angka kesintasan bayi baru lahir meningkat dengan adanya pemakaian ventilasi mekanik dan peralatan yang lebih baik. Pengaturan ventilasi mekanik yang optimal selayaknya dapat mengontrol pertukaran gas tanpa menyebabkan komplikasi. Bayi prematur mempunyai sistem pernapasan imatur, baik dari struktur maupun fungsinya, karena itu bayi prematur amat rentan terhadap komplikasi ventilator seperti pneumotoraks dan *bronchopulmonary dysplasia* (BPD).^{1,2,3}

Bayi baru lahir dapat mengalami gangguan pernapasan atau beberapa penyakit yang memerlukan penanganan dengan ventilasi mekanik, misalnya pada *Respiratory Distress*

Syndrome (RDS), BPD, *apnoe of prematurity*, aspirasi mekonium, pneumonia, atau kelainan kongenital. Pemakaian ventilasi mekanik bersifat individual dan berdasarkan patofisiologi dari penyakit yang mendasari.^{1,2,3}

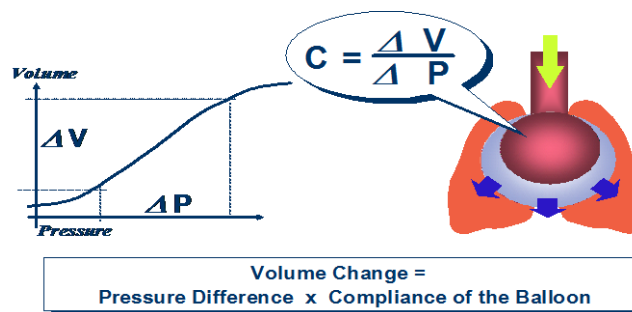
A. Memahami prinsip dasar ventilasi mekanik

Ventilasi yang adekuat sangat dipengaruhi oleh *compliance* dan resistensi.²

1. Compliance

Compliance mengukur elastisitas atau distensibilitas dari sistem respirasi (paru dan dinding dada) dan menggambarkan perubahan volume oleh karena perubahan tekanan. *Compliance* pada bayi berkisar antara 3-5 ml/cmH₂O/kg sedangkan pada bayi prematur dengan *Respiratory Distress Syndrome* antara 0,1-1 ml/cmH₂O/kg. *Compliance* yang rendah dijumpai pada pasien dengan paru yang kaku, misalnya pada RDS, hipoplasia paru, atelektasis paru, edema paru, dan pneumotoraks.²

$$Compliance = \frac{\text{Perubahan volume (ml)}}{\text{Perubahan tekanan (cmH}_2\text{O)}}$$



2. Resistensi

Pada resistensi, tekanan dibutuhkan untuk mengalirkan gas melalui saluran napas ke alveoli. Resistensi menggambarkan tekanan dibagi dengan aliran gas. Resistensi ditentukan oleh sifat dari saluran napas (panjang, diameter, cabang dan karakteristik permukaan) dan tipe dari *flow* (laminar atau turbulen). Bayi dengan paru normal, resistensi berkisar antara 25-50 cmH₂O/L/detik. Bayi dengan RDS, resistensi tidak terlalu berubah tetapi dapat mencapai 100 cmH₂O/L/detik pada pemakaian ETT yang kecil.²

$$Resistensi = \frac{\Delta Pressure}{\Delta Flow}$$

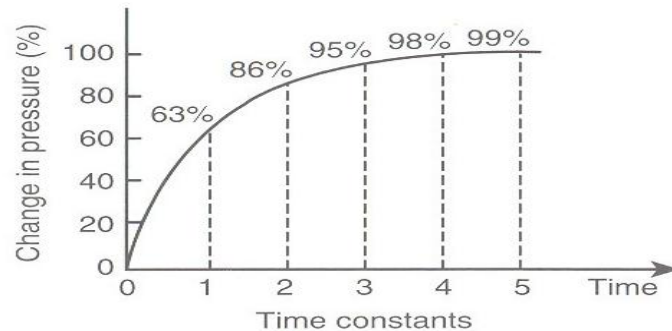
Tabel 1. Faktor yang mempengaruhi resistensi:

Fisiologi	Mekanik
<ul style="list-style-type: none"> • Saluran napas yang kecil • Spasme bronkus • PIE • Benda asing/obstruksi • Sekresi yang berlebihan • Traqueo bronkial malasia 	<ul style="list-style-type: none"> • Flow sensor • Ukuran ETT • Flow • Air di tubing • Katup ekspirasi dari ventilator

3. Time Constant

Time constant adalah waktu (dalam detik) yang dibutuhkan oleh tekanan (volume) alveolar untuk mencapai 63% perubahan tekanan udara. *Time constant* adalah *compliance* dikalikan resistensi. Bila *compliance* 0,002 L/cmH₂O dan resistensi 40 cmH₂O/L/detik maka didapatkan nilai *time constant* 0,002 L/ cmH₂O x 40 cmH₂O/L/detik = 0,080 detik. Kalkulasi dari *compliance* tidak dikoreksi berdasarkan berat badan. Waktu inspirasi dan ekspirasi komplit yang dibutuhkan sebanyak 3-5 kali *time constant*. Bila *time constant* 0,080 detik maka waktu inspirasi dan ekspirasi berkisar antara 0,24-0,4 detik. *Time constant* pendek pada RDS dan memanjang pada *compliance* tinggi (bayi besar yang parunya normal) atau pada resistensi tinggi (misalnya pada *chronic lung disease*).²

Bila waktu inspirasi terlalu pendek (kurang dari 3-5 kali *time constant*) akan mengakibatkan hiperkapnia dan hipoksemia. Bila waktu ekspirasi terlalu pendek (kurang dari 3-5 kali *time constant*) akan terjadi *gas trapping* sehingga mengakibatkan hiperkapnia dan menurunnya *cardiac output*.²



Gambar 1. *Time Constant*²

4. Hipoksemia

Patofisiologi hipoksemia pada bayi terjadi karena adanya ventilasi-perfusi *missmatch*, *shunt*, hipoventilasi dan gangguan difusi.²

B. Mengetahui tujuan penggunaan ventilasi mekanik

Ventilasi mekanik mempunyai tujuan untuk mencapai oksigen arteri dan kadar karbondioksida (CO₂) yang normal, meminimalkan usaha napas yang berat dan mengoptimalkan rasa nyaman pada pasien. Pertukaran gas pada ventilasi mekanik dipertahankan dengan meminimumkan kerusakan paru (kerusakan alveolar, edema, inflamasi, dan fibrosis paru), gangguan hemodinamik, dan efek samping lain seperti kerusakan syaraf.^{3,4} Ventilator menginduksi kerusakan paru dengan barotrauma (tekanan yang tinggi), volutrauma (volume yang besar), atelektrauma dan biotrauma (meningkatkan inflamasi).⁵

Tujuan di atas dapat dicapai dengan mengatur parameter pada ventilator:^{3,6}

- *PEEP (Positive End Expiratory Pressure)*
- *PIP (Peak Inspiratory Pressure)*
- *Ventilator Rate*
- *Inspiratory to Expiratory ratio (I:E)*

- FiO_2 (konsentrasi O_2 inspirasi)
- *Flow Rate*

C. Memahami parameter-parameter yang digunakan dalam mengatur ventilasi mekanik

1. *Positive End Expiratory Pressure (PEEP)*

PEEP adalah tekanan yang mendukung paru pada akhir ekspirasi. Tekanan ini sangat penting pada bayi yang mengalami atelektasis. PEEP yang optimal mencegah kolaps alveolar dan tidak menyebabkan overdistensi. PEEP meningkatkan *Functional Residual Capacity* (FRC) sehingga memperbaiki ratio ventilasi perfusi.

