



**HUBUNGAN ANTARA BESARNYA PAPARAN KUAT
ARUS LISTRIK BOLAK-BALIK (AC) DI AIR
TERHADAP KERUSAKAN OTOT JANTUNG
TIKUS *WISTAR***

PROPOSAL KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk memenuhi tugas dan
melengkapi syarat dalam menempuh
Program Pendidikan Sarjana
Fakultas Kedokteran

DISUSUN OLEH:

**FITRI MEGAWATI P.A
NIM: G2A004067**

FAKULTAS KEDOKTERAN
**UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2008**

The Relation of Various Alternating Current (AC) Electricity Exposure in Water and Myocardial Impairment in Wistar Rats

Fitri Megawati P.A**, *dr. Gatot Suharto SpF. Mkes SH**

ABSTRACT

Background : Electrical injuries are damages on human bodies that leave burnt marks and can even cause organs impairment when a person is directly exposed to an electrical current. The factors determining the severity of electrical injury are electrical intensity, type of circuit, duration, resistance of tissues, voltage, amperage and pathway of current.. Cellular damages due to electrical shock depends on several mechanisms such as direct injury of electroporation, muscle tetany, heat and mechanical injury. All these mechanisms will then lead to organ failure.

Objective : To determine the relation of various AC electricity exposure in water and the severity of myocardial impairment in wistar rats

Method : This was an experimental study using The Post Test Only Control Group Design. 15 Wistar rats samples were divided into 3 groups, that was 5 rats for each group. The P1, P2 groups were given 220V of voltage, 50mA and 100mA of current. The K1 group was not given any procedures, as for control/standard; The P1 and P2 groups was exposed to electricity for 10 seconds. Statistical analysis was done using Kruskal Wallis and Post Hoc (Mann Whitney).

Result : Nonparametric Kruskal-Wallis test revealed significant differences for all three groups of hyperemia (Kruskal-Wallis Test $P = 0,000$). The mean value for control group was $5,60 \pm 0,548$ (means \pm SD). The largest mean value was from P2 group (means \pm SD $12,00 \pm 0,707$). Mann-Whitney U Test revealed significant differences between control group and P1 group (Mann-Whitney U Test $P = 0,006$), control group and P2 group (Mann-Whitney U Test $P = 0,007$), P1 group and P2 group (Mann-Whitney U Test $P = 0,018$).

Conclusions : There was a severity of myocardial impairment in relation between the groups that were given AC electricity in water and the groups that were not given AC electricity in water, and between each group that were given AC electricity in water with various exposure duration. The staging of histopathological changes in myocardium cells that were found hyperemia.

Keywords : electrocution, electrical injury, myocardium, current

* Student of Medical Faculty, Diponegoro University, Semarang

** Lecturer staff of Forensic department of Medical Faculty, Diponegoro University, Semarang

**HUBUNGAN ANTARA BESARNYA PAPANAN KUAT
ARUS LISTRIK BOLAK-BALIK (AC) DI AIR
TERHADAP KERUSAKAN OTOT JANTUNG TIKUS *WISTAR***

Fitri Megawati P.A*, dr.Gatot Suharto SpF. Mkes SH**

Latar Belakang: Trauma sengatan listrik adalah kerusakan yang disebabkan oleh adanya aliran arus listrik yang melewati tubuh manusia dan membakar jaringan ataupun menyebabkan terganggunya fungsi organ. Faktor – faktor yang berperan didalam luka akibat arus listrik yaitu: intensitas, tegangan, tahanan, arah aliran, dan waktu. Kerusakan sel akibat sengatan listrik dapat disebabkan oleh beberapa macam mekanisme yaitu trauma langsung, elektroporasi, tetani otot, panas dan trauma mekanik. Semua mekanisme ini dapat menyebabkan kerusakan organ.

Tujuan: Mengetahui hubungan antara besarnya paparan kuat arus listrik bolak-balik di air terhadap kerusakan otot jantung tikus *Wistar*.

