

Prinsip Kerja Mesin *Electro Surgical Unit* (ESU)

Erwin Widiyantoro¹, Tugino²

^{1,2}Program Studi D3 Teknik Elektronika Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

E-mail Address : erwinwidiyantoro86@gmail.com

ABSTRAK

Dengan perkembangan teknologi dan tuntutan akan kebutuhan alat bedah yang dapat mengurangi dampak terjadinya pendarahan jaringan sekaligus memperhalus hasil sayatan dalam proses pembedahan, maka dirancang suatu alat bedah yang memanfaatkan arus listrik dengan frekuensi tinggi berupa *Electrosurgery Unit* (ESU). ESU secara dasar terdiri atas *electrode* aktif dan *electrode* netral di mana *electrode* netral direkatkan pada bagian belakang atau bawah tubuh pasien yang akan dilakukan operasi. Dengan mengkombinasikan perhitungan dari arus dan tegangan tersebut dapat ditemukan kebutuhan arus dan tegangan untuk mendapatkan daya luaran yang sesuai menurut impedansi jaringan yang terdeteksi.

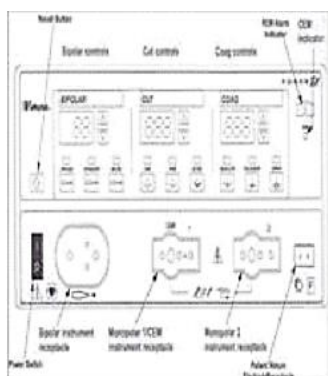
Kata Kunci : Mesin ESU, Force FX-8C, Elektrode aktif

I. Pendahuluan

Alat *Electrosurgery Unit* (ESU) Sebuah Alat bedah yang memanfaatkan frekuensi tinggi dengan arus AC guna melakukan Sayatan ataupun penutupan luka. ESU Dirancang Menggunakan elektoda aktif dan elektroda netral untuk mode monopolar, sedangkan untuk mode bipolar menggunakan Satu elektroda yang berfungsi sebagai aktif dan elektroda netral secara bersamaan. Mode yang umum digunakan pada *Electro Surgery Unit* adalah mode monopolar, dimana terdapat fungsi Cutting dan Coagulating. Fungsi Cutting adalah melakukan sayatan atau pemotongan dan fungsi Coagulating adalah melakukan penggumpalan darah pada jaringan atau penutupan luka.

II. Landasan teori

Force FX-8C seperti dalam Gambar 1 terbagi beberapa bagian yang saling terhubung sehingga alat dapat bekerja. Bagian-bagian utama tersebut antara lain: *Front Panel Component*; *Rear Panel Component*; dan *Internal Component*.



Gambar 1. Mesin ESU tampak depan

Kelengkapan dari ESU lainnya adalah pengoperasiannya menggunakan *handswitch* dan *footswitch* di mana fungsi dari keduanya adalah sama, yaitu sebagai saklar yang bila dalam posisi *On* (hubung tutup), akan mengalirkan *output* ESU

ke *electrode* aktif. Umumnya untuk *handswitch* secara langsung terpasang bersama *electrode* aktif.



Gambar 2. *Handswitch electrode* aktif dan *electrode* bipolar

Untuk *footswitch* seperti Gambar 3 terpasang menjadi komponen tambahan alat, biasanya karena bentuk *electrode bipolar* seperti jepit, *user* akan kesulitan melakukan pensaklaran *handswitch*, maka digunakan pensaklaran *footswitch* untuk penggunaan *bipolar surgery*.



Gambar 3. *Footswitch* dan *electrode* netral

Secara umum, jika suatu tahanan dialirkan arus listrik maka akan menimbulkan panas. Umumnya tiap zat atau bahan memiliki nilai impedansi masing-masing terhadap arus listrik yang melewatinya. Demikian juga jaringan tubuh manusia, terdapat bermacam-macam unsur dan elemen dengan impedansi berbeda.

