

PERBEDAAN PARAMETER KARDIOPULMONAL SETELAH TINDAKAN OPEN SUCTION

Muhamat Nofiyanto¹

¹STIKES Jenderal A. Yani Yogyakarta

ABSTRACT

Background: Endotracheal suctioning is often performed by nurses and beneficial for critically ill patients. Suctioning is essential for removing secretions, maintaining airway patency and prevent unexpected complications. Open suctioning is performed by disconnecting patients with the ventilator. Suctioning not only removed secretions in the airway but also oxygen. Suctioning must be done correctly, safely, effectively and efficiently to prevent unexpected events in critically ill patients.

Objective: This study aimed to determine differences on cardiopulmonary parameters after open suction in critically ill patients

Methods: The study design was comparatif cross sectional analytic approach, using one group pre test and post test. The sample of the research amounted to 34 people, using purposive sampling technique. Catheter size 14 Fr on ETT number 7 mm used in this research to performed endotracheal suctioning. Cardiopulmonary parameters (Heart rate/ HR, respiratory rate/RR, oxygen saturation/SpO₂, systolic blood pressure/ SBP and diastolic blood pressure/DBP) measured by pulse oxymeter and bedside monitor before suction and immediately thereafter.

Results: The results showed increase average heart rate 6.412 (from 106.62 into 113.03), Respiratory rate has increased 4.971 (from 20.62 into 25.59), SpO₂ decreased 1.68 (from 99.09 into 97.41), and systolic blood pressure increased 5.71 (from 118.29 into 124.00) after performed open suction. The results of paired t-test statistical analysis (for RR, HR) obtained $\alpha < 0.05$ (0.000), whereas *Wilcoxon* statistical analysis (for SpO₂, SBP) obtained $\alpha < 0.05$ (0.000 and 0.001). So it can be said that the difference cardiopulmonary parameters was statistically significant after performed open suction in critically ill patients.

Keywords: endotracheal suctioning, cardiopulmonary parameters, critically ill patients.

PENDAHULUAN

Pasien kritis memiliki penyakit berat atau cedera dengan penyulit yang mengancam nyawa dan dapat menimbulkan kematian dalam beberapa menit sampai beberapa hari. Pasien kritis memerlukan unit perawatan khusus yang disebut ruang intensif.⁽¹⁾ Intubasi *endotracheal* dan ventilator merupakan peralatan khusus yang tersedia di ruang perawatan intensif untuk membantu fungsi pernapasan pasien kritis. Setelah dilakukan Intubasi *endotracheal*, daerah sekitar jaringan pernapasan dan trakea teriritasi yang menyebabkan terjadinya reaksi inflamasi dengan memproduksi sekret berlebih.⁽²⁻⁶⁾

Akumulasi sekret di jalan napas jika tidak dikeluarkan dapat mengakibatkan gangguan pertukaran gas dan menjadi media pertumbuhan kuman.^(2,7-8) Berdasarkan kondisi tersebut, pasien kritis memerlukan tindakan

suction untuk mempertahankan kepatenan jalan napasnya dan mencegah komplikasi yang tidak diharapkan seperti *Ventilator Associated Pneumonia* (VAP).

Pasien kritis yang terpasang ventilator, tindakan *suction* sering dilakukan melalui jalan napas buatan (*suction endotracheal*). Tindakan yang masih sering dilakukan adalah *open suction*.⁽⁶⁾ *Suction endotracheal* merupakan standar perawatan pada pasien dengan ventilasi mekanik, meskipun demikian *guideline* terkait teknik dan waktu pelaksanaan untuk *suction* masih terbatas.⁽⁸⁻⁹⁾ Hal ini menyebabkan rentang variasi tindakan yang dilakukan setiap instansi berbeda-beda, seperti tindakan hiperoksigenasi, hiperinflasi dan *instilasi saline* saat melakukan tindakan *suction endotracheal*. Akibatnya, dampak yang ditimbulkan juga bervariasi setiap pasien.

