



---

## PROFIL KLINIS DAN GAMBARAN ELEKTROKARDIOGRAM PADA PASIEN LUKA BAKAR LISTRIK DI RSUP DR. M. DJAMIL PADANG TAHUN 2016-2020

Sarah Nabila<sup>1</sup>, Deddy Saputra<sup>2</sup>, Mefri Yanni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Padang

<sup>2</sup>Bagian Bedah Plastik Fakultas Kedokteran Universitas Andalas/RSUP Dr. M. Djamil Padang

<sup>3</sup>Bagian Jantung Fakultas Kedokteran Universitas Andalas/RSUP Dr. M. Djamil Padang

E-mail: [sarahnabila45@gmail.com](mailto:sarahnabila45@gmail.com)

---

### Article History:

Received: 05-09-2024

Revised: 26-09-2024

Accepted: 01-10-2024

**Keywords:** Luka bakar listrik, elektrokardiogram, gangguan irama jantung

**Abstract:** Luka bakar listrik sering menimbulkan kematian mendadak pada pasien salah satunya disebabkan oleh adanya disfungsi jantung melalui nekrosis langsung miokardium dan disritmia jantung yang menimbulkan berbagai gambaran abnormalitas pada elektrokardiogram pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran elektrokardiogram pada pasien luka bakar listrik di RSUP Dr. M. Djamil Padang pada tahun 2016-2020. Penelitian ini bersifat deskriptif yang dilakukan dengan mengambil data catatan rekam medis di RSUP Dr. M. Djamil Padang dengan teknik total sampling dan diperoleh 36 sampel pasien luka bakar listrik dengan indikator berupa karakteristik responden, rerata luas luka bakar, rerata lama perawatan, komplikasi dan gambaran elektrokardiogram. Hasil penelitian menunjukkan kejadian luka bakar listrik pada tahun 2016-2020 seluruhnya laki-laki dengan rerata usia 31 tahun, paling banyak akibat kecelakaan kerja, dengan penyebab tersering high voltage injury, dan tidak ditemukan kasus kematian. Rerata luas luka bakar pasien 15% TBSA dan lama rawatan 17 hari. Gambaran elektrokardiogram menunjukkan 52,78% terjadi abnormalitas dengan Sebagian besar adalah ST depresi Cedera listrik banyak ditemukan pada laki-laki usia produktif dengan penyebab terbanyak akibat pekerjaan tegangan tinggi. Pada pasien dengan luka bakar listrik mayoritas gambaran elektrokardiogram adalah normal diikuti dengan depresi segmen ST, sinus takikardi, dan RBBB

---

© 2024 SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah

---

## PENDAHULUAN

Luka bakar adalah trauma yang dapat disebabkan oleh gesekan, dingin, panas, radiasi, bahan kimia atau sumber listrik, tetapi sebagian besar luka bakar disebabkan oleh panas, padatan atau api. Ditinjau dari mekanismenya, insiden luka bakar terbagi atas luka bakar termal, luka bakar kimia, luka bakar elektrik, dan luka bakar radiasi.<sup>1</sup>

Luka bakar listrik adalah salah satu luka bakar yang sering menyebabkan kematian mendadak pada pasien. Cedera listrik tidak hanya melibatkan luka bakar kulit tetapi juga dapat melibatkan kerusakan sistemik dan multi-organ yang menyebabkan kematian, salah satunya menyebabkan mekanisme disfungsi jantung dimana pasien dengan cedera listrik dapat mempengaruhi jantung dengan dua cara yaitu dengan menyebabkan nekrosis langsung dari miokardium dan dengan menyebabkan disritmia jantung. Hal ini menyebabkan pasien dengan cedera listrik perlu dirawat inap untuk pemantauan jantung setidaknya selama 24 jam. Kerusakan miokardium bergantung pada tegangan dan jenis arus, semakin luas dan semakin tinggi tegangan maka akan memberi dampak yang lebih parah.<sup>2-5</sup>

Arus listrik dengan tegangan tinggi dari sambaran petir dan kabel listrik dapat menyebabkan luka bakar internal yang parah sehingga dapat menyebabkan henti jantung yang biasanya disebabkan karena asistol, sedangkan tegangan rendah dapat menyebabkan fibrilasi ventrikel.<sup>6</sup> Dari laporan biopsi didapatkan fokus aritmogenik dan fibrosis miokard saling berpengaruh dengan peningkatan jumlah dan konsentrasi pompa Na<sup>+</sup> dan K<sup>+</sup> serta perubahan potensial membran yang dihasilkan. Aritmia dapat dipicu oleh area heterogenitas repolarisasi, sehingga memungkinkan terjadi peningkatan otomatisitas abnormal dan aktivitas yang dipicu beberapa jam setelah cedera.<sup>7</sup>