Ketika arus listrik dialirkan melalui jaringan biologis tubuh manusia, akan menimbulkan tiga efek, antara lain : efek *thermal*, efek *faradic*, dan efek *elektrolisis*

1. Efek Thermal/ Panas

Arus listrik yang mengalir pada jaringan biologis dapat menimbulkan efek thermal atau panas. Rumusan untuk besarnya panas yang dihasilkan oleh arus listrik dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

dengan,

Q : Kuantitas panas yang dihasilkan (J)

I : Intensitas arus listrik yang mengalir melalui jaringan biologis (A)

R : Nilai impedansi jaringan biologis yang dialiri arus listrik (Ω)

T : Lama waktu arus listrik dialirkan pada jaringan biologis (s)

2. Efek Elektrolisis

Efek elektrolisis terjadi ketika arus listrik yang dialirkan pada jaringan biologis adalah arus *DC* (*Direct Current*). Dimana ketika arus listrik dapat mengalir pada jaringan akibat konduktivitas dari kandungan elektrolit dalam jaringan biologis. Dalam jaringan biologis, ion-ion dari larutan elektrolit akan bergerak menuju *electrode-electrode* sesuai dengan polaritas dari ion-ion tersebut, akibatnya akan terjadi konsentrasi dari ion-ion pada sisi jaringan dimana elektroda-elektroda ditempelkan pada jaringan biologis tersebut. Akhirnya keseimbangan elektrolit akan terganggu dan akan terjadi kerusakan pada jaringan biologis.

Berbeda jika menggunakan arus *AC* (*Alternating Current*) dengan frekuensi tinggi, arah pergerakan ion-ion tersebut akan berubah-ubah sesuai dengan frekuensi dari arus listrik tersebut, sehingga efek kerusakan yang dapat ditimbulkan dari efek elektrolisis dapat dihindari. Maka perancangan ESU harus menggunakan arus listrik *AC* berfrekuensi tinggi.

3. Efek Faradic

Sel biologis memiliki rasa sensitif terhadap arus listrik, seperti pada sel syaraf dan sel otot dapat dengan mudah terangsang oleh arus listrik sehingga menimbulkan kontraksi otot, rasa nyeri dan rasa sakit. Hal tersebut disebut dengan efek faradik. Dalam pembedahan dengan menggunakan arus berfrekuensi tinggi, efek faradik sangat tidak diinginkan untuk terjadi. Penyebab terjadinya efek faradik adalah jika menggunakan arus listrik dengan rentang frekuensi antara 1-100 KHz, kemudian jika menggunakan frekuensi diatas 100 KHz, efek faradik akan mulai menurun. Sampai pada frekuensi diatas 300KHz efek faradik dapat diabaikan. Dengan mengacu pada hal itu, perancangan *ESU* harus menggunakan arus frekuensi tinggi minimal 300KHz.

III. CARA PENGAMATAN

Prinsip kerja *ESU* adalah melakukan sayatan/penutupan luka dengan arus *AC* berfrekuensi tinggi yang kemudian akan menimbulkan panas pada jaringan di sekitar sayatan/luka. Panas tersebut dimanfaatkan untuk menutup luka atau pendarahan dari sayatan yang dilakukan. *ESU* terbagi dua *mode*, *mode bipolar*, dan *monopolar*.

Pada *mode bipolar* frekuensi yang digunakan umumnya diatas 100 KHz. Untuk *mode monopolar*

terbagi dua yakni *monopolar cutting* dan *monopolar Coagulating*. Frekuensi yang digunakan pada *monopolar Cutting* umumnya sekitar 540 KHz dan frekuensi yang digunakan untuk *monopolar Coagulating* umumnya sekitar 300 KHz.

IV. HASIL PENGAMATAN

Electrosurgery unit Force FX-8C didesain memiliki teknologi *instant respon*. Dimana teknologi tersebut berdasarkan pendeteksian perubahan impedansi beban. Impedansi pada jaringan akan meningkat dari kondisi *short circuit* ke *open circuit*.

Algoritma yang diimplementasikan pertama adalah arus konstan, kemudian energi konstan selanjutnya tegangan konstan. Tegangan output maksimum dikontrol untuk mengurangi *capacitive coupling*, mengurangi *video interferensi* dan menghilangkan *spark*.

