

BUKU AJAR LIFE SUPPORT

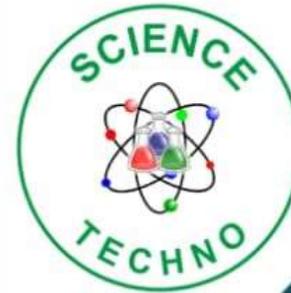
Tujuan utama penulisan buku ini adalah untuk memberikan informasi dan panduan yang lengkap tentang cara melakukan pertolongan dasar bagi korban yang mengalami henti jantung di luar rumah sakit. Tingginya angka kematian yang disebabkan oleh insiden henti jantung di luar rumah sakit menuntut adanya informasi yang luas bagi masyarakat untuk memberikan penanganan pertama pada korban henti jantung. Perkembangan dan perubahan yang pesat terjadi di bidang penatalaksanaan korban henti jantung di luar rumah sakit. Dalam buku ini penulis mencoba menyesuaikan isi dan cara melakukan basic life support dengan algoritma internasional terbaru dari American Heart Association (AHA) tahun 2010.

Buku ajar "Life Support". ini penulis sajikan sebagai buku ajar di Program studi Teknologi Elektromedis maupun Teknologi Rekayasa Elektromedis. Penulis menyusun Naskah Buku Ajar life support ini berisikan tentang peralatan life support seperti 1. Infant warmer, 2. Baby Inkubator, 3. Syring pump, 4. Nebulizer, 5. Defibrillator, dan 6. Ventilator

Buku ini direkomendasi untuk tenaga medis dan mahasiswa dalam mempelajari life support

BUKU AJAR LIFE SUPPORT

BUKU AJAR LIFE SUPPORT



CV. Science Techno Direct

sciencetechnodirect@gmail.com

ISBN 978-623-09-2505-1



Prof. Dr. Ir. Bambang Guruh Irianto, AIM, MM
Dr. Yuni Kusmiati, S.ST, MPH.
Sari Luthfiyah, SKp., MKes.
Abdul Kholiq, SST, MT
M. Sofie, ST, MT.
Anita Miftahul Maghfiroh, SST, MT

Buku Ajar Life Support

Prof. Dr. Ir. Bambang Guruh Irianto, AIM,MM
Dr. Yuni Kusmiati,S.ST, MPH..
Sari Luthfiah, SKp., MKes.
Abdul Kholiq, SST, MT
M. Sofie, ST, MT.
Anita Miftahul Maghfiroh, SST, MT

CV. Science Techno Direct

Buku Ajar Life Support

Penulis : Prof. Dr. Ir. Bambang Guruh Irianto, AIM,MM

Copyright © 2023 by Penulis

Diterbitkan oleh:

Penerbit : CV. Science Techno Direct

Alamat penerbit : Perum Korpri, Pangkalpinang

Penyunting: M.Seto

Tata letak: M.Seto

Desain Cover: M.Seto

Terbit: Maret , 2023

ISBN: 978-623-09-2145-2

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan bentuk dan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Azza Wajalla, karena atas rahmat dan hidayahNya, Naskah Buku Ajar ini dapat terselesaikan tepat waktu. Mengingat kewajiban seorang Guru Besar untuk menghasilkan minimal 1 buku ber ISBN dalam 3 tahun.

Buku ajar “*Life Support*”. ini penulis sajikan sebagai buku ajar di Program studi Teknologi Elektromedis maupun Teknologi Rekayasa Elektromedis. Penulis menyusun Naskah Buku Ajar *life support* ini berisikan tentang peralatan life support seperti 1. Infant warmer, 2. Baby Inkubator, 3. Syring pump, 4. Nebulizer, 5. Defibrillator, dan 6. Ventilator

Untuk kesempurnaan naskah Buku Ajar Life Support ini penulis telah mendapat masukan dari berbagai pihak yang berkompeten dibidangnya. Dengan terbitnya buku Ajar Life Support ini, penulis menyadari bahwa dalam penyusunannya masih banyak sekali kekurangan dan kelemahan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan naskah buku ajar selanjutnya.

Selanjutnya Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sampai tersususnya Buku Ajar ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Dan mohon maaf apabila dalam penyusunan Buku Ajar ini masih belum sesuai dengan harapan.

Surabaya, Pebuari 2023

Penulis

Bambang Guruh Irian

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	iv
BAB I INFANT WARMER.....	1
BAB II ALAT BABY INKUBATOR	23
BAB III INFUSION PUMP.....	51
BAB IV SYRING PUMP	85
BAB V NEBULISER	113
BAB VI DEFIBRILLATOR.....	143
BAB VII ALAT VENTILATOR	165

BAB I INFANT WARMER

A. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan alat kesehatan di rumah sakit merupakan sarana pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat. Selain itu Kemajuan ilmu pengetahuan ini berdampak pada kemajuan di segala bidang khususnya dalam bidang kesehatan yang telah membawa dampak positif besar yang dapat dilihat pada perkembangan teknologi alat kesehatan rumah sakit saat ini, terutama pada peralatan elektromedik sebagai penunjang pelayanan kesehatan salah satunya dalam bidang terapi. Alat terapi adalah peralatan yang digunakan untuk membantu dalam mengobati atau meringankan gejala berbagai kondisi medis. Alat-alat terapi dapat berupa alat fisioterapi, alat rehabilitasi, alat perawatan medis, alat kesehatan, dan banyak lagi. Beberapa alat terapi dapat membantu mengurangi rasa sakit, mencegah kerusakan jaringan lebih lanjut, dan meningkatkan mobilitas. Alat terapi dapat juga digunakan untuk meningkatkan kinerja motorik, untuk tujuan rehabilitasi, dan untuk tujuan terapi lainnya. Alat terapi yang paling umum digunakan adalah alat fisioterapi yang dapat membantu meningkatkan fungsi motorik dan

memperbaiki otot. Alat yang lain yang dapat digunakan untuk terapi adalah alat rehabilitasi, alat perawatan medis, dan alat kesehatan. Beberapa alat terapi juga dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan sosial, komunikasi, dan bahasa.

Salah satu contoh peralatan terapi yaitu *infant warmer* yang digunakan untuk tempat persinggahan bayi yang baru lahir agar suhu tubuhnya dapat stabil. *Infant warmer* adalah alat yang digunakan untuk menjaga suhu tubuh bayi baru lahir. Alat ini telah digunakan selama bertahun-tahun untuk membantu menjaga suhu tubuh bayi baru lahir yang dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan bayi. Alat ini dapat membantu bayi tetap hangat dan nyaman, yang sangat penting untuk memastikan pertumbuhan yang sehat. Dengan menggunakan alat ini, ibu dan bayi akan merasa lebih aman dan nyaman selama masa nifas. Dengan demikian, alat ini sangat penting untuk menjaga kesehatan dan keselamatan bayi baru lahir.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran Lulusan yang dibebankan pada mata kuliah ini:

1. Mengetahui dan mempelajari teori mengenai peralatan *infant warmer*.
2. Mahasiswa dapat mengetahui blok diagram dan prinsip kerja Alat Infanwarmer
3. Mengetahui dan mempelajari pencatatan, pengoperasian, pemasangan, instalasi, pemeliharaan, kalibrasi dan perbaikan peralatan *infant warmer*

C. KAJIAN MATERI

Infant warmer adalah alat yang dirancang untuk membantu menjaga suhu bayi prematur yang baru lahir.

Alat ini pertama kali dipopulerkan oleh Dr. William Silverman pada tahun 1950. Dr. Silverman, seorang dokter di Boston Children's Hospital, menciptakan alat ini setelah melihat banyak bayi prematur meninggal karena hipotermia. Dengan menggunakan infant warmer, suhu tubuh bayi dapat dipantau dan diatur secara akurat, membantu bayi untuk menjadi lebih stabil dan mengurangi risiko kematian. Selama bertahun-tahun, alat ini telah diperbaiki dan diperbarui untuk memastikan kesehatan bayi yang optimal. *Infant Warmer* secara bahasa diartikan Alat untuk menghangatkan bayi baru lahir. Alat ini pada umumnya digunakan untuk tempat persinggahan sementara untuk bayi baru lahir agar suhu tubuhnya mencakupi batas normal bayi.

Dengan adanya panas (pengahang) yang dihasilkan oleh infant warmer, maka tubuh bayi yang belum stabil dan belum normal maka dengan menggunakan infant warmer dapat membantu agar suhu tubuh bayi lebih stabil dan normal, setelah suhu mencapai batas normal dan stabil maka bayi akan dipindahkan ke tempat tidur bayi pada umumnya.

- ❖ Komponen utama dari infant warmer yaitu heater (pengahang) dan kontrol suhu. Pengahang pada infant warmer menggunakan elemen kering yang suhunya dapat diatur sesuai kebutuhan. Radiasi panas yang mengenai bayi suhunya antara 35 C - 37 C. Kadang kala dilengkapi dengan Blue ligh dan indicator APGAR. Bayi yang dimasukkan ke dalam infant warmer biasanya memiliki beberapa karakteristik, di antaranya:
 1. Berat badan yang rendah.
 2. Ketidakstabilan suhu tubuh.
 3. Kondisi medis yang memaksa bayi untuk ditempatkan di infant warmer.

4. Resiko infeksi yang lebih tinggi.
5. Resiko kebocoran cairan yang lebih tinggi.
6. Kebutuhan oksigen yang tinggi.
7. Pemeliharaan suhu tubuh yang tepat.
8. Monitorisasi suhu, nadi, dan oksigen.
9. Resiko meningkatnya komplikasi medis.
10. Perawatan yang lebih intensif.

❖ Mengenal Apgar Score untuk Nilai Kondisi Bayi Baru Lahir

Kata ‘apgar’ merupakan singkatan dari beberapa aspek, yaitu activity (memantau aktivitas otot), pulse (memantau denyut jantung), grimace (memantau respons dan refleks bayi), appearance (memantau warna tubuh bayi) dan respiration (memantau pernapasan).

Masing-masing aspek memiliki nilai yang berbeda, tergantung pada kondisi kesehatan bayi setelah lahir.

1. Activity

Nilai 2 berarti bergerak aktif dan kuat.

Nilai 1 berarti bergerak, tapi lemah dan kurang aktif.

Nilai 0 berarti tidak aktif atau tidak bergerak.

2. Pulse

Nilai 2 berarti jantung berdetak lebih dari 100 denyut per menit.

Nilai 1 berarti jantung berdetak kurang dari 100 denyut per menit.

Nilai 0 berarti detak jantung tidak terdeteksi.

3. Grimace

Nilai 2 berarti batuk, meringis atau menangis secara spontan. Bayi juga bisa menarik kaki atau tangan saat diberi rangsangan seperti cubitan atau sentilan.

Nilai 1 berarti hanya meringis atau menangis ketika diberikan rangsangan.

Nilai 0 berarti tidak menunjukkan respons terhadap rangsangan.

4. Appearance

Nilai 2 berarti warna tubuh bayi kemerahan (normal).

Nilai 1 berarti warna tubuh normal, tapi kebiruan di bagian tangan atau kaki.

Nilai 0 berarti seluruh tubuh bayi berwarna pucat, kebiruan atau keabu-abuan.

5. Respiration

Nilai 2 berarti menangis kuat dan bisa bernapas normal.

Nilai 1 berarti menangis lemah dan napas tidak teratur.

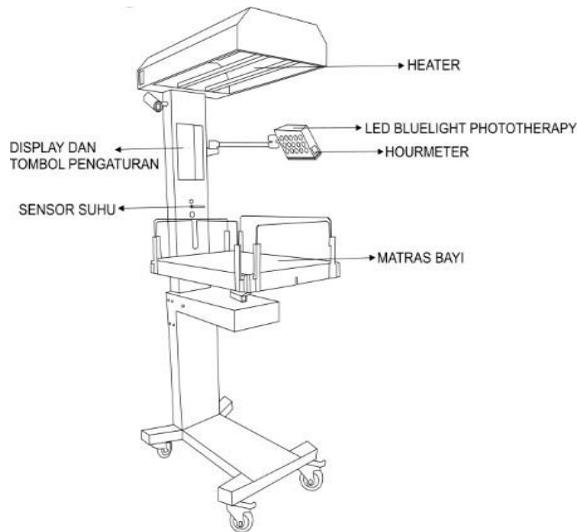
Nilai 0 berarti tidak bernapas (mati).

Setelah menentukan nilai dari masing-masing aspek di atas, perolehan nilai kemudian dijumlah dan menghasilkan angka 0 sampai 10. Hasilnya menentukan nilai interpretasi dari apgar score.

Nilai di atas 7 berarti bayi dalam kondisi sempurna. Nilai 5 hingga 6 berarti bayi kurang sehat dan memerlukan bantuan pernapasan.

Nilai di bawah 5 berarti mengindikasikan bayi membutuhkan pertolongan karena kesulitan bernapas akibat kekurangan oksigen.

Gambar Infant Warmer



Gambar 1.1 *Infant Warmer*

Keterangan Gambar:

1. Heater, berfungsi sebagai sumber panas yang akan diradiasikan pada tubuh bayi.
2. Display dan tombol pengaturan, berfungsi sebagai sistem kontrol yang mengatur temperature manajemen alarm dan berbagai macam pengaturan lainnya
3. Sensor suhu menggunakan LM35
4. LED Bluelight Phototherapy disini menggunakan sensor suhu skin DS18B20
5. Hourmeter berfungsi sebagai pewaktu
6. Matras bayi dilengkapi dengan pelindung dibagian samping kanan kiri dan depan belakang yang terbuat dari material kaca atau fiberglass. Matras ini juga bisa dimiringkan ke kanan atau ke kiri beberapa derajat untuk memudahkan proses terapi.

1.2 Fungsi

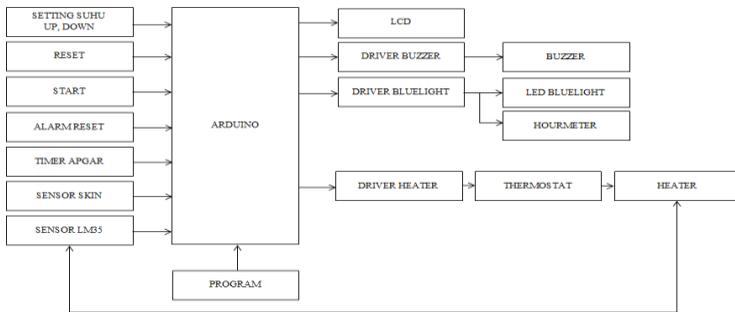
Infant warmer berfungsi untuk membantu menjaga suhu tubuh bayi tetap konstan. Alat ini dapat menjaga suhu tubuh bayi agar tetap dalam kisaran yang aman dan dapat membantu mencegah hipotermia, yang dapat menyebabkan komplikasi yang serius. Infant warmer terdiri dari kolam yang berisi air atau cairan lain yang dipanaskan, dan dapat dipanaskan atau didinginkan sesuai kebutuhan. Alat ini juga dilengkapi dengan fitur lain seperti deteksi suhu, pengaturan suhu, dan monitor ECG. Selain itu infant warmer bayi dapat digunakan untuk menstabilkan suhu bayi baru lahir ataupun bayi lahir prematur.

1.3 Prinsip Kerja

Infant warmer adalah alat yang digunakan untuk mempertahankan suhu tubuh bayi. Alat ini berfungsi dengan menggunakan sistem pemanas yang diregulasi secara otomatis untuk menjaga suhu tubuh bayi di tingkat yang diinginkan. Biasanya, alat ini didesain untuk menjaga suhu tubuh bayi di dekat 37°C . Alat ini dilengkapi dengan sejumlah fitur tambahan, seperti sensor suhu, monitor kondisi bayi, alarm untuk menunjukkan suhu ekstrim, dan lainnya. Penghangat pada infant warmer ini menggunakan heater yang terbuat dari elemen kering yang radiasi panasnya dapat diatur sesuai kebutuhan yaitu sekitar 34°C - 37°C . Infant warmer ini juga dilengkapi dengan sistem kontrol suhu yang berfungsi mengontrol suhu pada infant warmer agar dapat digunakan sesuai kebutuhan bayi dan juga dapat mengontrol kondisi yang tidak sesuai perintah yang dimasukkan pada alat.

Secara umum prinsip blok diagram dan rangkaian Infant warmer seperti dibawah ini.

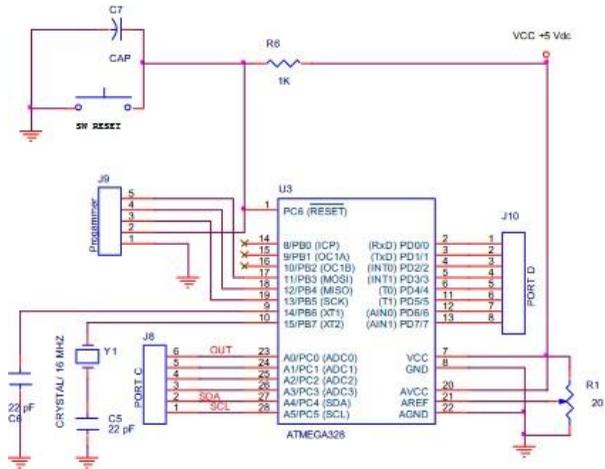
Blok diagram Infant Warmer



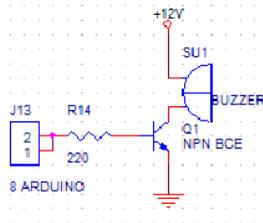
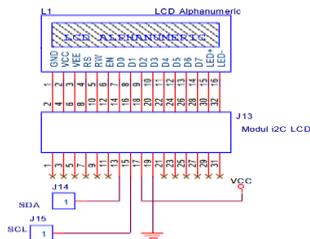
Gambar 1.2 Blok Diagram Infant Warmer

Pada dasarnya, Arduino Uno sebagai sumber pengaturan pengendali suhu serta pengaturan waktu dan data tersebut akan ditampilkan di LCD. LM 35 sebagai sensor suhu yang mendeteksi object dan data tersebut akan di kirim ke Arduino Uno kemudian diproses untuk mengendalikan Heater sesuai suhu yang diatur antara suhu 34°C - 37°C . Push Button up dan down berfungsi sebagai menurunkan dan menaikkan suhu serta lamanya waktu, tombol start berfungsi sebagai mulainya alat infant warmer, dan tombol reset mengakhiri kerjanya infant warmer ini serta mengembalikan tampilan seperti pada awal.

Enam buah push button akan memberikan perintah kepada prosessor sesuai dengan fungsi masing-masing tombol jika ditekan. Dimana tombol start menandakan bahwa Arduino Uno mulai memproses kerja alat infant warmer kemudian tombol up dan down untuk merubah pengaturan suhu dan timer. Tombol reset mengakhiri kerjanya simulasi infant warmer ini. Timer APGAR digunakan untuk mengaktifkan perhitungan waktu penskoran APGAR bayi baru lahir.



(b) Rangkaian aMinimun Sistem



(c) Rangkaia I2C
(d) Rangkaian Driver Buzzer

1.3.1. Pencatatan

Merk	BGI
Model	BGI-01
Power Input	AC 220-240V, 50Hz
Daya Terpakai	$\pm 840W$
Pengaturan Suhu Permukaan Kulit pada Bayi	32°C - 38°C
Akurasi pada Kontrol Suhu terhadap Suhu yang diseting	$\pm 1^{\circ}C$
Akurasi Sensor Suhu Permukaan Kulit	$\pm 0.3^{\circ}C$
Waktu Pemanasan Awal supaya stabil suhunya	$\leq 45min$
Sudut Kemiringan Ranjang bayi yang bisa diatur	$\pm 10^{\circ}$
Ukuran Matras	67 x 54 cm
Posisi Kepala Heater dapat diatur secara horizontal	$\pm 90^{\circ}$
Jarak Sumber Panas ke Permukaan Matras	80 cm
Pengaturan Timer untuk APGAR	$\leq 24h$

Pengaturan Tinggi secara Elektris	0 ~ 20 cm	
Dimensi	84 x 56 x 188 mm	
Normal Operating	Ambient Temperature	20°C - 30°C
	Relative Humidity	30% - 75% RH
	Aliran Kecepatan Udara Ruangan	< 0.3m/s
Transport Operating	Ambient Temperature	-10°C - +70°C
	Relative Humidity	≤ 80%
	Athmosphere	500hPa - 1060hPa

1.3.2. Pengoperasian

1. Posisikan alat pada posisi yang baik dan aman.
2. Periksa semua bagian unit untuk memastikan aman.
3. Hubungkan unit ke sumber listrik.
4. Tekan tombol on/off untuk menyalakan unit.

5. Biarkan unit dalam kondisi indikator menyala pada posisi Warm up selama kurang lebih 30 menit.
6. Lakukan setting dengan cara membuka kunci
7. Seting suhu yang di inginkan dan tekan tombol pengunci.
8. Alat dapat di matikan langsung dan di rapihkan.
9. Penempatan dan Penyimpanan

Infant warmer biasanya ditempatkan di ruang NICU pada rumah sakit. Infant warmer ini harus ditempatkan pada suhu sejuk dan ditempat yang aman.

1.3.3. Pemeliharaan

1. Periksa dan bersihkan bagian-bagian alat.
2. Periksa kondisi elemen pemanas, ganti bila perlu
3. Periksa Kondisi Lampu Blue ligh, ganti bila perlu.
4. Periksa fungsi indikator alarm dan timer setiap bulan.
5. Periksa konektor sensor suhu, kabel konektor lain dan kabel power setiap bulan
6. Periksa grounding pada alat untuk mencegah terjadinya arus bocor setiap bulan.
7. Uji kesesuaian (kalibrasi) untuk memastikan alat dalam kondisi layak pakai setiap tahun.

1.3.4. Perbaikan

Keluhan	Analisa keluhan	Tindakan perbaikan
---------	-----------------	--------------------

Elemen pemanas tidak berkerja	Fuse putus Kabel heater putus Elemen heater putus	Cek fuse, ganti fuse Cek kabel heater, sambungkan kabel heater Cek elemen heater, ganti elemen heater
Suhu setting tidak tercapai	Kabel sensor putus Sensor suhu rusak	Cek kabel sensor, ganti kabel sensor Cek sensor suhu, ganti sensor
Alat tidak menyala	Supply tegangan tidak terpasang 220V	Periksa tegangan input pada timer harus terpasang tegangan 220V

1.3.5. Kalibrasi

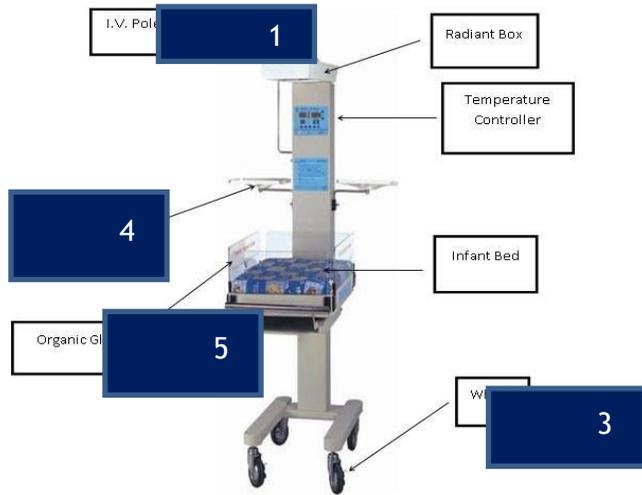
1. Tujuan kalibrasi yaitu untuk menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional Parameter :
 - a. Konsentrasi pencahayaan
 - b. Suhu
2. Alat kalibrator : phototherapy radiometer

D. RINGKASAN

Dari uraian dan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa peralatan *infant warmer* adalah alat yang digunakan untuk tempat persinggahan sementara bayi baru lahir untuk dilakukan penyesuaian suhu tubuhnya sampai suhu tubuhnya stabil. Prinsip alat *infant warmer* adalah dengan memancarkan panas dari heater yang disetting sesuai kebutuhan bayi tersebut. Apabila alat sudah dioperasikan dengan baik, maka perlu dilakukan pencatatan, pemeliharaan, penempatan dan kalibrasi sesuai dengan yang dianjurkan, dengan menerapkan SOP dengan baik dan benar maka alat *infant warmer* tersebut dapat secara maksimal membantu pasien atau bayi dalam proses penyembuhan/pemulihan.

E. LATIHAN SOAL

Di bawah ini merupakan gambar alat infant warmer untuk menjawab soal nomor 1 dan nomor 2.



1. Beberapa bagian-bagian dari alat infant warmer di atas Yang ditunjukkan oleh angka 1, 2, 3 berturut-turut adalah....
 - A. 1. I.V. Pole ; 2. Wheel; 3. Radiant box
 - B. 1. Wheel ; 2. Radiant Box; 3. I.V. Pole
 - C. 1. I.V. Pole ; 2. Radiant box; 3. Wheel
 - D. 1. Radiant box;2. I.V. Pole; 3. Wheel
 - E. 1. Radiant Box;2. Wheel; 3. I.V. Pole

2. Beberapa bagian-bagian dari alat infant warmer. Yang ditunjukkan oleh angka 4 dan 5 berturut-turut adalah....
 - A. 4. Meja dan 5. Bed
 - B. 4. Tray dan 5. Organic Glass Panel
 - C. 4. Meja dan 5. Organic Glass Panel
 - D. 4. Tray dan 5. Radiant Box
 - E. 4. Meja dan 5. Radiant Box

3. Apa fungsi dari alat infant warmer yang tepat?
 - A. Tempat untuk bayi prematur
 - B. Tempat untuk bayi dengan berat badan rendah

- C. Tempat untuk bayi yang mengalami hipotermia
 - D. Tempat singgah untuk bayi yang baru lahir untuk dilakukan APGAR score
 - E. Tempat untuk bayi yang mengalami hipertermia
4. Seorang perawat di ruang NICU menyampaikan keluhan bahwa alarm infant warmer berbunyi terus menerus. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedik untuk menangani hal tersebut?
- A. Memeriksa kabel dan konektor pada sensor
 - B. Memeriksa tegangan power supply
 - C. Memeriksa fuse pada alat
 - D. Memeriksa rangkaian driver
 - E. Memeriksa kabel power supply
5. Seorang perawat di ruang NICU menyampaikan keluhan bahwa suhu pada infant warmer tidak panas. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedik untuk menangani hal tersebut?
- A. Memeriksa tegangan pada power supply
 - B. Memeriksa tegangan pada rangkaian driver
 - C. Memeriksa tegangan pada heater
 - D. Memeriksa tegangan pada sensor suhu
 - E. Memeriksa tegangan pada semua rangkaian
6. Pada sebuah rumah sakit memiliki infant warmer pada ruang NICU, salah satu perawat sedang menggunakan alat tersebut dan kemudian saat dinyalakan, suhu pada alat tersebut tidak terkontrol, apa yang perlu kita lakukan sebagai tenaga elektromedik?
- A. Mengecek kabel power
 - B. Mengecek fuse

- C. Mengecek rangkaian suhu
 - D. Mengecek elemen heater
 - E. Mengecek relay
7. Seorang perawat yang akan melakukan APGAR pada bayi yang baru lahir, akan menggunakan alat infant warmer sebagai media agar bayi merasa yaman, namun pada saat digunakan timer tidak bekerja dan alarm tidak berbunyi, tindakan pertama yang kita lakukan sebagai tenaga elektromedis adalah
- A. Mengecek rangkaian powersupply
 - B. Mengecek rangkaian timer
 - C. Mengecek kabel fuse
 - D. Mengecek tegangan yang masuk
 - E. Mengecek elemen heater
8. Pada alat infat warmer terdapat beberapa komponen utama yaitu
- A. Heater dan timer
 - B. Heater dan kontrol suhu
 - C. Power supply dan elemen heater
 - D. Sensor suhu dan alarm
 - E. Buzzer dan Baterai
9. Sebagai seorang teknisi elektromedis apa yang harus pertama kali harus dilakukan ketika akan mengoperasikan alat infant warmer
- A. Menghubungkan langsung infant warmer ke jala-jala listrik
 - B. Mengecek terlebih dahulu jala-jala listrik PLN
 - C. Membuka box tempat infant warmer kemudian hubungkan langsung ke jala-jala PLN
 - D. Mengecek jala-jala Listrik
 - E. Mencari spesifikasi alat infant warmer tersebut

10. Langkah-langka dibawah ini merupakan SOP pemakaian alat infant warmer :

- Hubungkan kabel power ke jala-kala PLN.
- Tekan Switch ON pada pesawat maka power indikator akan menyala.
- Setting suhu 37° C dan setting timer sesuai kebutuhan. Tunggulah sampai display suhu bawah (Real Temperatur) sama dengan suhu atas (Seted Temperatur). Setelah sama barulah letakkan bayi.
- Apabila waktu telah habis maka buzzer akan berbunyi.

Lengkapi kekurangan dari procedure diatas dengan memilih jawaban yang ada dibawah ini :

- A. Periksa dan bersihkan bagian-bagian alat
- B. Periksa kondisi lampu elemen pemanas, ganti bila perlu.
- C. Periksa fungsi indikator alarm dan timer.
- D. Pilih mode skin untuk pemilihan mode penghangat.
- E. Periksa grounding pada alat untuk mencegah terjadinya arus bocor

F. KUNCI JAWABAN SOAL

- | | | | |
|-----|---|------|---|
| 1 = | c | 6 = | c |
| 2 = | b | 7 = | b |
| 3 = | d | 8 = | b |
| 4 = | a | 9 = | b |
| 5 = | c | 10 = | d |

G. DAFTAR PUSTAKA

1. J. M. Carr, J. J., & Brown, *Introduction Biomedical equipment technology*, 3rd ed. New Jersey: Upper Saddle River, N.J Prentice Hall 1998, 2001
2. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Physics of the body*. second edition 1999, Medical physics Publishing, New York.
3. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Medical Physics.*, Copy right 1978 by John Wiley & Sons. Inc. New York
4. Ackerman, Eugene, Linda BM, Ellis Lawrance E William., *Biophysical Science*, @1979 by Printice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 0732
5. J. M. Carr, J. J., & Brown, *Introduction Biomedical equipment technology*, 3rd ed. New Jersey: Upper Saddle River, N.J Prentice Hall 1998,
6. Richard Aston, *Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement*, @1990 by Merrill Publishing company A Bell & Howell information Company, Columbus, Ohio 43216
7. Molgat-Seon,Y., Daboval T. dan Jay O. 2013. "Accidental Overheating of a Newborn Under an Infant Radiant Warmer: a lesson for future use". *Journal of Perinatology*. No.33:738-739
8. Roongpasert.K., Phasukkit,P., dan Airphaiboon,S. 2012. "Heat Transfer Efficiency Analysis of Infant Radiant Warmer by 3D Finite Element Method". *Biomedical Engineering International Conference*.
9. Tisa,T.A., Nisha,Z.A. dan Kiber,A. 2012. "Design of an Enhanced Temperature Control System For Neonatal Incubator".*Bangladesh Journal of Medical Physics*. Vol.5,No.1:53-61.
10. Cram, Nicholas.,Holder, Selby.,2010 "Basic electronic trouble shooting for biomedical

technicians I.-- 2nd ed., TSTC Publishing, Texas
State Technical College Waco 3801 Campus Drive
Waco, TX 76705
ISBN-13: 978-1-934302-51-4

BAB II ALAT BABY INKUBATOR

A. PENDAHULUAN

Setiap bayi yang lahir didunia ini dengan cara *premature* dipastikan hanya memiliki presentase kehidupan sekitar 32%-35%. Bayi *premature* adalah bayi yang lahir dari usia kehamilan yang kurang dari 37 minggu dan dengan bayi yang beratnya kurang dari 2500 gram.. Bayi prematur mempunyai kesulitan mempertahankan suhu tubuh yang tetap dan mudah terjadi variasi, karena bayi prematur merupakan bayi yang lahir dalam kondisi tidak normal. Kondisi ini bisa terjadi dikarenakan berat badan bayi lahir dibawah rata-rata ukuran bayi normal ataupun umur kandungan yang belum genap 9 bulan. Semakin prematur seorang bayi maka semakin besar risiko kematiannya. Tingginya angka kematian bayi menjadi masalah serius bagi kesehatan di masyarakat. Hipotermi sering terjadi pada neonatus BBLR (Berat Badan Lahir Rendah) dengan suhu tubuh di bawah keadaan stabil (36°C - 37°C), karena jaringan lemak subkutan rendah, dan permukaan luas tubuh yang relatif besar. Kondisi hipotermi tersebut menyebabkan perubahan sistem saraf pusat permanen hingga akhirnya menyebabkan mortalitas. Thermoregulasi tubuh bayi yang lebih buruk adalah disebabkan oleh ketidak seimbangan produksi panas dan kehilangan panas karena lingkungan termal tidak optimal untuk perawatan. Meninggalkan

kehangatan rahim saat lahir, bayi baru lahir yang basah menemukan dirinya dalam lingkungan yang jauh lebih dingin. Akibatnya kemampuan untuk menghindari kehilangan panas yang berlebihan ke lingkungan dan mempertahankan suhu tubuhnya lemah. Selain itu, bayi prematur yang memerlukan perawatan khusus karena beberapa organ vital, sistem biokimia dan enzim tidak dapat berkembang secara memadai, atau karena pertumbuhan janin mungkin terganggu atau juga dapat terhambat oleh penyakit dengan kondisi buruk seperti hipoksia (di bawah kadar oksigen normal).