Peningkatan PEEP meningkatkan *Mean Airway Pressure* (MAP) sehingga meningkatkan PaO_2 . Penurunan PEEP pada bayi yang parunya sangat kaku akan menurunkan PaO_2 . Level PEEP yang dipakai biasanya 5-7 cmH_2O . PEEP yang tinggi dapat menyebabkan overdistensi sehingga menurunkan *compliance* paru, *tidal volume*, pengeluaran CO_2 dan curah jantung serta meningkatkan $PaCO_2$ sedangkan PEEP $<3 cmH_2O$ pada bayi prematur dapat mengakibatkan atelektasis.^{3,6}

2. *Peak Inspiratory Pressure (PIP)*

Peningkatan PIP akan menurunkan $PaCO_2$ dan meningkatkan MAP, sehingga meningkatkan PaO_2 . PIP yang terlalu tinggi menyebabkan barotrauma dan penurunan curah jantung. Bila memakai PIP $>30 cmH_2O$, perlu dipertimbangkan untuk pemakaian *high frequency oscillation*. PIP ditingkatkan bila paru tidak mengembang dan diturunkan bila paru overventilasi yaitu bila kadar $PaCO_2$ rendah ($<45 mmHg$) dan/atau *tidal volume* tinggi ($>5 ml/kg$).^{3,6}

3. *Tidal Volume*

$PaCO_2$ berhubungan dengan *tidal volume* dan ventilator *rate*. Semakin tinggi *tidal volume* semakin rendah CO_2 atau sebaliknya. *Tidal volume* normal berkisar antara 3,0 – 6,0 ml/kg . *Setting* awal *tidal volume* 4,5 ml/kg dan dapat ditingkatkan atau diturunkan sebanyak 0,5 ml/kg , tergantung kadar $PaCO_2$. Pada neonatus, bantuan pernapasan dengan tekanan lebih banyak dipakai daripada bantuan volume.

Pressure Gradient ($dp = PIP - PEEP$) menentukan *tidal volume* pada ventilator tekanan.^{1,3}

4. Waktu Inspirasi (TI) dan Ekspirasi (TE)

Nilai normal TI 0,3– 0,5 detik, nilai $<0,2$ atau $>0,7$ dapat berbahaya. Waktu inspirasi bayi prematur yang bernapas spontan dengan RDS adalah 0,3 detik. Bila waktu inspirasi lama, bayi akan ekspirasi melawan inflasi ventilator sehingga dapat terjadi pneumotoraks.

Nilai TI atau TE, harus berkisar antara 3-5x *time constant*. Peningkatan *rate* akan meningkatkan *minute volume* dan menurunkan $PaCO_2$, pengurangan *rate* akan mengurangi *minute volume* dan meningkatkan $PaCO_2$.²

Bayi prematur dengan paru yang kaku mempunyai TE pendek, biasanya $<0,3$ detik sehingga dapat diventilasi dengan *rate* 90x/menit. Bila parunya tidak kaku (misalnya: BPD, paru normal, HMD yang perbaikan, aspirasi mekonium), TE $<0,4$ detik dapat menyebabkan *air trapping*.^{2,3}

5. Konsentrasi Oksigen Inspirasi (FiO_2)

Kebutuhan O_2 bayi tergantung dari PaO_2 atau SpO_2 . Pada bayi prematur kadar PaO_2 yang ingin

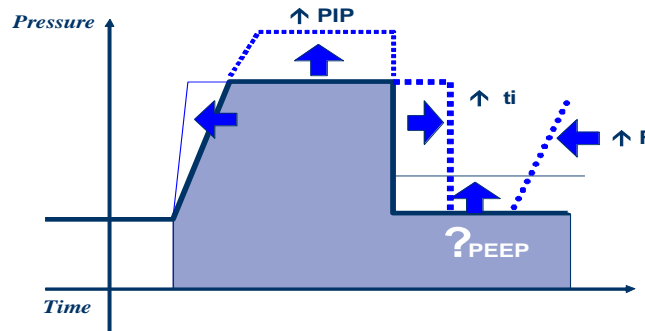
dicapai antara 50-80 mmHg dan kadar SpO₂ antara 88-92%. O₂ sangat toksik pada paru, khususnya FiO₂ >70%. Bila menggunakan FiO₂ yang tinggi coba untuk meninggikan MAP terlebih dahulu dengan meningkatkan PEEP, waktu inspirasi, PIP dan *Flow Rate* serta menurunkan waktu ekspirasi baru meninggikan O₂.³

6. *Flow Rate*

Flow yang cukup dibutuhkan untuk menghasilkan PIP dan gelombang ventilator normal. *Flow* 6-10 liter/menit cukup untuk rata-rata neonatus. *Flow* yang tinggi akan memperbaiki oksigenasi.³

Oksigenasi dapat ditingkatkan (diperbaiki) dengan:^{1,3}

- Meningkatkan FiO₂
- Meningkatkan MAP dengan meningkatkan PEEP, PIP, *Flow Rate*, TI, dan menurunkan TE, seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Kadar CO₂ dapat diturunkan dengan:³

- Meningkatkan *tidal volume*
- Meningkatkan *rate*
- Meningkatkan PIP
- Menurunkan PEEP

Tabel 2. Perubahan pada analisis gas darah dengan merubah *setting* ventilator^{6,7}

Masalah	Rate	PIP	PEEP	TI	FiO ₂
CO ₂ rendah	↓	↓	-	-	-
CO ₂ tinggi	↑	↑	↓	-	-
O ₂ rendah	-	↑	↑	↑	↑
O ₂ tinggi	-	↓	↓	-	↓

Tabel 3. Perubahan *setting* ventilator berdasarkan perubahan analisis gas darah⁷

PaO ₂	PaCO ₂	Perubahan <i>setting</i> ventilator
Rendah	Tinggi	↑PIP, ↑ <i>rate</i>
Rendah	Normal	↑FiO ₂ , ↑MAP tetapi pertahankan PIP (misalnya: ↑PEEP atau ↑TI)
Rendah	Rendah	↑FiO ₂ , ↑MAP
Normal	Tinggi	↓PEEP, ↑ <i>rate</i> , pertahankan MAP
Normal	Rendah	↓ <i>rate</i> , pertahankan MAP
Tinggi	Tinggi	cek ventilator: <i>tube</i> tersumbat, ↓PEEP, ↓TI, ↑ <i>rate</i> , ↓FiO ₂
Tinggi	Normal	↓MAP, ↓FiO ₂
Tinggi	Rendah	↓PIP, ↓ <i>rate</i> , ↓FiO ₂
Normal	Normal	Pertahankan <i>setting</i> kecuali jika ingin <i>weaning</i>

A. Mengetahui indikasi ventilasi mekanik

Indikasi ventilasi mekanik tergantung dari usia gestasi dan kondisi bayi. Indikasi ventilasi mekanik pada bayi baru lahir:³

1. Apnoe yang berat (yang memerlukan *bagging*), lebih dari 1 periode apnoe dalam 1 jam
2. Bila kadar PaCO₂ meningkat >60 mmHg, dengan pH <7.25 dan secara klinis terdapat perburukan
3. Bila kebutuhan oksigen (FiO₂) >60% dan bayi mengalami perburukan secara klinis
4. Bayi dengan usia gestasi <25 minggu.

Indikasi ventilasi mekanik tidak hanya berdasarkan hasil analisis gas darah saja tetapi juga dengan melihat kondisi klinis bayi.