Pada pada impedansi rendah, arus konstan mengamankan sirkuit *output*. Pada impedansi tinggi, tegangan konstan mengontrol batas lonjakan api dan interferensielektromagnetik. Tegangan *output* ada karena arus output konstan, sehingga digunakan persamaan berikut:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} \quad (2)$$

dengan,

I : Arus output

P : *Power setting* dari *user*

R: Impedansi terdeteksi untuk mendapat *power* konstan dan penyesuaian arus konstan

Agar mendapat *power* konstan yang dipertahankan nilainya sesuai dengan *setting user*, tegangan harus disesuaikan nilainya. Untuk mendapatkan nilai penyesuaian tegangan *output* yang dapat mempertahankan nilai *power output* sesuai *setting user*, maka menggunakan rumusan:

$$V = \sqrt{P \times R} \quad (3)$$

dengan,

V : Tegangan output

P : *Power setting* dari *user*

R : Impedansi terdeteksi untuk mendapat *power* konstan dan penyesuaian tegangan konstan

Dengan mengkombinasikan perhitungan dari arus dan tegangan tersebut dapat ditemukan kebutuhan arus dan tegangan untuk mendapatkan *power output* yang sesuai menurut impedansi jaringan yang terdeteksi. Kemudian dengan membandingkan nilai tegangan *output* dan arus *output* yang terdeteksi dengan hasil perhitungan nilai tegangan *output* dan arus *output* yang seharusnya, didapat kesesuaian apakah arus dan tegangan *output* sudah mencukupi untuk mendapatkan *output power* sesuai kebutuhan *user*.

Dengan memisalkan, pada suatu jaringan memiliki nilai impedansi sebesar 125 Ω , dialirkan arus listrik 0,5 A, dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan besarnya panas yang dihasilkan dalam waktu satu detik.

V. SIMPULAN

Berdasarkan pengamatan Prinsip Kerja Mesin Electro Surgical Unit (ESU) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *ESU* merupakan alat bedah yang memanfaatkan arus *AC* dengan frekuensi tinggi untuk menghasilkan panas dengan intensitas energi/*power* disesuaikan untuk setiap tindakan.
2. Terdapat tiga pemilihan pada *ESU* yakni *bipolar*, *monopolar cut* dan *monopolar coag*
3. Intensitas energi/*power* terkadang berubah ketika telah keluar dari alat dan digunakan pada pasien akibat impedansi jaringan, sehingga dalam perancangan *ESU*, kemampuan untuk mempertahankan dan menyesuaikan *output* intensitas energi/*power* harus benar-benar diperhatikan.
4. Komunikasi pensinyalan untuk menghasilkan *output* dari hubungan antar bagian dalam alat bekerja dengan baik tanpa menimbulkan permasalahan.
5. *electrosurgery unit* harus terintegrasi dengan baik, sehingga ketika dilakukan tindakan alat dapat

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006, Service Manual Force FX-8C Electrosurgical Generator With Instant Response™ Technology, ValleyLab, Tyco Healthcare Group LP, Boulder, Colorado, UK.
- Anonim, 2006, User's Guide Force FX-8C Electrosurgical Generator With Instant Response™ Technology, ValleyLab, Tyco Healthcare Group LP, Boulder, Colorado, UK.
- Belov, S.V., E.Yu. Rousso, I.V. Pavlov, 2009, *Radio Frequency Wave Oscillation Resonance Generators For Electro Surgery*, Sante Medical System, Moscow, Rusia.
- Bussiere, Ronald L., 1997, *Principles of Electro Surgery*, Tektran Incorporated, Edmons, Washington, USA.
- Sjamsuhidajat, R., Wim De Jong, 2005, *Buku Ajar Ilmu Bedah*. EGC, Jakarta
- Supriyadi, Kuart, 2012, Modul Kuliah Bahan Ajar Electrosurgery Unit, Universitas Respati Yogyakarta, Yogyakarta