Suction endotracheal pada pasien yang terpasang ventilator selain memiliki dampak yang berguna, tetapi juga memiliki beberapa resiko klinis yang harus diantisipasi untuk memaksimalkan manfaat intervensi dan meningkatkan keselamatan pasien kritis. *Suction endotracheal* dapat menyebabkan beberapa resiko klinis, yaitu: *hypoxemia*, trauma mekanik, dan bronkospasme.⁽⁵⁾ Praktik *suction endotracheal* berbeda-beda dalam hal teknik pengkajian pernapasan, pelaksanaan hiperoksigenasi, praktik kontrol infeksi, dan perhatian terhadap jenis ukuran *suction* serta tekanan negatif yang diberikan.⁽⁹⁻¹⁰⁾

Penelitian Tingay *et al.*⁽¹²⁾ menunjukkan beberapa resiko klinis dari tindakan *suction*, yaitu: berkurangnya *end-expiratory lung volume* dan volume tidal paru.⁽¹²⁾ Penelitian lain mendapatkan hasil tindakan *suction* dapat menurunkan saturasi oksigen. Hiperoksigenasi selama satu menit dapat mencegah desaturasi oksigen dari nilai awal 92,73% menjadi 95,56% ($p=0,015$) pada pengukuran 30 detik setelah *suction*.⁽¹¹⁾ *Suction* pada pasien kritis dapat menyebabkan distress pernapasan. Pada pasien dengan *coronary artery diseases* atau penurunan kontraktilitas umumnya tidak dapat mentoleransi kompensasi tersebut¹³.

Berdasarkan penelitian Briassoulis *et al.*⁽¹⁸⁾, *suction endotracheal* sistem terbuka terhadap pasien yang mendapatkan ventilasi mekanik dapat menyebabkan penurunan komplan paru dan tidal volume. Rata-rata komplan paru mengalami penurunan dari 15,6 mL/cm H₂O menjadi 14,7 mL/cm H₂O setelah tindakan *suction*. Tidal volume rata-rata turun dari 191 mL menjadi 186,9 mL. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan parameter kardiorpulmonal setelah dilakukan tindakan *open suction* pada pasien kritis yang terpasang ventilator.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 24 April sampai dengan 7 Juni 2013 di ruang GICU (*General Intensive Care Unit*) RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. Pene-

litian ini termasuk penelitian kuantitatif menggunakan *design* penelitian analitik komparatif berpasangan. Pendekatan yang digunakan adalah *one group pre test and post test*.⁽¹⁴⁾ Subjek pada penelitian ini dilakukan tindakan *open suction* menggunakan ukuran kateter *suction* 14 Fr. Parameter kardiorpulmonal yang diukur adalah frekuensi napas (RR), frekuensi jantung (HR), Tekanan darah (sistolik dan diastolik) dan saturasi oksigen. Parameter kardiorpulmonal sebelum tindakan *suction* (sebagai nilai dasar) dan segera setelah tindakan *suction* (sebagai nilai akhir). Kemudian rerata respon kardiorpulmonal dibandingkan antara sebelum dan setelah *suction* untuk mengetahui perbedaannya. Analisa data menggunakan uji T berpasangan untuk menguji perbedaan rerata RR, HR dan tekanan darah diastolik sebelum dan segera setelah tindakan *suction*. Uji *wilcoxon* digunakan untuk menganalisa perbedaan rerata saturasi oksigen dan tekanan darah sistolik.⁽¹⁵⁾

Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *non probability sampling* dengan metode *purposive sampling*. Kriteria inklusi yang digunakan pada penelitian ini antara lain: pasien dan atau keluarga menyetujui untuk dijadikan responden penelitian, pasien dengan kondisi hemodinamik stabil, saturasi oksigen pre *suction* $\geq 96\%$, usia 15-50 tahun laki-laki dan perempuan, mode ventilator *pressure support* dan CPAP, PEEP yang digunakan adalah 5-10 cmH₂O dan dengan FiO₂ dibawah 60%, terdapat sekret yang tidak sulit dikeluarkan atau tidak terlalu kental, pasien menggunakan ukuran ETT 7 mm. Kriteria eksklusi: pasien dengan penyakit paru (edema, COPD, emfisema), penyakit jantung, pasien dengan fraktur kosta atau kelemahan otot pernapasan, pasien mendapat mukolitik/ekspektoran, ETT mengalami "king-king"/penyempitan akibat digigit pasien. Besar sampel dalam penelitian ini 34 orang. Pelaksanaan tindakan *open suction* sesuai dengan SOP ruang GICU RSHS Bandung. Instrumen penelitian yang digunakan adalah bed side monitor, *pulse oksimeter* merek