Metode: Penelitian eksperimental dengan rancangan *The Post Test Only Control Group Design*. Sampel 15 tikus *wistar* dibagi dalam 3 kelompok. Tiap kelompok berisi 5 ekor tikus. Pada kelompok P1, P2 diberi tegangan listrik 220 volt dengan kuat arus 50mA dan 100mA. Kelompok K1: tidak diberi perlakuan dan berlaku sebagai kontrol; Kelompok P1: diberi paparan arus listrik sebesar 50mA; Kelompok P2: diberi paparan arus sebesar 100mA. Uji beda lebih dari 2 kelompok tidak berpasangan menggunakan *Kruskal Wallis* di lanjutkan dengan uji *Post Hoc (Mann Whitney)*.

Hasil: Dari hasil uji *Kruskal-Wallis* didapatkan hiperemia dari ketiga kelompok terdapat perbedaan yang bermakna ($p=0,000$). Rerata hiperemia kelompok kontrol, yaitu $5,60 \pm 0,548$. Sedangkan rerata hiperemia yang paling besar adalah P2, yaitu $12,00 \pm 0,707$. Selanjutnya pada uji *Mann Whitney U*, didapatkan perbedaan rerata hiperemia yang bermakna antara kelompok kontrol dibanding perlakuan 1 bermakna ($p=0,006$), kontrol dengan perlakuan 2 ($p=0,007$), perlakuan1 dengan perlakuan 2 ($p=0,018$).

Kesimpulan: Terdapat hubungan derajat kerusakan otot jantung Tikus *Wistar* antara kelompok kontrol dan perlakuan, dan antara setiap kelompok perlakuan dengan waktu yang bertingkat. Perubahan struktur histopatologis otot jantung yang terlihat berupa hiperemia.

Kata kunci: Trauma sengatan listrik, kuat arus listrik, otot jantung

*Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

**Staf Pengajar Bagian Ilmu Kedokteran Forensik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

PENDAHULUAN

Trauma sengatan listrik adalah kerusakan yang disebabkan oleh adanya aliran arus listrik yang melewati tubuh manusia dan membakar jaringan ataupun menyebabkan terganggunya fungsi organ dalam. Arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh manusia akan menghasilkan panas yang dapat membakar dan menghancurkan jaringan tubuh. Tanda dan gejalanya meliputi luka bakar pada kulit, kerusakan organ dalam dan jaringan lainnya, aritmia, serta gagal nafas.¹

Sengatan listrik yang terjadi pada anak – anak biasanya terjadi saat berada di rumah. Anak – anak mempunyai predisposisi untuk terjadinya luka akibat sengatan listrik yang bersumber dari tegangan rendah, seperti kabel listrik karena keterbatasan mobilitas anak. Sedangkan pada dewasa luka sengatan listrik biasanya bersumber dari tegangan tinggi yang dapat menyebabkan kematian.^{2,3}

Kejadian akibat sengatan listrik di kamar mandi banyak ditemukan baik berupa kecelakaan, pembunuhan, ataupun bunuh diri. Besarnya tahanan pada manusia tergantung dari banyak sedikitnya air yang terdapat pada bagian tubuh. Tahanan yang paling rendah adalah cairan tubuh. Hal ini yang menyebabkan mengapa orang yang terkena arus listrik dalam bak mandi bisa menimbulkan kelainan yang disebut luka sengatan listrik karena lingkungan kamar yang lembab dan basah.^{4,5}

Dalam keadaan basah kita dapat mengalami kontak dengan arus listrik. Pada keadaan tersebut resistensi kulit sedemikian rendah sehingga tidak terjadi luka bakar. Hal ini merupakan salah satu kendala dalam mendiagnosa korban

listrik. Begitu juga apabila sengatan listrik menyebabkan terjadinya gagal jantung maka tubuh akan menjadi pucat dan mengalami kongesti. Pada autopsi tanda – tanda tersebut tidak begitu membantu apabila tidak terdapatnya tanda elektrik eksternal. Luka akibat sengatan listrik terkadang tidak jelas apabila aliran arus listrik terjadi pada genital, anus, atau abdomen serta jika arus melalui mulut terutama pada anak – anak. Bayi yang menderita luka bakar pada lidah dan mucosa buccal pada pemeriksaan autopsi external terkadang tidak jelas.^{6,7}