Pemantauan EKG direkomendasikan setelah kecelakaan listrik untuk pasien dengan penyakit kardiorespirasi atau memiliki faktor risiko seperti: kehilangan kesadaran, serangan jantung awal, kerusakan jaringan lunak akibat luka bakar, atau kelainan EKG pada saat masuk. Aritmia yang disebabkan oleh sengatan listrik biasanya terjadi segera setelah kecelakaan listrik dan dapat langsung menyebabkan kematian. Pada beberapa kasus terdapat aritmia ganas onset lambat dimana kelainan EKG terlihat setelah beberapa jam rawat inap sehingga perlu dilakukan pemantauan elektrokardiografi rutin pada pasien luka bakar listrik setidaknya selama 24 jam pertama.<sup>8</sup>

## LANDASAN TEORI

Menurut WHO (*World Health Organization*) luka bakar adalah cedera yang terjadi pada kulit atau jaringan organik lainnya yang dapat disebabkan oleh panas atau akibat dari paparan radiasi, radioaktivitas, listrik, gesekan, ataupun kontak dengan bahan kimia. Secara global luka bakar menyebabkan kematian sekitar 265.000 jiwa setiap tahunnya. Kebakaran fatal yang terjadi di negara dengan perekonomian rendah dan menengah adalah penyebab terjadinya luka bakar terbanyak di dunia, dengan presentasi lebih dari 96%.<sup>18</sup>

Klasifikasi luka bakar dibedakan berdasarkan kedalaman luka bakar, derajat luka bakar, dan luas luka bakar. Deskripsi karakteristik klinis luka bakar dengan berbagai kedalaman dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Deskripsi karakteristik klinis luka bakar dengan berbagai kedalaman.<sup>20</sup>

Derajat/kedalaman	Lapisan kulit yang terkena	Bentuk klinis	Derajat nyeri	Waktu penyembuhan
<i>Superficial I / epidermal</i>	Epidermis	Merah muda ke merah, lembab,	Sedang-parah	3-7 hari

<i>Superficial partial I<sup>o</sup> / partial thickness</i>	Epidermis – dermis (papiler)	tidak melepuh Melepuh, merah, lembab, pelengkap epidermis utuh, pucat karena tertekan, timbul vesikel dan bula, rusaknya folikel rambut	Parah	1-3 minggu dapat terjadi perubahan pigmen jangka panjang
<i>Deep partial IIb<sup>o</sup> / mid dermal, deep dermal</i>	Epidermis – dermis (retikuler)	Kering, putih, tidak pucat, hilang semua pelengkap epidermis	Minimal	3-6 minggu dengan bekas luka
<i>Deep III<sup>o</sup> / full thickness</i>	Seluruh ketebalan kulit atau lebih dalam	Kasar, kering, putih atau merah gelap	Tidak nyeri	Tidak dapat sembuh begitu saja, memerlukan cangkok kulit

Klasifikasi luka bakar berdasarkan derajat luka bakar dapat dibedakan menjadi

1. luka bakar derajat I, yaitu luka bakar yang terbatas pada lapisan kulit terluar (*superficial*) epidermis. Bentuk klinis yang terlihat yaitu kulit merah berupa eritema, sedikit edema dan nyeri yang dialami durasinya terbatas akibat ujung saraf sensorik teriritasi.
2. Luka bakar derajat II, yaitu kerusakan yang meliputi epidermis dan sebagian dermis, berupa reaksi inflamasi disertai proses eksudat serta terdapat bula dan terasa nyeri akibat adanya iritasi ujung-ujung saraf sensoris. Dibagi atas Luka bakar derajat IIA (*superficial partial thickness*) dan luka bakar derajat IIB (*deep partial thickness*)
3. Luka bakar derajat III, yaitu kerusakan jaringan permanen meliputi seluruh tebal kulit hingga jaringan subkutis, otot, dan tulang. Sudah tidak terdapat elemen epitel dan tidak terdapat bula, kulit yang terbakar berwarna keabuan pucat hingga berwarna hitam kering (nekrotik), meluas ke seluruh dermis.