B. Mengenali berbagai modus ventilasi dalam ventilasi mekanik dan mampu menerapkannya sesuai kondisi pasien

Modus ventilasi terdiri dari:^{3,4}

- CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure*)
- Nasal IMV (*Intermittent Mandatory Ventilation*) dan Nasal SIMV (*Synchronised Intermittent Mandatory Ventilation*)
- IMV (*Intermittent Mandatory Ventilation*)
- SIMV (*Synchronised Intermittent Mandatory Ventilation*)
- A/C atau SIPPV (*Assist Control* atau *Synchronised Intermittent Positive Pressure Ventilation*)
- *Volume Guarantee*
- PSV (*Pressure Support Ventilation* or *Inspiratory Termination*)
- HFO (*High Frequency Oscillation*)
- HFO + IMV (*High Frequency Oscillation + Intermittent Mandatory Ventilation*)

Pada makalah ini pembahasan lebih ditekankan kepada *basic ventilatory support*³

Modus Ventilator

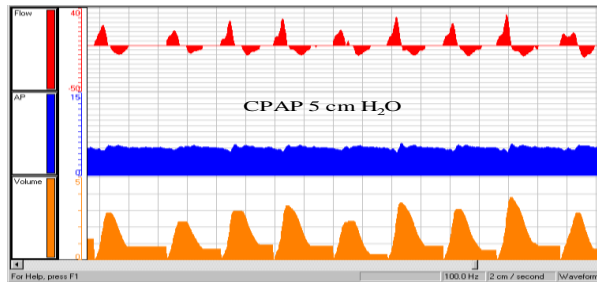
A. Nasal CPAP (Nasal Continuous Positive Airway Pressure)

Nasal CPAP adalah gas yang diberikan dengan tekanan rendah melalui hidung. Efek dari CPAP adalah meningkatkan volume paru dan *compliance*, mengatur pernapasan lebih teratur, *conserve surfactant*, menurunkan atelektasis, insiden apnoe, resistensi, *pulmonary oedema* dan reintubasi sesudah ekstubasi.

Indikasi pemakaian CPAP adalah segera setelah lahir pada bayi baru lahir dengan gangguan pernapasan, bayi dengan RDS, setelah ekstubasi, apnoe dan bradikardi berulang.^{3,8}

Setting CPAP

- Binasal *prongs* atau ET *tube* dapat digunakan untuk CPAP
- *Setting* PEEP: 4-10 cmH₂O tergantung dari beratnya gangguan respirasi
- Mulai dengan PEEP 6 cmH₂O
- PEEP tinggi (8 cmH₂O) digunakan pada bayi baru lahir yang mengalami kesulitan pernapasan saat lahir dan pada bayi yang retraksi atau membutuhkan FiO₂ >40%
- PEEP rendah (5 cmH₂O) digunakan pada *apnoe of prematurity*^{3,8}



CPAP gagal pada apnoe yang membutuhkan *bagging*, $\text{PaCO}_2 > 60 \text{ mmHg}$ dan $\text{FiO}_2 > 60\%$. CPAP endotracheal digunakan untuk periode yang singkat untuk melihat apakah bayi bernapas baik dan siap untuk diekstubasi. CPAP endotracheal dapat meningkatkan *work of breathing* dan bayi akan lelah.³

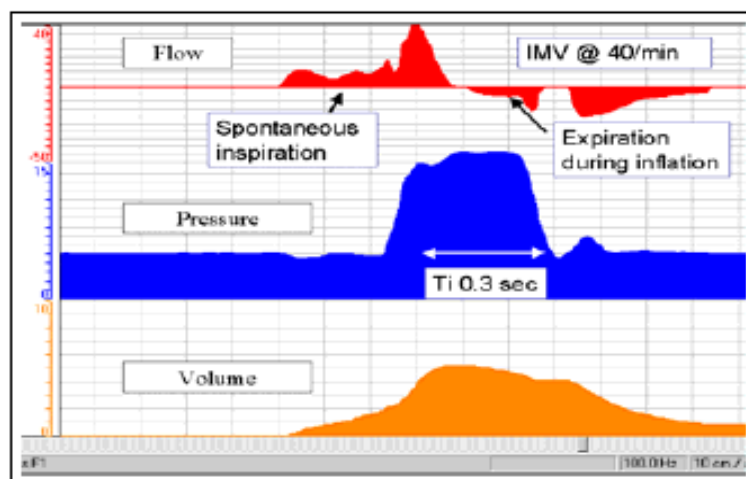
B. Nasal IMV (Inflasi melalui CPAP nasal)

Nasal IMV digunakan bila CPAP gagal dan intubasi tidak diinginkan (*undesirable*)

Setting nasal IMV menggunakan *rate* 20x/ menit, PIP 20 cmH_2O , PEEP tergantung kondisi bayi dan *flow* harus cukup untuk mencapai PIP.³ Nasal SIMV dapat digunakan pada saat pasca ekstubasi untuk mencegah kegagalan ekstubasi.

C. IMV (Intermittent Mandatory Ventilation)

Pada modus ini pasien diventilasi sesuai dengan *setting* pada ventilator. Bayi tidak mentrigger inflasi. Pada modus IMV, PIP dan PEEP diset dan dibatasi serta *rate*, TI dan TE dikontrol. Modus ini sebaiknya tidak dipakai karena bayi akan bernapas tidak sesuai dengan ventilator. Hal ini dapat menyebabkan pneumotoraks dan perdarahan intraventrikular. IMV digunakan bila ventilator tidak mempunyai modus *trigger* dan banyak digunakan untuk ventilator transport. *Rate* ventilator dan bayi dapat disesuaikan dengan menggunakan *rate* $> 60\text{x}/\text{menit}$.^{3,4}



Trigger ventilator

Pada ventilator modern umumnya menggunakan *trigger flow/volume* dari sensor *flow* pada wye piece. Ventilator mendeteksi volume inspirasi bayi (minimal 0,2 ml) dan mentrigger inflasi.

Keterlambatan dari onset bayi mulai bernapas dan ventilator mulai melakukan inflasi kira-kira \pm 35 msec.

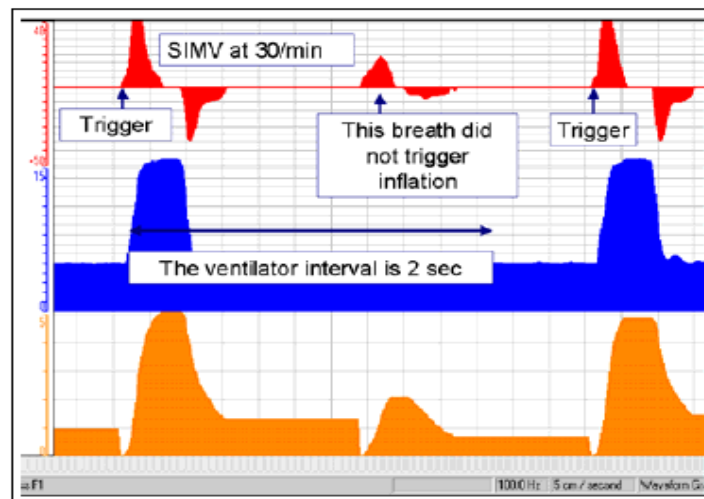
Ada 2 modus yang menggunakan ventilasi *trigger*: SIMV dan *Assist Control* (AC).^{3,4}

D. SIMV (Synchronised Intermittent Mandatory Ventilation)

Ventilator memberikan inflasi sesuai dengan inspirasi bayi pada *rate* yang diset. Jumlah dari TI dan TE adalah interval ventilator (TI + TE, misalnya: 0,3 + 0,7 = 1 detik = rate 60 x/menit).³

Inspirasi spontan pertama dapat *mentrigger* ventilator untuk memberikan inflasi selama TI. Bila bayi tidak bernapas atau *mentrigger* ventilator, maka ventilator melakukan inflasi sama dengan *rate* yang diset. Bila bayi bernapas spontan ekstra (bayi bernapas melebihi dari *rate* ventilator) maka bayi bernapas dengan CPAP ET. Misalnya *rate* ventilator 40x/menit, bayi 60x/menit maka *rate* bayi yang tidak *disupport* ventilator (bernapas dengan ET CPAP) sebanyak $60-40=20$ x/menit.³

SIMV sebaiknya tidak digunakan pada bayi yang memerlukan ventilasi maksimal. SIMV dapat *diweaning* dengan mengurangi *rate* ventilator. SIMV dengan *rate* <30x/menit, sebaiknya jangan digunakan karena bayi bernapas terutama dengan CPAP ET.³ Modus SIMV terdiri dari SIMV dengan *pressure control*, SIMV dengan *volume control*, dan SIMV dengan *volume guarantee*.