Mihon Kohden dan lembar observasi nilai parameter kardiopulmonal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti melakukan *matching* dan restriksi terhadap responden sebagai upaya untuk meminimalkan pengaruh variabel perancu yang ada. Berbagai variabel perancu tersebut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi parameter kardiopulmonal. Hal tersebut diperkuat oleh Dharma⁽¹⁶⁾ bahwa restriksi dan *matching* merupakan langkah yang dapat dilakukan untuk mengendalikan variabel perancu supaya hasil penelitian bebas dari bias. Restriksi dilakukan dengan menetapkan kriteria inklusi eksklusi sedangkan proses *matching* peneliti lakukan melalui pemilihan pasien dengan karakteristik yang sama atau hampir sama yaitu dengan menyamakan mode dan setting ventilator, kondisi sekret yang tidak sangat kental dan tidak sulit dihisap, pemberi perlakuan dilakukan oleh orang yang sama dan dengan teknik *suction* yang sama menggunakan SOP Rumah Sakit Hasan Sadikin Bandung pada semua responden.

Pada penelitian ini responden dengan jenis penyakit bedah dan non bedah berjumlah sama. Masalah bedah yang dialami pasien adalah *craniotomy* dan laparotomi eksplorasi karena peritonitis, sedangkan masalah non bedah yang dialami pasien adalah stroke, sepsis dan *chronic kidney deases*. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan Higginson bahwa masalah yang paling sering terjadi dan mengancam nyawa pada pasien kritis adalah ketidakadekuatan jalan napas dan permasalahan fungsi pernapasan yang meliputi kasus kelemahan neurologi (cedera kepala, stroke), asthma, *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD), *apnoe*, dan *shock*.⁽⁷⁾ Semua responden dirujuk untuk dirawat di ICU dengan indikasi gagal napas (*respiratory failure*). Hal ini diperkuat oleh Fink *et al.*⁽¹³⁾ yang menyatakan bahwa gagal napas merupakan masalah utama yang menyebabkan pasien kritis dilakukan perawatan di ICU.

Karakteristik Responden

Karakteristik responden lebih detail dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Distribusi frekuensi karakteristik responden

Karakteristik	Jumlah (n=34)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	17	50
Perempuan	17	50
Umur		
15-20 tahun	1	2,9
21-30 tahun	5	14,5
31-40 tahun	14	41,3
41-50 tahun	14	41,3
Jenis Penyakit		
Bedah	17	50
Non bedah	17	50
Penggunaan Ventilator		
1 hari	5	14,7
2 hari	14	41,2
3 hari	15	44,1

Hasil yang didapatkan adalah jenis kelamin responden antara laki-laki dan perempuan adalah sama, masing-masing 17 orang (50%). Usia terbanyak responden berkisar antara umur 31-40 tahun dan 41-50 tahun, masing-masing sebanyak 14 orang (41,3 %). Jenis penyakit terbanyak responden adalah sama antara bedah dan non bedah, yaitu masing-masing 17 orang (50%). Lama hari penggunaan ventilator terbanyak adalah 3 hari, sebanyak 15 orang (44,1 %).

Perbedaan Rerata Parameter Kardiopulmonal

Perbedaan rerata frekuensi napas (RR), frekuensi nadi (HR) dan Tekanan darah diastolik sebelum dan segera setelah *suction*. Data berdistribusi normal, sehingga analisis data yang digunakan adalah uji T berpasangan, dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Perbedaan Rerata Nrekuensi napas (RR), Frekuensi Nadi (HR) dan Tekanan Darah Diastolik Sebelum dan Setelah *Suction*

Variabel	Rerata	Simpangan baku	Perbedaan Rerata ± simpangan baku	P Value
Frekuensi nafas (RR)				
Sebelum suction	20.62	± 7.612	4.971 ±4.138	0.000
Setelah suction	25.59	± 7.616		
Frekuensi Nadi (HR)				
Sebelum suction	106.62	± 16.226	6.412 ±5.004	0.000
Setelah suction	113.03	± 15.181		
Tekanan darah diastolik				
Sebelum suction	77.74	± 26.759	2.500 ±26.144	0.581
Setelah suction	75.24	± 12.322		

Data perbedaan rerata saturasi oksigen dan tekanan darah sistolik tidak berdistribusi normal sehingga analisis data yang digunakan adalah uji *wilcoxon*, dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Perbedaan Rerata Saturasi Oksigen (SpO₂) dan Tekanan Darah Sistolik Sebelum dan Setelah *Suction*