Bayi prematur perlu perhatian khusus untuk membuat bayi tetap hidup. Salah satu prosedur untuk membuat bayi prematur bertahan hidup adalah melalui cara memasukkan ke dalam *incubator*. *Incubator* merupakan salah satu alat untuk membantu bayi prematur menyesuaikan diri dengan dunia luar karena bayi prematur membutuhkan perawatan yang intensif dan tingkat kehangatan yang cukup stabil mengingat kondisi di dalam rahim sangat berbeda terutama kondisi suhu. Temperatur di dalam rahim sekitar 36-37°C, tetapi di dunia luar sekitar 27-28°C. *Incubator* dirancang khusus untuk mempertahankan dan mengatur suhu untuk bayi prematur dengan kondisi yang ideal. Bayi prematur di dalam *incubator* akan terhindar dari infeksi akibat polusi sehingga orang bisa menyediakan lingkungan yang sehat untuk bayi dan memiliki peluang yang adil untuk tetap bertahan hidup. *Incubator* memberikan suhu dan kelembaban yang optimal pada bayi baru lahir, bayi diperlukan inkubator dan lebih hangat serta menyediakan mekanisme kontrol yang lebih mudah bagi dokter untuk memantau berbagai parameter yang diperlukan untuk menjaga bayi tetap aman. Untuk menjaga kondisi bayi dalam *incubator* agar tidak terjadi sesuatu hal yang tidak diinginkan seperti adanya kasus bayi hangus

dalam *incubator* yang biasa disebabkan oleh tingginya suhu ruangan pada *incubator* bayi yang tidak dikontrol dengan baik. Dengan demikian diharapkan bayi tetap berada pada suhu yang sesuai seperti saat bayi berada dalam kandungan. Pada inkubator temperatur dan kelembaban merupakan parameter utama yang dibutuhkan oleh bayi di dalam inkubator. Temperatur yang tidak stabil berdampak pada ketidaknyamanan bayi di dalam inkubator. Hal terburuknya adalah temperatur yang tidak sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh bayi dapat menyebabkan kematian pada bayi. Menurut SNI *infant incubator* dikembangkan mengenai pengukuran kelembaban agar sistem pernafasan bayi tetap optimal, maka ketinggian air dari kontainer *humidifier* harus dalam keadaan normal. Air dalam kontainer tersebut harus pada temperatur ruangan. Setiap nilai kelembaban relatif yang ditunjukkan harus memiliki akurasi $\pm 10\%$ terhadap nilai terukur sebenarnya.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN.

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran
Lulusan yang dibebankan pada mata kuliah ini:

1. Mahasiswa mampu mahami pengertian dan pengetahuan yang terkait dengan fungsi, prinsip kerja, pemeliharaan, perbaikan dan pengkalibrasian tentang alat baby incubator
2. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengoperasikan, melakukan pemeliharaan, melakukan perbaikan dan melakukan pengkalibrasian alat Baby Inkubator sesuai dengan SOP dan menerapkannya dengan baik dan benar.

C. KAJIAN MATERI

1. Sejarah Baby Inkubator

Incubator ini pertama kali digunakan pada tahun 1891 oleh Dr. Alexander Lyon dan pada tahun 1907 oleh Pierre Constant, Boudin menerbitkan sebuah penelitian tentang pengaruh suhu tubuh terhadap kematian bayi. Dr. Stephane Tarnier adalah seorang dokter berkebangsaan Perancis yang dikenal sebagai bapak incubator, setelah berhasil membuat incubator pertama yang digunakan untuk menjaga bayi di rumah sakit bersalin di Paris tetap hangat. Metode yang dikembangkan oleh Dr. Stephane Tarnier ini adalah metode penghangatan tertutup yang pertama di dunia. Pada tahun 1931 Dr. A. Robert Bauer MD di rumah sakit Henry Ford di Detroit, berhasil menggabungkan panas, kelembaban, kemudahan perawatan dan kemudahan aksesibilitas pada incubator. Pada tahun 1932, Julius Hess memodifikasi *incubator* dengan oksigen tambahan. Blackfan dan Yaglaw melaporkan bahwa bayi yang baru lahir mampu bertahan hidup di lingkungan dengan kelembapan yang sesuai dengan kondisi tubuhnya. Yaitu pengembangan *incubator* yang menunjang kehidupan bayi baru lahir. Bahkan pada tahun 2021 Bambang Guruh Irianto Dosen Jurusan Teknik Elektromedik Polkesbaya bekerjasama dengan CV BUMA Semarang telah mengembangkan Baby Inkubator Berbasis Telemedicine yang dapat di pantau lewat PC atau Android yang dilengkapi beberapa parameter, sehingga memudahkan orang tua pasien memantau perkembangan baby nya. *Incubator* sendiri merupakan fasilitas rumah sakit yang biasanya dijumpai di ruangan pediatri (anak-anak), di pusat kelahiran maupun di ruangan NICU (*Neonatal Intensive Care Unit*). *Incubator* diperlukan oleh bayi yang lahir pada

saat usia kehamilan ibu kurang dari 36 minggu (kelahiran prematur) atau *incubator* bisa juga digunakan pada bayi yang memiliki kelainan atau penyakit dimana keadaan ini membuat bayi membutuhkan alat bantu untuk kelangsungan hidupnya terutama di bulan pertama ia dilahirkan.

2. Pengertian Bayi Prematur

Bayi prematur memiliki lapisan terluar kulit (epidermis) untuk melindungi organ-organ dalam tubuh, sehingga tidak kekurangan air sekaligus menjaga agar tidak kebanyakan air yang masuk ke dalam tubuh dan melindungi organ dalam tubuh dari kuman dan virus penyebab penyakit.

Menurut WHO, bayi prematur adalah bayi lahir hidup sebelum usia kehamilan minggu ke-37 (dihitung dari hari pertama haid terakhir). Bayi prematur dibagi dalam 3 macam kategori yaitu *extremely preterm* (<28 minggu), *very preterm* (28 - 32 minggu), *moderate to late* (32 - 37 minggu). Setiap tahunnya diperkirakan terdapat sekitar 15 juta bayi lahir prematur dan satu juta diantaranya meninggal. Bayi prematur memiliki resiko masalah kesehatan yang besar terutama saat bayi lahir kurang dari 32 minggu kehamilan. Bayi prematur memiliki lapisan terluar kulit (epidermis) untuk melindungi organ-organ dalam tubuh, sehingga tidak kekurangan air sekaligus menjaga agar tidak kebanyakan air yang masuk ke dalam tubuh dan melindungi organ dalam tubuh dari kuman dan virus penyebab penyakit. The American Academy of Pediatric, mengambil batasan 38 minggu untuk menyebut prematur. Bayi prematur adalah bayi yang lahir di bawah dari 37 minggu atau berat bayi kurang dari 2.500 gram. Bayi prematur

merupakan bayi yang lahir pada usia kehamilan kurang atau sama dengan 37 minggu, tanpa memperhatikan berat badan lahir.

Bayi prematur adalah bayi yang lahir setelah 24 minggu dan sebelum 37 minggu kehamilan, dengan berat badan 2500 gram atau kurang saat lahir, terlepas dari usia kehamilan tepat atau dibawah 37 minggu menurut Brooker (2008). Secara patofisiologis menurut Nelson (2010), bayi BBLR ini berhubungan dengan usia kehamilan yang belum cukup bulan (prematur) disamping itu juga disebabkan dismaturitas. Bayi lahir cukup bulan (usia kehamilan 38 minggu), tapi berat badan (BB) lahirnya lebih kecil dari masa kehamilannya, yaitu tidak mencapai 2.500 gram. Masalah ini terjadi karena adanya 2 gangguan pertumbuhan bayi sewaktu dalam kandungan yang disebabkan oleh penyakit ibu seperti adanya kelainan plasenta, infeksi, hipertensi dan keadaan-keadaan lain yang menyebabkan suplai makanan ke bayi jadi berkurang. Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa bayi prematur adalah bayi lahir hidup yang usia kehamilannya kurang dari 37 minggu dengan berat badan bayi lahir di bawah 2500 gram.

a. Penyebab Kelahiran Prematur

Faktor predisposisi terjadinya kelahiran prematur diantaranya :

- 1) Faktor ibu yaitu riwayat kelahiran prematur sebelumnya, perdarahan antepartum, malnutrisi, kelainan uterus, hidromion, penyakit jantung/penyakit kronik lainnya, hipertensi, umur ibu kurang dari 20 tahun atau lebih dari 35 tahun, jarak dua kehamilan yang terlalu dekat, infeksi,

trauma, kebiasaan, yaitu pekerjaan yang melelahkan, merokok.\

- 2) Faktor janin yaitu cacat bawaan, kehamilan ganda, hidramion, ketuban pecah dini, cacat bawaan dan infeksi.
- 3) Faktor Plasenta
Kelahiran prematur yang disebabkan oleh factor plasenta meliputi plasenta previa, dan solutio plasenta.
- 4) Faktor Khusus
Serviks inkompeten Persalinan prematur berulang, overistensi uterus, kehamilan ganda, kehamilan dengan hidramnion.
- 5) Terjadi produksi prostaglandin
Secara anatomis kutub bawah persambungan selaput janin dengan desidua yang menutupi koralis servikalis tersambung dengan vagina. Meskipun demikian susunan anatomis ini menyediakan jalan masuk bagi penyebaran mikroorganisme ke dalam jaringan intrauteri dan kemudian menginvasi kantong amnion. Mikroorganisme ini menginduksi pembentukan sitokin yang memicu produksi prostaglandin dan mendorong terminasi kehamilan lebih dini.
- 6) Terjadi pada wanita multipara, karena adanya jaringan parut uterus akibat kehamilan dan persalinan sebelumnya (berulang). Yang menyebabkan tidak adekuatnya persediaan darah ke plasenta sehingga plasenta menjadi lebih tipis dan mencakup uterus lebih luas. Plasenta yang melekat tidak adekuat ini mengakibatkan isofेरitin yang merupakan protein hasil produksi sel limfosit T untuk menghambat reaktivitas uterus dan melindungi buah kehamilan diproduksi sedikit.

Sehingga dengan keadaan demikian risiko untuk mengalami persalinan prematur menjadi lebih besar.

- 7) Wanita yang pernah melahirkan lebih dari 1 kali atau yang termasuk paritas tinggi mempunyai risiko lebih tinggi 4 mengalami partus prematur karena menurunnya fungsi alat reproduksi dan meningkatkan pula risiko terjadinya perdarahan antepartum yang dapat menyebabkan terminasi kehamilan lebih awal.

b. Fungsi *Baby Incubator*

Fungsi utama dari *baby incubator* adalah mempertahankan kehidupan bayi prematur dengan menjaga suhu tubuh bayi tetap hangat seperti di dalam rahim ibunya. Untuk itu, hal yang paling utama adalah memenuhi standar keamanan *baby incubator* secara maksimal, menjaga keselamatan bayi dan memenuhi kebutuhan utama bayi prematur.

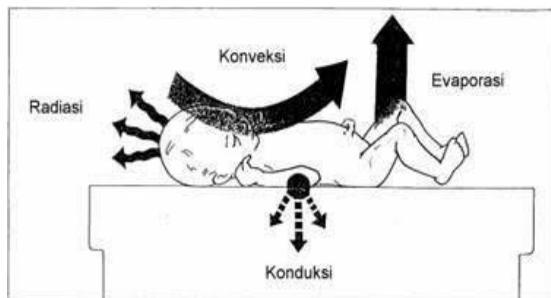
b.Prinsip Kerja *Baby Incubator*

Prinsip kerja *baby incubator* adalah memindahkan panas secara merata dari suatu sumber panas dan menjaga suhu panas pada ruang tersebut dalam keadaan tetap dan stabil. *Baby Incubator* merupakan suatu alat kedokteran yang sangat penting untuk kelangsungan hidup bayi yang mengalami kelahiran yang tidak normal. Pada umumnya *baby incubator* bekerja dengan menggunakan efek panas yang dihasilkan *heater*. Panas yang dihasilkan oleh *heater* tersebut dikondisikan agar dapat terkendali naik dan turunnya suhu dalam ruang *baby incubator*. Sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi seberapa besar suhu yang ada dalam ruang *baby*

incubator berfungsi sebagai penyampai pendeteksian sensor suhu ke rangkaian selanjutnya. Setelah suhu dideteksi lalu dikontrol agar sesuai dengan yang diatur. Jika suhu ruang lebih rendah dari suhu yang diatur, maka *heater* akan terus bekerja sampai dengan batas suhu yang telah diatur, apabila suhu telah mencapai batas yang telah diatur maka *heater* akan tidak bekerja.

c. **Mekanisme kehilangan Panas Tubuh Bayi Baru Lahir ke Lingkungannya**

Perlindungan termogulasi dapat diberikan dengan mencegah kehilangan panas. Mekanisme pengaturan suhu tubuh bayi baru lahir tidak bekerja dengan sempurna. sehingga jika suhu tubuh tidak dicegah, bayi baru lahir bisa mengalami hipotermia. Bayi dengan hipotermia berisiko tinggi mengalami sakit parah atau bahkan kematian. Hipotermia mudah terjadi pada bayi yang tubuhnya basah atau tidak dikeringkan dan langsung diselimuti, meskipun berada di ruangan yang relatif hangat. Bayi prematur dapat kehilangan panas tubuhnya atau mengalami hipotermia melalui beberapa proses berikut :



Gambar 2.1 Mekanisme Kehilangan Panas

(Sumber : <http://ummiubay.blogspot.com>)

- 1) Konveksi adalah kehilangan panas tubuh yang terjadi saat bayi terpapar udara sekitar yang lebih dingin. Bayi yang dilahirkan atau ditempatkan didalam ruangan yang dingin akan cepat mengalami kehilangan panas. Maka solusinya dengan adanya *heated air flow* pada *baby incubator* untuk menjaga kondisi suhu dan sirkulasi udara di dalam *incubator* tetap terjaga serta mengurangi kehilangan panas radiasi yang disebabkan oleh pengaruh suhu dari luar *incubator*.
- 2) Radiasi adalah kehilangan panas yang terjadi karena bayi ditempatkan di dekat benda-benda yang mempunyai suhu lebih rendah dari suhu tubuh bayi. Maka solusinya dengan adanya *double wall* pada *incubator* untuk menjaga kondisi suhu dan sirkulasi udara di dalam *incubator* tetap terjaga serta mengurangi kehilangan panas radiasi yang disebabkan oleh pengaruh suhu dari luar *incubator*
- 3) Konduksi adalah kehilangan panas tubuh melalui kontak langsung antara tubuh bayi dengan permukaan yang dingin. Tempat tidur yang temperaturnya lebih rendah dari tubuh bayi akan menyerap panas tubuh bayi. Maka dari itu solusinya pemilihan matrass dengan bahan yang tidak menyerap panas dan dapat mempertahankan suhu.
- 4) Evaporasi adalah kehilangan panas akibat penguapan cairan ketuban pada permukaan tubuh oleh panas tubuh bayi sendiri. Hal ini merupakan

jalan utama bayi kehilangan panas. Kehilangan panas juga terjadi jika saat lahir tubuh bayi tidak segera dikeringkan atau terlalu cepat dimandikan dan tubuhnya tidak segera dikeringkan / diselimuti. Maka solusinya dilengkapi dengan adanya *water boiler* untuk menjaga kelembaban dan sirkulasi pada *incubator* agar suhu tubuh bayi tetap terjaga.

5) Gambar alat baby inkubator



Gambar 2.2 Alat *Baby Incubator*

(Sumber: Penelitian Polkesbaya dan CV BUMA)

Di dalam dunia kedokteran, *Baby incubator* sangat berguna untuk membantu seorang bayi yang baru lahir untuk memberikan kehangatan dan kenyamanan dengan cara mengontrol kehangatan tersebut melalui pemanasan yang dihasilkan oleh elemen panas.

Baby Incubator merupakan salah satu peralatan elektromedik yang digunakan untuk memberikan perlindungan kepada bayi yang baru lahir prematur atau mempunyai berat badan lahir rendah

dengan cara memberikan suhu dan kelembapan yang stabil dan kebutuhan oksigen sesuai dengan kondisi kandungan ibu, mencegah terjadinya infeksi pernapasan pada bayi dan untuk mengisolasi bayi yang baru lahir atau bayi prematur yang memiliki berat badan kurang dari 2500 gram.

Suhu merupakan suatu keadaan perubahan temperatur udara dimana suhu dapat berubah-ubah tergantung dari perubahan cuaca. Suhu itu akan menunjukkan apakah benda itu akan terasa panas atau dingin. Makin terasa panas, maka makin tinggi suhunya. Untuk mengukur dengan tepat suhu secara kuantitatif diperlukan beberapa kegiatan yang bukan tergantung pada cita rasa kita mengenai panas atau dingin, tetapi pada besaran-besaran yang dapat diukur. Jika kita ingin menentukan suhu suatu sistem atau keadaan, maka prosedur yang paling sederhana adalah dengan mengujur keadaan tersebut dengan suatu petunjuk yaitu dengan menggunakan thermometer. Suhu yang ditunjuk pada thermometer, tak lain adalah suhu yang berada dalam keadaan yang sebenarnya.

Bayi memiliki pengaturan regulasi yang sangat rendah adalah faktor terpenting yang mempengaruhi prematur. Salah satu masalah utama yang dihadapi bayi baru lahir adalah termogulasi yang tidak tepat .

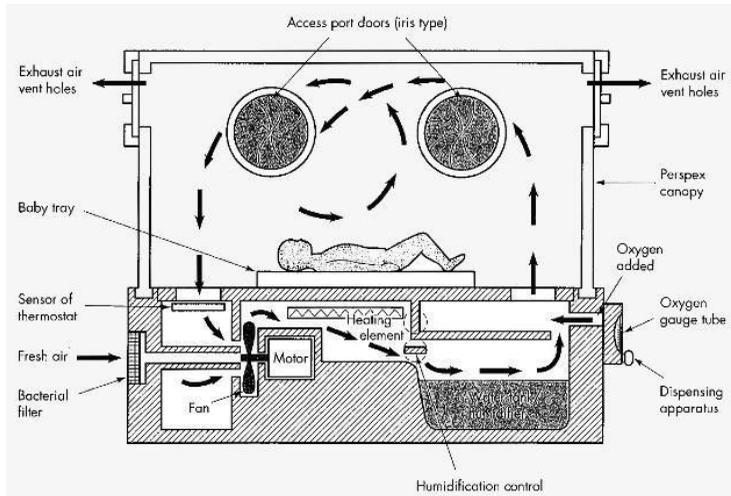
Bayi prematur sangat cepat kehilangan panas badan atau suhu tubuh bahkan dapat juga terjadi hipotermia, karena pusat pengaturan suhu tubuh belum berfungsi dengan baik. Oleh karena itu bayi dirawat dalam inkubator untuk mempertahankan suhunya. Suhu inkubator untuk bayi adalah 36,5 - 37,5 °C. Sistem kontrol suhu adalah bagian integral yang penting dari

incubator. Penulis menggunakan kontrol suhu ruang agar pemerataan suhu tetap terjaga dengan baik.

Banyak masalah seperti hipotermia, dehidrasi akan terjadi pada bayi yang memiliki kelembaban kurang. Masalah ini dapat dikurangi jika bayi prematur dirawat di kelembaban yang relatif tinggi. Suhu kulit meningkat dan distribusi suhu permukaan akan lebih banyak jika bayi dirawat pada kelembaban yang relatif tinggi.

Bayi prematur mudah sekali diserang infeksi. Ini disebabkan oleh karena daya tahan tubuh terhadap infeksi berkurang, relatif belum sanggup membentuk antibody serta reaksi terhadap peradangan belum baik, itu dibutuhkan sebuah inkubator bayi yang dapat menjaga kondisi bayi hingga mencapai kondisi dimana bisa beradaptasi dengan suhu lingkungan. Bila bayi dirawat pada incubator maka kelembaban berkisar antara 50% - 70% RH. Kelembaban yang lebih tinggi diperlukan pada bayi yang sindrom gangguan pernapasan.

Baby Incubator mempunyai ukuran box standart, karena bayi prematur kekurangan lemak tubuh sehingga bayi prematur kurang mampu mengatur suhu tubuh. Untuk tujuan ini *incubator* memastikan kondisi lingkungan yang ideal dengan memungkinkan suhu harus disesuaikan berdasarkan perubahan suhu bayi.



Gambar 2.3. Sirkulasi udara yang ada di Box

Untuk memenuhi fungsi tersebut, ada sebuah prinsip atau konsep dasar dari *incubator* bayi yang perlu diingat dan dipelajari agar sesuai dengan aturan media yang diakui. cara kerja *incubator* bayi di dalam pengertian sederhana hanya melibatkan 3 hal, yaitu suhu, kelembapan dan oksigen. Suhu, kelembapan dan jumlah oksigen yang menyerupai keadaan di dalam kandungan ibu si bayi. Bedanya, 3 hal tersebut dapat dimanipulasi oleh manusia melalui kontrol yang tersedia di bagian atas maupun bawah *incubator*. Untuk mencapai prinsip yang sempurna, sebuah *incubator* harus dilengkapi dengan beberapa bagian ini :

- *Heater*, sebuah alat yang fungsinya adalah untuk menghasilkan suhu panas. Hampir sama fungsinya seperti alat infant warmer. Hanya saja *incubator* memiliki fungsi yang lebih luas lagi.
- Blower, sebuah alat yang difungsikan untuk

- pendistribusian panas ke seluruh bagian boks
- Kontrol, sebuah alat yang fungsinya untuk mengatur kelembapan dan suhu aliran udara
 - Display, sebuah alat yang digunakan untuk menampilkan
 - Alarm, sebuah alat pada *incubator* yang akan menyala saat hal-hal yang tidak diinginkan terjadi
 - Chamber, dimana bayi diletakkan atau disebut juga dengan boks tidur.

Baby incubator biasanya memiliki 3 parameter, yaitu :

Baby incubator biasanya memiliki 3 parameter, yaitu :

- a. *Skin mode* : suatu mode untuk memonitoring suhu tubuh pada bayi.
- b. *Air mode* : suatu mode untuk memonitoring kondisi suhu pada *chamber infant incubator*.
- c. Kelembaban : suatu mode untuk memonitoring kelembaban pada *chamber infant incubator*.

3. Jenis Baby Incubator

a. Baby Incubator Sederhana (Cuff-Incubator)

Banyak digunakan oleh instansi kesehatan kelas menengah ke bawah. Biasanya hanya terdiri dari box (kotak tempat bayi), penghangat dan alat ukur suhu ruang dan tidak menggunakan kelembaban. Terkadang tidak memiliki selector setting suhu, sehingga hanya menggunakan penghangat dengan suhu tetap.



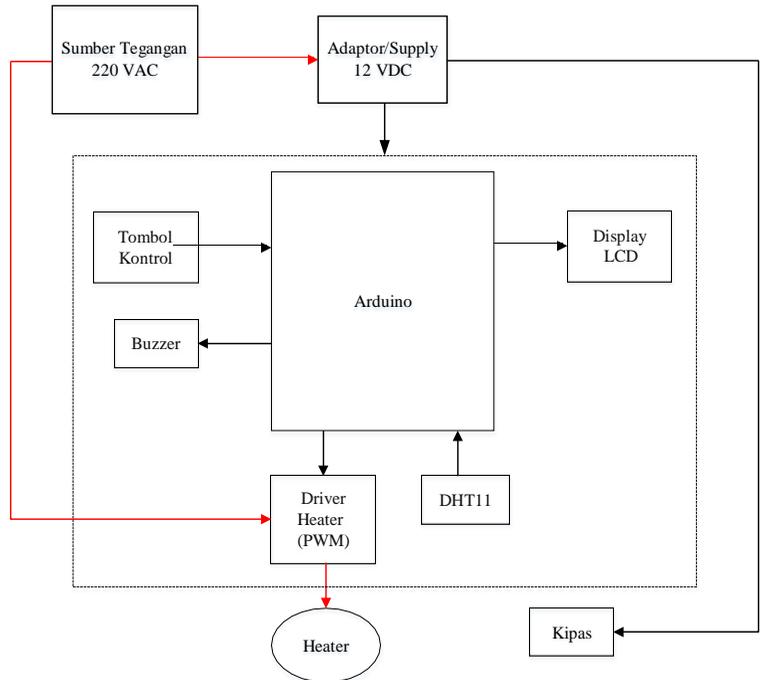
Gambar 2.4 Cuff Incubator
(Sumber :<https://pusatbabyincubator.com>)

b. Baby Incubator Digital

Merupakan pengembangan dari incubator bayi sederhana. Incubator ini telah dilengkapi fasilitas tambahan yang dapat mengoptimalkan fungsi incubator dalam menunjang keadaan bayi yang baru lahir. Dengan banyaknya fasilitas barunya, membuat incubator bayi digital ini menjadi mahal.



Gambar 2.5 Baby Incubator Digital
(Sumber: CV BUMA) (Sumber : CV BUMA)

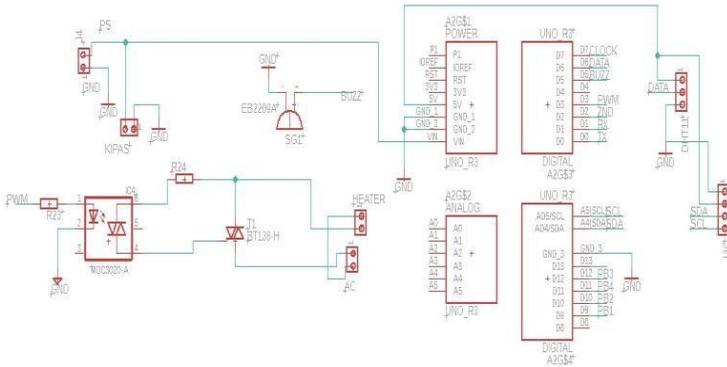


Gambar 2.6 Blok Diagram *Baby Incubator Digital*

Cara kerja blok diagram :

Tegangan 220 masuk ke Power supply untuk mensupply tegangan. Power supply merubah tegangan ac menjadi dc untuk menyuplai keseluruhan rangkaian. Pada saat men set suhu, arduino diprogram untuk menghidupkan heater melalui driver heater. DHT 11 berfungsi sebagai sensor suhu dan kelembapan. lalu hasil tersebut ditampilkan ke LCD. Buzzer digunakan sebagai alarm. Apabila suhu melebihi dari 40°C maka Alarm makan menyala dan heater akan mati/off. Fan

berguna sebagai penyalur udara pemanas ke seluruh chamber. Tombol kontrol berfungsi sebagai kontrol memulai/start, menaikkan suhu atau menurunkan suhu.

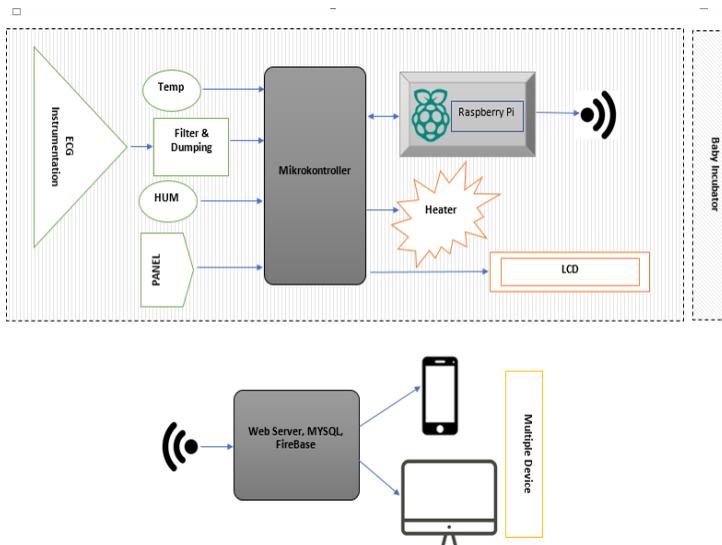


Gambar 2.7 Rangkaian Baby Incubator Digital

- c. **Baby Incubator** berbasis **Telemedicine Baby Incubator** bayi dengan kontrol servo yang menggunakan teknologi microcontroller-based dan Raspberry ini didesain dengan mempertimbangkan faktor keselamatan dan kenyamanan pasien dan dapat dimonitor lewat PC maupun Android. Inkubator bayi ini memungkinkan diberikannya kondisi lingkungan sesuai yang dibutuhkan oleh pasien dengan mengatur suhu dan kelembapan dalam kompartemen bayi. Baby Inkubator ini adalah hasil penelitian Bersama Jurusan Teknk Elektromedik Poltekkes Kemenkes Surabaya dengan CV Buma yang mempunyai beberapa parameter seperti Detak Jantungm perekaman Sinyal ECG yang dapat dipantau lewat Androiddua mode pengoperasian yaitu mode Air / Manual mode, dan mode Skin / Servo mode.



Gambar : 2.6 Baby Inkubator.
 (Sumber :Penelitian Polkesbaya dan CV Buma)



Gambar : 2.7 Blok Diagram Baby Inkubator berbasis telemedicine

Cara kerja blok diagram :

- 1) Alat baby incubator telah di hubungkan dengan sumber tenaga listrik dan akan menghidupkan alat termasuk Heater, Kipas dan monitoring system.
- 2) Seting temperature ruang.
- 3) Setelah temperature ruangan stabil sesuai dengan pengaturan baru meletakkan Bayi premature dengan memasang sensor suhu Kulit, Elektroda ECG
- 4) Jika suhu seting telah tercapai maka heater akan mati.
- 5) Semua sensor dan control masuk ke mikrokontrol yang kemudian diteruskan ke Ruspberry dan display
- 6) Dari Ruspberry dikirim lewat internet dan dapat ditangkap oleh android.

d. Indikasi Baby Incubator

- 1) Bayi kurang bulan (<38 minggu), sehat atau sakit
- 2) Bayi kecil kurang dari 2000 gram, sehat atau sakit
- 3) Bayi lebih dari 2000 gram keadaan sakit terutama kesulitan bernafas
- 4) Bayi yang mengalami operasi (pasca operasi) sebelum pemulihan.

e. Standart Baby Incubator

Menurut American National Standards Institute Association for the advancement of medical instrumentation (ANSIAAMI) 1136- 1196 :

- 1) Suhu udara : $32^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$
- 2) Suhu kulit : $36^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C}$
- 3) Uniformity of temperature 1°C
- 4) Level kebisingan : $< 60\text{dB}$
- 5) Kelembapan relatif : $> 70\%$
- 6) Aliran udara : $< 0.35 \text{ m/s}$

D. RINGKASAN

Alat Baby Inkubator adalah alat yang digunakan untuk membantu bayi yang lahir karena prematur atau terkena penyakit kuning. Pada prinsipnya alat ini menggambarkan keadaan bayi didalam kandungan ibunya . Oleh sebab itu kondisi yang dipersyaratkan pada alat ini adalah Kestabilan suhu ruangan dan suhu kulit, dan kelembaban. Dengan perkembangan teknologi alat baby yang tadinya sederhana secara teknologi berkembang seiring perkembangan teknologi tersebut. Dimana perkembangan ini ditandai dengan adanya penggabungan baby inkubator dengan *Vital sign* atau *bedside monitor* yang mempunyai beberapa parameter pemukuran seperti Detak Jantung, sinyal ECG, pengukuran tinggi badan, berat badan, bayi ngompol, respirasi, dan SPO2 bahkan dapat dipantau lewat Android sehingga memungkinkan biaya teperiksaan ini semakin. Hal ini disebabkan karena keterpaduan layanan informasi kesehatan yang terpadu.

E. LATIHAN SOAL

1. Pada pesawat baby incubator sirkulasi udara harus berlangsung dengan baik. Untuk itu diperlukan

pemeliharaan secara berkala terhadap baby incubator agar terjadi sirkulasi udara yang baik. Langkah pertama Apakah yang dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut ?

- A. Filamamen pemanas dan blower
- B. Kontrol suhu dan blower
- C. Blower dan filter udara
- D. Filamen pemanas dan filter udar
- E. Filter udara dan level air

2. Seorang perawat mengirimkan alat Baby Inkubator yang mengalami kerusakan karena panas tidak merata dan kelembaban juga tidak terkontrol. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani kasus tersebut?.

- A. Memeriksa rangkaian kulit
- B. Memeriksa rangkaian Suhu
- C. Memeriksa Rangkaian Blower.
- D. Memeriksa rangkaian Kelembaban
- E. Memeriksa Rangkaian Power supply

3. Sebuah alat Baby inkubator di NICU digunakan untuk terapi bayi baru lahir dengan BB 200 gr, membutuhkan setting temperuatur sekitar 32 C, akan tetapi pada alat tersebut suhu di dalam tidak sesuai dengan kebutuhan suhu bayi yang seharusnya. Sehingga alat tersebut dinyatakan tidak dapat dipergunakan. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut?