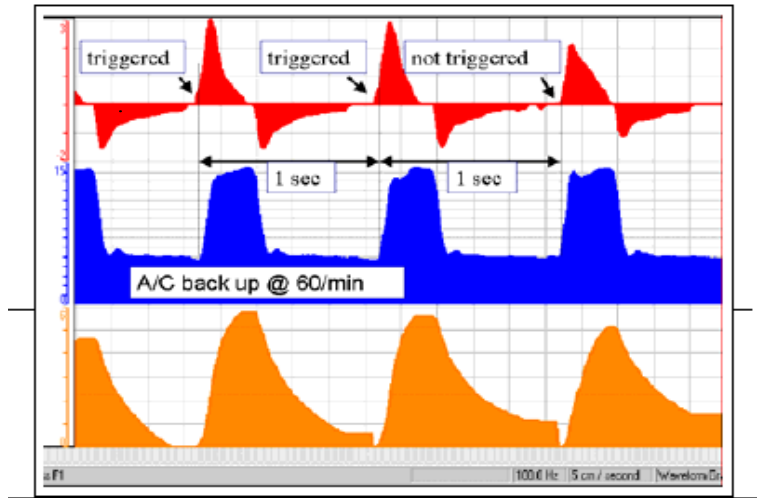


E. Assist Control (AC)

Assist control disebut juga dengan SIPPV (*Synchronised Intermittent Positive Pressure Ventilation*). Modus ini merupakan cara yang utama dipakai sampai bayi *diweaning*. Seluruh pernapasan bayi dapat *mentrigger* ventilator untuk memberikan inflasi bila di atas *trigger threshold* (0,2 ml). Bila bayi tidak bernapas, ventilator memberikan inflasi sesuai dengan *rate* yang diset.^{3,4}

Bayi dapat *mentrigger* inflasi melebihi dari *rate* yang diset. Misalnya bayi bernapas 100 x/menit, set *rate* ventilator 60x/menit maka ventilator akan memberikan inflasi 100x/menit, sesuai dengan pernapasan bayi. Bila bayi tidak bernapas maka ventilator akan memberikan inflasi ke bayi sebanyak 60x/menit.³

Pada modus ini ventilator dapat *diweaning* dengan menurunkan *pressure* (tekanan). Pengurangan *rate* tidak mengurangi inflasi kecuali bayinya apnoe.³ Modus AC terdiri dari AC dengan *pressure control*, AC dengan *volume control*, dan AC dengan *volume guarantee*



Dari penelitian metaanalisis keuntungan AC atau SIMV adalah berkurangnya lama pemakaian ventilator, menurunkan insiden BPD, menurunkan perdarahan intrakranial dan menurunkan insiden pneumotoraks.⁷

F. Volume Guarantee Ventilation (VG)

Tujuan modus ini untuk memastikan ventilator memberikan *tidal volume* ekspirasi yang sesuai sehingga paru tidak terlalu overdistensi yang dapat menyebabkan barotrauma, atau tidal volume tidak terlalu rendah yang dapat menyebabkan *under ventilation*. VG dapat digunakan pada modus *trigger* SIMV, A/C dan PSV.^{3,4}

Tidal volume ekspirasi diset dengan 3-6 ml/kg. Ventilator merubah PIP dari satu inflasi ke inflasi lain untuk mengoptimalkan set *tidal volume* ekspirasi. Perubahan PIP dari satu inflasi ke inflasi lain tidak lebih dari 3 cmH₂O. Maximum PIP dapat dibatasi dengan set PIP. Bila set PIP tidak cukup untuk mencapai set *tidal volume* ventilator akan menunjukkan alarm dengan “*low tidal volume*”.

Bila *tidal volume* lebih rendah dari *tidal volume* yang diset oleh karena bayi berhenti bernapas atau paru perburukan maka PIP akan meningkat sampai *tidal volume* yang diset tercapai. Bila tidal volume lebih tinggi dari tidal volume yang diset oleh karena bayi bernapas atau parunya perbaikan maka PIP akan menurun sampai *tidal volume* yang diset tercapai.

Trigger inflasi menetapkan PIP dengan menggunakan *tidal volume* ekspirasi dari *trigger* inflasi sebelumnya. Bila volume inspirasi menempati >130% dari set tidal volume maka inflasi ventilator distop.³ Modus ini cukup stabil digunakan karena dapat menggunakan set PIP yang lebih rendah untuk mencapai set *tidal volume* yang diinginkan.⁹

Pedoman Umum Pengaturan Awal Ventilasi Neonatus

Pedoman umum pengaturan awal ventilasi neonatus dapat dilakukan dengan cara:^{1,7}

1. Mulai dengan modus AC
 - a. FiO₂ ≥50%
 - b. Rate 40-60x/menit
 - c. PIP 12-16 cmH₂O
 - d. PEEP 4-5 cmH₂O, TI = 0,3 detik (0,3-0,5 detik)
 - e. I : E = 1 : 1 sampai 1 : 2

2. Pantau: sianosis, pengembangan dada, perfusi dan suara napas.
3. Bila ventilasi tidak adekuat naikkan PIP 1 cmH₂O sampai suara napas di kedua lapangan paru terdengar adekuat dengan stetoskop
4. Bila oksigenasi buruk, naikkan FiO₂ 5%, evaluasi tiap 1 menit sampai sianosis hilang
5. Lakukan analisis gas darah
6. Lakukan penyesuaian ventilator selanjutnya.

Langkah penyesuaian setting ventilator

Langkah penyesuaian setting ventilator setelah ada hasil analisis gas darah:^{1,7}

1. Oksigenasi
 - a. PaO₂ <50 mmHg
 - i. Tingkatkan FiO₂ atau PEEP
 - ii. Pertimbangkan *surfactant* bila diduga ada *Respiratory Distress Syndrome*
 - iii. Bila PaCO₂ >50 mmHg, PIP mungkin perlu ditingkatkan
 - b. PaO₂ 50-80 mmHg
 - i. Pertahankan parameter ventilator
 - ii. Analisis gas darah 1-2 jam kemudian
 - c. PaO₂ >80 mmHg
 - i. Turunkan FiO₂ sebanyak 3-5% sampai FiO₂ <40% kemudian turunkan PEEP bertahap, 1 cmH₂O tiap 3-4 jam
 - ii. FiO₂ dan PEEP secara bergantian dapat diturunkan
2. Ventilasi
 - a. PaCO₂ >50 mmHg
 - i. Tingkatkan PIP (Permissive hypercapnia diperbolehkan untuk menghindari volume dan pressure trauma)
 - ii. Ulangi analisis gas darah dalam 30 menit
 - b. PaCO₂ 45-50 mmHg
 - i. Pertahankan
 - ii. Ulangi analisis gas darah 1-2 jam kemudian
 - c. PaCO₂ 35-45mmHg
 - i. Turunkan PIP 1 cmH₂O secara bertahap
 - ii. Bila PIP 16 cmH₂O, rubah ke mode SIMV dan lanjutkan *weaning*
 - d. PaCO₂ <30 mmHg
 - i. Turunkan PIP 2 cmH₂O
 - ii. Ulangi analisis gas darah 20-30 menit kemudian

Setting untuk ventilator volume

Setting untuk ventilator volume diatur dengan cara:^{1,7}

1. Atur volume tidal 4-6 ml/kg
2. Atur flow agar TI 0.25-0.4 detik
3. Target gas darah: pH 7.25-7.4, PaCO₂ 45-60 mmHg, PaO₂ 50-80 mmHg

Respiratory Distress Syndrome

Pada *Respiratory distress syndrome*:^{1,3}

1. *Surfactant* belum cukup dengan akibat *compliance* menurun dan FRC menurun
2. *Time constant* sangat pendek, yaitu 0.05-0.1 detik