Berdasarkan latar belakang tersebut maka didapatkan perumusan masalah yakni Apakah terdapat hubungan antara besarnya paparan kuat arus listrik terhadap derajat kerusakan otot jantung pada tikus Wistar.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara besarnya paparan kuat arus listrik terhadap derajat kerusakan otot jantung pada tikus Wistar .

Hasil ini diharapkan dapat memberikan informasi dan gambaran yang jelas mengenai hubungan antara besarnya paparan kuat arus listrik terhadap derajat kerusakan otot jantung tikus Wistar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode uji eksperimental laboratorik. Ruang lingkup penelitian ini adalah ilmu Forensik, Patologi Anatomi. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei – Juni 2008. Wilayah penelitian ini dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang, Laboratorium Fakultas Teknik Elektro UNDIP Semarang, dan

Laboratorium Biologi Fakultas MIPA UNNES Semarang .Penelitian dilakukan pada tikus Wistar yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Pengambilan sampel diperoleh secara *randomisasi sampling* dengan besar sampel berdasarkan kriteria WHO dimana tiap kelompok minimal 5 sampel dan pada penelitian ini digunakan 15 sampel yang terdiri dari 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan yang masing – masing terdiri dari 5 sampel.

Sampel adalah tikus Wistar yang telah diadaptasi dan diberikan pakan selama 1 minggu yang memenuhi kriteria inklusi tikus Wistar betina, sehat, aktif, umur 6-8 minggu, berat 20-25 gram. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu tikus tampak sakit, dan terdapat abnormalitas anatomis. Tikus yang telah memenuhi kriteria kemudian diberi arus listrik sebesar 50mA dan 100mA dengan tegangan 220V selama 10 detik yang selanjutnya akan diterminasi.

Data yang dikumpulkan merupakan data primer hasil penelitian derajat kerusakan otot jantung tikus Wistar. Data yang diperoleh diolah dengan program komputer SPSS 13.0 dan dilihat distribusi datanya normal atau tidak dengan uji Saphiro Wilk. Bila distribusi datanya normal, diuji beda dengan menggunakan skala parametrik Anova . Bila distribusi datanya tidak normal maka dilakukan transformasi. Jika setelah ditransformasi tetap didapatkan distribusi data yang tidak normal maka dilakukan uji beda menggunakan statistik non parametrik Kruskal Wallis :

1. jika $P \leq 0,05$ maka terdapat hubungan yang bermakna
2. jika $P \geq 0,05$ maka tidak terdapat hubungan yang bermakna

Jika didapatkan hasil yang bermakna maka terdapat hubungan antar kuat arus listrik dengan derajat kerusakan otot jantung Wistar.

HASIL

Dari penelitian ini ditemukan adanya perubahan struktur histopatologis otot jantung pada tikus berupa. Rerata nilai derajat perubahan struktur histopatologis sel hepatosit pada kelompok kontrol (K) dan kelompok perlakuan (P1, dan P2) ditampilkan pada tabel 1 .

Tabel 1. Rerata hiperemia pada kelompok kontrol dan perlakuan

Kelompok	Mean	Median	SD	Kruskal-Wallis
Kontrol	5,60	6,00	0,548	0,000*
Perlakuan 1 (50 mA)	10,80	11,00	0,447	
Perlakuan 2 (100mA)	12,00	12,00	0,707	

* Ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$)

Tabel 1 menunjukkan perubahan struktur histopatologis otot jantung yang tertinggi adalah pada Kelompok P2 dengan rerata 12,00 (0,707), kemudian semakin menurun pada Kelompok P1 adalah 10,80 (0,447).