- A. Melakukan pemeriksaan catu daya listrik Inkubator dengan mengukur tegangan dan arus yang mengalir pada alat
 - B. Melakukan pemeriksaan heater/termostat pada rangkaian Inkubator apakah heater/termostat masih berfungsi atau harus diganti kerana sudah rusak dan dilakukan kalibrasi
 - C. Melakukan pemeriksaan seluruh rangkaian pada inkubator
 - D. Melakukan pemeriksaan, pengukuran, penggantian spare part heater/termostat agar suhu yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan bayi.
 - E. Melakukan pemeliharaan rutin dan kalibrasi agar suhu heater/thermostat sesuai dengan standar
4. Pada alat baby incubator sirkulasi udara harus berlangsung dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan pemeliharaan secara berkala terhadap alat tersebut agar terjadi sirkulasi udara yang baik. Langkah pertama apakah yang dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut?
- A. Periksa Filament pemanas dan blower
 - B. Periksa Control suhu dan blower
 - C. Periksa Blower dan filter udara
 - D. Periksa Filament pemanas dan filter udara
 - E. Periksa Filter udara dan level air
5. Pemantauan rutin terhadap fungsi alat wajib dilakukan. Berikut yang bukan termasuk pemantauan alat baby incubator?
- A. Suhu chamber
 - B. Kelembaban
 - C. Thermostat
 - D. Catu daya

E. Alarm'

6. Seorang perawat melaporkan kepada instalasi pemeliharaan sarana bahwa alat baby incubator rusak tidak bisa digunakan/menyala. Langkah pertama apakah yang dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut?
 - A. Melakukan pemeriksaan pada bayi
 - B. Melakukan pemeriksaan pada suhu ruangan
 - C. Melakukan pemeriksaan pada blower
 - D. Melakukan pemeriksaan pada kabel catu daya
 - E. Melakukan pemeriksaan pada fuse

7. Pengaturan yang paling penting pada alat baby incubator adalah pengaturan panas pada ruangan bayi ditempatkan. Untuk mengendalikan panas tetap stabil diperlukan sensor suhu yang dapat mengatur, sehingga panas tetap aman untuk bayi yang membutuhkan perawatan. Jenis sensor suhu apakah yang paling baik dipakai diantara sensor suhu dibawah ini yang dapat digunakan pada alat tersebut ?
 - A. Sensor photo dioda atau photo transistor
 - B. Sensor PTC atau NTC
 - C. Sensor Termocouple
 - D. Sensor air raksa
 - E. Sensor Bimetal

8. Perawat ingin menggunakan alat baby incubator dirumah sakit mengalami kendala pada suhu disekitar matras tidak dapat meningkat, sebagai tenaga elektromedis apa yang harus dilakukan?
 - A. Cek kesesuaian suhu heater dengan suhu setting
 - B. Cek relay yang memutuskan supply ke heater
 - C. Cek probe suhu, mungkin probenya basah

- D. Cek posisi sensor sudah tepat atau belum
 - E. Cek supply dari tegangan PLN
9. Seorang Dosen menerangkan pada mahasiswa cara pengoperasian alat Baby Inkubator yang ditinjau dari aspek pengamanan. Jika terjadi arus bocor aspek pengamanan apa saja yang perlu dilengkapi
- A. Memasang kelembaban, kulit dan oksigen
 - B. Memasang sensor suhu, Kelembaban, dan kulit.
 - C. Memasang sensor udara, suhu dan kelembaban
 - D. Memasang sensor suhu, oksigen dan kelembaban
 - E. Memasang sensor udara, kelembaban dan oksigen
10. Sebuah Rumah Sakit Melakukan Pengadaan Satu Infan warmer baru yang akan dimanfaatkan untuk terapi bagi bayi. Di ruang manakah alat tersebut ditempatkan ?
- A. IGD
 - B. NICU
 - C. Ruang Ob- Gyn
 - D. Instalasi Rawat Inap
 - E. Instalasi Rehab Medis

F. KUNCI JAWABAN SOAL

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 6. E |
| 2. C | 7. B |
| 3. E | 8. C |
| 4. C | 9. B |
| 5. E | 10. B |

G. DAFTAR PUSTAKA

1. J. M. Carr, J. J., & Brown, *Introduction Biomedical equipment technology*, 3rd ed. New Jersey: Upper Saddle River, N.J Prentice Hall 1998, 2001
2. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Physics of the body*. second edition 1999, Medical physics Publishing, New York
3. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Medical Physics.*, Copy right 1978 by John Wiley & Sons. Inc. New York
4. Ackerman, Eugene, Linda BM, Ellis Lawrance E William., *Biophysical Science*, @1979 by Printice Hall, Inc. Engglewood Cliffs, New Jersey 0732
5. J. M. Carr, J. J., & Brown, *Introduction Biomedical equipment technology*, 3rd ed. New Jersey: Upper Saddle River, N.J Prentice Hall 1998,
6. Richard Aston, *Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement*, @1990 by Merrill Publishing company A Bell & Howell information Company, Columbus, Ohio 43216
7. A.Yuliant, A. Kowanda, and N. S. Salahuddin, "Rancang Aplikasi Pemantau Suhu Dan Kelembapan Pada Inkubator Bayi Berbasis Internet," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, no. June, pp. 7-10, 2015.
8. A. Usman, H. Marwazi, and S. Alam, "TEMPERATURE AND HUMIDITY TEST OF THE TELEMETRY TOOL MODELING IN BABY INCUBATOR Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II PENDAHULUAN Interaksi teknologi dalam bidang kedokteran hingga saat ini , mengalami perkembangan dan kemajuan . Ditand," vol. 09, pp. 16-23, 2018.
9. R. A. Wijaya, S. W. L. W. Lestari, and M. Mardiono, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Alat Baby Incubator Berbasis

Internet Of Things,” *J. Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 52, 2019, doi: 10.31479/jtek.v6i1.5.

10. B. G. Irianto, *PERANCANGAN MONITORING SINYAL JANTUNG BERBASIS TELEMETRI*. Surabaya, 2017.

BAB III INFUSION PUMP

A. PENDAHULUAN

Infusion Pump adalah salah satu instrumen medis yang digunakan untuk memompa cairan ke tubuh pasien secara terkontrol. Karakteristik utama dari alat tersebut adalah pengontrolan kecepatan alir cairan infus secara mekanik. Dengan menggunakan infusion pump, terapi dengan menggunakan cairan bervolume sangat kecil bukan tidak mungkin, ditambah dengan jaminan presisi laju aliran infus ke dalam tubuh. Meski cara penghantarannya terjadi secara mekanik, pengendalian pompa dilakukan secara elektronik. Operator infusion pump bertugas mengatur alat tersebut serta memonitor kerjanya.

Infusion Pump merupakan salah satu alat bantu yang wajib dimiliki oleh semua Rumah Sakit, Puskesmas, Klinik Kesehatan, dll. Hal ini dikarenakan cairan/obat yang dimasukkan dalam tubuh pasien harus terbebas dari gelembung udara yang dapat meracuni darah dan juga akan menimbulkan *Emboli* (masuknya benda asing ke dalam jantung). Benda asing yang dimaksud adalah gelembung udara yang dapat berakibat fatal atau dapat menyebabkan kematian. Oleh karena itu alat infusion pump sangat dibutuhkan oleh semua sentra pelayanan kesehatan sebagai

alat bantu yang dapat mendeteksi adanya gelembung udara dan juga dapat mendeteksi ada tidaknya tetesan cairan dalam waktu yang telah ditentukan. Apabila terdapat gelembung udara dan atau tidak adanya tetesan cairan infus dalam waktu yang ditentukan, maka alarm akan berbunyi. Kondisi ini dapat mencegah terjadinya emboli pada pasien yang dapat membahayakan keselamatan pasien.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran Lulusan yang dibebankan pada materi ini:

1. Mahasiswa mampu mahami pengertian dan pengetahuan yang terkait dengan fungsi, prinsip kerja, pemeliharaan, perbaikan dan pengkalibrasian tentang alat Infusion Pump.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengoperasikan, melakukan pemeliharaan, melakukan perbaikan dan melakukan pengkalibrasian alat Infusion Pump sesuai dengan SOP dan menerapkannya dengan baik dan benar.

C. KAJIAN MATERI

1. Pengertian

Infusion Pump adalah perangkat medis yang digunakan untuk memberikan cairan ke dalam tubuh pasien dalam jumlah besar atau kecil, dan dapat digunakan untuk memberikan nutrisi atau obat, seperti : insulinhormone lainnya, antibiotic, obat kemoterapi, dan penghilang rasa sakit dengan cara yang terkendali.

2. Fungsi

Pesawat infus berfungsi sebagai alat bantu kedokteran yang dirancang untuk mengontrol dan mengatur pemberi cairan infus kepada pasien yang dalam perawatan melalui pembuluh darah

Pesawat infus pump digunakan untuk memastikan dosis yang tepat sehingga pasien tidak overdosis. Alat ini berperan penting dalam pelayanan medis terutama saat menangani pasien kritis karena alat ini menyuntikkan cairan langsung melalui pembuluh darah dan memastikan dosis yang tepat agar pasien tidak overdosis.

3. Teori Dasar

Air merupakan komponen yang sangat penting bagi kesehatan tubuh kita. Hal ini dikarenakan 2/3 dari berat badan kita terdiri dari air. Manusia dapat mengalami dehidrasi yaitu kekurangan cairan didalam tubuh karena pengeluaran cairan yang berlebihan yang dapat terjadi karena :

- a. Keringat yang berlebihan
- b. Muntah - muntah dan buang air besar
- c. Luka bakar
- d. Suhu badan tinggi
- e. Tidak makan dan minum sehingga masuknya makanan dan minuman berkurang

Keadaan-keadaan tersebut mengakibatkan penderitaan membutuhkan cairan untuk menggantikan cairan yang sudah hilang. Salah satu cara yang dilakukan untuk menggantikan cairan tubuh ataupun darah kedalam tubuh lewat pembuluh darah vena disebut proses infus. Infus diberikan dengan beberapa pertimbangan antara lain :

- a. Tubuh mengalami dehidrasi berat
- b. Kesadaran menurun (shock)

- c. Kemampuan untuk memasukkan cairan secara oral menurun
- d. Pada kondisi tertentu pemasukkan cairan tidak dapat dengan cara injeksi (suntikan).

Infusion Pump merupakan salah satu penunjang medis yang biasa digunakan didalam ruang gawat darurat, ruang rawat inap, ruang rawat intensif dan ruang khusus lainnya. Alat infus adalah alat injeksi cairan kimia tertentu yang diberikan kepada pasien dalam rangka pengobatan berupa cairan nutrisi, tranfusi darah dan cairan kimia. Cairan ini masuk kedalam tubuh melalui pembuluh darah vena dan menggunakan suatu selang.

Tujuan dilakukan pemberian infus adalah sebagai akses intravena, mengatur keseimbangan air dan elektrolit tubuh, dukungan terhadap nutrisi dan darah.

4. Jenis Infusion Pump

Terdapat berbagai jenis alat infus yang saat ini digunakan di rumah sakit dan instansi kesehatan lainnya, yaitu:

- a. **Infus konvensional**, yaitu infus yang hanya terdiri dari kantong cairan, selangcairan, katub/*tubing clamp*. Infus ini memanfaatkan gaya gravitasi bumi dalam pemberian cairan ke pasien. Cairan yang berada dalam kantong ditempatkan pada tiang yang posisinya lebih tinggi dari pasien, sehingga cairan tersebut akan masuk kedalam tubuh pasien. Keuntungan dalam penggunaan infus jenis ini adalah dapat diperoleh dengan harga yang terjangkau, lebih praktis dalam pemasangan dan pengoperasian.

Kerugian infus jenis ini adalah pemberian dosis pada pasien bisa kurang akurat dan kurang efektif serta kurang aman karena infus jenis ini memerlukan pemantauan yang kontiniu dan ketelitian oleh perawat.



Gambar 3.1 : Infusion konvensional

Kerugian dari infus ini yaitu pemberian dosis pada pasien bisa kurang akurat dan kurang efektif serta kurang aman karena infus jenis ini memerlukan pemantauan yang kontiniu dan ketelitian oleh perawat.

- b. **Infusion pump**, yaitu suatu alat untuk mengatur jumlah cairan/obat yang dimasukkan kedalam sirkulasi darah pasien secara langsung melalui pembuluh darah vena dengan menggunakan sistem pompa. Cairan yang berada dalam kantong akan dipompa sesuai dengan pengaturan laju cairan dan dosis cairan yang akan diberikan. **Keuntungan** menggunakan infusio pump yaitu keakuratan dalam pemberian cairan, lebih aman digunakan karena pada infus ini terdapat detector yang berfungsi bila terjadi suatu kesalahan dalam proses pemberian cairan. Sedangkan **kerugiannya** adalah harga relative mahal, sehingga tidak dapat

digunakan setiap saat oleh semua rumah sakit atau instansi pelayanan kesehatan.



Gambar 3.2 Infusion pump

(Sumber : <https://glorya.co.id/wp-content/uploads/2020/04/Te-112-min.jpg>)

1) Contoh Spesifikasi Alat Infusion Pump

- a) Nama alat : BGI Infusion Pump
- b) Tipe : TEM_58
- c) SN : 1111111
- d) Tipe Pompa : Peristaltic Finger Type
- e) Akurasi : $\pm 10\%$
- f) Akurasi Tetesan : $\pm 2\%$
- g) Display Range of Total : 0 ~ 9999 mL (1 mL step) Volume Delivered
- h) Setting Range of Delivery : 0 ~ 9999 mL (1 mL step) or [----] Limit
- i) Delivery Rate in Purge : 300mL/h or more
- j) Alarm Function :

- Voltage drop
- Air in Line
- Occlusion [deteksi tekanan 39.2 ~ 117.6Kpa (0.4 ~ 1.2 Kgf/cm²)]
- Deteksi pintu terbuka
- Delivery Rate error
- Free flow detection with drop sensor
- Empty detection
- Battery fault
- Delivery probe error
- Delivery probe not connected
- Operational conditions :
 - Temperature : 10 ~ 40° C;
 - Kelembaban : 30 ~ 85 %
- Storage Conditions :
 - Temperature : -20~ 45° C
 - Kelembaban : 10 ~ 95 %
- Power source :
 - Tegangan PLN: 100V-240V 50/60Hz
 - Int. Battery : 2hours at 25mL/h
- Daya : 16VA or less
- Electric shock protection : Class 1 type CF
- External dimensions : 130(W) X 180(H) X 136(D)mm
- Weight : approx 2.3Kg
- Aksesoris (Include) :
 - AC Power cable 1
 - Time delay fuse 2
 - Drop sensor 1
 - Instruction Manual 1
 - Kartu Garansi 1
- Optional accesories : alarm terminal cord

2) **Penempatan Alat Infusion Pump** biasanya ditempatkan di ruang ICU dan di Ruang perawatan biasa.

3) **Beberapa hal yang harus diperhatikan, sebagai larutan awal bila status elektrolit pasien belum diketahui pada kasus emergensi adalah sebagai berikut :**

a) Dehidrasi karena asupan makanan dan minuman tidak memadai.

b) Demam tinggi (sangat panas).

Maka dosis lazim 500 - 1000 mL untuk sekali pemberian secara intravena. Kecepatan sebaiknya 300 - 500 mL/jam (dewasa), 50 - 100 mL/jam (anak-anak). Penghitungan kecepatan aliran perlu untuk melengkapi pemberian cairan dan obat- obat intra vena yang aman. Informasi yang diperlukan untuk menghitung kecepatan aliran, sebagai berikut :

a) Volume cairan yang diinfuskan

b) Waktu infus total

c) Kalibrasi set pemberian yang digunakan (jumlah tetesan per mililiter).

D. Jenis Pompa

Berdasarkan volumenya, jenis pompa pada infus antara lain. Pompa volume besar atau LVP dapat memompa solusi nutrisi cukup besar untuk memberi makan pasien. LVP biasanya menggunakan pompa peristaltik elektronik. Pompa dikendalikan secara manual atau melalui roller yang dikendalikan komputer. Pompa kecil-volume infus hormon, seperti insulin , atau obat-obatan lain, seperti opiat.

E. Drip chamber

Drip chamber adalah wadah atau tempat yang digunakan untuk menampung cairan infus sebelum masuk ke dalam tubuh pasien. Pesawat infusion pump dilengkapi dengan fasilitas alarm yang akan aktif apabila terjadi kesalahan atau terjadi sesuatu yang tidak diinginkan. Alarm ini akan memberikan tanda yang dapat dilihat pada display board dan menunjukkan kesalahan apa yang terjadi serta peringatan yang berbunyi berupa buzzer.

F. Prinsip Dasar

Prinsip dasar dari infusion pump adalah mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Gerak disini adalah gerakan dari putaran motor yang berfungsi menggerakkan sistem peristaltic yang digunakan untuk mendorong cairan masuk ke dalam sirkulasi peredaran darah pasien.

Prinsip dasar alat ini bekerja dari rangkaian oscilator, yang akan memberikan sinyalnya ke motor yang akan dikendalikan oleh pengendali motor. Kemudian saat motor bekerja tetesan sensor dan pengelola sinyal pada level air bekerja yang keluarannya akan mengerjakan rangkaian buzzer, pada sensor tetesan akan mendeteksi berapa banyak tetesan yang keluar menuju pasien. Kecepatan tetesan dapat dikendalikan oleh pengendali laju tetesan yang akan mengerjakan pengendali motor. Hasil tetesan dan setingan laju aliran tetesan dapat dilihat pada display.

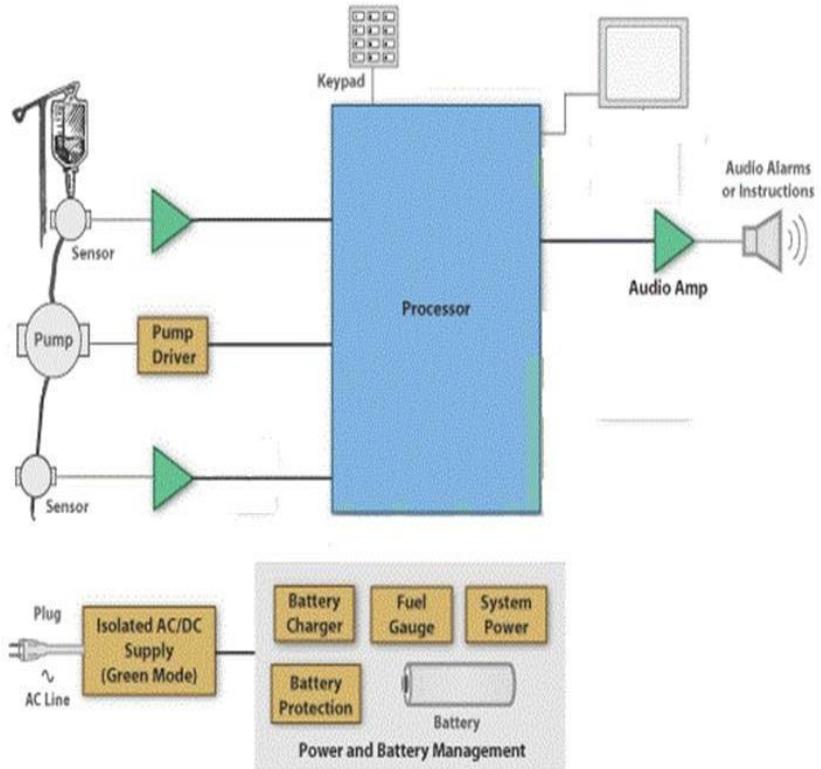
Infuse Pump menggunakan tabung cairan infus, selang infus dan jarum suntik. Hanya saja jalannya cairan dapat dikontrol dengan memberikan gerakan peristaltik (memijat) pada selang infus. Gerakan ini dilakukan oleh sebuah motor, dan dimonitor oleh sensor yang semuanya bekerja dibawah kendali mikrokontroller. Ada berbagai jenis infus pump, yang digunakan untuk tujuan yang berbeda dan di lingkungan yang berbeda. Infus pump memasukkan cairan, obat-obatan, atau nutrisi ke dalam sistem peredaran darah

pasien. Biasanya diberikan secara intravena, meskipun infus subkutan, arteri, dan epidural sering digunakan.

G. Sistem Kerja Infusion Pump

Pertama sumber listrik mencatudaya power supply, dan power supply mendistribusikan listrik kesemua komponen sesuai kebutuhan. Pertama ketika selang sudah dimasukan ke dalam door, dan aliran belum di setting, maka selang tidak akan mengalirkan cairan. Karna belum ada gerakan peristaltik dari motor penggerak peristaltik.

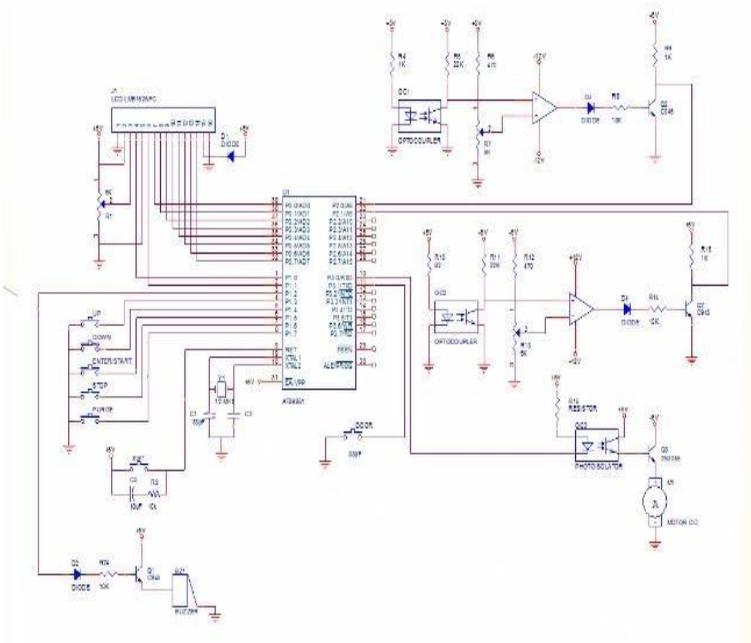
Saat alat sudah di setting maka alat motor penggerak akan membuat pergerakan peristaltik yang menyebabkan mengalirnya cairan dari labu infus ke pasien melalui selang. Sensor gelembung mendeteksi gelembung pada selang, dan sensor gelembung akan memberi sinyal ke mikrocontroler untuk menyalakan indikator gelembung dan menyalakan buzzer



Gambar 3.4. Blok diagram Infusion Pump

Saat ada sumbatan pada selang maka sensor aliran akan memberikan sinyal ke mikrokontroler, dan mikrokontroler mengirimkan sinyal ke indikator occlusion dan menyalakan buzzer. Saat cairan infuse pada labu habis dan tidak menetes lagi pada tubing, maka sensor tetesan akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler dan mikrokontroler menyalakan indikator cairan habis, menyalakan buzzer dan menghentikan gerakan peristaltik. (Gambar 3.4)

1. Blok Diagram



Gambar 3.5. Rangkaian Infusion Pump

Cara kerja rangkaian Infusion Pump.

- a. Pertama-tama Rangkaian sudah mendapatkan power supply
- b. Setting pengaturan tetesan infus
- c. Motor akan bekerja sesuai dengan settingan.
- d. Jika cairan infus sudah habis maka rangkaian pendeteksi cairan habis akan bekerja dengan memberikan peringatan.
- e. Jika terjadi oclusi maka alat akan memberikan peringatan.

2. Bagian-Bagian Infusion Pump

a. Bagian Depan



Gambar 3.6 : Bagian depan Infuse Pump

Indikator pada pesawat Infusion pump merk Terumo terdapat :

- 1) Air indikator ,menyala jika ada udara di selang
- 2) Occlusion indikator ,menyala jika ada selang infuse ada hambatan
- 3) Door indikator ,menyala jika pintu tidak terkunci atau tertutup
- 4) Flow error indikator ,menyala jika terjadi kesalahan aliran infuse
- 5) Completion indikator ,menyala jika infuse pump mencapai target yang diinginkan.
- 6) Drop indikator ,menampilkan jumlah tetesan cairan infuse.
- 7) Start /stop indikator .menampilkan status infusio pump. Hijau jika beroperasi dan orange jika berhenti beroperasi
- 8) Baterai indikator
- 9) Charge indikator ,menyala jika infusio pump sedang di charge

- 10) Empty indikator ,menyala jika tidak ada tetesan pada chamber

Display pada pesawat terumo terdapat display digital yang menampilkan : Volume delivered display, volume delivery, delivery rate (mL/h) dan delivery limit.

Pada Infusion Pump terdapat tombol tombol yang berfungsi :

- 1) Tombol untuk menaikkan dan menurunkan kecepatan aliran cairan infuse.
- 2) Tombol start/stop dan silence
- 3) Start / stop indikator .menampilkan status infusion pump. Hijau jika beroperasi dan orange jika berhenti beroperasi
- 4) Purge switch, mempercepat aliran untuk menghilangkan udara pada selang infus
- 5) Power switch untuk menghidupkan infuse pump
- 6) Infusion set switch ,mengatur jumlah tetesan cairan infuse
- 7) Σ mL clear switch, tekan tombol kurang lebih 0.5 detik untuk menghapus pembacaan volume delivery
- 8) Select switch, untuk memilih delivery rate mode dan delivery limit mode dsw

b. Bagian dalam Pintu (Door)

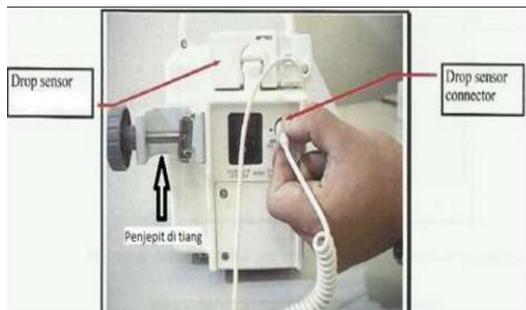


Gambar 3.7: Bagian dalam Infuse Pump

Pada Bagian Dalam pintu terdapat :

- 1) Air line indikator, mendeteksi udara jika ada di selang infuse
- 2) MIDPRESS fingers, menekan selang untuk menurunkan cairan infuse
- 3) Oclusion detector, mendeteksi jika ada hambatan pada selang
- 4) Tubing clamp, tetep menjepit selang ketika pintu terbuka
- 5) Release lever, untuk melepaskan tubing clamp

c. Bagian Belakang Infuse Pump



Gambar 3.8 bagian belakang Infuse Pump

Keterangan Gambar :

- 1) Drip sensor konektor untuk konektor aksesoris tsensor tetesan.
- 2) Nurse call connector, untuk menghubungkan ke nurse call
- 3) Ac inlet, power supply konektor berfungsi konektor kabel power

3. Standar Operasional Prosedure (SOP) Pemakaian

Pada saat pertama kali menggunakan, sambungkan kabel mesin ke sumber listrik selama 12 jam, mesin dalam posisi off.

- a. Tempatkan alat pada ruang tindakan
- b. Lepaskan penutup debu
- c. Pasang cairan infus dan hubungkan ke alat
- d. Pasang Infusion set
- e. Sambungkan kabel power ke mesin dan sumber listrik
- f. Tekan tombol power ON, mesin akan melakukan “self checking”, semua tombol alarm akan menyala. Display akan terbaca JJJJ atau tttt
- g. Bila display terbaca JJJJ (posisi 1), berarti harus digunakan set infus khusus pump TS*PA atau TS*PM, bila display terbaca tttt (posisi 2), berarti harus digunakan set infus biasa TS*A atau TK*A.
- h. Lakukan priming pada set infus, pastikan tidak ada udara di sepanjang selang.
- i. Posisikan roller klem di bawah pump. Buka pintu pump, geser klem yang terletak di bawah lalu pasang set infus dan pastikan posisi set infus dalam posisi lurus, tutup kembali pintu pump.
- j. Pasang drip sensor pada ruang penetesan (chamber) set infus, di antara permukaan cairan dan drip nozzle.

- k. Tekan tombol INFUSION SET “15”19”20”60”, sesuai dengan set infus yang digunakan. Alur kecepatan aliran (Delivery Rate) sesuai yang dikehendaki lalu tekan tombol $\wedge\wedge$ Puluhan naik \wedge Satuan naik vv Puluhan turun v Satuan turun

Catatan :

Untuk set infus “15”19”20 tetes/ml. Max kecepatan adalah 300 ml/jam atau 75 tetes/mt. Untuk set infus ‘60’ tetes/ml Maximum kecepatan adalah 100 ml/jam atau 100 tetes/mn Isi nilai D.Limit (delivery Limit) dengan menekan tombol SELECT lalu tekan tombol $\wedge\wedge$ Puluhan naik \wedge Satuan naik vv Puluhan turun v Satuan turun

- a. Jika tidak menginginkan nilai D. Limit, biarkan D.Limit ----
Pastikan D. Limit tidak terisi angka 0, karena pump tidak dapat dioperasikan.
- Buka roler klem
 - Tekan tombol START, lampu indikator operation akan menyala, hijau. Berarti mesin mulai beroperasi.
 - Bila akan menghapus jumlah cairan yang sudah masuk ke pasien, tekan tombol STOP, lalu tekan tombol Σ ml CLEAR selama 2 detik.
 - Lampu “COMPLETION” akan menyala bila volume cairan yang masuk sudah mencapai D. Limit yang diinginkan, lampu indikator akan berwarna merah. Pada situasi ini, mesin masih berjalan dengan kecepatan minimal (1 ml/jam), untuk menjaga kepatenan IV kateter di dalam vena.
 - Untuk mengakhiri pemakaian infus pump, tekan tombol STOP, buka pintu pump, lepaskan set infus

dari mesin, dan matikan mesin dengan menekan tombol POWER.

4. Prosedur Tetap (Protap) Pengoperasian

a. Prasyarat

- 1.1. Petugas terlatih dan berkompetensi
- 1.2. Aksesoris alat lengkap
- 1.3. Mekanisme kerja jelas

b. Persiapan

- 1.1. Siapkan alat dan pasang pada tiang infuse atau meja.
- 1.2. Siapkan aksesoris, dan pasang ke konektor
 - Sensor tetesan infuse. Jepitkan pada tabung tetesan infuse.
- 1.3. Siapkan bahan operasional
 - Labu infuse. Gantung pada tiang infuse.
 - Selang infuse beserta perlengkapannya. Tusukan ke labu infuse. Kunci selang agar air infuse tidak mengalir.
- 1.4. Periksa batteray bila low batt maka charge alat dengan cara menghubungkan kabel power ke konektor power dan kecatudaya jala - jala.

c. Pelaksanaan

- 1.1. Buka pengikat selang, cairan infuse akan mengisi selang, hingga tidak ada lagi gelembung pada selang.
- 1.2. Tutup kembali selang dengan pengikat selang.
- 1.3. Buka pintu infusion pump, selipkan selang sesuai dengan gambar.



Gambar 3.9 : Bagian dalam infusio pump

- 1.4. Tutup kembali pintu dan kunci, sampai indicator pintu tidak menyala.
- 1.5. Pilih ukuran selang, yaitu 15, 19, 20, atau 60 drop/mL dengan menekan tombol infusio set.
- 1.6. Setting kecepatan aliran cairan.
- 1.7. Alarm posisikan ON
- 1.8. Tekan start untuk memulai.



Gambar 3.10 : Tampilan saat Start

- 1.9. Perhatikan indicator peringatan, apakah ada yang menyala, apabila menyala, periksa kembali pemasangan selang di dalam pintu.

- 2.0. Apabila selesai pengoperasian alat tekan tombol stop.
- 2.1. Buka pintu dan keluarkan selang dalam pintu.
- 2.2. Tutup kembali pintu dan tekan tombol power selama 3 detik untuk mematikan alat.
- 2.3. Bersihkan chasing alat setiap digunakan.
- 2.4. Simpan alat infusion pump dalam lemari penyimpanan.

5. SOP Pemeliharaan

a. Prasyarat

- 1.1 Petugas terlatih dan berkompentensi
- 1.1. Peralatan kerja lengkap
- 1.2. Dokumen teknis penyerta lengkap
- 1.3. Bahan pengujian, Bahan operasional dan Material bantu tersedia
- 1.4. Mekanisme kerja jelas

b. Persiapan

- 1.1. Siapkan perintah kerja
- 1.2. Siapkan formulir Laporan Kerja
- 1.3. Siapkan dokumen teknis penyerta:
 - Service manual
 - Wiring diagram
- 1.4. Siapkan peralatan kerja:
 - Tool set
 - Multimeter
 - Infuse Analyzer
 - Elektrical Safety Analyzer
 - Thermohyrometer
- 1.5. Pemberitahuan kepada user
- 1.6. Siapkan bahan pemeliharaan.

c. Pelaksanaan

No	Pemeliharaan	Selang waktu
1	Pembersihan chasing	1 bulan
2	Pemeriksaan kinerja alat	1 bulan
3	Penggantian sensor	1 tahun
4	Uji kinerja	1 bulan
5	Kalibrasi	1 tahun

d. Pencatatan

Isi formulir laporan kerja Pemeliharaan

- 1.1. User menandatangani laporan kerja dan alat diserahkan kembali kepada user

e. Pengemasan Alat Kerja dan Dokumen Teknis Penyerta

- 1.1. Cek alat kerja dan sesuaikan dengan catatan
- 1.2. Cek dan rapihkan dokumen teknis penyerta
- 1.3. Kembalikan alat kerja dan dokumen teknis penyerta ke tempat semula

f. Pelaporan

Laporkan hasil pekerjaan kepada Kepala IPSRS /melalui sekretaris.

6. SOP Perbaikan

a. Prasyarat

- 1.1. SDM, teknisi terlatih.
- 1.2. Peralatan kerja lengkap.
- 1.3. Dokumen teknis penyerta lengkap.

- 1.4. Bahan pemeliharaan, Bahan operasional dan Material bantu tersedia
- 1.5. Mekanisme kerja jelas

b. Persiapan

- 1.1. Siapkan perintah kerja
- 1.2. Siapkan formulir Laporan Kerja
- 1.3. Siapkan dokumen teknis penyerta:
 - Service manual
 - Wiring diagram
 - Surat tugas kepala IPSRS
 - Formulir permintaan sukucadang.

- 1.4. Siapkan peralatan kerja:
 - Tool set elektronik
 - Tool set Mechanic
 - Multimeter
 - Infuse analyzer
- 1.5. Suku cadang.
- 1.6. Pemberitahuan kepada user

c. Pelaksanaan

- 1.1. Terima keluhan pengguna alat tentang alat tersebut.
- 1.2. Periksa kembali apakah keluhan tersebut benar terjadi.
- 1.3. Letakan alat pada tempat perbaikan.
- 1.4. Periksa keadaan ruang.
- 1.5. Periksa listrik supply dan pengaman listrik.
- 1.6. Identifikasi penyebab kerusakan.
- 1.7. Perkiraan suku cadang yang akan diganti.
- 1.8. Pelaksanaan Perbaikan.
- 1.9. Bila perbaikan membutuhkan tenaga ahli maka buat surat pengadaan jasa perbaikan.