3. Sangat rentan untuk terjadinya *bronchopulmonary dysplasia*

Tabel 4. Anjuran strategi pengaturan ventilator dan target gas darah yang akan dicapai:^{1,3}

Strategi	Target gas darah
<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi (=60x/menit) • PIP 15-20 cmH₂O, sesuaikan dengan pengembangan dada • PEEP sedang (4-5cmH₂O) • Ti 0.3-0.4 detik • FiO₂ 60-70% kemudian ↓ sampai <40% • Target saturasi 88-92% 	<ul style="list-style-type: none"> • pH 7.25-7.35 • PaO₂ 50-70 mmHg • PaCO₂ 45-55 mmHg

Bronchopulmonary Dysplasia

Pada Bronchopulmonary dysplasia dijumpai:^{1,10}

1. Lesi heterogen dengan gangguan pada saluran napas, alveolus dan pembuluh darah. Metaplasia epitel, hipertrofi otot saluran napas dan fibrosis parenkim sangat dominan.
2. Cenderung terjadi *air-trapping*, jadi dibutuhkan waktu inspirasi yang lebih panjang dengan konsekuensi frekuensi napas diperlambat. Hindarkan TI yang terlalu pendek karena dapat mengakibatkan maldistribusi O₂ inspirasi dan TI yang terlalu tinggi karena dapat meningkatkan risiko ruptur alveolus.
3. Bila untuk mempertahankan gas darah dibutuhkan pengaturan yang membahayakan, dapat diterapkan *permissive hypercapnia*.
4. Sering disertai hipertensi pulmonal, saturasi oksigen arteri harus dijaga.^{1,10}

Tabel 5. Anjuran strategi pengaturan ventilator dan target gas darah yang akan dicapai:^{1,3,10}

Strategi	Target gas darah
<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi rendah (=20-40x/menit) • PEEP sedang (5-6cmH₂O) • TI 0,4-0,7 detik • Gunakan PIP rendah untuk mencapai VT 3-5 ml/kg • Target saturasi 88-92% 	<ul style="list-style-type: none"> • pH 7.25-7.30 • PaO₂ 50-70 mmHg • PaCO₂ 55-70 mmHg

Refractory Apnea of Prematurity

Apnea pada bayi prematur dapat berulang dan biasanya terjadi pada usia gestasi di bawah 34 minggu. *Refractory apnea of prematurity*:^{1,3,7}

1. Terjadi akibat pengaruh sentral atau obstruksi atau campuran.
2. Bila persisten dan tidak responsif terhadap teofilin dapat diberi bantuan ventilator dengan *peak inspiratory pressure* minimal (13-15 cmH₂O) untuk mencapai pergerakan dada minimal. FiO₂ diberikan serendah mungkin (<25%).

Tabel 6. Anjuran strategi pengaturan ventilator dan target gas darah yang akan dicapai:^{1,3,7}

Strategi	Target gas darah
<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi rendah 10-15x/menit 	<ul style="list-style-type: none"> • pH 7.25-7.30

-
- PIP minimal (13-15 cmH₂O)
 - PEEP 4-5 cmH₂O
 - FiO₂ <25%
 - Target saturasi 88-92%
 - PaO₂ 50-70mmHg
 - PaCO₂ 55+mmHg
-

Weaning Ventilasi

Weaning ventilasi adalah usaha untuk menurunkan *setting* ventilator sehingga bayi dapat dilepas dari pemakaian ventilator. *Weaning* ventilasi dapat dilakukan dengan 3 cara:^{3,7}

Cara I. Ventilator di*weaning* dari AC ke SIMV dan kemudian ke CPAP³

- Modus AC dirubah ke SIMV bila: PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 35%, CO₂ baik
- Set modus SIMV dengan *rate* 50x/menit
- Turunkan *rate* SIMV sebesar 10x/menit sampai mencapai *rate* 30x/menit bila bayi bernafas baik.

Ekstubasi dilakukan bila:^{3,11}

- PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 40%, *rate* ≤ 30x/menit
- Morphine distop, bayi bernafas dengan baik dan spontan
- Switch ke ET CPAP selama berapa menit. Bila bayi bernafas baik dengan ET CPAP (RR bayi >30x/menit, *tidal volume* >3,5 ml/kg, saturasi oksigen dan denyut jantung baik) lakukan ekstubasi dengan nasal CPAP. Gunakan set PEEP terakhir pada ventilator atau CPAP 7 cmH₂O.
- Weaning dapat dilakukan setiap 4-6 jam.

Cara II. Ventilator di*weaning* dari AC langsung ke CPAP tanpa melalui SIMV^{3,7,11}

- AC di*weaning* ke ET CPAP bila PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 35%, *rate* AC 50x/menit dan morfin distop. Waktu *weaning* dengan ET CPAP sebaiknya beberapa menit
- Bila dengan ET CPAP bayi bernafas baik, bayi dapat diekstubasi ke nasal CPAP.
- Cara kedua lebih memperpendek waktu *weaning*.

Cara III. Ventilator di*weaning* dari IMV ke CPAP atau langsung dengan memberikan oksigen *head box*. Ekstubasi ke CPAP atau *head box* dilakukan bila PIP ≤ 15 cmH₂O, FiO₂ < 40%, *rate* ≤ 20 kali/menit, analisis gas darah dan klinis stabil.¹¹ *Weaning* dari IMV ke CPAP sudah jarang dilakukan.

C. Mengetahui prinsip ekstubasi dan masalah yang umum dihadapi

Pasca ekstubasi bayi baru lahir sebaiknya menggunakan NCPAP untuk mengurangi reintubasi kembali. Bayi prematur >1,5kg, *weaning* ke NCPAP biasanya berlangsung 12-24 jam. Bayi prematur <1kg, *weaning* dengan NCPAP dapat berlangsung beberapa minggu. Pada bayi <1,5kg dan usia gestasi <32 minggu, teofilin oral (5mg/kg/hari) atau kafein sitrat oral (5 mg/kg/hari) sebaiknya diberikan 12 jam sebelum ekstubasi untuk memperpendek waktu *weaning*. Obat ini meningkatkan usaha napas sentral, kontraktilitas otot dan daya tahan otot pernapasan.^{5,11} Penggunaan teofilin dan kafein belum rutin dilakukan oleh karena keamanan dan kemanjurannya masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Pemakaian rutin kortikosteroid sebelum ekstubasi sebaiknya dibatasi pada bayi yang mempunyai risiko tinggi terjadi edema dan obstruksi saluran napas misalnya pada bayi yang

mendapat intubasi berulang dan lama.¹¹ Deksametason IV atau oral untuk mencegah kegagalan ekstubasi dan stridor pasca ekstubasi dapat diberikan dengan dosis 0,25 mg/kg/kali, 3 kali/hari. Dosis terakhir diberikan satu jam sebelum ekstubasi.¹²

Bayi sebaiknya puasa 6 jam sebelum dan sesudah ekstubasi untuk mencegah aspirasi. Ekstubasi dilakukan bila setting ventilator minimal, elektrolit normal, AGD normal dan Hb > 13 g/dL. Pasca ekstubasi beri O₂ dengan kelembaban yang cukup, fisioterapi dan *suction* setiap 3-4 jam. Bayi sebaiknya dalam posisi *prone*.⁷

MASALAH EKSTUBASI

Masalah yang dapat dijumpai setelah ekstubasi:⁷

1. Stridor

Stridor jarang terjadi, berlangsung 1-24 jam setelah ekstubasi. Bila persisten dapat diberikan NCPAP dengan PEEP 6-10 cmH₂O. Bila perburukan reintubasi kembali dan pertahankan setting minimal 2-3 hari, kemudian ekstubasi kembali dengan pemberian deksametason (0,5mg/kg) selama 24 jam sebelum ekstubasi dan 24-48 jam setelah ekstubasi.