Hasil uji Non-Parametrik *Kruskal-Wallis* menunjukkan ada perbedaan yang bermakna pada rerata nilai derajat perubahan struktur histopatologis otot jantung antar kelompok yang diuji ($p = 0,000$).

Hasil Uji *Mann-Whitney* untuk menilai perbandingan antar kelompok dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji statistik perbandingan antar kelompok (*Mann-Whitney U*)

	kONTROL	P1 (50 MA)	P2 (100MA)
KONTROL		0.006*	0.007*
P1 (50mA)	0.006*		0.018*
P2 (100mA)	0.007*	0.018*	

Hasil uji *Mann-Whitney U* bermakna jika $p \leq 0,05$ (*)

Pada uji beda antara Kelompok Kontrol (K) dengan Kelompok Perlakuan (P1,dan P2) dijumpai perbedaan perubahan struktur histopatologis otot jantung yang bermakna, yaitu antara Kelompok K dengan P1 ($p=0,006$). Hal yang serupa juga dijumpai pada perbandingan antara Kelompok K dengan P2 ($p=0,007$).

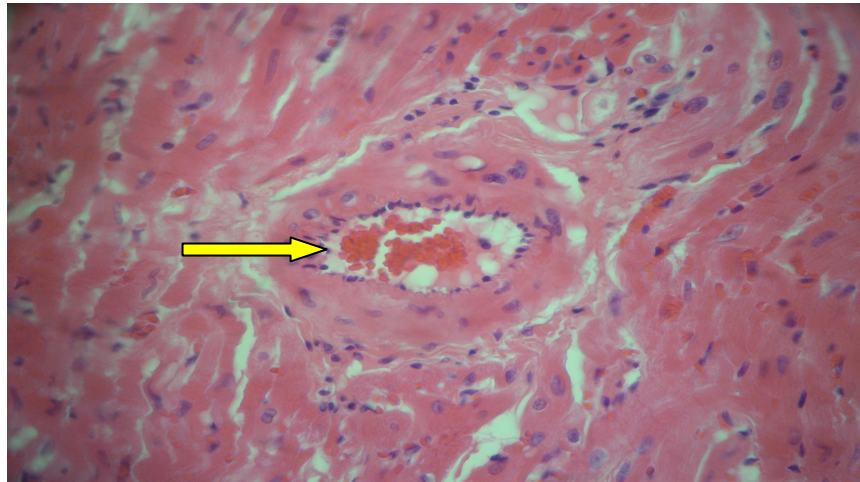
Kemudian pada uji beda antar Kelompok Perlakuan (P1 dan P2) menunjukkan pula adanya perbedaan yang bermakna, dimana perbandingan antara Kelompok P1 dengan P3 adalah $p=0,018$.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa pemberian kuat arus secara bertingkat pada tikus Wistar mengakibatkan timbulnya perubahan struktur histopatologis otot jantung berupa hiperemia pada seluruh Kelompok Perlakuan (P1, P2).

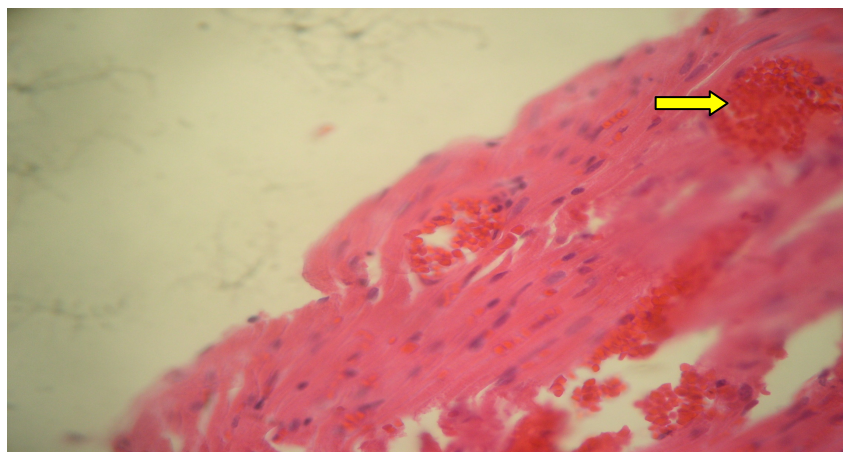
Kelompok P2 memiliki perubahan yang terbanyak bila dibandingkan dengan Kelompok P1. Kelompok P1 memiliki perubahan paling ringan