- d. **Pencatatan**
 - 1.1. Isi kartu / label pada alat.
 - 1.2. Isi formulir laporan kerja perbaikan
 - 1.3. Isi surat permohonan perbaikan vendor bila dibutuhkan.
 - 1.4. User menandatangani laporan kerja dan alat diserahkan kembali kepada user

- e. **Pengemasan Alat Kerja dan Dokumen Teknis Penyerta**
 - 1.1. Cek alat kerja dan sesuaikan dengan catatan
 - 1.2. Cek dan rapihkan dokumen teknis penyerta
 - 1.3. Kembalikan alat kerja dan dokumen teknis penyerta ke tempat semula

- f. **Pelaporan**

Laporkan hasil pekerjaan kepada Kepala IPSRS

2. SOP Kalibrasi

a. Tujuan

Mengkalibrasi Infusion Pump dengan membandingkan pengaturan besaran aliran (ml/h) pada Infusion Pump dengan besaran aliran (ml/h) yang ditunjukkan pada Infusion Analyzer. Pada laporan ini, kami melakukan preventive maintenance untuk mengecek keakurasian alat.

b. Ruang Lingkup

Metode kalibrasi ini digunakan untuk mengkalibrasi Infusion Pump yang memiliki rentang ukur :

- 1.1. Rentang ukur s.d 500 ml/h.
- 1.2. Ketelitian s.d 1 ml/h.

c. Peralatan yang digunakan

No	Nama Alat Ukur	Rentang Ukur	Ketelitian
1	Infusion Device Analyzer	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Flowrate : 1000 ml/h ➤ Occlusion : 310,3 kPa 	<ul style="list-style-type: none"> 0.01 ml/h 0.689 kPa
2	Thermohyrometer	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suhu : 0°C - 50°C ➤ RH : 0% - 100% RH 	<ul style="list-style-type: none"> 0.1°C 0.1% RH
3	Electrical Safety Analyzer	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 0.00 μA - 8000 Ma ➤ 0.00 Ω - 2999 Ω 	<ul style="list-style-type: none"> 1% 5%

d. Kondisi Lingkungan

1.1. Suhu ruang : 23 °C \pm 1 °C

1.2. Kelembaban nisbi : 55 % RH \pm 10 % RH

e. Prosedur Kalibrasi



Gambar 3.11 terumo TE-112

Merk : Terumo
Type : TE-112
Nomor Seri 07020043
Alat kalibrasi : Infusion Device Analyzer (IDA)



Gambar 3.12 IDA 4 PLUS

Merk : Fluke Biomedical
Type : IDA 4 Plus
Nomor Seri 14385
Instruktur : Ibu Emilia
Lokasi : Ruang IPSRS

Langkah kerja :

- 1) Persiapkan Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer)
- 2) Pasang kabel power pada Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer)
- 3) Pasang selang out di belakang IDA (Infusion Device Analyzer)
- 4) Sambungkan selang I.V Set ke Plabottle

- 5) Isi selang I.V Set dengan cairan sampai ke ujung selang yang terhubung dengan salah satu channel IDA (Infusion Device Analyzer) (CH 1/2/3/4) di bagian depan
- 6) Pasang Selang I.V Set pada Infusion Pump
- 7) Hubungkan kabel power Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer) ke sumber tegangan dan ON-kan
- 8) Tekan tombol power pada Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer) untuk menyalakan peralatan
- 9) Atur nilai settingan flow pada Infusion Pump, yaitu 10, 50, 100, 250, 300 mL/H
- 10) Pilih Set Up pada IDA (Infusion Device Analyzer) lalu tekan Enter, pilih mode Flow pada IDA (Infusion Device Analyzer)
- 11) Jika sudah muncul pilihan Start di tampilan status all channels pada IDA (Infusion Device Analyzer), maka pilih Start lalu pilih Autostart.
- 12) Pilih status untuk kembali ke tampilan status all channels.
- 13) Lakukan pengukuran pada setiap settingan sebanyak 6 kali pengukuran dan pengukuran dilakukan ketika nilai flow sudah konstan (grafik datar)
- 14) Catat hasil pengukuran pada lembar kerja kalibrasi
- 15) Kemudian lakukan pengukuran pemampatan (occlusion) dengan memilih Set Up, kemudian tekan enter, pilih mode occlusion pada IDA (Infusion Device Analyzer) dengan settingan flow tertinggi pada Infusion Pump (500mL/H)
- 16) Catat hasil pengukuran pada lembar kerja kalibrasi
- 17) Setelah selesai matikan peralatan dengan menekan tombol power pada Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer)

- 18) Lepaskan kabel power Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer) dari sumber tegangan
- 19) Lepaskan selang I.V Set dari Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer) dan simpan kembali Infusion Pump dan IDA (Infusion Device Analyzer)

1. Pengoperasian

- a. Tempatkan alat pada ruang tindakan
- b. Lepaskan penutup debu
- c. Pasang cairan infus dan hubungkan ke alat
- d. Pasang Infusion set
- e. Hubungkan alat dengan datu daya
- f. Hidupkan alat dengan menekan/memutar tombol ON/OFF ke posisi ON
- g. Cek fungsi alarm
- h. Lakukan pemanasan secukupnya
- i. Perhatikan protap pelayanan
- j. Beritahukan kepada pasien mengenai tindakan yang akan dilakukan
- k. Alirkan cairan infus ke infusion set sampai tak ada gelembung udara
- l. Tentukan jumlah tetesan permenit
- m. Set alarm pada posisi ON
- n. Lakukan tindakan
- o. Setelah tindakan selesai, matikan alat dengan menekan/memutar tombol ON/OFF ke posisi OFF
- p. Lepaskan hubungan alat dari catu daya
- q. Lepaskan infusion bag dan lepaskan slang-slang infus. Pastikan bahwa infusion pump dalam kondisi baik dan dapat ddifungsikan pada pemakaian berikut
- r. Pasang penutup debu
- s. Simpan infusion pump di tempatnya
- t. Catat beban kerja dalam jumlah pasien

2. Pemeliharaan/Perawatan

- a. Pastikan tidak ada kerusakan pada alat dan komponen,
- b. Hubungi teknisi untuk melakukan pengecekan alat secara berkala
- c. Cek batteray setiap 6 bulan sekali
- d. Charge batteray sampai penuh selama lebih dari 8 jam dengan menghubungkan alat dengan power AC,
- e. Jika alat tidak dapat terhubung dengan power AC, cek fuse pada alat.

3. Troubleshooting

- a. masalah : Occlusion alarm
Penyebab : Adanya sumbatan pada selang infus
Perbaikan : Lepas selang infus dan bersihkan sumbatannya
- b. Masalah : Infus tidak dapat menetes
Penyebab : Adanya kerusakan pada actuator
Perbaikan : Cek motor penggerak actuator jika perlu diganti

H. RINGKASAN

Infusion Pump adalah peralatan medik yang digunakan untuk mengontrol pemberian cairan infus secara elektronik, infus pump juga digunakan untuk mengatur jumlah cairan / obat yang masukkan kedalam tubuh melalui sirkulasi darah pasien secara langsung melalui vena. Infus pump mampu mengalirkan cairan ke pasien hingga 0,1 ml/jam yang tidak bisa dilakukan oleh pesawat karena pengaliran volume cairan yang sangat kecil dan linier pada Infusion Pump ini menggunakan motor sebagai pendorong cairan dalam

selang. Dan dirancang sedemikian rupa dengan berbagai sensor sebagai pengaman antara lain:

- Alarm control

Alarm control adalah peringatan yang umumnya berupa buzzer untuk mengingatkan bahwa telah terjadi sesuatu pada infus pump (misal: ada gelembung dalam selang)

- Pump sistem

Sistem Pompa biasanya berupa peristaltik pump, untuk mengalirkan cairan sesuai yang kita inginkan.

- Sensor tetesan

Untuk mengetahui berapa banyak tetesan yang telah keluar dari kantung infus. Juga sebagai indikator berapa jumlah volume yang telah keluar dari kantung infus.

- Kontrol gelembung udara

Sebagai pendeteksi gelembung udara dalam selang.

- Pengatur jumlah tetesan

Sebagai pengatur volume cairan yang akan diberikan ke pasien tiap jamnya (mL/h).

- Display system

Sebagai display untuk memonitor kantung infus tersebut (misal: jumlah tetesan)

I. LATIHAN SOAL

1. Perawat men-setting jumlah cairan pada alat infus pump yang diberikan kepada pasien, namun tidak lama setelah alat bekerja alarm pada

alat berbunyi. Apa yang pertama kali harus dilakukan?

- A. Memeriksa botol cairan infus
 - B. Mencoba menjalankan alat kembali
 - C. Memeriksa bubble pada IV set
 - D. Mengecek kondisi IV set
 - E. Memeriksa keadaan alat
2. Sebuah infus pump dalam keadaan mati total, diserahkan kepada IPSRS untuk memeriksa masalahnya. Langkah pertama yang dilakukan adalah?
- A. Memeriksa kabel supply dan sekring
 - B. Mengukur arus bocor
 - C. Memeriksa tombol on/off
 - D. Memeriksa LCD
 - E. Mengajukan pengadaan alat baru
3. Infus pump mengalami kerusakan saat sudah terpasang infus set dan cairan infus, setelah melakukan setting sesuai ketentuan, saat di strat alat langsung berhenti dan alarm empty container berbunyi. Langkah pertama yang harus dilakukan sebagai teknik elektromedik adalah?
- A. Buka dan cek calmp infus set
 - B. Cek motor
 - C. Buka dan cek sensor tetes
 - D. Bongkar infus pump
 - E. Pengadaan alat baru
4. Seorang perawat melaporkan kerusakan pada petugas IPSRS, alarm infus pump selalu berbunyi karena tidak ada tetesan namun tidak terjadi mampat pada infus set. Apa yang dilakukan sebagai teknik elektromedik untuk menangani kasus ini?

- A. Mengganti botol infus
 - B. Memeriksa IV set
 - C. Kalibrasi Ulang
 - D. Memeriksa semua rangkaian
 - E. Memeriksa sensor tetesan
5. Peralatan infus pump yang berada di ruang ICU yang sedang digunakan pada pasien ternyata dosis cairan infus tidak sesuai dengan yang dikehendaki. Apa yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani kasus tersebut? Kalibrasi alat
- A. Ganti cairan infus
 - B. Cek keseluruhan rangkaian
 - C. Cek gril motor
 - D. Cek Gril motor
 - E. Cek Settig volume
6. Perawat membuat laporan bahwa sebuah infus pump mengalami kerusakan, infus tidak dapat menetes. Apa yang harus dilakukan oleh teknik elektromedik untuk mengatasi masalah tersebut?
- A. Kalibrasi alat
 - B. Cek seluruh rangkaian
 - C. Cek infus set
 - D. Cek motor penggerak actuator
 - E. Cek tegangan
7. Seorang perawat belum mengetahui pengamananan kegunaan alat infus pump, sebagai tenaga elektromedis bagaimana cara mengajari perawat tersebut?
- A. Pengamananan debu,cairan habis, gelembung udara
 - B. Pengamananan cairan habis dan mampat, gelembung udara
 - C. Pengamananan cairan mampat, pengecekan grounding

- D. Pengamanan aliran darah balik, pengamanan debu
 - E. Pengamanan debu, cairan habis, gelembung udara
8. Seorang perawat akan melakukan pemberian cairan infus dengan menggunakan alat infusion pump, jika perawat tersebut menginginkan jumlah cairan yang masuk ke tubuh pasien sebanyak 32mL/jam, dan kecepatan tetesan cairan infus di set 15 tetes/mL. Berapa banyak tetesan yang terukur setiap menitnya?
- A. 8 tetes/menit
 - B. 6 tetes/menit
 - C. 16 tetes/menit
 - D. 9 tetes/menit
 - E. 12 tetes/menit
9. Jika sebuah alat infusion pump memiliki settingan kecepatan tetesan sebesar 24 tetesan/menit dan jumlah tetesan sebesar 20 tetesan/mL. Berapa mL jumlah cairan yang masuk ke tubuh pasien selama 1 jam?
- A. 60 mL/jam
 - B. 72 mL/jam
 - C. 84 mL/jam
 - D. 40 mL/jam
 - E. 96 mL/jam
10. Seorang perawat bingung karena infus pump tidak dapat bekerja, apa yang dilakukan seorang teknisi jika mengetahui hal tersebut ?
- A. Mengecek jala jala listrik pada PLN
 - B. Mengecek daya pada alat

- C. Mengecek fuse pada alat
- D. Mengecek kabel pada alat
- E. Menyarankan untuk mengganti alat yang baru

F. KUNCI JAWABAN

- | | | |
|----|---|-------|
| 1. | D | 6. D |
| 2. | A | 7. B |
| 3. | C | 8. A |
| 4. | C | 9. B |
| 5. | D | 10. B |

G. DAFTAR PUSTAKA

1. Quastler, H., ed., Essays on the use of information theory in biology (Urbana Ill. : University of Illinois Press, 1953)
2. Puruhito. (1995). Dasar-Dasar Pemberian Cairan dan Elektrolit Pada Kasus Kasus Bedah. Surabaya. Airlangga University Press.
3. Latief, AS, dkk. (2002). Petunjuk Praktis Anestesiologi : Terapi Cairan Pada Pembedahan. Edisi Kedua. Bagian Anestesiologi dan Terapi Intensif, FKUI.
4. Wahyuningsih, E. & Subekti, N.B., 2005. Pedoman Perawatan Pasien. Jakarta. EGC
5. Keperawatan: Konsep, Proses, Dan Praktik, edisi 4, Volume.2. Jakarta: EGC.
6. Darmadi. (2010). Infeksi Nosokomial. Jakarta : Salemba
7. Handayana, Y. 2010. Infus Cairan Intravena (Macam-Macam Cairan Infus).
8. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Physics of the body*. second edition 1999, Medical physics Publishing, New York.

9. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Medical Physics.*, Copy right 1978 by John Wiley & Sons. Inc. New York

10. Zainuri, A., Santoso, D.R., & Muslim, M.A. 2012. Monitoring dan Identifikasi Gangguan Infus Menggunakan Mikrokontroler AVR. Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 1, Juni 2012.

BAB IV SYRINGE PUMP

A. PENDAHULUAN

Alat syringe pump merupakan suatu alat yang digunakan untuk memberikan cairan atau obat kepada ke dalam tubuh pasien dalam jangka waktu tertentu secara teratur. Secara khusus alat ini mentitikberatkan atau memfokuskan pada jumlah cairan yang dimasukkan kedalam tubuh pasien, dengan satuan mililiter per jam (ml/h). Alat ini menggunakan motor DC sebagai tenaga pendorong syringe yang berisi cairan atau obat yang akan dimasukkan kedalam tubuh pasien. Alat ini menggunakan sistem elektronik mikroprosesor yang berfungsi sebagai pengontrolan dalam pemberian jumlah cairan ke tubuh pasien, sensor dan alarm. Dalam sistem Mekanik yaitu dengan gerakan motor sebagai tenaga pendorong.

Pada dasarnya alat syringe pump terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian pengatur laju motor (pendeteksi rpm), rangkaian komparator, dan rangkaian sinyal referensi. Motor akan berputar untuk menggerakkan spuit merespon sinyal yang diberikan oleh rangkaian pengendali motor, tetapi putaran motor itu sendiri tidak stabil sehingga perubahan-perubahan itu akan dideteksi oleh rangkaian pendeteksi rpm. Sinyal yang didapat dari pendeteksi rpm

akan dibandingkan dengan sinyal referensi, dimana hasil dari perbandingan tersebut akan meredakan ketidakstabilan motor. Motor akan mengurangi lajunya jika perputarannya terlalu cepat dan sebaliknya akan menambah kecepatan jika perputarannya terlalu lambat sehingga didapatkan putaran motor yang stabil. Syringe pump didesain agar mempunyai ketepatan yang tinggi dan mudah untuk digunakan. Syringe pump dikendalikan dengan mikro computer / mikrokontrol dan dilengkapi dengan system alarm yang menyeluruh.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran

Lulusan yang dibebankan pada materi ini:

1. Mahasiswa mampu mahami pengertian dan pengetahuan yang terkait dengan fungsi, prinsip kerja, pemeliharaan, perbaikan dan pengkalibrasian tentang alat Syringe Pump.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengoperasikan, melakukan pemeliharaan, melakukan perbaikan dan melakukan pengkalibrasian alat Syringe Pump sesuai dengan SOP dan menerapkannya dengan baik dan benar

C. KAJIAN MATERI

1. Pengertian

1.1. Pembuluh Vena

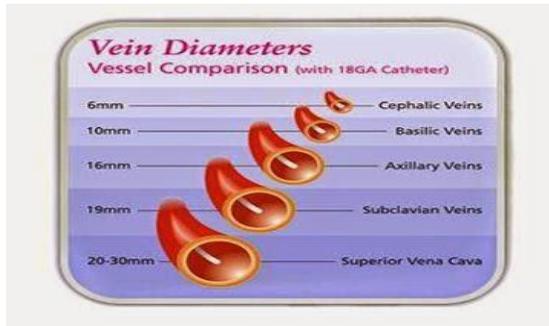
Pembuluh balik vena adalah pembuluh yang membawa darah menuju jantung. Darahnya banyak mengandung karbondioksida. Umumnya terletak dekat permukaan tubuh, tampak kebiruan. Dinding pembuluhnya tipis dan tidak elastis, jika diraba denyut jantungnya tidak terasa. Pembuluh vena mempunyai katup sepanjang pembuluhnya. Katup ini berfungsi agar darah tetap mengalir satu arah. Dengan adanya katup tersebut, aliran darah tetap mengalir menuju jantung (Sekolah Pendidikan, 2018). Pemasangan akses di vena perifer adalah ruang lingkup praktik dan juga faktor pembuluh darah vena yang kaitannya dengan ukuran dan aliran. Biasanya pemasangan melalui vena perifer adalah pemasangan untuk jangka waktu yang pendek.



Gambar 4. 1 Area Pemasangan Akses Vena Perifer

(Sumber : Blacka, 2010)

Sedangkan untuk ukuran diameter pembuluh darah vena perifer yang biasa untuk pemasangan akses vena perifer dijelaskan dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Diameter Vena

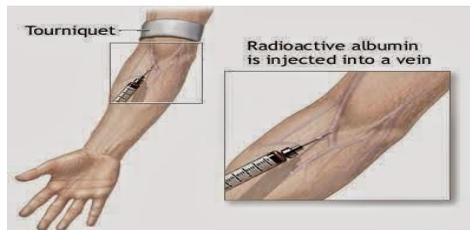
(Sumber : Blacka, 2010)

Ciri- ciri pembuluh darah vena :

- Vena membawa darah terdeoksigenasi, ke jantung kecuali vena paru
- Vena lebih pendek dan berlokasi di bagian dalam
- Vena memiliki dinding yang tipis
- Memiliki lumen lebar
- Terdapat Katup yang memberikan arus darah searah
- Berwarna kebiruan
- Menunjukkan gerakan lamban darah
- Darah dalam pembuluh darah bergerak di bawah tekanan yang sangat rendah
- Vena bisa diisi pada saat kematian
- Jika dinding vena terluka, darah yang keluar, berkumpul di tempat di daerah kecil di sekitar vena

1.2. Intravena

Intravena adalah pemberian obat dengan cara memasukkan obat ke dalam pembuluh darah vena dengan menggunakan spuit. Terapi intravena adalah metode untuk memberikan cairan obat secara langsung ke dalam vena. Karena menggunakan drip chamber atau ruang tetes, infus seringkali diistilahkan sebagai tetesan. Terapi intravena mengirim dua jenis cairan, kristaloid dan koloid. Kristaloid adalah cairan yang tersusun dari mineral, garam, dan zat-zat yang dapat larut dalam air, contohnya solusi garam, dekstrosa dalam air, dan laktat Ringer. Sebagian dokter memberi kristaloid pada pasien dehidrasi dan yang memerlukan penggantian elektrolit. Di sisi lain, koloid adalah molekul yang tak dapat larut dalam air. Solusi koloid memiliki partikel-partikel besar yang dimanfaatkan sebagai pengganti darah, ekspansi volume, dan mempertahankan tekanan darah normal. (Dr. Nada, 2017).



Gambar 4. 3 Injeksi Intravena
(Sumber : Prasilia Anastyasia, 2011)

Terapi intravena sangat direkomendasi bagi pasien yang mengalami gejala seperti di bawah ini :

- a. Pasien kanker yang sedang menjalani kemoterapi

Pasien kanker memerlukan terapi intravena untuk memasukkan obat farmasi ke sistem tubuh mereka. Masa pengobatan tergantung pada jenis kanker dan tingkat keparahannya. Pengobatan intravena biasanya berjalan selama beberapa jam dan dapat diberikan secara rawat jalan. Namun, ada obat-obatan kemoterapi tertentu yang memerlukan infusi terus menerus, sehingga dalam waktu yang cukup lama, pasien harus membawa alat pompa kecil untuk menyuntikkan obat-obatan. Terapi intravena pun merupakan indikasi bagi penyakit-penyakit lain, seperti akidosis dan alkaloisis (Fijaytrangki, 2014).

b. Pasien dehidrasi

Pasien-pasien ini boleh menjalani terapi intravena untuk menyampaikan penggantian cairan dengan cara yang paling cepat.

c. Pasien Transfusi darah

Pasien yang telah kehilangan sejumlah darah, baik karena cedera atau pun prosedur bedah dapat menjalani terapi intravena. Hanya komponen darah yang boleh diinfuskan ke dalam aliran darah pasien bukan seluruh darah pasien. Komponen darah termasuk sel darah merah, sel darah putih, plasma, dan faktor penggumpal. Sebagai tambahan, pasien saturasi oksigen dalam darah yang buruk dan yang terdiagnosis penyakit kardiovaskular pun, memerlukan transfusi darah.

d. Pasien dengan ketidakseimbangan elektrolit

Terapi juga tepat bila diberikan pada pasien yang mengalami gejala ketidakseimbangan elektrolit akibat perubahan kadar elemen-elemen penting dalam darah. Elektrolit ini termasuk potasium, kalsium, sodium, and magnesium. Bila tidak diobati,

kondisi ini bisa berujung pada gemetar, kram, lemah, dan spasme otot.

1.3. Syringe Pump

Syringe pump merupakan peralatan medis yang digunakan untuk memberikan suatu cairan yang pekat yang diinjeksikan ke dalam tubuh pasien dalam jumlah tertentu melalui vena. Fungsi Syringe pump yaitu untuk mengatur jumlah cairan yang masuk ke dalam sirkulasi darah melalui vena. Cara kerja alat ini menggunakan system pemompaan secara otomatis untuk mendorong syringe yang dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu ke dalam tubuh pasien. (Kris diyanto, 2014). kondisi emergency misalnya pada bayi premature dengan berat badan rendah (<1250gram). Kebutuhan cairan elektrolit dan cairan obat berbeda - beda sesuai dengan kondisi dan penyakit yang diderita pasien. Pemasangan infuse harus dilakukan dengan benar untuk menghindari timbulnya mengganti cairan infus dan mengganti cairan obat pada bayi.

Syringe pump dapat mengawasi dan mengontrol dirinya sendiri yaitu mengontrol pemberian obat ke dalam intravena pasien. Perawat hanya memberi *input* pada syringe pump berupa dosis volume obat (ml) dan *flow rate* (ml/jam). *Flow rate* merupakan banyaknya fluida yang mengalir diukur per satuan waktu. Syringe pump diaplikasikan bagi pasien yang membutuhkan perawatan intensif yaitu pemberian obat harus dilakukan secara terus menerus dengan volume yang konstan.



Gambar 4. 4 Bentuk Syringe Pump
(Sumber : Dotmed, 2018)

Pada dasarnya, alat-alat kesehatan mengutamakan keselamatan pada saat alat tersebut kontak langsung dengan pasien. Oleh karena itu, untuk menunjang tersebut maka syringe pump dilengkapi alarm sebagai indikasi volume obat mendekati habis serta alarm ketika volume pada spuit habis sehingga langsung menghentikan kerja motor pada syringe pump.

1. Fungsi

- a. Memasukkan cairan atau obat ke tubuh pasien
- b. Mencegah pemberian kadar obat atau cairan yang dimasukkan ke dalam darah terlalu tinggi atau terlalu rendah
- c. Membantu pasien yang mengalami kesulitan dalam meminum obat dalam bentuk tablet.

2. Prinsip Dasar

Dibawah ini merupakan gambar alat Syringe pump dan bagian-bagiannya.

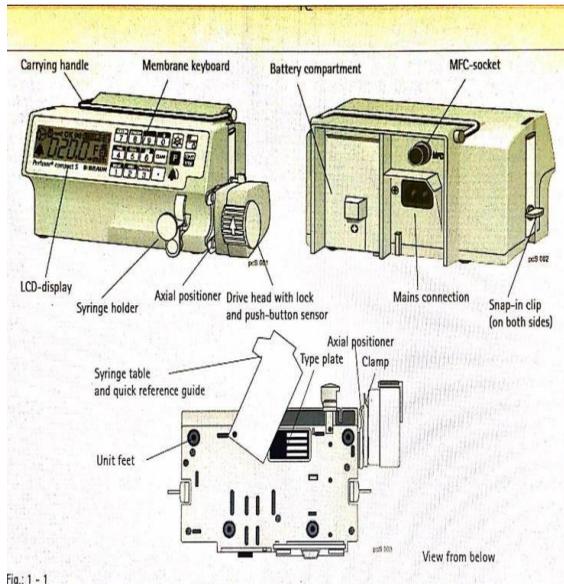
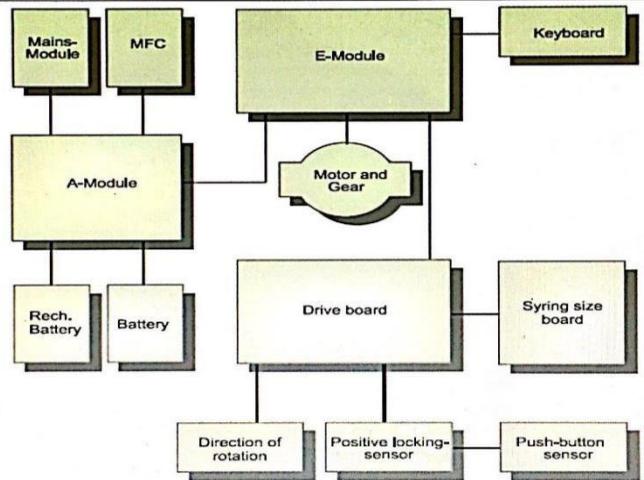


Fig.: 1 - 1

Gambar 4.5 : Alat Syringe Pump



Gambar 4.6. : Blok Diagram Syringe Pump

a. Prinsip kerja Syringe Pump

A-Modul dengan MFC board sebagai pusat power supply, charger baterai dan antarmuka system yang dikendalikan oleh E-Modul sebagai unit operasi dan control alat syringe pump. Bagian ini adalah pusat control atau motherboard yang berfungsi menerima informasi lalu memberikan perintah pada server sensor lainnya.



Gambar 4.6. : Gambar Alat Syringe Pump

1) Spesifikasi :

- Power supply = 100 - 240 VAC
- Frequency = 50/60 Hz
- Delivery Limit setting 0.1 - 999.9 mL (in 0.1 mL steps)
- When the limit is reached, an alarm will occur and the infusion will continue at KVO rate of 0.1 mL/ h.

- Alarms Occlusion, Nearly empty, Low Battery, Plunger/ Clutch disengaged, Syringe disengaged, AC/ DC Cable disconnected.
- High flow warning when turning the dial over 10 mL/ h (optional)

2) Pra Instalasi Syringe Pump

- a) Siapkan tempat yang aman
- b) Siapkan catu daya
- c) Pastikan tersambung dengan pembumian
- d) SDM yang handal dan terlatih

3) Instalasi Syringe Pump :

- a) Periksa catu daya alat apakah telah sesuai dengan yang diinginkan.
- b) Periksa kelayakan alat apakah telah terkalibrasi dan berada pada posisi awal
- c) Cek kelengkapan dan aksesoris alat.
- d) Pasang syringe pada alat, Tekan tombol main switch kemudian tekan tombol ON
- e) Lakukan pengaturan yang diperlukan seperti setting kecepatan aliran.
- f) Tunggu hingga alat telah siap bekerja yang ditandai dengan menyalnya lampu indikator.
- g) Tekan tombol start untuk memulai pengoprasian alat
- h) Setelah alat digunakan, bersihkan alat dengan cairan pembersih yang dimasukkan kedalam alat.
- i) Kembalikan alat pada keadaan sebelum digunakan.

3. SOP Syringe Pump

Cara pemasangan syringe pump sendiri dapat dilakukan dengan mudah jika kita sudah mengetahui dan terbiasa menggunakannya. Adapun secara umum, cara pemasangannya harus memperhatikan prinsip berikut :

a. Menentukan konsentrasi

Hal paling krusial dalam menggunakan syringe pump adalah menentukan konsentrasi obat atau cairan yang diukur dalam mg cc. Kandungan obat yang tepat pada tiap klem pul atau gelas vialnya akan tertera pada kemasan obat. Jika kita sudah mengetahui kandungan obat pada tiap ampul atau gelas vialnya, saatnya melakukan pengenceran sesuai dengan konsentrasi obat yang ingin dimasukkan dalam syringe pump.

b. Menentukan dosis

Hal kedua yang harus diperhatikan adalah penentuan dosis. Dosis obat untuk tiap pasien akan berbeda tergantung dari banyak faktor.

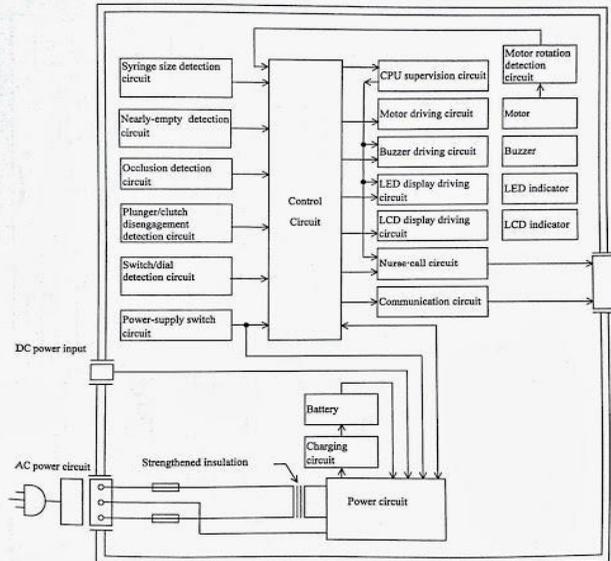
c. Menentukan kecepatan

Selanjutnya, cara yang harus dilakukan adalah menentukan kecepatan. Cepat lambatnya pemasukan obat dipengaruhi oleh dosis dan konsentrasi obat.

Adapun Standar prosedur operasional syringe pump secara umum adalah sebagai berikut :

1. Sambungkan kabel listrik ke stop kontak.
2. Tekan tombol on/off untuk menghidupkan alat
3. Tekan tombol Test otomatis.

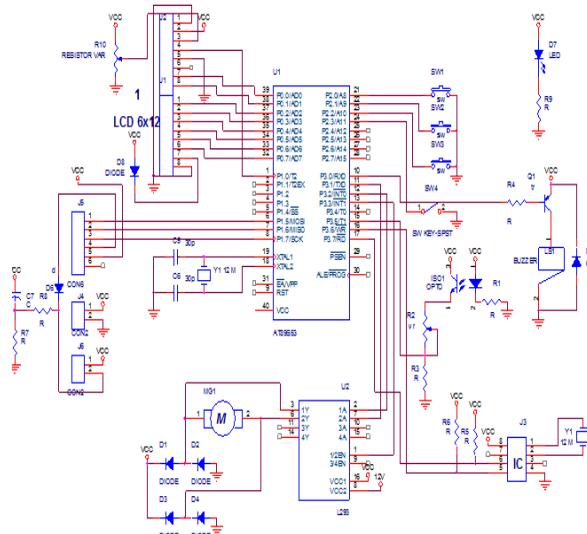
Block Diagram



Gambar : 4.7.. Blok diagram Syringe Pump

Cara Kerja Blok Diagram

1. Pertama pastikan bahwa alat pada posisi power supply telah terpasang.
2. Setting volume dan setting waktu.
3. Syring detection akan berfungsi (Syring Size detection, Nearly-empty detection circuit, occlusion detection circuit, Plugger disengagement detection Circuit, Switch/dial detection circuit) dan meneruskan ke Blok mikrokontrol.
4. Mikrokontrol akan mengatur bekerjanya motor, Buzzer, LED, LCD, dan Nurse call.



Gambar 4.8. Rangkaian Syring Pump

Cara Kerja Rangkaian Syring Pump

Pertama dilakukan setting volume dan setting waktu. setting dilakukan dengan menekan tombol up dan down. Kemudian diproses oleh mikro, ditampilkan ke LCD dan disimpan di mikrokontroler. pada saat proses berlangsung data waktu akan diambil dari RTC kemudian akan dibandingkan dengan data setting yang telah disimpan di mikrokontroler. setelah waktu setting sesuai dengan waktu pada RTC maka mikrokontroler akan memberikan logika 0 pada transistor BD 140 sehingga transistor saturasi dan buzzer akan berbunyi. setelah buzzer berbunyi mikrokontroler akan memberikan logika 1 pada P3.2 dan logika 0 pada P3.3 sehingga IC L293d akan aktif dan motor DC bekerja. pada saat bersamaan ketika optocoupler terhalang oleh kipas pada motor maka optocoupler akan menghitung putaran motor, outputan dan optocoupler masuk ke

mikrokontroller dan dikonversikan menjadi militer. setelah volume sesuai dengan setting volume, mikrokontroller akan memberi logika 0 pada P3.2 dan P3.3 maka IC L293D akan nonaktif sehingga motor Dc akan berhenti berputar.