Selanjutnya klasifikasi luka bakar berdasarkan luas luka bakar merupakan tolak ukur utama untuk menentukan derajat luka pada luka bakar. Perkiraan luas luka bakar umumnya menggunakan metode “*Rule of Nine*” dari Wallace dan Lund-Browder untuk menghasilkan presentasi total luas luka bakar (%TBSA).<sup>19,23</sup>

Diagnosis luka bakar umumnya menggunakan metode “*Rule of nine*” dari Wallace dan Lund-Browder untuk menghasilkan presentasi total luas luka bakar (%TBSA). Pada orang dewasa “*Rule of nine*” luas permukaan tubuh dibagi menjadi multiple 9% area, kecuali pada daerah perineum yang diestimasi seluas 1%.<sup>19,23</sup>

Luka bakar listrik adalah luka bakar yang disebabkan oleh arus listrik. Kurangnya kepedulian terhadap keselamatan di tempat kerja, menjadi salah satu faktornya.<sup>10</sup> Meskipun luka bakar listrik tidak sebanyak luka bakar api namun luka bakar listrik memiliki keparahan yang lebih berat dari semua cedera termal.<sup>11</sup>

Konduksi arus listrik di dalam tubuh dibawa oleh ion yang bergerak di dalam cairan tubuh. Pada kabel logam, pembawa arus listrik adalah elektron dimana arus akan berubah dari elektron menjadi ion ketika bersentuhan dengan tubuh manusia. Konversi ini terjadi di permukaan kulit melalui reaksi elektrokimia.<sup>29</sup> Cedera listrik melibatkan mekanisme langsung dan tidak langsung. Kerusakan langsung disebabkan oleh kontak dengan energi listrik atau busur listrik (busur adalah aliran elektron melalui gas, seperti udara) ke korban. Efek langsung arus pada membran sel adalah pada membran sel, depolarisasi seluler dan elektroporasi. Elektroporasi terjadi karena energi listrik yang berasal dari luar tubuh melebihi elastisitas membran sel sehingga terjadinya peningkatan permeabilitas membran sel.<sup>16</sup>

Area kontak yang kecil dengan waktu paparan yang lama meningkatkan kerusakan pada titik masuk dan titik keluar. Kerusakan jaringan dalam tidak dapat terlihat dari luar sehingga sering diabaikan. Gejala utama berbeda-beda tergantung apakah korban terkena paparan tegangan rendah, tinggi atau sambaran petir. Saat terjadi cedera tegangan rendah, gejala kardiovaskular harus lebih diperhatikan, untuk cedera tegangan tinggi, luka bakar parah sering terjadi kejutan jantung, sedangkan untuk cedera akibat sambaran petir dapat dibandingkan dengan trauma tumpul.<sup>36</sup>

Ketika dada terletak di sepanjang jalur yang menghubungkan titik masuk dan keluarnya arus, jantung sering terpengaruh karena arus listrik yang mengikuti sumbu vaskular. Aliran arus horizontal (tangan ke tangan) serta vertikal (tangan ke kaki atau kepala ke kaki) dapat menyebabkan cedera jantung. Dua komplikasi jantung utama yang disebabkan cedera listrik adalah aritmia dan cedera jaringan miokard. Henti jantung dan fibrilasi ventrikel merupakan komplikasi jantung yang paling serius dari cedera listrik dan selalu berakibat fatal kecuali dilakukan upaya resusitasi segera.<sup>12,16</sup>

Aritmia adalah komplikasi jantung tersering dari cedera listrik. Baru-baru ini didapatkan laporan adanya fibrilasi atrium, ventrikular takikardi dan fibrilasi ventrikel juga dapat terjadi. Fibrilasi ventrikel sembilan kali lebih sering terjadi pada arus AC yang menyebabkan kematian jantung mendadak. Paparan tegangan tinggi seperti petir dan arus DC kemungkinan besar akan menyebabkan asistol ventrikel.<sup>16</sup>

Jika terjadi kerusakan atau spasme arteri koroner, gejala klinis klasik atau pola EKG dari infark miokard dapat ditemukan termasuk elevasi segmen ST atau munculnya gelombang Q. Arteri koroner kanan terlihat lebih rentan karena letaknya yang relatif dekat dengan permukaan dada. Angiografi koroner perlu dilakukan jika dicurigai adanya kemungkinan penyakit koroner yang mendasari meskipun infark miokard dengan angiogram koronernya normal.<sup>16</sup> Meningkatnya kreatin kinase (CK) dan MB-kreatin

kinase (CK-MB) adalah indikator yang buruk dari cedera miokard, terutama dengan adanya cedera otot rangka yang signifikan.<sup>31</sup>