dibandingkan dengan Kelompok P2, namun dibandingkan dengan Kelompok K (Kontrol) tampak terdapat perbedaan yang bermakna.

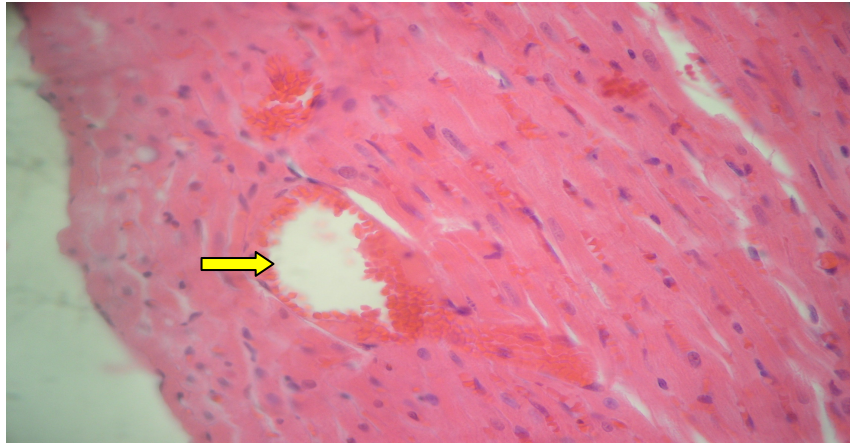


Gambar 1 : gambaran normal

Keterangan : pembuluh darah tidak mengalami pelebaran



Gambar 2. Hiperemia Myocardium kelompok P1



Gambar 3. Hiperemia Myocardium kelompok P2
Keterangan:  : pembuluh darah tampak melebar dan lebih kemerahan

Hasil penelitian tersebut di atas membuktikan bahwa pemberian kuat arus listrik yang bertingkat yaitu 50mA kemudian 100mA selama 10 detik mengakibatkan timbulnya perubahan histopatologis otot jantung pada tikus Wistar.

Terjadinya perubahan histopatologis otot jantung pada tikus Wistar berupa hiperemia disebabkan karena perfusi yang meningkat. Substansi H yang mirip dengan histamine dilepaskan oleh sel-sel yang iskemik dan akumulasi metabolit seperti kalium, adenosine diphosphat (ADP), hidrogen dan asam laktat, diduga sebagai faktor yang menyebabkan dilatasi pembuluh darah.⁸

Adanya eritema mengindikasikan adanya hiperemis reaktif. Pembuluh darah kapiler yang melebar akan terjadi peningkatan permeabilitas kapiler, sehingga cairan yang kaya protein akan cepat hilang dari plasma ke dalam ruang extracellular, menyebabkan edema yang hebat dan kehilangan volume darah dari sirkulasi. Hiperemia terjadi akibat pelepasan mediator peradangan dari sel mast