Variabel	Rerata	Simpangan baku	P Value
Saturasi oksigen (SpO₂)			
Sebelum <i>suction</i>	99.09	± 0.996	0.000
Setelah <i>suction</i>	97.41	± 0.988	
Tekanan darah sistolik			
Sebelum <i>suction</i>	118.29	± 14.509	0.001
Setelah <i>suction</i>	124.00	± 16.317	

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara RR (sebelum dan sesudah *suction*) dan HR (sebelum dan sesudah *suction*) dengan nilai *P-value* <0.05 yaitu masing-masing 0.000. hal ini berarti tindakan *suction* meningkatkan frekuensi napas dan frekuensi nadi pasien.

Hasil analisis untuk perbedaan tekanan darah sebelum dan sesudah *suction* didapatkan nilai *P-value* >0.05 (0.581), hal ini berarti bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna nilai tekanan darah diastolik antara sebelum dan segera setelah *suction*. Tindakan *suction* menurunkan tekanan darah diastolik pasien tetapi secara statistik penurunannya tidak bermakna/ signifikan.

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan *p-value* <0.05 (0.000), hal ini berarti bahwa ada perbedaan yang bermakna nilai saturasi oksigen antara sebelum dan segera setelah *suction*. Tindakan *suction* menurunkan saturasi oksigen pasien.

Hasil analisis perbedaan rerata tekanan darah sistolik menunjukkan *p-value* <0.05 (0.001), hal ini berarti bahwa ada perbedaan yang bermakna nilai tekanan darah sistolik antara sebelum dan segera setelah *suction*. Tindakan *suction* meningkatkan tekanan darah sistolik.

Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rerata parameter kardiopulmonal yang bermakna untuk HR, RR, SpO₂ dan tekanan darah sistolik antara sebelum dan segera setelah *suction* dengan *p value* berturut-turut 0.000; 0.000; 0.000 dan 0.001. Menurut penulis, hal tersebut terjadi karena berkurangnya aliran udara yang masuk ke dalam paru pasien akibat pemutusan bantuan ventilator. Sehingga pasien harus berusaha memenuhi kebutuhan oksigennya sendiri selama tindakan *suction*. Kondisi tersebut ditambah dengan tekanan negatif hisapan dari mesin *suction* yang mengakibatkan semakin berkurangnya tidal volume pasien.

Pasien akan berkompensasi dengan meningkatkan kerja napasnya untuk memenuhi kecukupan suplai oksigen. Hal itu diperkuat oleh penelitian Vanner and Bick⁽¹⁷⁾ yang mendapatkan hasil bahwa *suction* menggunakan ukuran 14 Fr pada ukuran ETT 7 mm menghasilkan tekanan trakeal sebesar -13 mmHg dan aliran udara yang terhisap sebesar 29,7 mmHg.

Kondisi penurunan suplai dan volume tidal pasien kritis dapat menyebabkan tekanan oksigen arteri, volume tidal dan kapasitas residual paru turun serta terjadi peningkatan tekanan karbondioksida (PaCO_2). Hal itu diperkuat oleh penelitian Briassoulis et al.⁽¹⁸⁾, yang menyatakan bahwa *suction endotrakeal* sistem terbuka terhadap pasien yang mendapatkan ventilasi mekanik dapat menyebabkan penurunan komplien paru dan tidal volume. Penelitian Lindgren⁽¹⁹⁾ tentang tekanan oksigen mendapatkan hasil bahwa kapasitas residual paru turun 58% dari nilai dasarnya setelah dilakukan tindakan *suction* terbuka, sedangkan tekanan oksigen arteri turun 59% dari nilai dasarnya. Heinze⁽²⁰⁾ dalam penelitiannya yang mendapatkan hasil nilai rata-rata PaCO_2 (tekanan parsial karbon dioksida) mengalami peningkatan dari 38,3 mmHg menjadi 39,1 mmHg setelah dilakukan tindakan *suction endotracheal* sistem terbuka. Berbagai kondisi tersebut mengakibatkan ketidakseimbangan antara oksigen dan karbondioksida, sehingga akan terjadi gangguan dalam proses difusi. Hal tersebut seperti yang dijelaskan oleh Alimul⁽²¹⁾ bahwa proses difusi akan terganggu jika tekanan dan konsentrasi oksigen terjadi perubahan. Ketidakseimbangan oksigen dan karbondioksida akibat terganggunya proses difusi akan mempengaruhi keseimbangan kurva disosiasi oksigen-hemoglobin. Hal ini seperti yang dikemukakan oleh McCance & Huether⁽²²⁾ bahwa pergeseran kurva ke arah kanan disebabkan oleh asidosis (pH yang rendah) dan hiperkapnea (peningkatan PaCO_2). Dalam jaringan, peningkatan ion CO_2 dan Hidrogen yang dihasilkan oleh aktivitas metabolik menurunkan daya ikat hemoglobin ter-