Kerusakan jaringan ekstra kardiovaskular dapat dilihat pada tabel 2

Tabel.2 Pola cedera/kerusakan jaringan

Organ	Kerusakan jaringan
Kulit	Luka bakar kilat, luka bakar termal
Otot	Bengkak, nyeri, kontraksi, kejang, mionekrosis, sindrom kompartemen
Pembuluh darah	Kerusakan mikrovaskular, mioglobinemia, vasokonstriksi, trombosis, iskemia
Jantung	Aritmia, asistol, fibrilasi ventrikel, sinus takikardi, nekrosis atau infark miokard, henti jantung
Saraf	Kelemahan, kelumpuhan, kesemutan, mati rasa, inkontinensia, dan nyeri kronis
Otak	Kejang, perdarahan, ingatan jangka pendek yang buruk, tidak sadar, iskemia, perubahan kepribadian, iritabilitas, sulit tidur
Tulang	Dislokasi sendi, patah tulang, cedera tumpul lainnya
Ginjal	Myoglobinuria, gagal ginjal akut, nekrosis tubular akut
Telinga	Perforasi gendang telinga, hemoragia
Mata	Katarak

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan menggunakan data rekam medis pasien luka bakar listrik di RSUP Dr. M. Djamil Padang tahun 2016-2020. Teknik pengambilan sampel adalah *total sampling*.

Sampel dalam penelitian ini adalah pasien yang didiagnosis luka bakar listrik dan telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi yang digunakan adalah data pasien yang didiagnosis luka bakar listrik berdasarkan rekam medis pasien. Kriteria eksklusi adalah data rekam medis pasien yang tidak ada pemeriksaan elektrokardiogram dan data rekam medis yang tidak lengkap. Total sampel yang memenuhi kriteria adalah 36 orang.

Penelitian ini telah memenuhi kaidah etik melalui Keterangan Lolos Kaji Etik No.LB.02.02/5.7/495/2021.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis 36 data rekam medis pasien luka bakar listrik yang memenuhi kriteria inklusi.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Luka Bakar listrik Berdasarkan Karakteristik Pasien RSUP Dr. M. Djamil Padang

Kategori	N(%)
<b>Usia</b> ( <i>years</i> ; mean $\pm$ SD)	36 (31.92 $\pm$ 14,298)
<b>Jenis kelamin</b>	
Laki-laki	36 (100%)
Perempuan	0 (0%)

<b>Penyebab</b>	
Akibat pekerjaan	20 (55,6%)
Kecelakaan atau tidak disengaja	16 (44,4%)
<b>Tegangan listrik</b>	
<i>Low voltage</i>	16 (44,4%)
<i>High voltage</i>	20 (55,6%)
<b>Angka Kematian</b>	
Hidup	36 (100%)
Meninggal	0
<b>Riwayat Hipertensi</b>	
Ya	4 (10,8%)
Tidak	32 (86,5%)
<b>Penyakit jantung struktural</b>	
Ada	0 (0%)
Tidak diketahui	36 (100%)
<b>Gangguan irama jantung sebelumnya</b>	
Ada	0 (0%)
Tidak	36 (100%)
<b>Riwayat konsumsi obat anti aritmia</b>	
Ya	0
Tidak	36 (100%)

Tabel 2. Frekuensi Luka Bakar Listrik Berdasarkan Rerata Luas Luka Bakar

Karakteristik	Min	Max	Rata-rata	SD
Luas Luka Bakar (%)	1%	40%	15.17	9.352

Pada tabel 2 didapatkan data rerata luas luka bakar listrik pada tahun 2016-2020 adalah 15% dengan luas terkecil 1% dan yang terluas 40%.

Tabel 3. Frekuensi Luka Bakar Listrik Berdasarkan Rerata Lama Perawatan

Karakteristik	Min	Max	Rata-rata	SD
Lama Perawatan (hari)	3	59	16.97	15.592

Pada tabel 3. didapatkan data rerata lama perawatan pada pasien luka bakar listrik tahun 2016-2020 adalah 17 hari dengan rentang waktu rawatan 3 sampai 59 hari.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Luka Bakar Listrik Berdasarkan Komplikasi

Komplikasi	N(%)
Kardiak	0 (0%)
Ekstra Kardiak (amputasi)	11 (30.6%)
Kardiak dan Ekstra Kardiak	20 (55.5%)
Tidak ada komplikasi	5 (13.9%)
<b>Total</b>	<b>36 (100%)</b>

Pada *tabel 4* didapatkan komplikasi terbanyak yang terjadi pada pasien luka bakar listrik adalah ekstra kardiak sebanyak 11 orang (30.6%), terdapat 20 orang (55.5%) dengan komplikasi kardiak dan ekstra kardiak, 5 orang (13.9%) tanpa komplikasi dan tidak ditemukan pasien dengan komplikasi kardiak.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Luka Bakar Listrik Berdasarkan Gambaran Elektrokardiogram