4. Pemeliharaan Syringe Pump

Prasayarat dan urutan kerja yang harus dilakukan agar pemeliharaan alat Syringe Pump dapat dilaksanakan dengan sebaik - baiknya, sehingga alat tersebut selalu dalam keadaan siap dan laik pakai serta dapat mencapai usia teknis.

a. Tujuan

- 1) Sebagai panduan bagi pengguna dan teknisi dalam melakukan pemeliharaan alat.
- 2) Untuk mengoptimalkan usia pakai alat.
- 3) Terciptanya kinerja yang efektif dan efisien

b. Kebijakan

Pelaksanaan pemeliharaan Syringe Pump dilakukan berdasarkan Surat Keputusan pemberlakuan kebijakan pemeliharaan alat medik dan elektromedik

c. Prosedur Kerja

No	Jenis Pemeliharaan	Komponen/ Bagian	Kegiatan Pemeliharaan
1	Harian	Body alat	Bersihkan seluruh permukaan alat dari debu dan kotoran lainnya
		Syringe Holder	Posisikan syringe holder pada posisi awal
		Carrying handle	Cek kondisi dan fungsi keseleluruhan

			carrying handle alat
		Pole clamp	Cek kondisi dan fungsi handle clamp pada alat
2	Bulanan	Pengecekan keseluruhan fungsi alat meliputi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cek kondisi dan fungsi semua tombol pada alat 2. Cek kondisi dan fungsi bolus pada alat 3. Cek fungsional self test pada alat 4. Cek kondisi indicator dan sensor syringe size 5. Cek kondisi dan fungsi alarm pada , alat (occlusion, nearly empty) 6. Cek kondisi dan fungsi baterai dan pengisian nya 7. Cek occlusion dan flow accurate pada alat

5. Perbaikan Syringe Pump

Kode error pada alat syringe pump B'braun compact S

Kode	Indikasi	Kode	Indikasi
1	Different syringe recognition	8	Different motor steps
2	Different FP- and CMP condition	12	Different state/motor state
3	\ Rate of FP- and CMP different	20	Invalid normal state
4	Different function mode	21	return from PlcMain
5	Different rate of delivery	22	Unexpected reset
6	Different target volume	28	No sync at Plc_Down
7	Different step volume (low)	29	No sync at Plc_On
30	Different CMP/FP mode ports	46	Verst.umsch. / DAC faulty
31	Invalid mode ports	47	Pressure too low
32	Invalid variable values	48	Buffer filling too high
33	Error in ROM test	49	Faulty sensor sync
34	Different software version	51	Motor on during reverse run

40	Unexpected interrupt	52	Step cumulation > 10 steps
45	Potentiometer faulty		

6. Trouble Shooting Syringe Pump

Kode	Indikasi	Kode	Indikasi
	Different syringe recognition	8	Different motor steps
	Different FP- and CMP condition	12	Different state/motor state
	Rate of FP- and CMP different	20	Invalid normal state
	Different function mode	21	return from PlcMain
	Different rate of delivery	22	Unexpected reset
	Different target volume	28	No sync at Plc_Down
	Different step volume (low)	29	No sync at Plc_On

0	Different CMP/FP mode ports	46	Verst.umsch . / DAC faulty
1	Invalid mode ports	47	Pressure too low
2	Invalid variable values	48	Buffer filling too high
3	Error in ROM test	49	Faulty sensor sync
4	Different software version	51	Motor on during reverse run
0	Unexpected interrupt	52	Step cumulation > 10 steps
5	Potentiometer faulty		

7. Kalibrasi Syringe Pump

a. Alat Ukur dan Bahan

- 1) Infusion Device Analyzer (IDA)
- 2) Electrical Safety Analyzer (ESA)
- 3) Thermohygrometer
- 4) Spuid 50mL
- 5) Selang Spuid
- 6) Selang Drainase
- 7) Tempat Drainase
- 8) Aquabides

b. Metode Kerja

- 1) Siapkan alat syringe pump merk B Braun, infusion device analyzer, Electrical Safety Analyzer, thermohygrometer, lembar kerja, beserta

kelengkapannya antara lain aquabides, spuid 50mL, selang spuid dan drainase, tempat drainase.

- 2) Lakukan pendataan identifikasi alat syringe pump (No. Registrasi, Nama Alat, Merk, Type, SN, Lokasi Alat, Tempat Pelaksanaan, Tanggal Pelaksanaan)
- 3) Lakukan pendataan alat ukur yang digunakan untuk kalibrasi.
- 4) Lakukan pengukuran kondisi lingkungan (suhu dan kelembaban ruangan), menggunakan thermohyrometer, kemudian catat hasilnya.
- 5) Lakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat syringe pump.
- 6) Lakukan pengukuran keselamatan listrik menggunakan electrical safety analyzer, Meliputi :
 - (a) Tegangan jala-jala (V)
 - (b) Tahanan isolasi kabel catu daya dengan selungkup (Mohm)
 - (c) Tahanan hubungan pentanahan (ohm)
 - (d) Arus bocor kabel pembumian polaritas normal dengan pembumian (μA)
 - (e) Arus bocor kabel pembumian polaritas terbalik dengan pembumian (μA)
 - (f) Arus bocor pada selungkup polaritas normal dengan pembumian (μA)
 - (g) Arus bocor pada selungkup polaritas terbalik dengan pembumian (μA)
 - (h) Arus bocor pada selungkup polaritas normal tanpa pembumian (μA)
 - (i) Arus bocor pada selungkup polaritas terbalik tanpa pembumian (μA)
- 7) Lakukan pengisian aquabides ke spuid 50 mL.
- 8) Lakukan pemasangan spuid ke syringe pump, kemudian hubungkan dengan selang menuju inlet channel pada IDA.

- 9) Lakukan pemasangan selang drainase pada IDA dan dihubungkan ke tempat/wadah drainase.
- 10) Hidupkan alat syringe pump dan infusion device analyzer dengan menekan tombol power ON.
- 11) Lakukan pemilihan merk spuid pada syringe pump.
- 12) Lakukan tahapan priming dengan menekan tombol bolus, bertujuan untuk memastikan bahwa pada bagian measurement circuit pada IDA sudah terisi dengan aquabides.
- 13) Lakukan pengukuran kecepatan aliran cairan (ml/Hr) dari syringe pump ke IDA dengan mengatur setting rate pada syringe pump di 10 ml/Hr, 20 ml/Hr, dan 30 ml/Hr, kemudian tekan tombol start untuk menjalankan pump.
- 14) Lakukan pemilihan mode flow rate pada IDA, kemudian pilih Autostart. Catat hasilnya apabila hasil grafik pembacaan rata-rata (flow rate) di IDA sudah stabil. Kemudian tekan tombol stop untuk menghentikan pump.
- 15) Lakukan pengukuran penyumbatan (occlusion) yang terjadi pada selang output dari syringe pump saat proses pemberian cairan dengan mengatur setting rate 30 ml/Hr. Kemudian tekan tombol start untuk menjalankan pump.
- 16) Lakukan pemilihan mode occlusion test pada IDA, kemudian pilih Start. Apabila alarm pada syringe pump berbunyi dan menunjukkan adanya penyumbatan, kemudian catat hasilnya berapa hasil tekanan penyumbatan (PSI) maksimal di IDA.
- 17) Lakukan pengukuran masing-masing setting sebanyak 6 kali (kecepatan aliran dan occlusion).
- 18) Setelah pengukuran selesai, cairan yang tersisa di dalam IDA harus dibuang dengan memilih mode drain.

- 19) Lakukan penghitungan ketidakpastian dari data yang sudah diambil untuk menentukan layak tidak layak alat tersebut.

D. RINGKASAN

Alat syringe pump Adalah suatu alat yang di gunakan untuk memberikan cairan atau obat kepada kedalam tubuh pasien dalam jangka waktu tertentu secara teratur . Secara khusus alat ini mentitik beratkan atau memfokuskan pada jumlah cairan yang diamasukan kedalam tubuh pasien, dengan satuan mililiter per jam (ml/h).

Fungsi Syring pump

1. Memasukan cairan atau obat ke tubuh pasien dengan tingkat akurasi yang tinggi.
2. Untuk mencegah periode kadar obat atau cairan yang dimasukkan dimana Tingkat obat didalam darah terlalu tinggi atau terlalu rendah.
3. Menghindari penggunaan tablet yang dikarenakan pasien yang mengalami kesulitan dalam meminum tablet.

Pada dasarnya Alat syring Pump terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian pengatur laju motor (pendeteksi rpm), rangkaian komparator, dan rangkaian sinyal referensi. Motor akan berputar untuk menggerakkan spuit merespon sinyal yang diberikan oleh rangkaian pengendali motor, tetapi putaran motor itu sendiri tidak stabil sehingga perubahan-perubahan itu akan dideteksi oleh rangkaian pendeteksi rpm. Sinyal yang didapat dari pendeteksi rpm akan dibandingkan dengan sinyal referensi, dimana hasil dari perbandingan tersebut akan meredakan ketidakstabilan motor. Motor akan mengurangi lajunya jika perputarannya terlalu cepat dan sebaliknya akan menambah kecepatan jika

perputarannya terlalu lambat sehingga didapatkan putaran motor yang stabil. Syringe pump didesain agar mempunyai ketepatan yang tinggi dan mudah untuk digunakan. Syringe pump dikendalikan dengan mikro computer / mikrokontrol dan dilengkapi dengan system alarm yang menyeluruh.

E. LATIHAN SOAL

1. Seorang paramedis meminta saran pada teknisi IPS untuk membelikan syringe yang aman untuk pasien dan mudah untuk dimonitor oleh operator saat terjadi error. Berikut adalah safety yang ada dalam alat syringe pump, *kecuali*
 - A. Ada alarm bubble
 - B. Ada alarm occlusion
 - C. Ada alarm cairan habis
 - D. Ada alarm CPU error
 - E. Ada alarm tidak ada tetesan infus
2. Seorang paramedis melaporkan kepada teknisi IPS bahwasannya alat syringe pump tidak mau menyala sama sekali. Hal pertama yang tepat dilakukan oleh seorang teknisi adalah
 - A. Memeriksa jala-jala PLN
 - B. Memeriksa tombol ON/OFF
 - C. Memeriksa Fuse
 - D. Memeriksa kabel sambungan
 - E. Meminta bantuan vendor
3. Seorang paramedis melaporkan bahwa alat syringe pump di ruang ICU tidak aman untuk digunakan karena alarm occlusion tidak bekerja saat terjadi mampat. Apa yang sebaiknya dilakukan oleh teknisi IPS pertama kali?
 - A. Memeriksa rangkaian LoadCell
 - B. Memeriksa rangkaian Dimmer

- C. Memeriksa rangkaian Mikrokontroler
 - D. Memeriksa motor penggerak
 - E. Memeriksa jala-jala PLN
4. Seorang vendor dari suatu perusahaan A menjual alat syringe pump kepada sebuah rumah sakit. Ia menyarankan untuk pembelian syringe sekaligus beserta stand yang berkaki minimal 4. Apakah alasan vendor menyarankan penggunaan stand syringe minimal berkaki 4?
- A. Karena stand berkaki 3 rawan rusak.
 - B. Karena stand berkaki 4 atau lebih, lebih seimbang dalam menyangga alat dibanding stand berkaki 3.
 - C. Karena stand berkaki 4 atau lebih harganya lebih mahal.
 - D. Karena stand berkaki 3 lebih murah
 - E. Karena vendor sedang membutuhkan uang
5. Sebuah Syringe Pump dari vendor A memiliki teknologi yang lebih canggih namun sulit untuk dipahami oleh operator. Sedangkan vendor B memiliki alat syringe pump dengan teknologi standard namun mudah untuk dipahami oleh operator. Alat manakah yang sebaiknya disarankan oleh teknisi IPS kepada manajemen Rumah Sakit tersebut?
- A. Alat vendor A karena lebih canggih.
 - B. Alat vendor B karena harganya lebih murah.
 - C. Alat vendor A agar mengikuti perkembangan alat kesehatan.
 - D. Alat vendor B agar menyesuaikan kemampuan operator
 - E. Membeli semua alat agar dapat membandingkan kualitas kedua alat.
6. Seorang kepala IPS mendapat laporan dari paramedis bahwasannya alat syringe pump yang digunakan tidak

- bekerja saat ditekan start. Apakah yang harus dilakukan oleh tenaga elektromedik pertama kali saat itu?
- A. Memeriksa jala-jala PLN
 - B. Memeriksa tombol ON/OFF
 - C. Memeriksa Fuse
 - D. Memeriksa kabel sambungan
 - E. Meminta bantuan vendor
7. Seorang teknisi elektromedik diminta untuk menemani dokter bedah untuk menjaga sewaktu-waktu alat tidak bekerja. Pada saat operasi berlangsung di ruang OK, alat syringe pump tiba-tiba tidak bekerja. Setelah dicek tegangan yang masuk dari PLN normal dan kabel tidak mengalami masalah. Apa yang sebaiknya dilakukan oleh teknisi tersebut selanjutnya?
- A. Memeriksa jala-jala PLN
 - B. Memeriksa tombol ON/OFF
 - C. Memeriksa Fuse
 - D. Memeriksa kabel sambungan
 - E. Meminta bantuan vendor
8. Seorang paramedis melaporkan kepada tenaga IPS bahwa alat syringe pump bekerja lebih cepat dibanding kecepatan yang diatur. Hal apa yang dilakukan oleh teknisi alat tersebut?
- A. Memeriksa rangkaian LoadCell
 - B. Memeriksa rangkaian Driver kecepatan
 - C. Memeriksa rangkaian Mikrokontroller
 - D. Memeriksa motor penggerak
 - E. Memeriksa rangkaian PWM
9. Seorang dokter meminta saran kepada teknisi elektromedik mengenai jenis syringe pump yang digunakan di ruang OK. Syringe model bagaimanakah yang lebih disarankan untuk diletakkan di Kamar OK?
- A. Dengan teknologi tercanggih
 - B. Syringe pump konvensional biasa

- C. Syringe pump yang mudah digunakan oleh operator
 - D. Syringe pump yang bisa digunakan bersama2 (lebih dari 1 syringe) dalam satu stand.
 - E. Syringe pump yang murah
10. Seorang Elektromedis melihat suatu syringe pump yang ada pada ruang radiologi diletakkan dalam posisi miring 90°. Namun ia juga memperhatikan bahwa spuit beserta selang yang dipakai berwarna hitam. Apa yang sebaiknya dilakukan oleh teknisi elektromedik pada kejadian tersebut?
- A. Membiarkannya saja
 - B. Mengembalikan pada posisi yang datar
 - C. Membersihkan selang beserta spuit yang digunakan
 - D. Memarahi operator syringe
 - E. Membuang syringe tersebut

F. KUNCI JAWABAN

- | | |
|------|-------|
| 1. E | 6. A |
| 2. A | 7. C |
| 3. A | 8. E |
| 4. B | 9. D |
| 5. D | 10. A |

DAFTAR PUSTAKA

1. Quastler, H., ed., Essays on the use of information theory in biology (Urbana Ill. : University of Illinois Press, 1953)
2. Puruhito. (1995). Dasar-Dasar Pemberian Cairan dan Elektrolit Pada Kasus Kasus Bedah. Surabaya. Airlangga University Press.
3. Latief, AS, dkk. (2002). Petunjuk Praktis Anestesiologi : Terapi Cairan Pada Pembedahan. Edisi Kedua. Bagian Anestesiologi dan Terapi Intensif, FKUI.

4. Wahyuningsih, E. & Subekti, N.B., 2005. Pedoman Perawatan Pasien. Jakarta. EGC
5. Keperawatan: Konsep, Proses, Dan Praktik, edisi 4, Volume.2. Jakarta: EGC.
6. Darmadi. (2010). Infeksi Nosokomial. Jakarta : Salemba
7. Handayana, Y. 2010. Infus Cairan Intravena (Macam-Macam Cairan Infus).
8. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Physics of the body*. second edition 1999, Medical physics Publishing, New York.
9. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Medical Physics*., Copy right 1978 by John Wiley & Sons. Inc. New York
10. J. M. Carr, J. J., & Brown, *Introduction Biomedical equipment technology*, 3rd ed. New Jersey: Upper Saddle River, N.J Prentice Hall 1998,

BAB V NEBULISER

A. PENDAHULUAN

Dalam tiga puluh tahun terakhir terjadi peningkatan penyakit asma terutama di negara-negara maju. Kenaikan penyakit asma di Asia seperti Singapura, Taiwan, Jepang, atau Korea Selatan juga mencolok. Kasus asma meningkat secara dramatis selama lebih dari lima belas tahun, baik di negara berkembang maupun di negara maju. Menurut laporan dari World Health Organization (WHO) dan Global Initiative for Asthma (GINA) memperkirakan bahwa pada tahun 2025 penderita asma mencapai 400 juta jiwa. Jumlah ini dapat menjadi lebih besar mengingat asma merupakan penyakit underdiagnosed. Kualitas udara yang buruk dan berubahnya pola hidup masyarakat diperkirakan menjadi penyebab meningkatnya penderita asma. Beban global untuk penyakit ini semakin meningkat. Dampak buruk asma meliputi penurunan kualitas hidup, produktivitas yang menurun, ketidakhadiran di sekolah, peningkatan biaya kesehatan, risiko perawatan di rumah sakit dan bahkan kematian. Pada tingkat lanjut akan ditemukan adanya sesak nafas, nafas berbunyi, berkeringat dan denyut nadi meningkat, sehingga perlu mendapatkan perhatian adalah ketika terjadi serangan asma maka akan terjadi penyempitan pada saluran

nafas. Hal ini sangat berbahaya jika terjadi penumpukan dahak (dahak yang pekat dan lengket) dan sulit dikeluarkan karena hal ini menghalangi keluar-masuknya udara. Seiring dengan perkembangan teknologi di zaman sekarang maka pengobatan terkini yang dapat diberikan pada penderita asma selain memberikan obat adalah pengobatan/terapi dengan nebulizer. Salah satu cara pengobatan penyakit asma adalah dengan menggunakan nebulizer. Nebulizer merupakan salah satu alat elektromedik yang berfungsi memberikan terapi pengobatan untuk pasien yang menderita kelainan atau gangguan pada saluran pernafasan dimana memanfaatkan cairan uap yang telah dicampur dengan obat. Cairan uap yang mengandung obat sudah menjadi kabut halus sehingga mudah dihirup dan masuk pada saluran pernafasan. Nebulizer ini berfungsi untuk meredakan batuk atau gejala asma lain. Seperti yang telah diketahui bahwa asma merupakan salah satu penyakit kronik yang menyerang paru - paru dimana dinding rongga bronchial mengalami peradangan sehingga membuat saluran pernafasan menyempit.

Nebulizer pada awalnya ditemukan oleh dr. Sales Girons pada tahun 1858 di Perancis. Alat ini masih sangat sederhana dan belum menggunakan listrik. Pegangan pompa dioperasikan seperti pompa sepeda. Ketika pompa ditarik ke atas akan menarik cairan dari reservoir dan ketika ditekan dengan tangan cairan akan menyembrot melalui alat semacam nozzle yang disemprotkan dekat mulut pengguna. Dr. Siegel pada tahun 1864 mengembangkan nebulizer uap pertama yang dikenal sebagai "Siegle's steam spray inhaler" menggunakan prinsip venturi untuk menyembrotkan cairan obat cair dan menjadi cikal bakal untuk terapi nebulizer. Terdiri dari pemanas yang memanaskan cairan di reservoir menjadi uap yang kemudian bisa mengalir bagian atas dan ke dalam tabung dicampurkan

dengan larutan obat. Pada bagian wadah merubah obat menjadi uap dan pengguna menghirup uap melalui corong yang terbuat dari kaca. Kemudian dr. Coolter pada tahun 1930 menciptakan nebulizer listrik yang disebut yang disebut pnemuostat. Cairan obat dirubah menjadi aerosol menggunakan kompresor listrik. Hal ini yang menjadi cikal bakal nebulizer kompresor. Model nebulizer yang ada pada saat ini adalah nebulizer dengan penekan udara (nebulizer compressor) dan nebulizer yang memanfaatkan gelombang ultrasonic (ultrasonic nebulizer). Nebulizer ultrasonik (ultrasonic nebulizer), menggunakan gelombang ultrasonic secara perlahan merubah dari bentuk obat cair ke bentuk uap/aerosol basah.

Prinsip kerja nebulizer dengan penekan udara (nebulizer compressor) yaitu memberikan tekanan udara dari pipa ke tutup (cup) yang berisi obat cair. Tekanan udara akan memecah cairan ke dalam bentuk partikel-partikel uap kecil yang dapat dihirup ke dalam saluran pernafasan sehingga efek dari obat lebih cepat kelihatan. Kelemahan menggunakan nebulizer compressor karena alat tersebut belum menggunakan pengontrolan timer yang sangat dibutuhkan untuk patient safety dan memudahkan user dalam pengoperasian pada pasien, Penanggulangan Asma.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran Lulusan yang dibebankan pada materi ini:

1. Mahasiswa mampu mahami pengertian dan pengetahuan yang terkait dengan fungsi, prinsip kerja, pemeliharaan, perbaikan dan pengkalibrasian tentang alat Syringe Pump.

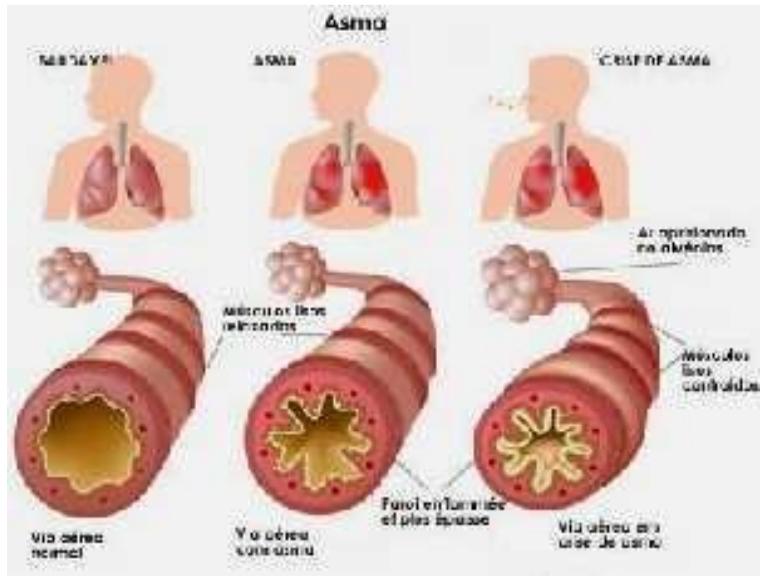
2. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengoperasikan, melakukan pemeliharaan, melakukan perbaikan dan melakukan pengkalibrasian alat Syringe Pump sesuai dengan SOP dan menerapkannya dengan baik dan benar

C. KAJIAN MATERI

5.1.ASMA

Istilah “Asthma “berasal dari bahasa Yunani yang artinya “terengah”. Penyakit asma merupakan proses inflamasi kronik saluran pernafasan yang melibatkan banyak sel dan elemennya. Proses inflamasi kronik ini menyebabkan saluran pernafasan menjadi hiperresponsif, sehingga memudahkan terjadinya bronkokonstriksi, edema dan hipersekresi kelenjar yang menghasilkan pembatasan aliran udara disaluran pernafasan dengan manifestasi klinik yang bersifat periodik berupa mengi, sesak nafas, dada terasa berat, batuk-batuk terutama pada malam hari atau dinihari. Gejala ini berhubungan dengan luasnya inflamasi yang derajatnya bervariasi dan bersifat reversible secara spontan dengan atau tanpa pengobatan (Global Initiative For Asthma, 2011)

Penyakit asma ditandai dengan penyempitan saluran nafas sehingga penderita mengalami keluhan sesak nafas atau kesulitan bernafas ditunjukkan pada gambar 5.1



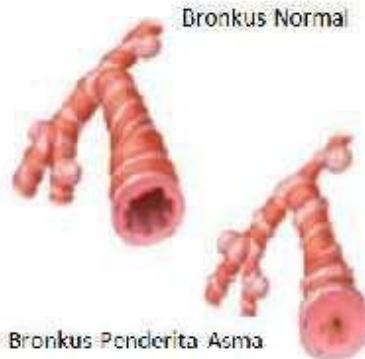
Gambar 5.1 Patofisiologi asma (Mulia, 2002)

Gambar 5.1 Menunjukkan selama asma menyerang, saluran nafas akan mengalami penyempitan dan mengisinya dengan cairan lengket yang diproduksi oleh dinding bagian dalam yang menyebabkan jalan udara menyempit dan mengurangi aliran keluar masuknya udarake paru-paru. Hal ini disebabkan oleh peningkatan respon dari trakea dan bronkus terhadap jenis stimuli yang ditandai dengan penyempitan bronkus atau bronkiolus dan sekresi berlebih dari kelenjar di mukosa bronkus. Dinding saluran nafas akan menyempit dan membesar menyebabkan sesak nafas.

Kadang dinding saluran nafas dilumuri oleh lendir yang lengket sehingga dapat menyebabkan sesak nafas yang lebih parah.

Kontraksi spastik dari otot polos bronkiolus yang menyebabkan sukar bernafas. Alergi mempunyai

kecenderungan untuk membentuk sejumlah antibodi IgE abnormal dalam jumlah besar dan antibodi ini menyebabkan reaksi alergi bila bereaksi dengan antigen spesifikasinya. Antibodi ini terutama melekat pada sel mast yang terdapat pada lubang paru-paru yang berhubungan erat dengan bronkiolus dan bronchus kecil seperti Gambar 5.2.



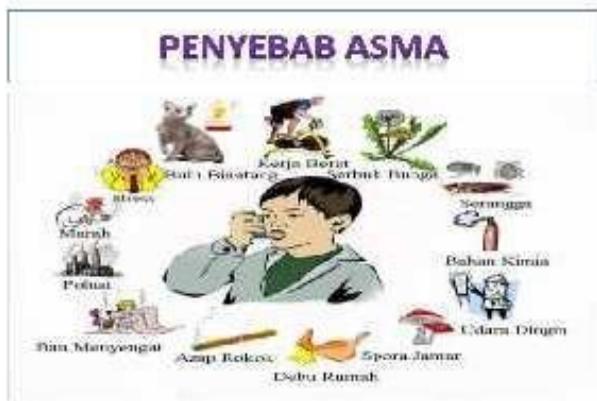
Gambar 5.2 Bronkus penderita asma (Wilson, 2006)

Gambar 5.2 Menunjukkan bahwa bila seseorang menghirup alergen maka antibodi IgE orang tersebut meningkat, alergen bereaksi dengan antibody yang telah terlekat pada sel mast dan menyebabkan sel ini akan mengeluarkan berbagai macam zat diantaranya histamine, zat anafilaksis yang bereaksi lambat merupakan leukotrient, factor kemotaktik eosmofilik

dan bradikmin. Efek gabungan dari semua faktor ini akan menghasilkan edema lokal pada dinding bronkiolus kecil maupun sekresi mucus yang kental dalam lumen bronkiolus dan spasme otot polos bronkiolus sehingga menyebabkan hambatan saluran nafas menjadi sangat meningkat. Pada asma diameter bronkiolus lebih kecil selama ekspirasi daripada

inspirasi. Bronkiolus sudah tersumbat sebagian, maka sumbatan selanjutnya adalah akibat dari tekanan eksternal yang menimbulkan obstruksi berat terutama selama ekspirasi menyebabkan dyspnea, dimana kapasitas residu fungsional dan volume residu paru menjadi sangat meningkat selama serangan asma akibat kesukaran mengeluarkan udara ekspirasi dari paru dan menyebabkan barrel chest (Wilson, 2006)

Asma mengalami respon imun yang buruk terhadap lingkungan. Penyebab umum adalah hipersensivitas bronkiolus terhadap benda-benda asing di udara. Adanya alergen di lingkungan hidup meningkatkan resiko penyakit asma ditunjukkan pada Gambar 5.3



Gambar 5.3. Faktor penyebab asma

Gambar 5.3 memperlihatkan alergen yang sering mencetuskan penyakit asma antara lain adalah bulu binatang, debu, spora jamur, serangga. Antibodi yang dihasilkan (IgE) kemudian menyerang sel-sel mast dalam paru. Pemajanan ulang terhadap antigen mengakibatkan ikatan antigen dengan antibodi

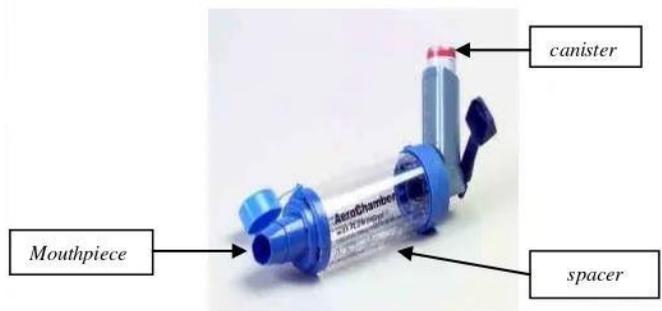
mengalami pelepasan produk sel-sel mast (mediator). Pelepasan mediator ini dalam jaringan paru mempengaruhi otot polos dan kelenjar jalan nafas, bronkospasme, pembengkakan membrane mukosa dan pembentukan mucus yang sangat banyak.

Tujuan pengobatan asma untuk menghentikan serangan secepat mungkin dan mencegah serangan berikutnya. Oleh karena itu diberikan obat yang bersifat bronkodilator pada waktu serangan dan obat anti inflamasi untuk menurunkan hiperaktivitas bronkus sebagai tindakan pencegahan.

Pemberian obat asma bisa dilakukan dengan cara oral dan inhalasi. Terapinhalasi adalah pemberian obat secara langsung ke dalam saluran nafas melalui penghisapan. Terapi pemberian ini berkembang luas dan banyak dipakai pada pengobatan penyakit saluran nafas. Berbagai macam obat seperti antibiotik, mukolitik, anti inflamasi dan bronkodilator sering digunakan pada terapi inhalasi. Obat asma inhalasi memungkinkan penghantaran obat langsung ke paru-paru dimana dampaknya akan memudahkan pengguna mengatasi keluhan sesak nafas. Agar mencapai sasaran di paru-paru partikel obat asma inhalasi harus berukuran sangat kecil sekitar 2-5 mikron. Keuntungan terapi inhalasi ini adalah obat bekerja langsung pada saluran nafas sehingga memberikan efek lebih cepat untuk mengatasi serangan asma karena setelah dihisap obat langsung menuju paru-paru untuk melonggarkan saluran pernafasan yang menyempit. Selain itu memerlukan dosis yang lebih rendah untuk mendapatkan efek yang sama, dan harga untuk setiap dosis lebih murah. Inhalasi terdiri atas empat teknik yaitu :

1. Inhaler

Inhaler atau Metered Dose Inhaler (MDI) digunakan dengan cara menyemprotkan obat ke dalam mulut, kemudian dihisap agar masuk ke dalam paru-paru menuju paru-paru. Jika pasien kesulitan untuk melakukan gerakan penyemprotan dan penghisapan obat secara beruntun, maka dapat digunakan alat bantu spacer.



Gambar 5.4 MDI (Metered Dose Inhaler)(Sumber : 123dok.com)

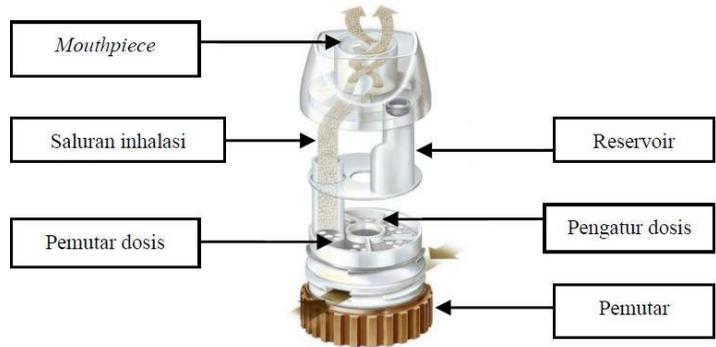
Gambar 5.4 adalah spacer yang memungkinkan pasien menghisap obat beberapa kali, memaksimalkan usaha agar seluruh obat masuk ke paru-paru, dan dapat membantu menekan inhaler pada anak-anak. Contoh produk : Alupent, Becotide, Bricasma, Seretide, Ventolin.

Ruang antara (*spacer*) akan menambah jarak antara aktuator dengan mulut, sehingga kecepatan aerosol pada saat dihirup menjadi berkurang dan akan menghasilkan partikel berukuran kecil yang masuk ke saluran respiratori yang kecil (*small airway*) (Rahajoe, 2008). Selain itu, juga dapat mengurangi pengendapan di orofaring. Ruang antara ini berupa tabung 80 ml dengan panjang 10-

20 cm. Pada anak-anak dan orang dewasa pemberian bronkodilator dengan MDI dengan *spacer* dapat memberikan efek bronkodilatasi yang lebih baik (Yunus, 1995).

2. Turbuhaler

1. Turbuhaler atau DPI (*Dry Powder Inhaler*)



Gambar 5.5. (*Dry Powder Inhaler*)
(Sumber: 123dok.com)

Inhaler jenis ini tidak mengandung propelan, sehingga mempunyai kelebihan dibandingkan dengan MDI. Menurut NACA (2008), inhaler tipe ini berisi serbuk kering. Pasien cukup melakukan hirupan yang cepat dan dalam untuk menarik obat dari dalam alat ini. Zat aktifnya dalam bentuk serbuk kering yang akan tertarik masuk ke paru-paru saat menarik napas (inspirasi). Turbuhaler digunakan dengan cara menghisap, dosis obat dimasukkan ke dalam mulut kemudian diteruskan ke paru-paru (Gambar 5.5)

Penggunaan turbuhaler pada pasien yang tidak akan mendapat kesulitan dengan menggunakan turbuhaler karena tidak perlu

menyemprotkan obat terlebih dahulu. Contoh produk : Symbicort, Pulmicort

3. Rotahaler

Penggunaan rotahaler hampir mirip dengan turbuhaler, perbedaannya hanya setiap kali akan menghirup obat rotahaler harus diisi terlebih dahulu dengan obat berbentuk kapsul atau rotacap (Gambar 5.6)



Gambar 5.6 Rotahaler

Gambar 5.6 adalah rotahaler yang hanya berisi satu dosis, rotahaler sangat cocok untuk anak-anak dan usia lanjut. Contoh : Ventolin Rotacap

4. Nebulizer

Nebulizer merupakan bagian dari fisioterapi paru-paru (chestphysiotherapy) dimana cara pengobatan dengan memberi obat dalam bentuk uap secara langsung pada alat pernafasan menuju paru-paru. Sejak ditemukan nebulizer pada tahun

1858 di Perancis, nebulizer pilihan terbaik pada kasus yang berhubungan dengan masalah inflamasi pada penderita asma atau PPOK (Penyakit Paru Obstruksi Kronis)

Nebulizer adalah alat yang digunakan untuk merubah obat dari bentuk cair ke bentuk partikel aerosol atau partikel yang sangat halus.

Alat ini merupakan alat medis yang dipergunakan untuk memberikan cairan obat dalam bentuk uap ke dalam saluran pernafasan dengan mesin tekanan udara yang membantu untuk pengobatan asma dalam bentuk uap Nebulizer terdiri dari mesin kompresor udara, wadah kecil untuk obat cair, dan selang elastis yang menghubungkan kompresor udara ke wadah obat. Di atas wadah obat terdapat corong atau masker yang akan digunakan untuk menghirup kabut. Ada dua versi daya nebulizer, yaitu menggunakan listrik dan menggunakan baterai. Nebulizer umum digunakan sebagai terapi pengobatan asma kronis, baik untuk anak-anak maupun orang dewasa. Ini karena dibanding dengan inhaler, uap yang dihasilkan nebulizer amat sangat kecil sehingga obat akan bisa lebih cepat meresap kebagian paru yang ditargetkan. Selain untuk pengobatan asma, alat ini juga dapat digunakan untuk penderita penyakit paru obstruksi kronis, pneumonia (infeksi paru), dan reaksi alergi berat.