hadap oksigen. Pergeseran tersebut pada akhirnya menyebabkan desaturasi oksigen.

Peningkatan HR dan tekanan darah sistolik merupakan upaya kompensasi untuk memenuhi kecukupan oksigenasi jaringan. Peningkatan HR akan meningkatkan *cardiac output* guna mencukupi perfusi perifer. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa kondisi berkurangnya suplai oksigen dapat menstimulasi cabang simpatis sehingga menghasilkan epineprin dan norepineprin yang memicu pelepasan katekolamin dan akhirnya dapat meningkatkan *heart rate* dan kontraktilitas jantung.⁽²⁵⁻²⁶⁾ Peningkatan tersebut juga dikarenakan oleh adanya stimulus hisapan kateter *suction* yang merangsang reflek vagal. Kondisi ini akan meningkatkan aktivitas syaraf simpatik sehingga memicu terjadinya peningkatan tanda vital. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Rostrup⁽²³⁾ yang menyatakan bahwa kondisi hipoksemia akut dapat meningkatkan aktivitas saraf simpatik, memicu keluarnya hormon katekolamin, sehingga memicu vasokonstriksi regional. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zadeh et al.⁽²⁴⁾ bahwa kondisi desaturasi oksigen dapat meningkatkan laju pernapasan, denyut jantung, tekanan darah dan memicu vasodilatasi pembuluh darah yang masih normal terutama pada kasus *coronary artery diseases*.

KESIMPULAN

Tindakan *open suction* secara signifikan dapat merubah parameter kardiopulmonal pasien kritis, sehingga dalam melakukan *suction* pasien kritis yang terpasang ventilator perlu dipertimbangkan untuk menggunakan *closed suction*. Perawat perlu memperhatikan terkait jumlah dan kekenyalan sekret yang dihisap, menambah lamanya hiperoksigenasi sebelum dan setelah *suction* serta mempersingkat lama pemuatan dengan ventilator, frekuensi penghisapan dan tidak melakukan *instilasi normal saline* jika harus tetap menggunakan *open suction*.