2. Lobar collapse

Pasca ekstubasi sering terjadi kollaps paru oleh karena sekresi cairan paru yang menyumbat bronkus. Ini dapat diatasi dengan fisioterapi dan sebaiknya dalam waktu 24 jam postekstubasi dilakukan Rontgen thoraks.

3. Kegagalan *weaning* dan ekstubasi yang berulang dapat disebabkan *laryngeal damage* (jarang terjadi), fungsi paru yang buruk dan *neurological problem* (misalnya perdarahan intrakranial).

Contoh kasus

STUDI KASUS: VENTILASI MEKANIK

Arahan

Baca dan lakukan analisa terhadap studi kasus secara perorangan. Bila yang lain dalam kelompok sudah selesai membaca, jawab pertanyaan dari studi kasus. Gunakan langkah dalam pengambilan keputusan klinik pada saat memberikan jawaban. Kelompok yang lain dalam ruangan bekerja dengan kasus yang sama atau serupa. Setelah semua kelompok selesai, dilakukan diskusi tentang studi kasus dan jawaban yang dikerjakan oleh masing-masing kelompok.

Studi kasus 1

Bayi T, usia 2 jam, lahir dengan usia gestasi 27 minggu, berat lahir 1170 g, diberikan ventilasi mekanik atas indikasi sindrom distres pernapasan.

Berikut adalah hasil analisa gas darahnya:

Arterial Blood Gases				Setings					Volumes		
pH	pCO ₂	pO ₂	bic	Pip/Peep	MAP	Rate	Ti	Te	O ₂	Vt	MV
7.51	26	200	19	25/5	12	60	0.3	0.6	80	9,8	0.58

Langkah tatalaksana:

Langkah 1: Turunkan Vt :

Menurunkan PIP → menurunkan MAP

Langkah 2: Turunkan FiO2

Studi kasus 2

Bayi T, usia 48 jam, lahir dengan usia gestasi 28 minggu, berat lahir 0,8 kg, diventilasi atas indikasi sindrom distress pernapasan.

Arterial Blood Gases				Setings					Volumes		
pH	pCO2	pO2	bic	Pip/Peep	MAP	Rate	Ti	Te	O2	Vt	MV
7.19	60	67	19	26/5	13	66	0.45	0.45	66	2.1	0.14

Langkah tatalaksana:

Langkah 1: Tingkatkan Vt :

- Meningkatkan PIP
- Menurunkan PEEP
→ MAP tetap konstan

Langkah 2: Tingkatkan Rate

→ Monitor flow tracing

Studi kasus 3

Bayi K, usia 10 jam, lahir dengan usia gestasi 26 minggu, berat lahir 0,7 kg, diintubasi dan diventilasi karena nilai Apgar yang buruk. Foto thoraks normal.

Arterial Blood Gases				Setings					Volumes		
pH	pCO2	pO2	bic	Pip/Peep	MAP	Rate	Ti	Te	O2	Vt	MV
7.35	40	67	20	22/3	6	23	0.5	2.1	35	7.9	0.18

**Langkah tatalaksana:**

Langkah 1: Turunkan Vt :

- Menurunkan PIP
→ MAP turun dan FiO2 meningkat

Langkah 2: Kompensasi untuk MV → tingkatkan Rate

→ Monitor flow tracing

Studi kasus 4

Bayi K, usia 35 minggu, lahir dengan usia gestasi 28 minggu, berat lahir 1180 g, diintubasi dan diventilasi karena BPD.

Arterial Blood Gases				Setings					Volumes		
pH	pCO ₂	pO ₂	bic	Pip/ Pee p	MA P	Rate	Ti	Te	O ₂	Vt	MV
7.25	70	67	23	20/5	10	30	0.5	0.7	35	7.2	0.28

Tujuan pembelajaran

Proses, materi, dan metoda pembelajaran yang telah disiapkan bertujuan untuk alih pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang terkait dengan pencapaian kompetensi dan keterampilan yang diperlukan dalam memberikan tata laksana ventilasi mekanik pada neonatus, seperti yang telah disebutkan di atas, yaitu:

1. Memahami prinsip dasar ventilasi mekanik
2. Mengetahui tujuan penggunaan ventilasi mekanik
3. Memahami parameter-parameter yang digunakan dalam mengatur ventilasi mekanik
4. Mengetahui indikasi ventilasi mekanik
5. Mengenali berbagai modus ventilasi dalam ventilasi mekanik dan mampu menerapkannya sesuai kondisi pasien
6. Mengetahui prinsip ekstubasi dan masalah yang umum dihadapi

Evaluasi

- Pada awal pertemuan dilaksanakan penilaian awal kompetensi kognitif dengan kuesioner 2 pilihan yang bertujuan untuk menilai sejauh mana peserta didik telah mengenali materi atau topik yang akan diajarkan.
- Materi esensial diberikan melalui kuliah interaktif dan *small group discussion* dimana pengajar akan melakukan evaluasi kognitif dari setiap peserta selama proses pembelajaran berlangsung.
- Membahas instrumen pembelajaran keterampilan (kompetensi psikomotor) dan mengenalkan penuntun belajar. Dilakukan demonstrasi tentang berbagai prosedur dan perasat untuk menatalaksana neonatus dengan ventilasi mekanik. Peserta akan mempelajari prosedur klinik beserta kelompoknya (*peer-assisted learning*) sekaligus saling menilai tahapan akuisisi dan kompetensi prosedur tersebut pada ventilator.
- Peserta didik belajar mandiri, bersama kelompok dan bimbingan pengajar/infrastruktur, baik dalam aspek kognitif psikomotor, maupun afektif. Setelah tahap akuisisi keterampilan, maka peserta didik diwajibkan untuk mengaplikasikan langkah-langkah yang tertera dalam penuntun belajar dalam bentuk *role play* diikuti dengan penilaian mandiri atau oleh sesama peserta didik (mengggunakan penuntun belajar).
- Setelah mencapai tingkatan kompeten pada model maka peserta didik akan diminta untuk

melaksanakan tata laksana neonatus dengan ventilasi mekanik melalui tahapan berikut:

1. Observasi prosedur yang dilakukan oleh instruktur
2. Menjadi asisten instruktur
3. Melaksanakan mandiri di bawah pengawasan langsung instruktur

Peserta didik dinyatakan kompeten untuk melaksanakan prosedur tatalaksana neonatus dengan ventilasi mekanik bila instruktur telah melakukan penilaian kinerja dengan menggunakan Daftar Tilik Penilaian Kinerja dan dinilai memuaskan.

- Penilaian kompetensi pada akhir proses pembelajaran:
 1. Ujian OSCE (K,P,A) dilakukan pada tahapan akhir pembelajaran oleh pendidik
 2. Ujian akhir stase, setiap divisi/unit kerja di sentra pendidikan

Instrumen penilaian

- **Kuesioner awal**

Instruksi: Pilih B bila pernyataan Benar dan S bila pernyataan Salah

.....