setelah pengaktifan sel imun dan cedera jaringan. Degranulasi sel mast juga mengaktifkan jalur komplemen yang bekerjasama dengan mediator peradangan untuk melemaskan otot jantung dan meningkatkan permeabilitas kapiler, substansi inilah yang menyebabkan kerusakan endothel pembuluh darah. Hiperemia merupakan hal pertama yang terlihat di daerah yang mengalami peradangan. Waktu reaksi peradangan mulai timbul, maka arterioli yang mensuplai daerah tersebut melebar, dengan demikian lebih banyak darah yang mengalir ke dalam mikrosirkulasi lokal. Kapiler-kapiler yang sebelumnya kosong atau sebagian saja meregang, dengan cepat penuh terisi darah. Keadaan ini yang dinamakan hiperemia atau kongesti. Pada tahap awal kontriksi pembuluh darah terjadi hanya beberapa saat. Kontriksi awal ini secara cepat diikuti oleh dilatasi pembuluh darah. Banyak darah mengalir ke daerah luka akibat sengatan listrik, peningkatan suplai darah ini disebut *hiperemia* dan ditandai dengan gejala-gejala kemerahan dan panas.⁹

KESIMPULAN

Terdapat hubungan derajat kerusakan otot jantung Tikus Wistar antara kelompok kontrol dan perlakuan, dan antara setiap kelompok perlakuan dengan kuat arus yang bertingkat. Perubahan struktur histopatologis otot jantung yang terlihat berupa hiperemia.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh arus listrik bolak-balik di air terhadap perubahan derajat kerusakan otot jantung Tikus Wistar dengan kuat arus yang lebih besar.
2. Perlu dilakukan penelitian perbandingan mengenai pengaruh arus listrik bolak-balik di air dengan arus listrik dan waktu yang sama pada penelitian ini terhadap enzim otot jantung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan tuntunan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.
2. Papa dan mama tercinta serta seluruh keluarga atas semangat dan dukungannya selama ini.
3. Kepala Bagian dan seluruh staf Bagian Ilmu Kedokteran Forensik FK UNDIP.
4. Dr. Gatot Suharto, Sp.F, Mkes, SH selaku dosen pembimbing atas waktu, bimbingan dan bantuannya dalam keseluruhan penyusunan dan pelaksanaan KTI ini.
5. Dr. Arif Rahman Sp.F(K), selaku reviewer proposal penelitian.
6. Dr. Udadi, selaku konsultan dalam pembacaan prepatat.
7. Dr. Arfi, Dr. Vega dan Dr. Hidayat atas bantuannya

8. Asisten laboratorium Tenaga Listrik Elektro UNDIP yang telah sangat membantu pelaksanaan penelitian
9. Staf Laboratorium Patologi Anatomi Rumah Sakit Dr. Kariadi.
10. Teman-teman 1 kelompok penelitian atas kerjasama dan bantuannya, beserta teman-teman yang lain yang tak dapat disebutkan satu persatu atas segenap bantuannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subrahmanyam M. Electrical Burn Injury. Annal of Burns and Fire Disasters [serial online] 2004 March [cited 2007 Dec 3];17:1-4.
2. Robbins SL, Kumar V. Buku Ajar Patologi I. 4rd ed. Jakarta:EGC; 1995
3. Mary AC, Timothy G.Price.Electrical and Lighting Injuries. Seminar in Neurology; 1995
4. Smith GT, Beeuwkes R, Tomkiewicz ZM, Abe T, Lown B. Pathological Changes in skin and skeletal muscle following alternating current and capacitor discharge. American Journal of Pathology [serial online] 1965 July [cited 2007 Dec 3]; 47:1-17.
5. Gabriel JF. Fisika Kedokteran. Jakarta:EGC; 1996. hal. 201-68.
6. Wright RK. Electrical Injury. [Online].2000 Mar 4[Cited 2007 Jul 19]; Available from:[URL:http://www.emedicine.com](http://www.emedicine.com)
7. Simpson, K, CBE. Forensic Medicine. p. 143-7

8. Hettiaratchy S, Dziewulski P. Pathophysiology and types of burns.
Pubmed Central Journal [serial online] 2004 Jun [cited 2008 Jun 25];328:
1427–1429.
9. Corwin EJ. Handbook of Pathophysiologi. Jakarta:EGC;1997.hal. 412.