4.1. Jenis Nebulizer

4.1.1. Disposable nebulizer

Alat ini dapat digunakan dalam situasi gawat darurat atau ruang gawat darurat atau di rumah sakit dengan perawatan jangka pendek. Apabila nebulizer ditempatkan dirumah hanya

dapat digunakan beberapa kali saja, sampai dengan 2 minggu jika dibersihkan setelah digunakan secara teratur. Alat ini untuk persediaan apabila terjadi serangan.

4.1.2. Reusable Nebulizer

Alat ini dapat digunakan lebih lama sampai kurang lebih 6 bulan. Kelebihan nebulizer jenis ini adalah desain yang lebih kompleks dan dapat menawarkan suatu perawatan dengan efektifitas yang dapat ditingkatkan dari dosis pengobatan, selain itu alat dapat didisinfeksi untuk penggunaan terapi berikutnya.

5.2 Tipe Nebulizer

1. Nebulizer Kompresor

Nebulizer kompresor dijalankan dengan bantuan aliran gas berkecepatan tinggi melalui obat cair sampai berubah menjadi bentuk uap. Tipe kompresor biasanya lebih murah daripada yang lain, namun biasanya menggunakan daya listrik dan menghasilkan suara. Nebulizer kompresor dijalankan oleh aliran gas bertekanan yang mengalir dengan kecepatan tinggi untuk mengubah obat cair menjadi bentuk uap. Tipe kompresor biasanya boros karena menggunakan daya listrik dan menghasilkan suara berisik. Durasi penggunaan nebulizer kompresor sekitar 8-20 menit untuk sekali pengobatan.

Adapun contoh bentuk alat nebulizer kompresor dapat dilihat pada gambar 6.7

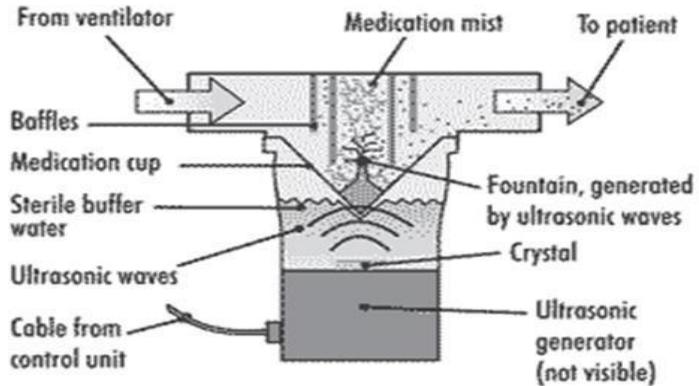


Gambar 5.7 Nebulizer Kompresor

Gambar 5.7 Menunjukkan nebulizer kompresor yang terdiri dari unit alat, selang, masker, nebulizer kit atau wadah obat. Nebulizer kompresor ini memberikan tekanan udara dari selang ke wadah obat yang berisi obat cair. Kekuatan dari tekanan udara akan memecah cairan ke dalam bentuk partikel-partikel uap kecil yang dapat dihirup secara dalam ke saluran pernafasan

2. Nebulizer Ultrasonik

Jenis ini menghasilkan getaran frekuensi tinggi untuk mengubah obat cair menjadi uap air. Nebulizer ultrasonik tidak mengeluarkan suara berisik, ukurannya kecil, dan mudah dibawa ke mana-mana karena dioperasikan dengan daya baterai. Ada juga versi listrik yang bisa diisi ulang (rechargeable). Nebulizer ultrasonik bekerja lebih cepat dibanding tipe lainnya, yaitu sekitar 6 menit untuk sekali pengobatan. Meski begitu, tidak efisien untuk mengubah obat suspensi atau cairan kental. Contoh nebulizer ultrasonic ditunjukkan pada gambar 5.8



Gambar 5.8. Nebulizer Ultrasonik

Gambar 5.8 menunjukkan nebulizer ultrasonik yang mana menggunakan gelombang ultrasound yang secara perlahan merubah dari bentuk obat cair (catatan : pulmicort tidak dapat digunakan pada sebagian nebulizer ultrasonic) ke bentuk uap atau aerosol basah

3. Nebulizer Mesh

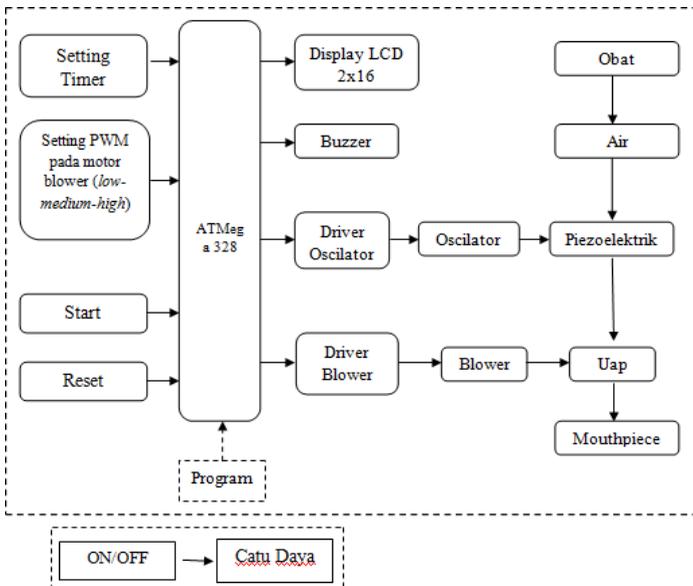
Hasilnya adalah tetesan uap cairan yang sangat halus. Saat ini, nebulizer mesh dianggap sebagai alat hirup tercepat, efisien, dan tidak berisik. Pengoperasiannya menggunakan baterai sehingga praktis untuk dibawa bepergian. Namun, harganya lebih mahal dibandingkan yang lain. Nebulizer Mesh menggunakan listrik atau gelombang Ultrasonik untuk menggetarkan obat cair sampai melewati lubang-lubang mesh (bahan yang terbuat dari jalinan jaringan kawat atau benang).

Contoh nebulizer mesh ditunjukkan pada gambar 5.9



Gambar 5.9. Nebulizer Mesh

Gambar 5.9 Nebulizer Mesh menunjukkan nebulizer model terbaru yang pengoperasiannya sangat mudah , partikel uap yang dihasilkan lebih halus



Gambar 5.10 Blok Diagram Nebulizer Ultrasonik

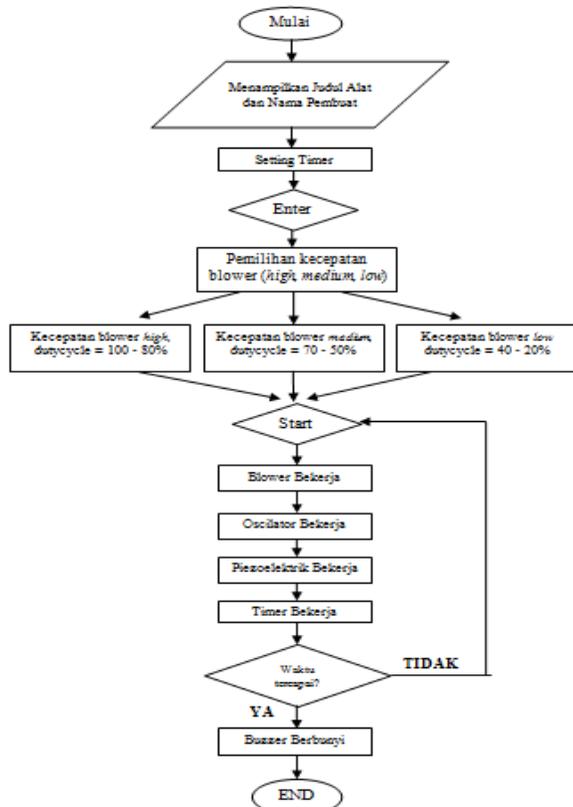
Penjelasan Gambar 5.10 Blok diagram Nebulizer adalah sebagai berikut:

Pertama-tama tekan tombol ON/OFF pada posisi ON untuk mengaktifkan catu daya yang terhubung ke seluruh rangkaian. Setting timer berfungsi untuk mengatur berapa lama penggunaan alat digunakan. Setting PWM pada motor blower berfungsi untuk uap yang dibutuhkan. Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pengolahan data. Tampilan setting timer dan blower akan ditampilkan pada display LCD 2x16. Driver oscillator akan mengaktifkan rangkaian oscillator. Rangkaian oscillator berfungsi sebagai pembangkit frekuensi untuk mengaktifkan piezoelektrik. Piezoelektrik akan menghasilkan getaran

untuk memecah obat menjadi partikel kabut. Driver blower berfungsi untuk mendorong uap dan sebagai pengatur banyak sedikitnya uap yang masuk ke mouthpiece. Apabila timer habis maka buzzer akan berbunyi.

Penjelasan Gambar 5.11 Flow chart Kerja Nebulizer adalah sebagai berikut:

Saat pertama kali alat dihidupkan, display LCD akan menampilkan judul alat dan nama pembuat. Selanjutnya setting timer untuk memilih berapa lama waktu dilakukan terapi (5 - 30 menit dengan kelipatan 5 menit). Setelah itu masuk pada pemilihan selanjutnya yaitu pemilihan kecepatan pada blower.



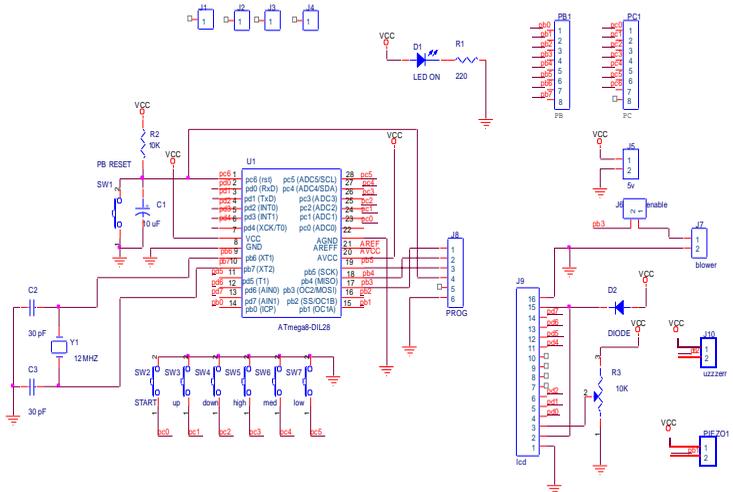
Gambar 5.11 Flow chart Nebulizer Ultrasonik

Pada pemilihan kecepatan blower High dutycycle yang ditentukan yaitu 100 - 80%, pada pemilihan kecepatan blower Medium dutycycle yang ditentukan yaitu 70 - 50%, sedangkan pada pemilihan kecepatan blower Low dutycycle yang ditentukan yaitu 40 - 20%. Saat tombol start ditekan driver blower bekerja mengaktifkan blower yang berfungsi untuk mendorong dan mengatur banyak sedikitnya uap yang masuk ke mouthpiece. Driver oscilator mengaktifkan

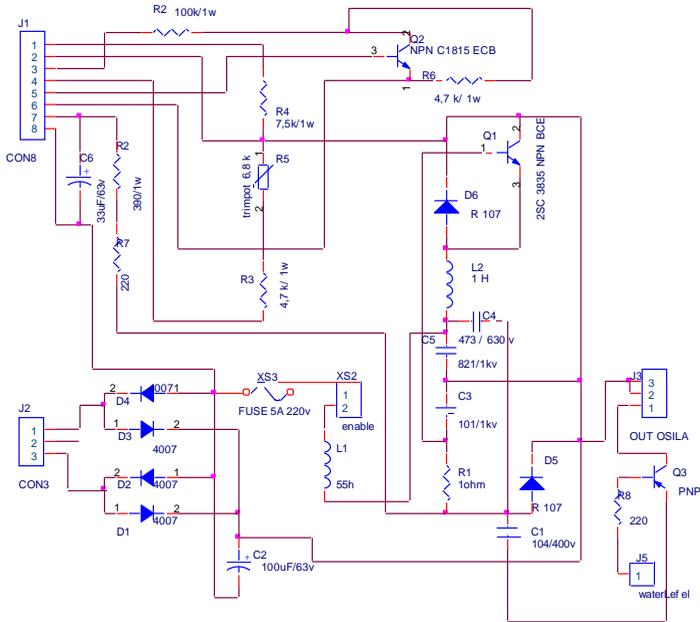
rangkaian oscillator dan mengaktifkan piezoelektrik sehingga terjadi pemecahan obat menjadi partikel-partikel kabut. Timer bekerja untuk menghitung berapa lama waktu penggunaan. Ketika timer habis, proses pengobatan akan berhenti dan buzzer berbunyi.

Gambar 5.12.a, b, dan c. adalah bagian-bagian dari Rangkaian Nebulizer seperti dibawah ini:

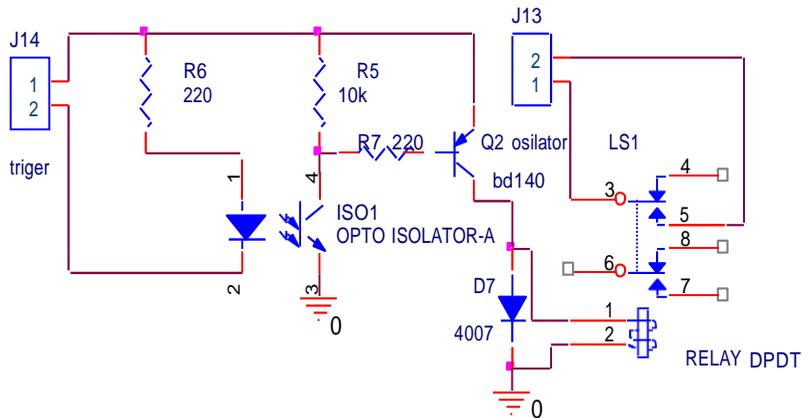
a. Rangkaian Minsis



b. Rangkaian Osilator



c. Rangkaian driver



Cara Kerja Rangkaian:

Tekan tombol ON/OFF pada posisi ON untuk mengaktifkan catu daya yang terhubung ke seluruh rangkaian. Setting timer berfungsi untuk mengatur berapa lama penggunaan alat digunakan. Setting PWM pada motor blower berfungsi untuk mendorong dan mengatur banyak sedikitnya uap yang dibutuhkan. Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pengolahan data. Tampilan setting timer dan blower akan ditampilkan pada display LCD 2x16. Driver oscilator akan mengaktifkan rangkaian oscilator. Rangkaian oscilator berfungsi sebagai pembangkit frekuensi untuk mengaktifkan piezoelektrik. Piezoelektrik akan menghasilkan getaran untuk memecah obat menjadi partikel kabut. Driver blower berfungsi untuk mendorong uap dan sebagai pengatur banyak sedikitnya uap yang masuk ke mouthpiece. Apabila timer habis maka buzzer akan berbunyi. Pada driver blower tegangan yang diperlukan untuk mengaktifkan blower adalah 12VDC, dan diatur kecepatannya dengan PWM. Duty cycle yang dikehendaki saat high (100-80%), saat medium (70-50%) dan low (40-20%).

5.1.8 STANDAR OPERASIONAL PENGOPERASIAN NEBULIZER

1. Tempatkan alat pada ruang pelayanan/tindakan
2. Lepaskan penutup debu
3. Siapkan aksesoris
4. Hubungkan alat dengan catu daya
5. Hidupkan alat dengan menekan tombol ON/OFF ke posisi ON
6. Lakukan pemanasan secukupnya dan masukkan obat ke dalam wadah obat pada selang

7. Tentukan timer yang akan digunakan
8. Pasang selang dan masker
9. Atur posisi pasien
10. Setelah selesai, matikan alat dengan menekan tombol ON/OFF ke posisi OFF
11. Lepaskan hubungan alat dengan catu daya
12. Bersihkan alat, pastikan alat ultrasound nebulizer terapi dalam kondisi baik dan siap di fungsikan pada pelayanan berikutnya
13. Simpan alat dan aksesoris ke tempat semula

5.1.9 Perawatan:

Setelah digunakan / sehabis dipakai

- a) Lepaskan masker atau mouthpiece dan juga bagian yang berbentuk T” dari tutup. Pindahkan pipa atau selang dan rapikan disekitarnya. Selang atau pipa tidak boleh dicuci atau dibilas.
- b) Bilas masker atau mouthpiece dan bagian penghubung dengan air hangat yang mengalir selama 30 detik. Gunakan air yang telah direbus atau air steril untuk membilas.
- c) Bilaslah dengan cairan desinfeksi.
- d) Keringkan masker atau mouthpiece dengan kertas tissue atau diangin-anginkan.
- e) Rangkai kembali bagian-bagian tersebut seperti semula dan sambungkan ke kompresor.
- f) Nyalakan mesin selama 10 - 20 detik untuk mengeringkan bagian dalam dari nebulizer.
- g) Lepas kembali selang dari pipa kompresor. Masukkan nebulizer ke dalam tas plastic tertutup.

5.1.10 Troubleshoot:

1. Analisa Kerusakan
 - a. Tegangan tidak masuk ke alat

- b. Terjadi kerusakan pada sistem dalam alat sehingga tidak terjadi pengkabutan
11. Tindakan/Langkah Kerja
 - a. Memeriksa kabel power dan fuse pada alat
 - b. Memeriksa tegangan yang masuk pada alat
 - c. Memeriksa fungsi kerja supply pada alat
 - d. Memeriksa keadaan transduser alat
 - e. Memeriksa fungsi kerja osilator pada alat
 12. Hasil Akhir
 - a. Osilator pada alat rusak sehingga tidak dapat menggerakkan transduser sebagai penghasil kabut
 - b. Setelah board osilator pada alat dilakukan penggantian alat sehingga alat bekerja dengan baik.

D. RINGKASAN

Penyakit asma tidak dapat menghasilkan aerosol dengan aliran gas kuat yang dihasilkan oleh piezoelektrik, volume isi adalah jumlah total cairan obat yang dihasilkan yang diisi ke dalam labu nebulizer pada tiap kali nebulisasi.

Nebulisasi adalah terapi inhalasi dengan alat nebulizer. Pengobatan dengan nebulizer adalah dengan cara menghirup cairan obat dimana cairan obat tersebut dipecah dulu menjadi bentuk aerosol.

Partikel aerosol yang dihasilkan oleh nebulizer dapat berukuran 2-5 μ . Aerosol yang terbentuk dihirup penderita melalui mouth piece atau sungkup. Merupakan salah satu penggunaan terapi inhalasi (pemberian obat ke dalam saluran pernafasan dengan cara inhalasi).

Sedangkan bronkodilator yang diberikan dengan nebulizer memberikan efek bronkodilatasi yang

bermakna tanpa menimbulkan efek samping. Selain itu tujuan pemberian nebulizer adalah untuk mengurangi sesak, untuk mengencerkan dahak, bronkospasme berkurang atau menghilang disembuhkan namun penderita dapat sembuh dalam arti asmanya dapat terkontrol. Asma merupakan penyakit menahun (kronis) jadi tidak dapat dihilangkan, namun dapat dicegah dengan cara menghindari faktor pencetus dan mengontrolnya melalui obat-obatan.

Salah satu upaya farmakologis untuk mencegah kambuhnya asma adalah dengan terapi Nebulizer, dan nebulizer dan menurunkan hiperaktivitas bronkus serta mengatasi infeksi dan untuk pemberian obat-obat aerosol atau inhalasi. Berdasarkan jenisnya nebulizer terdiri dari 3 jenis yaitu jet nebulizer dengan prinsip kompresor, Nebulizer ultrasonik dengan dapat digunakan untuk segala usia dan Nebulizer Mesh.

Nebuliser merupakan cara yang biasa digunakan di UGD untuk memperoleh reaksi yang cepat dari penderita asma. Karena banyak pasien dan klinis menganggap nebulisasi dapat frekuensi tinggi, Nebulizer mini portable dengan pengoperasiannya dapat dengan baterai..

E. LATIHAN SOAL

1. Seorang perawat dibagian fisioterapi melaporkan kepada instalasi Pemeliharaan Sarana bahwa alat Ultrasonic Nebulizernya rusak tidak dapat digunakan. Langkah pertama Apakah yang dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut ?
 - A. Melakukan pemeriksaan pada kristal
 - B. Melakukan pemeriksaan fuse alat

- C. Melakukan pemeriksaan kabel power supply
- D. Melakukan pemeriksaan pada rangkaian power supply
- E. Melakukan pemeriksaan pada rangkaian pengatur blower

2. Seorang terapis akan melakukan terapi terhadap pasien yang mempunyai penyakit asma dengan menggunakan nebulizer kompresor hanya pada saat pesawat dinyalakan tidak terjadi aerosol/penguapan padahal obat sudah dimasukkan setelah diamati kabel power sudah terpasang, lampu indicator menyala dan timer sudah disetting . Dari permasalahan diatas pengecekan apakah yang Saudara lakukan?

- A. Kipas
- B. Blower
- C. Piezo elektrik
- D. Rangkaian timer
- E. Tekanan kompresor

3. Perawat rumah sakit melaporkan kepada bagian Instalasi Pemeliharaan Sarana bahwa alat Ultrasounic Nebulizernya output pengkabutan tidak sesuai yang diinginkan. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut ?

- A. Melakukan pemeriksaan pada kristal
- B. Melakukan pememeriksaan fuse alat
- C. Melakukan pemeriksaan kabel power supply
- D. Melakukan pemeriksaan pada rangkaian power supply
- E. Melakukan pemeriksaan pada rangkaian pengatur blower

4. Seorang bidan dari ruang perawatan anak di suatu rumah sakit menyampaikan keluhan pada elektromedis bahwa alat ultrasonic nebulizer yang dia gunakan tidak dapat menghasilkan kabut. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedi untuk menangani hal tersebut?
- A. Memeriksa catu daya pada blower
 - B. Memeriksa rangkaian kontrol suhu
 - C. Memeiksa catu daya pada elemen pemanas
 - D. Memeriksa catu daya pada elemen pemanas dan blower
 - E. Memeriksa catu daya pada bagian tranduser piezoelectric
5. Seorang bidan dari ruang perawatan anak di suatu rumah sakit menyampaikan keluhan bahwa pengaturan volume control pada alat ultrasonic nebulyzer tidak dapat berfungsi. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedik untuk menangani hal tersebut?
- A. Memeiksa bagian blower dan rangkaian osilator
 - B. Memeriksa bagian elemen pemanas dan blower
 - C. Memeriksa bagian tranduser piezoelectric dan blower
 - D. Memeriksa bagian eleman pemanas dan tranduser piezoelectric
 - E. Memeriksa bagian tranduser piezoelectric dan rangkaian osilator
6. Seorang perawat dibagian fisioterapi melaporkan kepada instalasi Pemeliharaan Sarana bahwa alat Ultrasonic Nebulizernya rusak tidak dapat digunakan. Langkah pertama Apakah yang

dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut ?

- A. Melakukan pemeriksaan pada kristal
 - B. Melakukan pemeriksaan fuse alat
 - C. Melakukan pemeriksaan kabel power supply
 - D. Melakukan pemeriksaan pada rangkaian power supply
 - E. Melakukan pemeriksaan pada rangkaian pengatur blower
7. Seorang bidan dari ruang perawatan anak di suatu rumah sakit menyampaikan keluhan bahwa pengaturan volume control pada alat ultrasonic nebulizer tidak dapat berfungsi. Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedik untuk menangani hal tersebut ?
- A. Memeriksa bagian blower dan rangkaian osilator
 - B. Memeriksa bagian elemen pemanas dan blower
 - C. Memeriksa bagian transduser piezoelectric dan blower
 - D. Memeriksa bagian elemen pemanas dan transduser piezoelectric
 - E. Memeriksa bagian transduser piezoelectric dan rangkaian osilator
8. Alat ini digunakan terapi penyakit- penyakit saluran pernafasan karena alat ini dapat mengembuskan cairan uap yang sudah terkandung obat didalamnya. Keluhan Alat tidak dapat mengeluarkan uap . Langkah pertama apakah yang akan dilakukan oleh tenaga elektromedis untuk menangani alat tersebut ?

- A. Mengecek osilatornya
 - B. Mengecek tranducernya
 - C. Periksa kabel power dari stop kontak
 - D. Memeriksa fuse masih dalam kondisi baik
 - E. Mengecek ultrasound dengan yang masih bagus
9. Dalam mengoperasikan alat medik ada beberapa persyaratan agar alat dioperasikan secara aman dan benar. Berikut ini yang termasuk aspek syarat pengoperasian adalah?
- A. Instalasi air
 - B. Sarana Ruangan
 - C. Sarana komputer.
 - D. Kelengkapan Alat.
 - E. Keamanan pasien
10. Tanggung jawab profesi elektromedis adalah menjamin terselenggaranya pelayanan kesehatan khususnya kelayakan siap pakai peralatan elektromedik dengan tingkat keakuratan dan keamanan serta mutu yang standar. Regulasi yang manakah yang mengatur hal tersebut?
- A. Permenkes no 45 tahun 2015
 - B. Permenkes no 40 tahun 2015
 - C. Permenkes no 45 tahun 2016
 - D. Permenkes no 50 tahun 2016
 - E. Permenkes no 55 tahun 2016

F. KUNCI JAWABAN

- 1. C. 6. C
- 2. E. 7. C
- 3. E. 8. B

4. E 9. E
5. E 10. A

G. DAFTAR PUSTAKA

1. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Physics of the body*. second edition 1999, Medical physics Publishing, New York.
2. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Medical Physics.*, Copy right 1978 by John Wiley & Sons. Inc. New York
3. Wilson, ML.2006. Pola Obstruktif pada Penyakit Pernafasan. Dalam : Patofisiologi Konsep Klinis Proses-proses Penyakit. Volume 2 edisi 6. Jakarta. EGC Trisakti
4. Haraguchi, M., Nakamura, H., Sasaki, M., Miyazaki, M., Chbachi, S., Takahashi, S., Asano, K., Jones, P., Betsuyaku, T., K-CCR group. (2016). Determinants of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Severity in the Late Elderly Differ from Those in Younger Patients. *BMC Res Notes*, 9(7)
5. Huriah, T., Ningtias, D. W. (2017). Pengaruh Active Cycle of Breathing Technique terhadap Peningkatan Nilai VEP1, Jumlah Sputum dan mobilisasi Sangkar Thoraks Pasien PPOK. *Indonesian Journal or Nursing Practices*, 1(2), 44-54. DOI: 10.18196/ijnp.1260
6. Kent, B. D., Mitchell, P. D., McNicholas, W. T. (2011). Hypoxemia in Patients with COPD. Cause, Effects, and Diseases Progression. *International Journal of COPD*, 6, 199-208s
7. Syutrika, A., Sondakh., Onibala, F., & Nurmansyah, M. (2020). Pengaruh Pemberian Nebulisasi Terhadap Frekuensi Pernapasan Pada Pasien Gangguan Saluran Pernapasan.

8. Kuswardani, D. P. (2017). Pengaruh Nebulizer, Infrared, Dan Chset Therapy Terhadap Asma Bronchiale. *Jurnal Fisioterapi Dan Rehabilitasi* , 49-56.
9. Lorensia, A., & Suryadinata, R. V. (2018). Panduan Lengkap Penggunaan Macam Macam Alat Inhaler pada Gangguan Pernafasan.
10. Smeltzer, S. C., Bare, B. G., Hincle, J. I., & Cheever, K. H. (2010). *Textbook of Medical Surgical Nursing*; Brunner & Suddarth's(Ed 12). Philadelphia:Lippincott william & Wilkins WHO. (2013).

BAB VI DEFIBRILLATOR

A. PENDAHULUAN



Gambar 6.1. Alat Defibrillator

Ketika jantung berdetak tidak terkoordinasi atau terlalu cepat, jantung tidak dapat memompa darah secara efektif lagi. Curah jantung dan tekanan darah jatuh ke tingkat berbahaya. Situasi ini mengancam jiwa dan tindakan segera

harus diambil. Dalam beberapa menit kematian atau kerusakan otak ireversibel adalah hasilnya.

Defibrilasi adalah pengobatan yang dapat menghentikan irama jantung abnormal dengan menerapkan sengatan listrik yang kuat dan pendek ke jantung. Kejut mengganggu aktivitas sel-sel jantung yang tidak terkendali, sel-sel terpolarisasi dan irama jantung abnormal berhenti. Jantung kemudian mampu mengendalikan dirinya sendiri sehingga berdetak normal kembali.

Sedangkan alat yang digunakan untuk menanggulangi seseorang yang jantungnya mengalami fibrilasi adalah Defibrillator.

Defibrillator adalah piranti elektronik yang mengalirkan sinyal listrik kejut (pulsa) ke otot jantung untuk mempertahankan depolarisasi myocardial yang sedang mengalami fibrilasi kardiak (ventricular fibrillation atau atrial fibrillation).

Defibrillator tidak terlalu umum di negara-negara berkembang. Entah rumah sakit tidak memiliki defibrillator atau defibrillator tidak berfungsi. Defibrillator mungkin adalah perangkat yang paling sering rusak. Hal ini karena tenaga medis jarang dilatih dengan benar pada defibrillator dan mereka menganggap peralatan berbahaya (yang tidak sepenuhnya salah). Dan karena defibrillator hampir tidak digunakan, tidak disimpan dalam kondisi operasional.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran Lulusan yang dibebankan pada materi ini:

1. Mahasiswa mampu mahami pengertian dan pengetahuan yang terkait dengan fungsi, prinsip

- kerja, pemeliharaan, perbaikan dan pengkalibrasian tentang alat Defibrilator.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengoperasikan, melakukan pemeliharaan, melakukan perbaikan dan melakukan pengkalibrasian alat defibrillator sesuai dengan SOP dan menerapkannya dengan baik dan benar

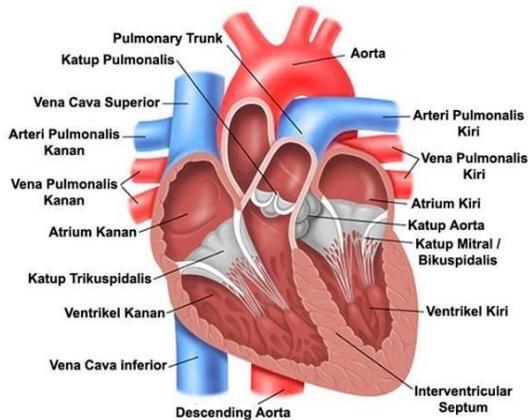
C. KAJIAN MATERI

6.1. Jantung

6.1.1 Bagian-Bagian Jantung

Jantung merupakan organ bagian dalam pada manusia yang sangat vital, karena jantung berfungsi dalam sistem peredaran darah, yang mengedarkan darah yang mengandung oksigen dan sari makanan. Jika sistem peredaran darah tersebut berhenti, manusia pasti akan mati. Jantung terletak di rongga dada namun agak sebelah kiri tubuh. Jantung pada manusia terbagi atas empat ruas, yaitu atrium atas kanan dan kiri serta ventrikel bawah kanan dan kiri. Diantara atrium dan ventrikel terdapat katup (valve) yaitu trikuspid dan Mitral. Katup tersebut dapat dilewati darah hanya dalam satu arah saja yaitu dari atrium ke ventrikel. Atrium kanan berhubungan dengan vena cava (superior dan inferior) dan berfungsi menampung darah dari seluruh tubuh. Atrium kiri berhubungan dengan pulmonary vein dan berfungsi

menampung darah dari paru-paru. Ventrikel kanan berhubungan dengan pulmonary artery melalui pulmonary valve, berfungsi menampung darah dari atrium kanan dan memompakannya ke paru-paru. Ventrikel kiri terhubung ke aorta melalui aortic valve, berfungsi menampung darah dari atrium kiri dan memompakannya ke seluruh tubuh. (Mughnifar, 2019)



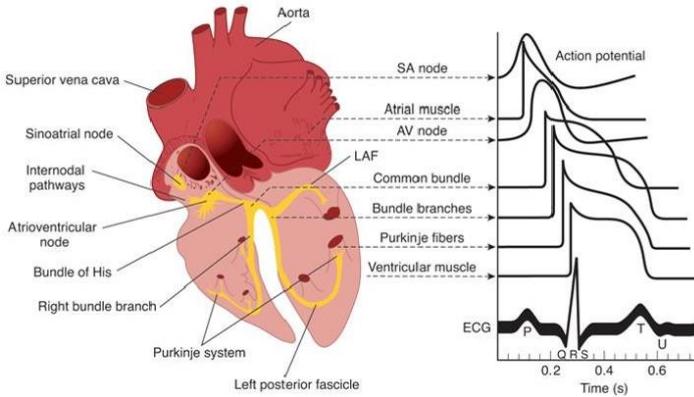
Gambar 6.2. Struktur Jantung

(Sumber : <https://kitchenumaykoosib.com/bagian-bagian-jantung/>)

6.1.2. Siklus Kerja Jantung

Jantung akan berkontraksi ketika ada potensial aksi yang dihantarkan sepanjang membran sel otot jantung. Jantung akan berkontraksi secara ritmik, akibat adanya impuls listrik yang dibangkitkan oleh jantung sendiri yang disebut “autorhythmicity”. Di dalam

jantung terdapat sel yang bernama sel otoritmik. Sel ini memicu potensial aksi yang kemudian menyebar ke seluruh jantung untuk memicu denyut berirama tanpa rangsangan saraf apapun. Sel ini lah yang memicu adanya kelistrikan pada jantung. Kelistrikan pada jantung dimulai dari nodus SA yang berguna untuk memicu setiap siklus jantung. Setelah nodus SA menginisiasi impuls listrik, impuls tersebut akan menyebar melalui kedua atrium dan menyebabkan atrium berkontraksi secara berkesinambungan. Pada saat yang sama, impuls tersebut juga mendepolarisasi nodus atrioventrikular (nodus AV) yang berada dibawah atrium kanan. Dari nodus AV, cabang dari serat konduksi yaitu berkas His melalui otot jantung sampai septum intraventrikular. Dari berkas His kemudian bercabang menjadi cabang kanan (right bundle) dan cabang kiri (left bundle). Walaupun berkas His mendistribusikan energi listrik ini sampai sampai melewati permukaan ventrikel, kontraksi sesungguhnya distimulasi oleh berkas purkinje yang muncul dari percabangan bundle lalu dilanjutkan ke sel miokardium ventrikel. Hal ini menyebabkan depolarisasi pada ventrikel diikuti dengan kontraksi ventrikel. Selanjtunya siklus akan berulang kembali melalui nodus SA. (Irawati, 2015)



Gambar 6.3. Sistem Konduksi Jantung

(Sumber:

<https://www.softilmu.com/2014/07/mekanisme-kerja-otot-jantung-dan-sistem.html?m=1>)

6.1.3 Defibrilasi

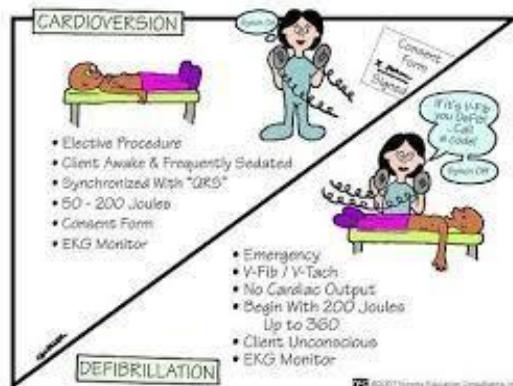
Defibrilasi merupakan suatu cara yang digunakan untuk bisa mengembalikan irama jantung menjadi normal. Pemberian defibrilasi dilakukan menggunakan aliran listrik atau yang biasa dikenal dengan DC Shock (defibrillator) asinkron. Defibrilasi biasa diberikan untuk pasien yang mengalami fibrilasi ventrikel (VF) dan takikardia ventrikel (VT) tanpa nadi.