- **Kuesioner tengah**

MCQ

1. Kadar CO₂ dapat diturunkan dengan :
 - a. Meningkatkan *tidal volume*
 - b. Menurunkan *rate*
 - c. Menurunkan PIP
 - d. Meningkatkan PEEP
 - e. Semua benar
2. Indikasi ventilasi mekanik pada bayi prematur :
 - a. Bila kebutuhan oksigen FiO₂>40%
 - b. Pada bayi BPD dengan kadar PaCO₂ 60mmhg dan pH 7,25
 - c. Bayi dengan usia gestasi <25 minggu
 - d. Apneu berulang yang tidak memerlukan *bagging*
 - e. Bukan salah satu diatas
3. Masalah yang dapat dijumpai setelah ekstubasi :
 - a. Stridor
 - b. Lobar collapse
 - c. Fungsi paru yang memburuk
 - d. Masalah neurologik
 - e. Semua benar

Jawaban:

1. A
2. C
3. E

PENUNTUN BELAJAR (*Learning guide*)

Lakukan penilaian kinerja pada setiap langkah / tugas dengan menggunakan skala penilaian di bawah ini:	
1 Perlu perbaikan	Langkah atau tugas tidak dikerjakan secara benar, atau dalam urutan yang salah (bila diperlukan) atau diabaikan
2 Cukup	Langkah atau tugas dikerjakan secara benar, dalam urutan yang benar (bila diperlukan), tetapi belum dikerjakan secara lancar
3 Baik	Langkah atau tugas dikerjakan secara efisien dan dikerjakan dalam urutan yang benar (bila diperlukan)

Nama peserta didik	Tanggal
Nama pasien	No Rekam Medis

PENUNTUN BELAJAR VENTILASI MEKANIK						
No	Kegiatan / langkah klinik	Kesempatan ke				
		1	2	3	4	5
I	Menentukan keputusan penggunaan ventilasi mekanik					
1.	Berapa usia gestasi bayi?					
2.	Bagaimana kondisi klinisnya, apakah terdapat perburukan?					
3.	Apakah bayi mengalami apnoe berat (yang memerlukan <i>bagging</i>)? Berapa kali apnoe terjadi dalam 1 jam?					
4.	Bagaimana hasil analisa gas darahnya: nilai PaCO ₂ dan pH?					
5.	Berapa % FiO ₂ kebutuhan oksigen saat ini?					
6.	Bayi diputuskan untuk menggunakan ventilasi mekanik berdasarkan tidak hanya hasil analisa gas darah, tetapi juga dengan melihat kondisi klinis bayi. Berikut adalah kriterianya:					
	1 Apnoe yang berat (yang memerlukan <i>bagging</i>), lebih dari 1 periode apnoe dalam 1 jam					
	2 Kadar PaCO ₂ meningkat >60 mmHg, dengan pH <7.25 dan secara klinis terdapat perburukan					
	3 Kebutuhan oksigen (FiO ₂) >60% dan bayi mengalami perburukan secara klinis					
	4 Bayi dengan usia gestasi <25 minggu					
II	Memahami tujuan ventilasi mekanik					
1	Mencapai kadar oksigen kadar karbondioksida arteri yang normal					
2	Meminimalkan usaha napas yang berat					
3	Mengoptimalkan rasa nyaman pada pasien					

III	Mengatur ventilasi mekanik berdasarkan pedoman umum pengaturan awal ventilasi neonatus					
1	Mulai dengan modus AC <ul style="list-style-type: none"> a. $FiO_2 \geq 50\%$ b. Rate 40-60x/menit c. PIP 12-16 cmH₂O d. PEEP 4-5 cmH₂O, TI = 0,3 detik (0,3-0,5 detik) e. I : E = 1 : 1 sampai 1 : 2 					
2	Melakukan monitoring sianosis, pengembangan dada, perfusi, dan suara napas					
3	Bila ventilasi tidak adekuat PIP dinaikkan 1 cmH ₂ O sampai suara napas di kedua lapangan paru terdengar adekuat dengan stetoskop					
4	Bila oksigenasi buruk, FiO_2 dinaikkan 5%, evaluasi tiap 1 menit sampai sianosis hilang					
5	Lakukan analisis gas darah					
IV	Melakukan langkah penyesuaian <i>setting</i> ventilator selanjutnya					
	Langkah penyesuaian <i>setting</i> ventilator dilakukan setelah ada hasil analisis gas darah					
1	Oksigenasi <ul style="list-style-type: none"> a. $PaO_2 < 50$ mmHg <ul style="list-style-type: none"> i. Tingkatkan FiO_2 atau PEEP ii. Pertimbangkan surfactant bila diduga ada Respiratory Distress Syndrome iii. Bila $PaCO_2 > 50$ mmHg, PIP mungkin perlu ditingkatkan b. PaO_2 50-80 mmHg <ul style="list-style-type: none"> i. Pertahankan parameter ventilator ii. Analisis gas darah 1-2 jam kemudian c. $PaO_2 > 80$ mmHg <ul style="list-style-type: none"> i. Turunkan FiO_2 sebanyak 3-5% sampai $FiO_2 < 40\%$ kemudian turunkan PEEP bertahap, 1 cmH₂O tiap 3-4 jam ii. FiO_2 dan PEEP secara bergantian dapat diturunkan 					
2	Ventilasi <ul style="list-style-type: none"> a. $PaCO_2 > 50$ mmHg <ul style="list-style-type: none"> i. Tingkatkan PIP (Permissive hypercapnia diperbolehkan untuk menghindari volume dan pressure trauma) ii. Ulangi analisis gas darah dalam 30 menit b. $PaCO_2$ 45-50 mmHg <ul style="list-style-type: none"> i. Pertahankan ii. Ulangi analisis gas darah 1-2 jam kemudian c. $PaCO_2$ 35-45mmHg <ul style="list-style-type: none"> i. Turunkan PIP 1 cmH₂O secara bertahap ii. Bila PIP 16 cmH₂O, rubah ke mode SIMV dan lanjutkan weaning d. $PaCO_2 < 30$ mmHg 					

	i. Turunkan PIP 2 cmH ₂ O ii. Ulangi analisis gas darah 20-30 menit kemudian					
3	Setting untuk ventilator volume diatur dengan cara: a. Atur volume tidal 4-6 ml/kg b. Atur flow agar TI 0.25-0.4 detik c. Target gas darah: pH 7.25-7.4, PaCO ₂ 45-60 mmHg, PaO ₂ 50-80 mmHg					
V	Melakukan <i>weaning</i> ventilasi					
	Weaning ventilasi dapat dilakukan dengan 3 cara:					
1	Ventilator di <i>weaning</i> dari AC ke SIMV dan kemudian ke CPAP					
	<ul style="list-style-type: none"> • Modus AC dirubah ke SIMV bila: PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 35%, CO₂ baik • Set modus SIMV dengan <i>rate</i> 50x/menit • Turunkan <i>rate</i> SIMV sebesar 10x/menit sampai mencapai <i>rate</i> 30x/menit bila bayi bernafas baik • Weaning dapat dilakukan setiap 4-6 jam • Pindah ke ET CPAP selama berapa menit. 					
2	Ventilator di <i>weaning</i> dari AC langsung ke CPAP tanpa melalui SIMV					
	<ul style="list-style-type: none"> • AC di<i>weaning</i> ke ET CPAP bila PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 35%, <i>rate</i> AC 50x/menit dan morfin distop. Waktu <i>weaning</i> dengan ET CPAP sebaiknya beberapa menit 					
3	Ventilator di <i>weaning</i> dari IMV ke CPAP atau langsung dengan memberikan oksigen <i>head box</i>					
	<i>(weaning cara ini sudah jarang dilakukan)</i>					
VI	Melakukan ekstubasi					
1	Ekstubasi dilakukan bila: <ul style="list-style-type: none"> • PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 40%, <i>rate</i> ≤ 30x/menit • Analisis gas darah dan klinis stabil • Morfin dihentikan, bayi bernafas baik dan spontan 					
2	Langkah ekstubasi <ul style="list-style-type: none"> • Bila bayi bernapas baik dengan ET CPAP (RR bayi >30x/menit, <i>tidal volume</i> >3,5 ml/kg, saturasi oksigen dan denyut jantung baik) lakukan ekstubasi dengan nasal CPAP. Gunakan set PEEP terakhir pada ventilator atau CPAP 7 cmH₂O. 					