KEPUSTAKAAN

1. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2006). *Standar Pelayanan Keperawatan di ICU*. Direktorat Keperawatan dan Keteknisian Medik: Direktorat Jenderal Pelayanan Medik.
2. Grap, M.J., & Puntillo, K.A. (2006). *Suctioning*. Critical Care Nursing Secret. 2nd ed. Philadelphia: Hanley & Belfus
3. Hudak, C.M., & Gallo, B.M. (2010). *Keperawatan Kritis: Pendekatan Holistik*. Alih bahasa: Allenidekania et al. Ed.6. Jakarta: EGC
4. Kozier, B., Erb, G., Berman, A., & Snyder, S. (2010). *Fundamental of Nursing: Concept, Process, and Practice*. Editor edisi bahasa Indonesia: Widiarti, W. Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik. Edisi 7. Vol. 1. Jakarta: EGC.
5. _____. (2010). *Fundamental of Nursing: Concept, Process, and Practice*. Editor edisi bahasa Indonesia: Widiarti, W. Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik. Edisi 7. Vol. 2. Jakarta: EGC. : 907
6. _____. (2009). *Kozier and Erb's Techniques in Clinical Nursing*. Editor edisi bahasa Indonesia: Ariani, F. Buku Ajar Praktik Keperawatan Klinis Kozier & Erb. Edisi 5. Jakarta: EGC. : 571-586
7. Higginson, R., Jones, B., & Davies, K. (2011). *Emergency and Intensive Care: Assessing and Managing the Airway*. British Journal of Nursing.Vol. 20. No. 16
8. Lemes, D.A., Zin, W.A., & Guimaraes, F.S. (2009). *Hyperinflation Using Pressure Support Ventilation Improves Secretion Clearance And Respiratory Mechanics In Ventilated Patients With Pulmonary Infection: A Randomised Crossover Trial*. Australian Journal of Physiotherapy.Vol. 55
9. Kelleher, S. (2008). *an Observational Study on the Open-System Endotracheal Suctioning Practices of Critical Care Nurses*. Journal of Clinical Nursing. Vol.17: 360–369
10. Kjonegaard, R., Fields, W., & King, M.L. (2010). *Current practice in Airway management: a Descriptive Evaluation* American Journal of Critical Care. Vol.19. No. 2
11. Moraveji., Nezhad, S., Bazargan, M. (2012). *Effect of Hyperoxygenation for One Minute on ABGs during Endotracheal Suctioning in ICU in Zanjan Vali-E-Asr Hospital*. Life Science Journal. Vol.10. No.9
12. Tingay, D.G., Copnell, B., Grant, C.A., Dargaville, P.A., Dunster, K.R., & Schibler, A. (2010). *The Effect of Endotracheal Suction on Regional Tidal Ventilation and End-Expiratory Lung Volume*. Intensive Care Med (36):888–896
13. Fink, M.P., Abraham, E., Vincent, J.L., & Kochanek, P.M. (2005). *Textbook of Critical Care*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders
14. Sugiyono. (2010). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R dan D*. Bandung: Alfabeta
15. Dahlan, M.S. (2011). *Statistik untuk kedokteran dan kesehatan deskriptif, bivariat dan multivariat dilengkapi dengan menggunakan spss*. Jakarta: Salemba Medika
16. Dharma, K.K. (2011). *Metodologi Penelitian Keperawatan: Panduan Melaksanakan dan Menerapkan Hasil Penelitian*. Ed.1. Jakarta: Trans Info Media
17. Vanner, R., & Bick, E. (2008). *Tracheal pressures during open suctioning*. *Journal of Anaesthesia*, 313-315.
18. Briassoulis, G., Briassoulis, P., Michaeloudi, E., Fitrolaki, D.M., Spanaki, A.M., & Briassouli, E. (2009). *The Effects of Endotracheal Suctioning on the Accuracy of Oxygen Consumption and Carbon Dioxide Production Measurements and Pulmonary Mechanics Calculated by a Compact Metabolic Monitor*. International Anesthesia Research Society. Vol. 109. No. 3
19. Lindgren, S., Odenstedt, H., Olegard, C., Sondergaard, S., Lundin, S., &

- Stenqvist, O. (2007). *Regional Lung Derecruitment After Endotracheal Suction During Volume or Pressure-Controlled Ventilation: A Study Using Electric Impedance Tomography*. *Intensive Care Med*. No. 33:172–180
20. Heinze, H., Adib, B.S., Heringlake, M., Gosch, U.W., & Eichler, W. (2008). *Functional Residual Capacity Changes After Different Endotracheal Suctioning Methods*. *International Anesthesia Research Society*. Vol. 107.No. 3
21. Alimul, A.A. (2006). *Kebutuhan Dasar Manusia Aplikasi Konsep dan Proses Keperawatan*. Cetakan keempat. Jilid 2. Jakarta: Salemba Medika
22. McCance, K., & Huether, S.E. (2006). *Pathophysiology the Biologic Basis for Diseases in Adults and Children*. Vol.2. Philadelphia: Elsevier's Mosby
23. Rostrup, M. (1998). Catecholamines, hypoxia and altitude. *Acta Physiological Scandinavian*, 162, 389-400.
24. Zadeh, A.A., Levine, B.D., Trost, J.C., Lange, R.A., Keeley, E.C., Hillis, L.D., & Cigarroa, J.E.(2008). *The Effect of Acute Hypoxemia on Coronary Arterial Dimensions in Patients with Coronary Artery Disease*. *Cardiology* :113:149–154
25. Dennison, R.D.(2009). "Shock, Sepsis, and Multiple Organ Dysfunction Syndrome" in Sole, ML, Klein, DG, Moselly, MJ. *Introduction to Critical Care Nursing*. –Ed.5- . Missouri: Elsevier Sounder.
26. Lessig, M.L. (2006). "The Cardiovascular System" in Alspach, JG. *Core Curriculum for Critical Care Nursing*. –Ed.6. Missouri: Elsevier Sounder.