Sedangkan kardioversi adalah suatu tindakan pengobatan menggunakan aliran listrik secara sinkron atau bisa disebut dengan DC Shock sinkron. Digunakan pada pasien dengan fibrilasi atrium (AF), atau takikardi ventrikel (VT) nadi

teraba. Baik itu defibrilasi ataupun kardioversi, keduanya menggunakan alat yang sama yaitu Defibrillator. (Rendra, 2017)

Tindakan defibrilasi harus dilaksanakan sedini mungkin, hal ini dikarenakan:

1. Irama yang didapat pada permulaan henti jantung umumnya adalah ventrikel fibrilasi (VF).
2. Pengobatan yang paling efektif untuk ventrikel fibrilasi adalah defibrilasi.
3. Makin lambat defibrilasi dilakukan, makin kurang kemungkinan keberhasilannya.
4. Ventrikel fibrilasi cenderung untuk berubah menjadi asistol dalam waktu beberapa menit.



Gambar 6.4. Penggunaan Defibrillator

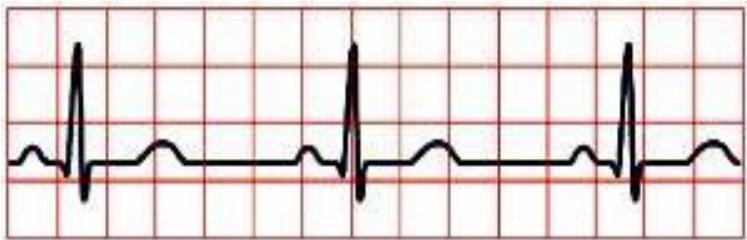
(Sumber:

<https://id.pinterest.com/pin/411235009699609620/>)

Untuk indikasi tertentu dalam defibrillator diberikan tingkat energi yang berbeda pula, berikut adalah indikasi dan tingkat energi yang diberikan :

- Ventrikel Fibrilasi (:100 J, 200 J, 300 J, 360 J).
- Ventrikel Takikardi : 50 J, 100 J.

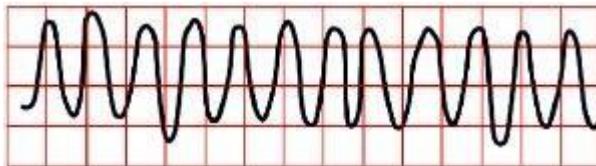
- Atrial Flutter : 25 J - 50 J.
- Atrial Fibrilasi : 100 - 200 J.
- Supra Ventrikel Takikardi : 75 - 100 J.
- Torsade de Pointes 50 - 200 J.
- Energi tidak tergantung berat badan, kecuali anak-anak 2 J/kg.
- Pasien digitalis , energi 10-50 J.



Gambar 6.5. sinyal jantung Normal



Gambar 6.6. Ventrikel Tachycardia



Gambar 6.7. Ventricular Fibrillasi

6.2 Defibrillator

6.2.1 Pengertian Defibrillator

Defibrillator adalah piranti elektronik yang mengalirkan sinyal listrik kejutan (pulsa) ke otot jantung untuk mempertahankan depolarisasi myocardial yang sedang mengalami fibrillasi kardiak (ventricular fibrillation atau atrial fibrillation). Fibrillasi kardiak (cardiac fibrillation) adalah suatu keadaan di mana sel-sel myocardial berkontraksi secara asinkron (tidak sinkron). Ketika fibrillasi ini terjadi pada ventrikel, hal ini menyebabkan cardiac output (CO) aliran darah turun secara drastis dan dapat mengakibatkan kematian dalam beberapa menit kemudian. Pada fibrillasi atrial CO menurun tetapi tidak terlalu fatal.

Pengulangan pemberian kejutan listrik paling lama 45 detik sejak jantung berhenti. Energi External yang diberikan antara 50 sampai 400 Joule. Energi Internal yang diberikan maximum 1/10 External. Posisi elektroda (paddles): anterior- anterior (apex sternum) atau anterior posterior. Diameter elektroda antara 8 - 10 cm untuk dewasa.

Pengaturan energi, dan pemeberian energi di kontrol oleh mikrokontroler. (Sari, 2014)

DC defibrilator selalu dikalibrasi dalam satuan watt-detik atau joule sebagai ukuran dari energi listrik yang tersimpan dalam kapasitor. Energi dalam detik-watt sama dengan satu setengah kapasitansi dalam farad dikalikan dengan tegangan di yaitu Volt kuadrat. (Kelompok *et al.*, 2018)



Gambar 6.8 Rangkaian Dasar Defibrillator

(Sumber:

<https://liveisflow.blogspot.com/2012/04/defibrilator.html>
?m=1)

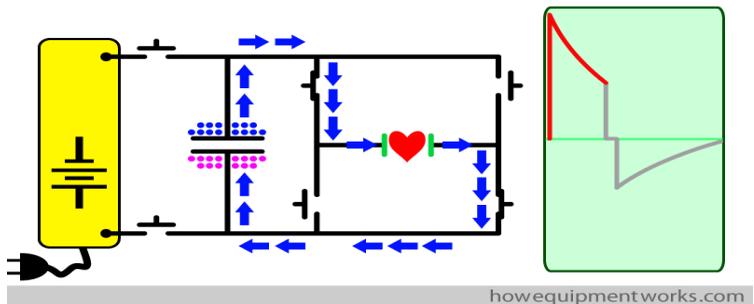
Energi yang tersimpan pada C:

$$U = \frac{1}{2}CV^2$$

U adalah energi dalam satuan Joule (j), C adalah kapasitansi C1 dalam satuan Farad (F) serta V adalah tegangan pada kapasitor C1 dalam satuan volt.

6.2.2 Prinsip Kerja Defibrillator

Pada dasarnya prinsip kerja defibrillator adalah memberikan stimulus energi listrik dalam satuan joule yang dihasilkan dari mesin defibrillator yang dilengkapi dengan baterai. Energi tersebut disalurkan melalui elektroda paddle (berbentuk seperti setrika). Penggunaannya ditempelkan ke dada pasien. Pada defibrilator yang terdapat mode asinkron dan sinkron untuk pemberian stimulus energi listrik dipengaruhi oleh pemilihan mode yang kita gunakan dengan cara menekan tombol setting mode. Setiap pemilihan mode akan mempengaruhi driver discharge bagaimana cara alat memberikan stimulus energi listrik dalam satuan joule terhadap pasien sesuai dengan mode yang telah kita tentukan.



Gambar 6.8 Prinsip DC Shock

(Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/fungsi-defibrilator/>)

Pada paddle defibrillator telah dilengkapi dengan tombol charge "mengisi" energi dan tombol untuk melakukan defibrilasi atau "melepaskan" energi listrik tersebut. Pada saat kondisi irama jantung yang kacau, seseorang menganalisa dengan melihat grafik

EKG yang ada pada layar monitor. Kemudian menentukan berapa energi yang akan digunakan dan untuk lamanya pengisian energi pada kapasitor kurang lebih memakan waktu 15 detik, hal ini mengacu pada pedoman pengujian dan kalibrasi alat kesehatan yang dikeluarkan departemen kesehatan tahun 2001.

6.2. 3 Jenis Defibrillator

Ada dua macam defibrillator bila kita lihat dari jenis mode dischargenya Yaitu tanpa memperhatikan sinyal R pada ekg (Asinkron) dan memperhatikan sinyal R pada ekg (Sinkron). Mode sendiri nantinya akan berpengaruh pada proses pembuangan (discharge) energi dari paddle ke pasien.

Apabila kita melihat dipasaran ada dua jenis defibrillator yang bisa kita bedakan berdasarkan fitur dan spesifikasi penggunaannya yaitu defibrillator manual dan otomatis.

1. Defibrillator Manual

Sekali lagi. walaupun memiliki beberapa jenis, namun fungsi defibrillator tetap sama. Defibrillator yang satu ini disebut manual karena kita bisa melakukan seting energi yang akan dilepaskan secara manual. Ciri defibrillator manual biasanya dilengkapi dengan monitor ECG, dengan monitor ini dapat dideteksi dan dianalisa berapa energi yang akan diberikan

2. Defibrillator Otomatis (AED)

Berbeda dengan defibrillator manual AED (Automated External Defibrillator) merupakan defibrillator otomatis dimana analisa ritma jantung

pasien sudah otomatis dilakukan oleh alat sehingga AED itu sendiri yang akan menentukan berapa energi yang akan dilepaskan. Fungsi automated external defibrillator biasanya digunakan untuk kinerja lapangan karena selain bentuknya yang kecil, juga ringan dan mudah dibawa. (Sentral Alkes, 2018)



Gambar 6.9. Automatic Exsternal Defibrillator (AED)

6.2.4 Konversi Joule

Kapasitor menyimpan energi dalam bentuk medan listrik. Besar energi [W] yang tersimpan pada kapasitor dapat dicari menggunakan rumus:

$$W = \frac{1}{2} Q^2 C = \frac{1}{2} QV =$$

Dimana:

W= jumlah energi yang tersimpan dalam kapasitor (Joule).

Berdasarkan prinsip yang disebutkan diatas, maka secara matematis konstanta waktu sebuah rangkaian RC dapat dirumuskan sebagai berikut :

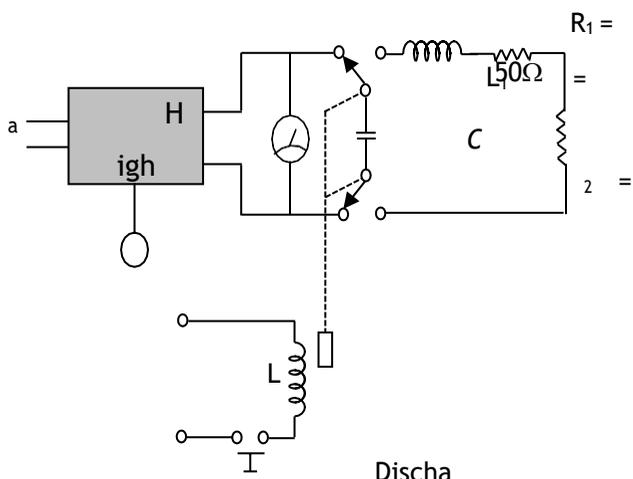
Dimana:

$$\tau = R \times C$$

τ = Konstanta Waktu dalam satuan detik (s)

R = Resistansi /Hambatan dalam Ohm (Ω)

C = Kapasitansi dalam Farad (F)



Gambar 6. 10 Konsep DC Shock

Arus awal yang mengalir pada rangkaian (i_0);

$$I_0 = \left(\frac{V_{in}}{R} \right)$$

Hubungan tegangan dan waktu dalam kapasitor;

$$V_c(t) = V_{in} \left\{ 1 - e^{-t/RC} \right\}$$

Lamanya proses pengosongan kapasitor ini juga ditentukan oleh nilai R-C yang dipakai pada rangkaian. Berikut adalah rumus umum untuk pengosongan kapasitor tegangan kupasitor saat dikosongkan selama t detik, $V_c(t)$

$$V_c(t) = V_{in} + \left\{ \{V_c(0) - V_{in}\} e^{-t/RC} \right\}$$

V_s adalah tegangan kapasitor sebelum dikosongkan. V_s akan bernilai sama dengan tegangan input pengisi kapasitor apabila kapasitor diisi sampai penuh (fully charged) arus pengosongan setelah t detik.

$$i_c(t) = \left(\frac{V_{in}}{R} \right) e^{-t/RC}$$

Energi yang diherikan ke pasien;

$$E = \Delta t \sum_{k=0}^{k=t/\Delta t} \frac{1}{R} V^2$$

Dimana:

E = Energi (Joule);

Δt = interval waktu yang diinginkan At interval waktu yang diinginkan (second)

t = lama waktu saat pengambilan data (second) .

v = tegangan saat interval waktu (volt)

R = resistansi (Ω)

J. RINGKASAN

Defibrilator merupakan suatu alat yang sering disebut oleh masyarakat umum sebagai alat kejut jantung

Alat ini sebagian besar dikenal dan familiar untuk kalangan yang bergelut di rumah sakit, terutama dokter, ners, serta insinyur biomedis, namun untuk masyarakat umum di Indonesia, sebagian besar tidak mengetahui bahkan tidak pernah mendengar istilah tersebut. Definisi secara lebih ilmiah dari defibrilator adalah perangkat yang mengembalikan detak jantung normal dengan mengirimkan kejutan listrik atau *shock* ke jantung. Alat ini digunakan untuk memperbaiki irama jantung **ventrikel takikardi** (*pulseless ventricular tachycardia*) dan **fibrilasi ventrikel** (*ventricular fibrillation*) pada pasien yang mengalami henti jantung mendadak (*sudden cardiac arrest*).

Defibrilasi adalah operasi darurat selain prosedur resusitasi kardiopulmoner (CPR). Defibrillator dapat dioperasikan oleh personil rumah sakit yang terlatih khusus saja. Pelatihan ini diadakan oleh petugas medis. Ini bukan tugas teknisi rumah sakit untuk melakukan pelatihan pengguna untuk defibrillator. Tetapi teknisi dapat membantu dan dapat memberikan informasi teknis misalnya tentang cara melakukan tes mandiri atau mengisi baterai internal.

Dalam keadaan darurat, pertolongan pertama menanggalkan pakaian tubuh bagian atas pasien, menyalakan defibrillator dan mengeluarkan dayung dari pemegangnya. Kemudian operator menerapkan gel konduktif ke elektroda dayung, mendistribusikan gel secara merata dengan menggosok elektroda satu sama lain dan kemudian menempatkan dayung di dada pasien.

K. LATIHAN SOAL-SOAL

1. Pada alat defibrilator memiliki beberapa mode antara lain *synchonus*, *asynchonus* dan AED. Pada pasien

yang memiliki kelainan jantung apakah mode asynchronous digunakan ?

- A. Supraventricular brachycardia
 - B. Ventricular fibrillation
 - C. Ventricular flutter
 - D. Atrial tachycardia
 - E. Atrial flutter
2. Pada alat defibrilator memiliki beberapa mode antara lain synchronus, asynchronous dan AED. Pada pasien yang memiliki kelainan jantung apakah mode synchronus digunakan ?
- A. Supraventricular tachycardia
 - B. Ventricular fibrillation
 - C. Ventricular flutter
 - D. Atrial tachycardia
 - E. Atrial flutter
3. Sebuah rumah sakit melakukan pengadaan defibrilator baru yang di manfaatkan sebagai treatment defibrilator. Di ruang manakah alat tersebut di tempatkan ?
- A. Instalasi Rawat Inap
 - B. Ruang Perawatan
 - C. Ruang Ob-Gyn
 - D. Ruang Bedah
 - E. ICU
4. Dalam rangka pemeliharaan alat, seorang teknisi elektromedik diminta oleh pihak rumah sakit untuk melakukan pemeliharaan pada *Defibrilator*. Maka salah satu cara yang dilakukan teknisi elektromedik tersebut adalah . . .
- A. Bersihkan paddle menggunakan desinfektan
 - B. Bersihkan paddle dari gel
 - C. Lepas penutup debu
 - D. Nyalakan alat

- E. Ganti baterai
5. Peralatan yang mengirimkan kejutan listrik ke otot jantung yang sedang mengalami fibrilasi (kekacauan ritme). Dengan menggunakan pedal / elektroda yang dipasang pada tubuh untuk mengetahui keadaan dari pasien. Merupakan pengertian dari alat
- A. Nebulizer
 - B. Defibrilator
 - C. Baby incubator
 - D. Syringe pump
 - E. infusio n pump
6. Bagaimana pemeliharaan alat defibrilator tiap harinya kecuali
- A. pengecekan baterai
 - B. Mengeringkan elektoda setelah digunakan
 - C. Tiap 6 bulan dikalibrasi
 - D. membersihkan alat dari jel dan kotoran
 - E. mengecek kkerja alat dengan discharge 50 joule
7. Pada defibrilator alat yang digunakan untuk menghantarkan energi listrik ke tubuh pasien adalah?
- A. Control panel
 - B. Paddle
 - C. Energi selektor
 - D. Saklar
 - E. Paddle button
8. Defibrilator memiliki fungsi untuk memeberikan shock pada pasien gagal jantung. Berapa nilai energi yang diperlukan pada alat defibrilator dengan mode synchronized pada pasien yang mengalami ventricular Fibrilasi ?
- A. 50 joule - 200 joule
 - B. 200 joule - 250 joul
 - C. 250 joule - 300 joule
 - D. 300 joule - 360 joule

- E. 360 joule - 500 joule
9. Seorang perawat mencoba mengoperasikan alat defibrillator tetapi alat tidak dapat menyala sama sekali. Sebagai tenaga elektromedis, langkah pertama apa yang anda lakukan ?
- A. Cek tegangan pada jala - jala PLN
 - B. Lakukan pengukuran pada power supply
 - C. Cek kondisi pada kabel power
 - D. Memperdalam grounding
 - E. Ganti fuse dengan yang baru
10. Tipe gelombang defibrillator yang memiliki 2 phase sentakan dianalogikan dengan satu siklus arus bolak balik agar energi yang diberikan ke pasien lebih kecil ,sehingga dapat mengurangi kerusakan sel miokardial pada saat pasien diberikan shock merupakan tipe?
- A. External
 - B. Tripasik
 - C. internal
 - D. Bipasik
 - E. monopasik

F. KUNCI SOAL

- | | | |
|----|----|-------|
| 1. | B | 6. B |
| 2. | A. | 7. B |
| 3. | E. | 8. A |
| 4. | B. | 9. A |
| 5. | B | 10. D |

G. DAFTAR PUSTAKA

1. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Physics of the body*. second edition 1999, Medical physics Publishing, New York.
2. John R Cameron, James G. Skofronick and Roderick M Grant., *Medical Physics*., Copy right 1978 by John Wiley & Sons. Inc. New York
3. Smeltzer, S. C., Bare, B. G., Hincle, J. I., & Cheever, K. H. (2010). *Textbook of Medical Surgical Nursing*; Brunner & Suddarth's (Ed 12). Philadelphia:Lippincott william & Wilkins WHO. (2013).
4. Richard Aston, (1991), "***Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement***", Singapore: Macmillan Zipes DP. Specific arrhythmias: diagnosis and treatment In: Braunwald E, ed. *Heart Disease, A Textbook of Cardiovascular Medicine*, 5th ed. Philadelphia: WB Saunder Co, 1997; 640-704. 3.
5. Ryder KM, Benjamin EJ. Epidemiology and significance of atrial fibrillation. *Am J Cardiol*. 1999; 84: 131R-8. 4. Tse HF,
6. Lau CP, Rodriguez LM, et al. Effect of coexisting cardiovascular disease on the long-term efficacy and safety of the implantable atrial defibrillator. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002; 25: 809-15. 5.
7. Lown B, Amarasinghan R, Neuman J. New method for terminating cardiac arrhythmias: use of synchronized capacitor discharge. *JAMA* 1962; 182: 548-55. 6.
8. DeSilva RA, Grayboys TB, Podrid PJ, Lown B. Cardioversion and defibrillation. *Am Heart J* 1980; 100: 881-95. 7. Levy S, Breithardt G, Campbell RW, et al. Atrial fibrillation: current knowledge and recommendations for management. Working Group on Arrhythmias of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 1998; 19: 1294-320. 8.

9. Tse HF, Lau CP. Bleeding and thromboembolic risks of internal cardioversion for persistent atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002; 25: 1752-5.
9. Boriani G,
10. Biffi M, Camanini C, Luceri RM, Branzi A. Transvenous low energy internal cardioversion for atrial fibrillation: a review of clinical applications and future developments. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24: 99-107.
- 10.

BAB VII ALAT VENTILATOR

A. PENDAHULUAN

Ventilator adalah alat bantu pernafasan yang dirancang untuk menggantikan atau menunjang fungsi pernafasan yang normal. Ventilator dapat juga berfungsi untuk mengembangkan paru dan memberikan oksigen sehingga dapat mempertahankan fungsi paru. Bila fungsi paru untuk melakukan pembebasan CO₂ atau pengambilan O₂ dari atmosfer tidak cukup, maka dapat dipertimbangkan pemakaian ventilator. Ventilator mekanik merupakan salah satu aspek yang penting dan banyak digunakan bagi perawatan pasien yang kritis di Intensive Care Unit (ICU).

Ventilator Associated Pneumonia (VAP) di definisikan sebagai pneumonia yang terjadi 48 jam atau lebih setelah ventilator mekanik diberikan. VAP merupakan bentuk infeksi nosokomial yang paling sering ditemui di Unit Perawatan Intensif (UPI), khususnya pada pasien yang menggunakan ventilator mekanik. VAP adalah infeksi tersering untuk pasien pneumonia di Unit Care Intensive (ICU). Di Eropa, pneumonia terjadi pada 7% pasien yang tinggal setidaknya 2 hari di Intensive Care Unit (ICU) dan 91% dari pneumonia ini adalah VAP. Pneumonia terkait

ventilator merupakan infeksi nosokomial yang terbanyak, yaitu 41%, diikuti dengan kateter vena sentral sebanyak 30%, dan infeksi traktus urinarius sebanyak 29%.

Berdasarkan penelitian tentang perbandingan *Clinical Pulmonary Infection Score* (CPIS) dan kriteria klinik dalam mendiagnosis *VentilatorAssociatedPneumonia* (VAP) pada pasien ICU yang kompleks menunjukkan 40 orang pasien yang dirawat di ICU dengan umur rata-rata adalah 14,8-59,6 tahun. Lama hari rawat di ICU antara 14,5-19,2 hari dengan rata-rata durasi penggunaan ventilator mekanik 12,3-13,6 hari. Sensitifitas menunjukkan 35,3% dan 78,3% Pada hari pertama dan ketiga dari hari rawat masing-masing pasien. Spesifisitas menunjukkan 95,7% dan 81,3% pada hari pertama dan hari ketiga dari hari rawat masing-masing pasien.

Adapun faktor risiko yang dicurigai dapat memicu terjadinya VAP, antara lain : usia lebih dari 60 tahun, derajat keparahan penyakit, penyakit paru akut atau kronik, sedasi yang berlebihan, nutrisi enteral, luka bakar yang berat, posisi tubuh yang supine, *Glasgow Coma Scale* (GCS) kurang dari 9, penggunaan obat pelumpuh otot, perokok dan lama pemakaian ventilator.^{1,5} Pemakaian ventilator mekanik dengan pipa yang diintubasikan ke tubuh pasien akan mempermudah masuknya kuman dan menyebabkan kontaminasi ujung pipa endotrakeal pada penderita dengan posisi terlentang. Diagnosis VAP secara klinis ditegakkan berdasarkan adanya demam (>38,30C), leukositosis (>10.000mm³), sekret trakea bernanah dan adanya infiltrat yang baru atau menetap dari radiologi. Definisi tersebut mempunyai sensitifitas yang tinggi namun spesifisitasnya rendah. Pembuatan diagnosa VAP secara dini

sangat penting untuk menurunkan biaya, angka kesakitan dan kematian serta lamanyatinggal dirumah sakit.

Ventilasi mekanik adalah upaya bantuan napas dengan alat bantu napas mekanik atau *ventilator* sebagai alat pengganti fungsi pompa dada yang mengalami kelelahan atau kegagalan. Ventilasi mekanik digunakan untuk membantu atau menggantikan napas spontan. Ventilasi mekanik ini diaplikasikan dengan alat khusus yang dapat mendukung fungsi ventilasi dan memperbaiki oksigenasi melalui penggunaan gas dengan konten tinggi oksigen dan tekanan positif. Pada perkembangannya dewasa ini, alat bantu napas mekanik bukan saja sebagai pengganti fungsi pompa dada, namun lebih luas lagi yaitu mengatasi gangguan ventilasi-perfusi paru, sehingga dengan demikian alat bantu napas ini disepakati sebagai alat penyelamat kehidupan pasien kritis yang memerlukan terapi intensif. Tujuan utama tunjangan ventilasi mekanik adalah untuk menjamin ventilasi-oksigenasi yang adekuat, mengurangi kerja napas, dan memperbaiki gangguan pertukaran oksigen di alveoli. Fungsi ventilator umumnya antara lain, mengembangkan paru selama inspirasi, dapat mengatur waktu dari inspirasi ke ekspirasi, mencegah paru untuk menguncup sewaktu ekspirasi, serta dapat mengatur waktu dari fase ekspirasi ke fase inspirasi. Semua ventilator mekanik canggih dilengkapi oleh monitor pengukur tekanan (*pressure gauge*), pembatas tekanan untuk mencegah paru dari barotrauma (*pressure limiting device*), pengaman (alarm) tekanan tinggi dan rendah, serta pengatur volum paru (spirometer).

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Standar Kompetensi: Capaian Pembelajaran Lulusan yang dibebankan pada materi ini:

1. Mahasiswa mampu memahami pengertian dan pengetahuan yang terkait dengan fungsi, prinsip kerja, pemeliharaan, perbaikan dan pengkalibrasian tentang alat Ventilator.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengoperasikan, melakukan pemeliharaan, melakukan perbaikan dan melakukan pengkalibrasian alat Ventilator sesuai dengan SOP dan menerapkannya dengan baik dan benar

C. KAJIAN MATERI

Respirasi terdiri atas 2 proses, yaitu respirasi eksternal dan respirasi internal. Respirasi eksternal adalah absorpsi O₂ dan pembuangan CO₂ dari seluruh tubuh, sedangkan respirasi internal adalah penggunaan O₂ dan produksi CO₂ oleh seldan pertukaran gas antara sel-sel dan media cairan tersebut.

Paru-paru dan dinding dada adalah struktur yang elastis. Normalnya, hanya terdapat satu lapisan tipis di antara paru-paru dan dinding dada (ruang intrapleural). Paru-paru mudah bergerak pada dinding dada akibat adanya ruang intrapleural, namun paru-paru tidak dapat ditarik menjauh dari dinding dada. Tekanan pada ruang di antara paru-paru dan dinding dada (tekanan intrapleural) adalah subatmosferik. Jika dinding dada terbuka, paru-paru akan kolaps, dan jika paru-paru kehilangan elastisitasnya, dada akan mengembang dan berbentuk *barrel*.

Inspirasi adalah proses aktif. Kontraksi otot inspirasi yaitu otot diafragma dan otot pernapasan yang lain,

akan meningkatkan volume intratoraks. Tekanan intrapleural pada dasar paru-paru normalnya adalah 2.5 mmHg (relatif pada atmosfer), sedangkan pada awal inspirasi tekanan akan turun sekitar 6 mmHg. Kemudian paru-paru tertarik hingga posisi menjadi lebih mengembang. Tekanan pada saluran napas menjadi sedikit negatif sehingga udara mengalir ke paru-paru. Pada akhir inspirasi, rekoil paru-paru menarik dada ke posisi ekspirasi, dimana tekanan rekoil paru-paru dan dinding dada seimbang. Jumlah udara yang masuk akan dianggap cukup setelah otot-otot diafragma dan pernapasan mulai relaksasi dan tekanan dalam rongga dada sama dengan tekanan di luar tubuh. Tekanan pada saluran napas menjadi positif dan udara mengalir keluar dari paru-paru. Ekspirasi selama pernapasan tenang (*quiet breathing*) adalah proses pasif dimana tidak terdapat kontraksi otot yang mengurangi volume intratoraks.

7.1. Struktur dan Fungsi Sistem Respirasi

Sebagai komponen sistem respirasi, saluran napas memiliki peran sebagai penghangat, penyaring, pelembap udara dan tempat pertukaran CO₂ dengan O₂ yaitu di paru-paru. Saluran napas yang berperan sebagai penghangat terdapat di nasofaring. Sedangkan saluran napas sebagai penyaring yaitu bertugas membuang material tertentu seperti debu yang terperangkap di bulu hidung.

Sistem respirasi merupakan sistem yang penting dalam kehidupan, yang berfungsi dalam mengadakan pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida. Apabila fungsi respirasi mengalami gangguan atau kegagalan, maka kebutuhan oksigen untuk

memenuhi metabolisme tidak dapat dipenuhi. Disinilah peran ventilator mekanik sebagai alat pengganti fungsi pompa dada yang mengalami kegagalan. Alat bantu napas mekanik yang sering digunakan saat ini adalah jenis ventilasi tekanan positif. Ventilator ini memberikan tekanan positif kedalam rongga dada sehingga memulai proses inspirasi. Terdapat 4 jenis ventilator berdasarkan mekanisme kerjanya yakni: *pressure cycled*, *time-cycled*, *volume-cycled*, dan *flow-cycled*. Selain harus memilih ventilator berdasarkan mekanisme kerjanya, merupakan hal yang penting untuk mengatur mode ventilator menyesuaikan keadaan masing-masing pasien di ICU.

Terdapat beberapa mode yang sering digunakan antara lain: CMV, Assist-controlled ventilation, IMV, SIMV, MMV, PSV, PCV, PEEP, CPAP, dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing mode.

7.1.1. *Controlled Mechanical Ventilation* (Ventilasi Mekanik Terkontrol)(CMV)

Dalam mode ini, siklus ventilator berubah dari ekspirasi ke inspirasi setelah interval waktu yang telah ditetapkan, karena pasien tidak dapat memicu pernapasan sendiri. Ventilasi terkontrol (*time-triggered inspiration*) hanya dapat diterapkan pada pasien yang tidak memiliki usaha napas sendiri atau pada saat ventilasi ini diberikan, pasien harus dikontrol seluruhnya. Namun tidak dianjurkan untuk tetap mempertahankan mode ventilasi ini tanpa membuat pasien mempunyai usaha napas sendiri. Ventilasi terkontrol cocok diterapkan pada pasien-

pasien yang tidak sadar karena pengaruh obat, gangguan fungsi serebral, cedera saraf spinal dan frenikus serta pasien dengan kelumpuhan saraf motorik yang menyebabkan hilangnya usaha napas volunteer.

7.1.2. Assist-Control (AC) Ventilasi

Dengan menggabungkan sensor tekanan di sirkuit pernapasan, upaya inspirasi dari pasien dapat digunakan untuk memicu inspirasi. Pasien dapat memicu pernapasannya dengan laju yang lebih cepat namun volume preset atau tekanan tetap diberikan pada tiap napas. Bila telah ada usaha napas pasien, maka mode *assist-control* dapat digunakan. Dengan mode ini, tiap napas (pemicuwaktu ataupun pasien) merupakan pernapasan yang diatur. Pemicu dari pasien timbul karena ventilator sensitif terhadap tekanan atau perubahan aliran pada saat pasien berusaha untuk bernapas.

7.1.3. Intermittent Mandatory Ventilation (IMV)

IMV didesain untuk memberikan bantuan ventilasi parsial. Mode ini mengkombinasikan periode ventilasi assist-control dengan periode pernapasan spontan pasien. Periode pernapasan spontan ini dapat membantu untuk mencegah hiperinflasi paru dan auto PEEP pada pasien-pasien dengan pernapasan yang cepat. Selain itu, tujuan dari penggunaan ventilasi ini adalah untuk mencegah atropi otot-otot pernapasan karena ventilasi mekanik jangka lama. Kekurangan

dari IMV ini adalah terjadinya peningkatan work of breathing dan penurunan curah jantung. IMV telah ditetapkan sebagai pilihan terbaik untuk teknik penyapihan.