DAFTAR TILIK

Berikan tanda ✓ dalam kotak yang tersedia bila keterampilan/tugas telah dikerjakan dengan memuaskan, dan berikan tanda ✗ bila tidak dikerjakan dengan memuaskan serta T/D bila tidak dilakukan pengamatan	
✓ Memuaskan	Langkah/ tugas dikerjakan sesuai dengan prosedur standar atau penuntun
✗ Tidak memuaskan	Tidak mampu untuk mengerjakan langkah/ tugas sesuai dengan prosedur standar atau penuntun
T/D Tidak diamati	Langkah, tugas atau ketrampilan tidak dilakukan oleh peserta latih selama penilaian oleh pelatih

Nama peserta didik	Tanggal
Nama pasien	No Rekam Medis

DAFTAR TILIK VENTILASI MEKANIK				
No.	Langkah / kegiatan yang dinilai	Hasil penilaian		
		Memuaskan	Tidak memuaskan	Tidak diamati
I	Menentukan keputusan penggunaan ventilasi mekanik			
1.	Berapa usia gestasi bayi?			
2.	Bagaimana kondisi klinisnya, apakah terdapat perburukan?			
3.	Apakah bayi mengalami apnoe berat (yang memerlukan <i>bagging</i>)? Berapa kali apnoe terjadi dalam 1 jam?			
4.	Bagaimana hasil analisa gas darahnya: nilai PaCO ₂ dan pH?			
5.	Berapa % FiO ₂ kebutuhan oksigen saat ini?			
6.	Bayi diputuskan untuk menggunakan ventilasi mekanik berdasarkan tidak hanya hasil analisa gas darah, tetapi juga dengan melihat kondisi klinis bayi. Berikut adalah kriterianya:			
	1 Apnoe yang berat (yang memerlukan <i>bagging</i>), lebih dari 1 periode apnoe dalam 1 jam			
	2 Kadar PaCO ₂ meningkat >60 mmHg, dengan pH <7.25 dan secara klinis terdapat perburukan			

	3	Kebutuhan oksigen (FiO_2) >60% dan bayi mengalami perburukan secara klinis			
	4	Bayi dengan usia gestasi <25 minggu			
II	Memahami tujuan ventilasi mekanik				
1	Mencapai kadar oksigen kadar karbondioksida arteri yang normal				
2	Meminimalkan usaha napas yang berat				
3	Mengoptimalkan rasa nyaman pada pasien				
III	Mengatur ventilasi mekanik berdasarkan pedoman umum pengaturan awal ventilasi neonatus				
1	Mulai dengan modus AC <ol style="list-style-type: none"> $FiO_2 \geq 50\%$ Rate 40-60x/menit PIP 12-16 cmH₂O PEEP 4-5 cmH₂O, TI = 0,3 detik (0,3-0,5 detik) I : E = 1 : 1 sampai 1 : 2 				
2	Melakukan monitoring sianosis, pengembangan dada, perfusi, dan suara napas				
3	Bila ventilasi tidak adekuat PIP dinaikkan 1 cmH ₂ O sampai suara napas di kedua lapangan paru terdengar adekuat dengan stetoskop				
4	Bila oksigenasi buruk, FiO_2 dinaikkan 5%, evaluasi tiap 1 menit sampai sianosis hilang				
5	Lakukan analisis gas darah				
IV	Melakukan langkah penyesuaian <i>setting</i> ventilator selanjutnya				
	Langkah penyesuaian <i>setting</i> ventilator dilakukan setelah ada hasil analisis gas darah				
1	Oksigenasi <ol style="list-style-type: none"> PaO₂ <50 mmHg <ol style="list-style-type: none"> Tingkatkan FiO_2 atau PEEP Pertimbangkan surfactant bila diduga ada Respiratory Distress Syndrome Bila PaCO₂ >50 mmHg, PIP mungkin perlu ditingkatkan PaO₂ 50-80 mmHg <ol style="list-style-type: none"> Pertahankan parameter ventilator Analisis gas darah 1-2 jam kemudian PaO₂ >80 mmHg <ol style="list-style-type: none"> Turunkan FiO_2 sebanyak 3-5% sampai FiO_2 <40% kemudian turunkan PEEP bertahap, 1 cmH₂O tiap 3-4 jam FiO_2 dan PEEP secara bergantian dapat diturunkan 				
2	Ventilasi <ol style="list-style-type: none"> PaCO₂ >50 mmHg <ol style="list-style-type: none"> Tingkatkan PIP (Permissive hypercapnia diperbolehkan untuk 				

	<p>menghindarkan volume dan pressure trauma)</p> <p>ii. Ulangi analisis gas darah dalam 30 menit</p> <p>b. PaCO₂ 45-50 mmHg</p> <p>i. Pertahankan</p> <p>ii. Ulangi analisis gas darah 1-2 jam kemudian</p> <p>c. PaCO₂ 35-45mmHg</p> <p>i. Turunkan PIP 1 cmH₂O secara bertahap</p> <p>ii. Bila PIP 16 cmH₂O, rubah ke mode SIMV dan lanjutkan weaning</p> <p>d. PaCO₂ <30 mmHg</p> <p>i. Turunkan PIP 2 cmH₂O</p> <p>ii. Ulangi analisis gas darah 20-30 menit kemudian</p>			
3	Setting untuk ventilator volume diatur dengan cara:			
	d. Atur volume tidal 4-6 ml/kg			
	e. Atur flow agar TI 0.25-0.4 detik			
	f. Target gas darah: pH 7.25-7.4, PaCO ₂ 45-60 mmHg, PaO ₂ 50-80 mmHg			
V	Melakukan <i>weaning</i> ventilasi			
	Weaning ventilasi dapat dilakukan dengan 3 cara:			
1	Ventilator di <i>weaning</i> dari AC ke SIMV dan kemudian ke CPAP			
	<ul style="list-style-type: none"> • Modus AC dirubah ke SIMV bila: PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 35%, CO₂ baik • Set modus SIMV dengan <i>rate</i> 50x/menit • Turunkan <i>rate</i> SIMV sebesar 10x/menit sampai mencapai <i>rate</i> 30x/menit bila bayi bernafas baik • Weaning dapat dilakukan setiap 4-6 jam • Pindah ke ET CPAP selama berapa menit. 			
2	Ventilator di <i>weaning</i> dari AC langsung ke CPAP tanpa melalui SIMV			
	<ul style="list-style-type: none"> • AC di<i>weaning</i> ke ET CPAP bila PIP ≤ 16 cmH₂O, FiO₂ < 35%, <i>rate</i> AC 50x/menit dan morfin distop. Waktu <i>weaning</i> dengan ET CPAP sebaiknya beberapa menit 			
3	Ventilator di <i>weaning</i> dari IMV ke CPAP atau langsung dengan memberikan oksigen <i>head box</i>			
	(<i>weaning cara ini sudah jarang dilakukan</i>)			
VI	Melakukan ekstubasi			
1	Ekstubasi dilakukan bila:			

	<ul style="list-style-type: none"> • $PIP \leq 16 \text{ cmH}_2\text{O}$, $FiO_2 < 40\%$, $rate \leq 30x/\text{menit}$ • Analisis gas darah dan klinis stabil • Morfin dihentikan, bayi bernafas baik dan spontan 			
2	<p>Langkah ekstubasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bila bayi bernafas baik dengan ET CPAP (RR bayi $>30x/\text{menit}$, <i>tidal volume</i> $>3,5 \text{ ml/kg}$, saturasi oksigen dan denyut jantung baik) lakukan ekstubasi dengan nasal CPAP. Gunakan set PEEP terakhir pada ventilator atau CPAP $7 \text{ cmH}_2\text{O}$. 			
1	<p>Ekstubasi dilakukan bila:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $PIP \leq 16 \text{ cmH}_2\text{O}$, $FiO_2 < 40\%$, $rate \leq 30x/\text{menit}$ • Analisis gas darah dan klinis stabil • Morfin dihentikan, bayi bernafas baik dan spontan 			

<p>Peserta dinyatakan:</p> <p><input type="checkbox"/> Layak</p> <p><input type="checkbox"/> Tidak layak melakukan prosedur</p>	<p>Tanda tangan pembimbing</p> <p>(Nama jelas)</p>
--	--

PRESENTASI:

- Power points
- Lampiran (skor, dll)

Tanda tangan peserta didik

(Nama jelas)

<p>Kotak komentar</p>