7.1.4. *Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV)*

Synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV) mengatur napas mekanik, kapanpun memungkinkan, agar bertepatan dengan awal dari upaya respirasi spontan. sinkronisasi yang tepat mencegah tersisipnya napas mekanik di tengah napas spontan, menghasilkan VT yang sangat besar. Keuntungan dari SIMV termasuk kenyamanan pasien, dan jika digunakan untuk menyapih, napas dari mesin menyediakan cadangan jika pasien menjadi lelah. Namun, jika laju napas terlalu rendah (4 kali / menit), cadangan mungkin terlalu rendah, terutama untuk pasien yang lemah yang mungkin tidak dapat mengatasi tambahana kerja pernapasan yang disisipkan ventilator selama napas spontan.^{5,8}

7.1.5. *Mandatory Minute Ventilation (MMV)*

Pasien dapat bernapas secara spontan dan juga menerima napas mekanik, sementara mesin memonitor ventilasi semenit yang dihembuskan. Dalam mode ini, mesin kemudian terus menyesuaikan jumlah napas mekanik sehingga jumlah napas spontan ditambah mekanik dikalikan dengan VT menghasilkan besar ventilasi semenit yang diinginkan.^{5,8}

7.1.6. *Pressure Support Ventilation (PSV)*

Metode ini digunakan untuk memperkuat penapasan spontan, tidak untuk memberikan bantuan napas secara keseluruhan. Di samping itu, PSV ini dapat mengatasi resistensi pernapasan melalui sirkuit ventilator, tujuannya adalah untuk mengurangi *work of breathing* selama proses penyapihan (*weaning*) dari ventilator. Tujuan PSV ini bukan untuk memperkuat volume tidal, namun untuk memberikan tekanan yang cukup untuk mengatasi resistensi yang dihasilkan pipa endotrakeal dan sirkuit ventilator. PSV cukup populer sebagai salah satu metode ventilasi mekanik non invasif. Untuk ventilasi non invasif ini PSV diberikan melalui sungkup wajah atau sungkup hidung khusus dengan tekanan 20 cmH₂O.^{5,8}

7.1.7. *Pressure Control Ventilation* /ventilasi pressure-control (PCV)

Ventilasi tekanan terkontrol (PCV) menggunakan tekanan yang konstan untuk mengembangkan paru-paru. Ventilasi seperti ini kurang disukai karena volume pengembangan paru tidak sama, namun masih tetap digunakan karena risiko cedera paru yang diinduksi ventilator lebih rendah pada mode ini. Ventilasi dengan PCV secara keseluruhan diatur oleh ventilator, tanpa peran serta pasien (sama dengan ventilasi assist-control).^{5,8}

7.1.8. *Positive End-Expiratory Pressure* (PEEP)/ Tekanan Positif Akhir Pernapasan

Pasien gangguan pernafasan yang membutuhkan dan tergantung pada ventilator di akhir proses pernapasannya terjadi kolaps pada ruang udara bagian distal sehingga menyebabkan atelektasis yang dapat mengganggu pertukaran gas dan memperberat gagal napas. Upaya mencegah atelektasis ini dengan menurunkan komplians paru-paru dengan konsekuensi terjadinya kelainan paru-paru, yang sering dijumpai pada pasien ARDS dan pneumonia. *Positive End Expiratory Pressure* (PEEP) merupakan parameter pada ventilator untuk oksigenasi pasien dengan memberi tekanan positif di saluran nafas pada akhir ekspirasi, sehingga gelombang tekanan tidak kembali ke garis dasar tetapi ke angka besarnya PEEP.

Tekanan ini sebagai penyangga (stent) yang menjaga agar jalan napas yang kecil pada paru-paru tetap terbuka pada akhir ekspirasi PEEP telah menjadi ukuran standar pada penatalaksanaan pasien dengan ketergantungan pada ventilator PEEP tidak direkomendasikan pada pasien-pasien dengan penyakit paruparu yang terlokalisasi seperti pneumonia karena tekanan yang diberikan dapat didistribusikan ke daerah paru-paru yang normal dan hal ini dapat menyebabkan distensi yang berlebihan sehingga menyebabkan rupture alveoli. Dengan demikian PEEP bisa digunakan dalam manuver perekrutan khusus untuk membawa daerah dari atelektasis/alveolar kolaps '*back into play*'- dan memungkinkan alveoli yang pernah kolaps untuk mengambil bagian dalam pertukaran gas. Beberapa metode yang dipakai dalam tindakan pasien gangguan pernafasan dengan *treatment* PEEP telah dijelaskan - termasuk 'menahan' tekanan inspirasi pada tekanan

30-40 cmH₂O selama 30-40 detik. Selama perekrutan udara, tekanan tinggi mungkin menyebabkan gangguan hemodinamik. Ini harus diselesaikan saat manuver berhenti. Efek PEEP pada rekrutmen paru-paru dapat dipantau dengan rasio PaO₂ / FiO₂, yang merupakan ukuran efisiensi Pertukaran O₂ melintasi paru-paru. Jika PEEP memiliki efek yang menguntungkan dan mengubah area atelektasis menjadi unit kapiler alveolar fungsional, akan ada peningkatan PaO₂ / FiO₂ rasio (meningkatkan oksigenasi). PEEP memiliki pengaruh yang sama pada penentu kinerja jantung sebagai ventilasi tekanan positif, tetapi kemampuan untuk menurunkan ventrikel preload lebih menonjol dengan PEEP.

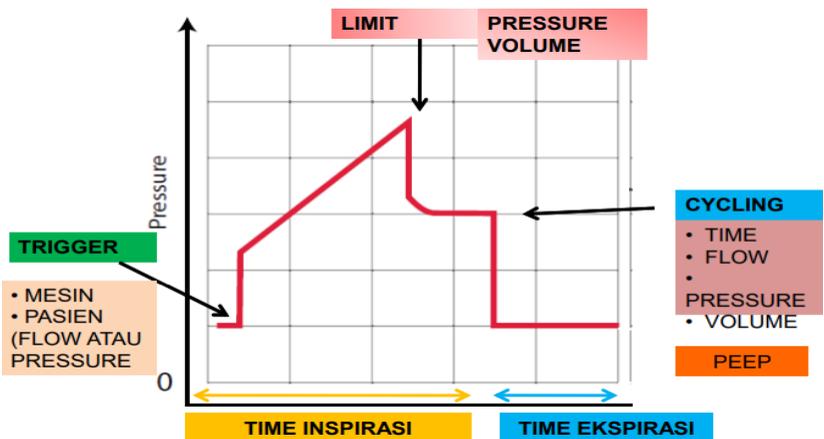
7.1.9. Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)/ Tekanan Positif JalanNapas Kontinyu

Pernapasan spontan dengan tekanan positif yang dipertahankan selama siklus respirasi disebut dengan continuous positive airway pressure (CPAP). Pada mode ventilasi ini, pasien tidak perlu menghasilkan tekanan negatif untuk menerima gas yang diinhalasi. Hal ini dimungkinkan oleh katup inhalasi khusus yang membuka bila tekanan udara di atas tekanan atmosfer. CPAP harus dibedakan dengan PEEP spontan. Pada PEEP spontan, tekanan negatif jalan napasdibutuhkan untuk inhalasi. PEEP spontan telah digantikan oleh CPAP karena dapat menurunkan work of breathing.

Penggunaan klinis CPAP adalah pada pasien-pasien yang tidak diintubasi. CPAP dapat diberikan melalui sungkup wajah khusus yang dilengkapi

dengan katup pengatur tekanan. Sungkup wajah CPAP (CPAP mask) telah terbukti berhasil untuk menunda intubasi pada pasien dengan gagal napas akut, tetapi sungkup wajah ini harus dipasang dengan tepat dan kuat dan tidak dapat dilepas saat pasien makan, sehingga hanya dapat digunakan sementara. Sungkup hidung khusus lebih dapat ditoleransi oleh pasien terutama pada pasien dengan apnea obstruktif saat tidur, juga pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronik eksaserbasi akut.

Sebelum pemasangan ventilator mekanik, penting untuk sebelumnya menganalisis penyulit yang dapat terjadi, di antaranya adalah ventilator associated pneumonia (VAP), atelektasis, barotrauma, dan efek pada gastrointestinal. Pasien dengan ventilasi mekanik tidak dianjurkan untuk berlama-lama menggunakan alat bantu napas tersebut, sehingga diperlukan pula pengetahuan tentang teknik penyapihan dari ventilator.



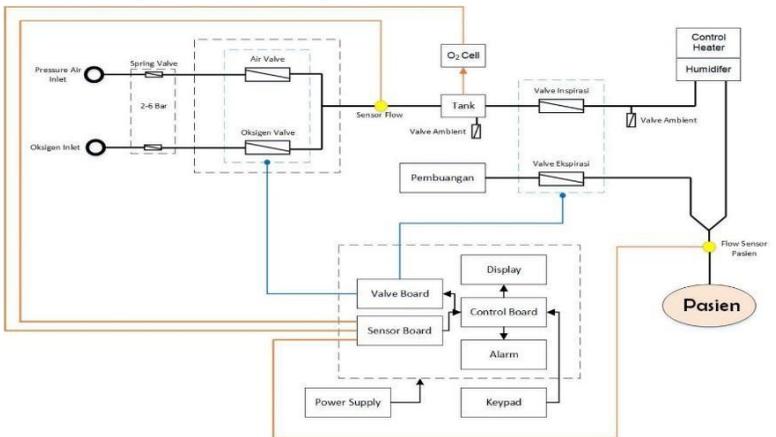
Gambar 7.1. Fase Pernafasan Dengan Ventilator.

7.2. Blok diagram dan Rangkaian Ventilator.



Gambar 7.2. Pneumatik Unit

7.3. Blok diagram dan Rangkaian Ventilator.



Gambar 7.3. Blok Diagram Ventilator

Kerja ventilator mengacu pada gambar blok diagram umum di atas, antara lain:

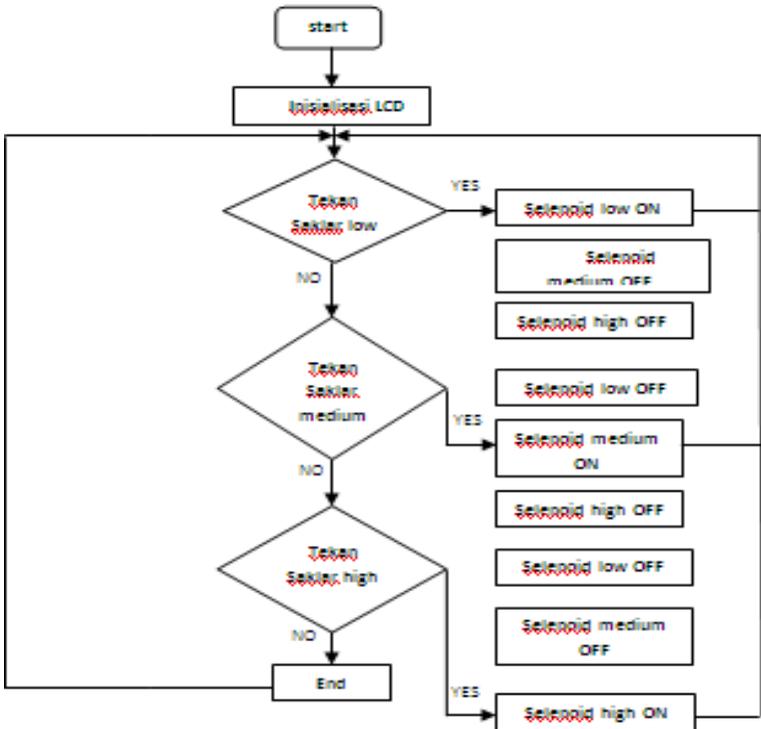
- Ketika ventilator dihubungkan dengan sumber tegangan PLN dan dihidupkan, tegangan akan menyuplai bagian elektrik ventilator. Control board akan menjalankan software ventilator, kemudian melakukan self test guna pengecekan komponen - komponen penting ventilator.
- Selanjutnya operator akan melakukan pemilihan mode dan memasukkan setting nilai, baik itu fraksi oksigen, rasio inspirasi dan ekspirasi, jumlah nafas per menit, jumlah volume udara yang akan dihantarkan ke pasien tiap satu kali nafas, pemberian PEEP dan lainnya. Kemudian setting tersebut akan diproses pada control board untuk kemudian dikirim sebagai output ke valve board.
- Valve board akan mengolah output dari control board menjadi sinyal pengaktifan driver pada valve oksigen dan valve air pada mixer. Valve tersebut akan bekerja membuka dan menutup secara bergantian untuk mendapatkan percampuran udara sesuai dengan setting yang diinginkan dan terus menerus dideteksi oleh flow sensor saat udara menuju tank.
- Pada tank, percampuran udara akan memenuhi tank dan secara terus menerus fraksi oksigen akan dimonitor oleh cell.
- Selanjutnya valve inspirasi akan membuka celah sesuai pengaturan volume udara yang dihantarkan ke pasien. Valve inspirasi akan bekerja bersinergi dengan valve ekspirasi dimana saat sedang fase

inspirasi, valve inspirasi akan terbuka dan valve ekspirasi akan tertutup, begitu juga saat sedang ekspirasi, valve inspirasi akan lebih menutup (menyisakan celah untuk PEEP) dan valve ekspirasi akan membuka.

- Udara yang dihantarkan akan keluar dari celah valve inspirasi kemudian menuju humidifier yang akan melembabkan dan menghangatkan udara agar sesuai dengan suhu tubuh manusia sekitar 36,5 C. terdapat pemantauan suhu saat keluar dari humidifier sampai kemudian menuju 'Y' piece, 'Y' piece terhubung dengan pasien flow sensor yang mendeteksi secara terus menerus udara yang dialirkan dan tekanan udara untuk kemudian dikirim ke sensor board dan menjadi pembanding real time pada display serta digunakan sebagai penyesuaian oleh alat untuk mendapatkan volume udara hantaran yang diinginkan. Selanjutnya dari pasien flow sensor akan terhubung dengan ETT untuk pemberian udara secara non-invasif, udara berhasil dihantarkan sampe ke pasien.
- Setelah terjadi fase inspirasi, selanjutnya adalah fase eskpirasi, dimana udara hasil pernafasan atau pertukaran dari paru-paru akan dihantarkan keluar melalui breathing circuit. Udara hasil pernafasan yang mengandung karbondioksida dan uap air akan mengalir melalui pasien flow sensor, melewati 'Y' piece menuju aliran ekspirasi dengan valve inspirasi mulai mengurangi celah dan tekanan alirannya berkurang (menjadi aliran PEEP) untuk mencegah udara ekspirasi menuju ke tank dan valve ekspirasi membuka dengan celah diatur untuk mempertahankan PEEP sebagai jalan keluar udara ekspirasi.

- Siklus inspirasi dan ekspirasi dengan bantuan ventilator akan terus menerus berlangsung sampai hasil monitoring pasien dirasa cukup membaik sehingga dapat beralih menggunakan mode lain yang sesuai dengan kondisi pernafasan pasien.

Diagram Alir:

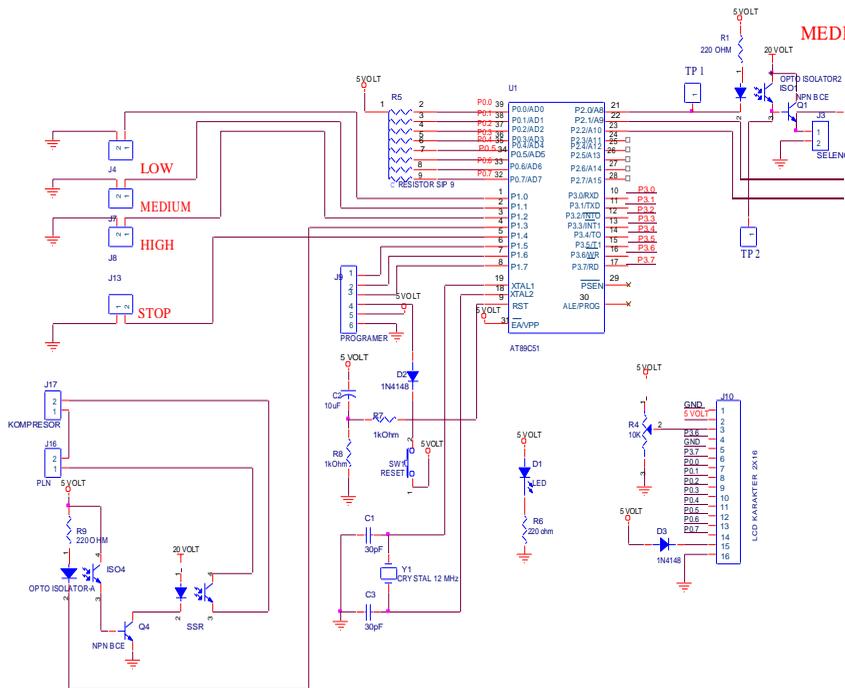


Gambar 7.4. Diagram alir alat Ventilator.

Cara Kerja diagram alir Gambar 7.4. adalah sebagai berikut:

2. Tekan start alat maka akan menampilkan inisialisasi LCD.

3. Kemudian kita memilih volume Low, Medium atau High maka kita tinggal menekan tombol volume yang diinginkan. Sebagai contoh jika menekan tombol Low maka Selenoid yang bekerja hanya pada solenoid Low, sedangkan Selenoid Medium maupun High tidak akan bekerja.
4. Jika oksigen yang dibutuhkan telah terpenuhi maka alat akan mati.



Gambar 7.5. Rangkaian Ventilator

Cara Kerja dari Gambar 7.5. sebagai berikut

Saat tombol on/off ditekan maka terjadi inisialisasi LCD kemudian apabila tombol LOW ditekan maka

driver pada selenoid LOW akan aktif dan akan ditampilkan pada LCD 'LOW - 21 %' dan kompresor bekerja, jika tombol MED ditekan maka driver pada selenoid MED akan aktif dan akan ditampilkan pada LCD 'MED - 50%' dan kompresor bekerja, jika tombol HIGH ditekan maka driver pada selenoid HIGH akan aktif dan akan ditampilkan pada LCD 'HIGH - >90 %' dan kompresor akan mati. Dan tombol STOP pada alat ini bertujuan untuk menghentikan proses kinerja alat untuk beberapa saat, dan dari tombol stop kita bisa memilih tombol sesuai keinginan yang kita pilih dan kita bisa memilih tombol LOW, MED, atau HIGH

7.4. PROSEDUR OPERASIONAL

7.3.1. PERSIAPAN

1. Hubungkan ventilator dengan outlet dari jaringan listrik setempat.
2. Pastikan outlet jaringan listrik setempat sesuai dengan spesifikasi ventilator.
3. Hubungkan selang inlet oksigen dengan suply gas oksigen (O) dengan tekanan 2,7 - 6 bar.
4. Pastikan beathing circuit yang akan digunakan pada pasien telah dalam Keadaan steril.
5. Hubungkan patient breathing circuit dan humidifier dengan ventilator. Pastikan humidifier terisi dengan air yang cukup, gunakan air destilasi untuk mengisinya.

7.4.2. PENGOPERASIAN

1. Hidupkan ventilator dengan cara menekan tombol ON/OFF yang terletak pada bagian belakang ventilator ke posisi ON.
2. Kemudian tekan tombol STANDBY selama kurang lebih 3 detik untuk mengaktifkan ventilator, ventilator kemudian akan melakukan self test selama kurang lebih 20 detik.

MODE IPPV

1. Pilih mode IPPV dengan menekan tombol IPPV selama kurang lebih 3 detik lalu konfirmasi pemilihan mode tersebut dengan menekan dial knob.
2. Lakukan pengaturan parameter ventilator (tidal volume VT, waktu inspirasi Tinsp, konsentrasi oksigen O₂ Vol %, frekuensi pernapasan F, tekanan inspirasi Pins dan PEEP) dengan cara menekan tombol yang sesuai, lalu rubah nilainya sesuai keinginan/kebutuhan dengan cara memutar dial knob kemudian mengkonfirmasi perubahan nilai parameter tersebut dengan cara menekan dial knob.
3. Parameter-parameter ventilator (tidal volume, frekuensi pernapasan, volume permenit dsb) yang diterima pasien akan dapat dilihat pada tampilan LCD (1) berupa data numerik atau dalam format grafik kurva.
4. Operator dapat memilih grafik tekanan udara (pressure curve) atau grafik laju aliran udara (flow curve) yang ditampilkan pada tampilan LCD (1) melalui tombol Curves.
5. Selain itu operator dapat pula melihat data numerik dari parameter-parameter ventilator melalui tombol Values .

Parameter-parameter ventilator yang terlihat saat penekanan tombol Values :

Ppeak = tekanan puncak

Pplat = tekanan plateau

Pmean = tekanan rata-rata

PEEP = tekanan pada akhir ekspirasi

Vte = volume tidal ekspirasi

MVspn = volume total dari napas
spontan permenit

MV = volume total permenit

FiO2 = konsentrasi oksigen

Fspn = frekuensi total
pernapasan spontan

Ftot = frekuensi pernapasan total

Tplat = waktu plateau (waktu pause inspirasi)

I:E = rasio inspirasi terhadap ekspirasi

R = resistansi tahanan udara (airway resistance)

Flow peak = aliran udara puncak

C = elastisitas (compliance)

6. Melalui tombol settings operator dapat mengatur beberapa parameter ventilasi lainnya, seperti : tingkat sensitifitas ventilator untuk mendeteksi & mensinkronisasikan pemberian napas berdasarkan nafas spontan pasien melalui pengaturan nilai flow trigger, akselerasi aliran udara/flow melalui pengaturan nilai FlowAcc, pengaturan sigh serta Autoflow
7. Melalui tombol config operator dapat mengatur data numerik dari parameter ventilator yang hendak ditampilkan bersamaan dengan kurva grafik melalui pengaturan meas. Value (configuration 1/4), mengaktifkan atau

menonaktifkan fungsi PLV (pressure limiting ventilation) melalui Pmax (configuration 2/4), mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi plateau/inspiratory pause melalui Plateau.

Mode SIMV, CPAP, BIPAP dilengkapi dengan back-up ventilation (Apnoea ventilation) yang berarti bila terjadi apnoea pada pasien yang telah melampaui waktu tunggu apnoea (Tapnoea) maka ventilator akan mengambil alih napas pasien dengan memberikan volume controlled breath. Oleh karena itu pada mode-mode tersebut operator harus mengatur tidal volume, frekuensi respirasi serta waktu apnoea (V_t apnoea, F_{apnoea} , T_{apnoea}) dari back-up ventilation. Untuk mengatur parameter-parameter (V_t apnoea, F_{apnoea} , T_{apnoea}) tersebut dapat diakses oleh operator melalui tombol settings dan alarm

MODE SIMV

1. Pilih mode SIMV dengan menekan tombol SIMV selama kurang lebih 3 detik lalu konfirmasi pemilihan mode tersebut dengan menekan dial knob.
2. Lakukan pengaturan parameter ventilator (tidal volume V_T , waktu inspirasi T_{insp} , konsentrasi oksigen O_2 Vol %, frekuensi pernapasan F , tekanan inspirasi P_{ins} , tekanan support Δ PASB dan PEEP) dengan cara menekan tombol yang sesuai, lalu rubah nilainya sesuai keinginan/kebutuhan dengan cara memutar dial knob kemudian mengkonfirmasi

- perubahan nilai parameter tersebut dengan menekan dial knob.
3. Parameter-parameter ventilator (tidal volume, frekuensi pernapasan, volume permenit dsb) yang diterima pasien akan dapat dilihat pada tampilan LCD (1) berupa data numerik atau dalam format grafik kurva.
 4. Operator dapat memilih grafik tekanan udara (pressure curve) atau grafik laju aliran udara (flow curve) yang ditampilkan pada tampilan LCD (1) melalui tombol Curves.
 5. Selain itu operator dapat pula melihat data numerik dari parameter-parameter ventilator melalui tombol Values .

MODE CPAP

1. Pilih mode CPAP dengan menekan tombol CPAP ASB selama kurang lebih 3 detik lalu konfirmasi pemilihan mode tersebut dengan menekan dial knob.
2. Lakukan pengaturan parameter ventilator (konsentrasi oksigen O₂ Vol % tekanan support Δ PASB dan PEEP) dengan cara menekan tombol yang sesuai, lalu rubah nilainya sesuai keinginan/kebutuhan dengan cara memutar dial knob kemudian konfirmasi perubahan nilai parameter tersebut dengan menekan dial knob.
3. Parameter-parameter ventilator (tidal volume, frekuensi pernapasan, volume permenit dsb) yang diterima pasien akan dapat dilihat pada tampilan LCD (1) berupa data numerik atau dalam format grafik kurva.

4. Operator dapat memilih grafik tekanan udara (pressure curve) atau grafik laju aliran udara (flow curve) yang ditampilkan pada tampilan LCD (1) melalui tombol Curves.
5. Selain itu operator dapat pula melihat data numerik dari parameter-parameter ventilator melalui tombol Values .

MODE BIPAP

1. Pilih mode BIPAP dengan menekan tombol BIPAP selama kurang lebih 3 detik lalu konfirmasi pemilihan mode tersebut dengan menekan dial knob.
2. Lakukan pengaturan parameter ventilator (waktu inspirasi T_{insp}, konsentrasi oksigen O₂ Vol %, frekuensi pernapasan F, tekanan inspirasi P_{ins}, tekanan support Δ PASB dan PEEP) dengan cara menekan tombol yang sesuai, lalu rubah nilainya sesuai keinginan/kebutuhan dengan cara memutar dial knob kemudian konfirmasi perubahan nilai parameter tersebut dengan menekan dial knob.
3. Parameter-parameter ventilator (tidal volume, frekuensi pernapasan, volume permenit dsb) yang diterima pasien akan dapat dilihat pada tampilan LCD (1) berupa data numerik atau dalam format grafik.
4. Operator dapat memilih grafik tekanan udara (pressure curve) atau grafik laju aliran udara (flow curve) yang ditampilkan pada tampilan LCD melalui tombol Curves.
5. Selain itu operator dapat pula melihat data numerik dari parameter-

parameter ventilator melalui tombol Values

7.3.3. POWER OFF

1. Masuki mode standby dengan menekan tombol STANDBY
2. Matikan unit humidifier.
Lepaskan temperature probe/sensor, kabel heater wire adapter serta heater wire.
3. Lepaskan selang inlet oksigen dari suply gas.
4. Matikan unit savina dengan menekan saklar pada panel belakang unit ke posisi OFF.
5. Lepaskan breathing circuit, flow sensor serta katup ekspirasi dari ventilator, lalu bersihkan dan sterilkan.

7.3.4. Pemeliharaan alat Ventilator:

1. Cuci chamber dengan air hangat.
2. Keringkan dengan kain bersih
3. Isi dengan air steril
4. Hindarkan dari paparan sinar matahari secara langsung

D. RINGKASAN.

Ventilator memiliki peranan penting dan krusial bagidunia kesehatan kritis khususnya pasien Covid-19, dimana perannya sebagai pengganti bagi fungsi pernapasan/ventilasi bagi pasien dengan gangguan fungsi respiratorik. Ventilator merupakan alat bantu pernafasan bertekanan negatif atau positif yang menghasilkan udara terkontrol pada

jalan nafas sehingga pasien mampu mempertahankan ventilasi dan pemberian oksigen dalam jangka waktu lama. Tujuan dari pemasangan ventilator ialah untuk mempertahankan ventilasi alveolar secara optimal guna memenuhi kebutuhan metabolik pasien, memperbaiki hipoksemia, dan memaksimalkan aliran oksigen. Terdapat dua cara dalam menggunakan ventilasi mekanik yaitu secara invasif dan non invasif. Pemakaian secara invasif dengan menggunakan pipa Endo Tracheal Tube (ETT) yang pemasangannya melalui intubasi, dimana pemasangan pada pipa ETT akan menekan sistem pertahanan host, menyebabkan trauma dan inflamasi lokal, sehingga meningkatkan kemungkinan aspirasi patogen nasokomial dari oropharing disekitar cuff [2]. Oleh karena itu, pada terapan teknologi yang akan diimplementasikan adalah menggunakan teknologi *Node MCU* dengan bahasa pemrograman yang mudah untuk diimplementasikan dan digunakan. Rancang bangun alat bantu ventilator tersebut diharapkan dapat membantu mengurangi kontak fisik antara pasien Covid19 dengan tenaga medis dengan bantuan *wireless sensor network* yang terhubung dengan alat ventilator tersebut.

E. LATIHAN SOAL

1. Seorang perawat menggunakan sebuah alat Bubble CPAP di ruang NICU. Perawat tersebut melaporkan bahwa tampilan display 7 segment tidak menyala, tetapi fungsi kerja dari alat masih berfungsi normal. Sebagai tenaga elektromedis, kemungkinan penyebabnya?

- A. Display tidak mendapatkan tegangan yang cukup
 - B. Alat tidak mendapatkan arus yang cukup
 - C. Display mengalami kerusakan
 - D. Kabel Supply utama putus
 - E. Supply utama rusak
2. Seorang perawat melaporkan sebuah alat Bubble CPAP bahwa alat bekerja dengan baik namun tidak ada udara yang keluar dari selang. Langkah awal yang harus dilakukan tenaga elektromedis?
- A. Cek sambungan pada selang
 - B. Cek rangkaian blower
 - C. Cek Air pressure pada alat
 - D. Cek rangkaian supply
 - E. Cek Sumber tegangan
3. Seorang dokter mengatakan bahwa alat Bubble CPAP yg di gunakan memberikan sengatan setrum namun masih bekerja degan normal. Sebagai ahli elektromedis apa yg anda lakukan?
- A. Cek grounding pada jala - jala PLN
 - B. Cek grounding pada alat
 - C. Cek kebocoran arus
 - D. Cek rangkaian supply
 - E. Cek sambungan selang
4. Sedang berlangsung sebuah operasi pada seorang bayi berumur 3 bulan. Saat dokter memasang Bubble CPAP dokter mengatakan bahwa kerja dari alat masih normal namun memberikan sengatan setrum kecil dan posisi alat itu adalah satu satunya yg tersisa. Jika tidak segera di pasang maka keselamatan bayi dapat

terancam. Sebagai seorang Tenaga Elektromedis apa yang akan anda lakukan?

- A. Melakukan perbaikan langsung
- B. Melakukan pembelian alat baru langsung
- C. Mempersilahkan untuk penggunaan alat kepada pasien
- D. Menghubungi vendor
- E. Mengukur tegangan ruang operasi

5. Alat Bubble CPAP tidak dapat menghasilkan panas pada heater nya sedangkan indikator supply rangkaian sudah menyala. Sebagai ahli elektromedik apa yang akan anda lakukan?

- A. Cek rangkaian heater
- B. Cek rangkaian supply
- C. Cek komponen heater
- D. Cek grounding
- E. Cek tegangan rangkaian heater

6. Sebuah alat Bubble CPAP selalu mati mendadak saat di gunakan. Sebagai ahli elektromedis, apa yang akan anda lakukan?

- A. Mengecek sumber tegangan PLN
- B. Mengecek rangkaian supply
- C. Mengecek tegangan pada trafo supply
- D. Mengecek konektor supply
- E. Mengecek rangkaian display

7. Saat seorang bidan ingin menggunakan Bubble CPAP bidan mengeluhkan kalau tidak ada gelembung pada tabung penghasil gelembung namun ada udara yang masih bisa keluar pada permukaannya. Langkah awal yang kita lakukan?

- A. Melakukan pemberian tekanan tambahan pada tabung
 - B. Melakukan cek kebocoran pada tabung
 - C. Melakukan penambahan cairan pada tabung
 - D. Melakukan penggantian tabung
 - E. Melakukan cek pada rangkaian gelembung
8. Seorang perawat baru mengoperasikan sebuah Buble CPAP. Saat Bubble CPAP di gunakan kelembapan tidak pernah tercapai, langkah awal yang harus di lakukan saat mendatangi lokasi alat?
- A. Cek rangkaian kelembapan
 - B. Cek prosedur penggunaan alat apakah sudah sesuai dengan SOP
 - C. Cek tegangan pada sensor kelembapan
 - D. Cek rangkaian heater
 - E. cek kondisi air tabung
9. Seorang dokter mengatakan bahwa alat Bubble CPAP tidak berfungsi sama sekali. Padahal alat baru saja di datangkan dari vendor. Hal yang harus kita lakukan?
- A. Cek sumber PLN
 - B. Cek tegangan rangkaian suply
 - C. Cek fuse alat
 - D. Cek kabel Suppy
 - E. Cek batrai Bubble CPAP
10. Sebuah alat Bubble CPAP menyala singkat saat di hubungkan ke jala jala PLN, padahal sehari sebelumnya alat bekerja dengan normal. Sebagai ahli elektromedik komponen manakan yang harus di cek terlebih dahulu?
- A. Cek tegangan PLN

- B. Cek Fuse
- C. Cek kodisi generator
- D. Cek Display
- E. Cek angkaian heater

F. KUNCI SOAL

- | | | | |
|----|---|-----|----|
| 1. | C | 6. | A |
| 2. | B | 7. | B. |
| 3. | C | 8. | B. |
| 4. | D | 9. | A |
| 5. | B | 10. | B |

G. DAFTAR PUSTAKA

7.3.4.1. M. Vargas, Y. Sutherasan, C. Gregoretti, and P. Pelosi, "PEEP role in ICU and operating room: From pathophysiology to clinical practice," *Sci. World J.*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1155/2014/852356.

7.3.4.2. P. Marchionni, A. Galli, V. P. Carnielli, and L. Scalise, "A novel measurement technique for the assessment of best positive end-expiratory pressure in newborn patient," *IEEE Med. Meas. Appl. MeMeA 2020 - Conf. Proc.*, 2020, doi: 10.1109/MeMeA49120.2020.9137151.

7.3.4.3. Mangku, G., Senapathi, T.G., Wiryana, I.M., Sujana, I.B., Sinardja, K. 2010. Buku Ajar Ilmu Anestesi dan Reanimasi. Jakarta: PT Indeks Permata Puri Media.

7.3.4.4. Viana W, Nawawi M. 2017. Ventilasi Mekanik. Bagian Anestesiologi dan Reanimasi Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran.

7.3.4.5. Harrison, T.R., Dennis L. Kasper, and Eugene Braunwald. 2005. Harrison's Principles Of Internal Medicine. 16th ed. United States: McGraw-Hill, 1595-

1600.

- 7.3.4.6. Latief, S.A., Suryadi, K.A., dan Dachlan, M.R. 2007. *Petunjuk Praktis Anestesiologi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- 7.3.4.7. *Handbook of Mechanical Ventilation*. 2015. 1st ed. London: Intensive Care Foundation;
- 7.3.4.8. Barrett, K., Barman, S., Boitano, S., Brooks, H. 2015. *Ganong's Review of Medical Physiology 25th Edition*. 1st ed. New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division.
- 7.3.4.9. M. J. Tobin, *Principles and Practice of Mechanical Ventilation Third Edition*, McGraw-Hill, 2013.
- 7.3.4.10. P. C. Rimensberger, *Pediatric and Neonatal Mechanical Ventilation*, Geneve:Springer, 2015.
- 7.3.4.11. L. Gattinoni et al., "Positive end-expiratory pressure: How to set it at the individual level," *Ann. Transl. Med.*, vol. 5, no. 14, pp. 1-10, 2017, doi: 10.21037/atm.2017.06.64.
- 7.3.4.12. Morgan, G.E., Mikhail, M.S., Murray, M.J. 2013. *Critical Care in Clinical Anesthesiology*. 5th ed. McGraw-Hill. New York: Lange Medical Books,;43- 85.
- 7.3.4.13. Truwit, J., Epstein, S. 2011. *A Practical Guide to Mechanical Ventilation*. 1st ed. UK: Wiley-Blackwell;
- 7.3.4.14. Boles, J.M., *et. al.*. 2007. Weaning from Mechanical Ventilation. *European Respiratory Journal*. 29: 1033-1056.