Gambaran EKG	N(%)
Normal	16 (44,4%)
Sinus takikardi	3 (8,3%)
Sinus bradikardi	2 (5,6%)
Takikardia Supraventrikular Paroksismal	0
Flutter Atrium	0
Fibrilasi Atrium	0
Takikardia Atrium Multifokal	0
Takikardia Ventrikel	0
Fibrilasi Ventrikel	0
Ventrikel Ekstra sistol	0
<i>Torsade De Pointes</i>	0
Elevasi ST segmen	1 (2,8%)
Depresi ST segmen	10 (27,8%)
PR interval abnormal	0
Durasi QR abnormal	0
RBBB	3 (8,3%)
AV blok derajat 1	1 (2,8%)
<b>Total</b>	<b>36 (100%)</b>

Pada *tabel 5* didapatkan gambaran terbanyak pada 16 pasien (44,4%) melihat gambaran elektrokardiogram normal, dan selanjutnya 10 orang (27,8%) ST depresi, 3 pasien (8,3%) dengan sinus takikardi dan 3 (8,3%) pasien dengan RBBB, sinus bradikardi 2 orang (5,6%), 1 orang (2,8%) terdapat ST elevasi, dan 1 orang AV blok derajat 1.

### Pembahasan

#### Profil Klinis dan Gambaran Elektrokardiogram pada Pasien Luka Bakar Listrik di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2016-2020

Penelitian ini mendapatkan hasil rerata usia pasien luka bakar listrik yaitu 31 tahun. Didapatkan usia minimal pasien luka bakar listrik adalah 10 tahun dan usia maksimum 70 tahun. Penelitian yang dilakukan di Harvard, Amerika Serikat didapatkan rerata pasien luka bakar listrik yaitu 39 tahun.<sup>9</sup> Kejadian luka bakar listrik pada anak-anak dan usia tua sedikit ditemukan pada penelitian kemungkinan dikarenakan kasus tersebut tidak sampai ke rumah sakit rujukan tempat penelitian, dimana kejadiannya sering disebabkan oleh *Low Voltage Injury* (LVI) yang biasanya terdapat pada alat-alat listrik di rumah tangga. Pakistan tahun 2015 dengan metode deskriptif, didapatkan dari 61 kasus luka bakar listrik semua pasien adalah laki-laki.<sup>10</sup> Pasien perempuan jarang ditemukan pada pasien luka bakar listrik dikarenakan jaranganya perempuan yang bekerja atau berhubungan langsung dengan listrik.

Pasien dengan penyebab akibat pekerjaan lebih sering ditemukan dibandingkan kecelakaan atau tidak disengaja. Pada penelitian yang dilakukan di Vienna, didapatkan luka bakar yang disebabkan oleh pekerjaan lebih banyak dibandingkan yang disebabkan oleh kecelakaan.<sup>11</sup> Penyebab pekerjaan lebih sering pada usia dewasa, sedangkan karena kecelakaan atau tidak disengaja cenderung terjadi pada anak-anak.

Hasil penelitian ini menunjukkan luka bakar listrik akibat *High Voltage Injury* (HVI) dibandingkan *Low Voltage Injury* (LVI), hal ini dikarenakan cedera listrik tegangan tinggi cenderung lebih sering terjadi pada petugas yang bekerja di saluran tegangan tinggi.<sup>10</sup> Cedera listrik tegangan tinggi lebih sering terjadi pada orang yang bekerja dengan spesialisasi tertentu, seperti pekerjaan industri dan tukang listrik yang bersentuhan langsung dengan listrik.<sup>12</sup> Pada penelitian yang dilakukan oleh Tarim A dkk di Fakultas Kedokteran Universitas Baskent, Turki dimana 75% pasien luka bakar listrik adalah cedera tegangan tinggi.<sup>13</sup>

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan pasien yang dilakukan pemeriksaan elektrokardiogram di RSUP. DR. M. Djamil Padang pada tahun 2016-2020 didapatkan pasien dengan riwayat hipertensi sebanyak 4 orang pasien (10,8%) dan 33 orang pasien tidak mempunyai riwayat hipertensi, tidak ditemukan pasien dengan riwayat jantung struktural, riwayat gangguan irama jantung sebelumnya, dan riwayat terapi dengan obat-obat anti aritmia. Penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Pilecky D dkk pada tahun 2018 di Hungaria juga ditemukan 9,4% pasien luka bakar listrik yang memiliki riwayat hipertensi.<sup>8</sup>

Pada penelitian yang dilakukan di RSUP. Dr. M. Djamil Padang pada pasien luka bakar listrik yang dilakukan pemeriksaan elektrokardiogram tidak ada didapatkan pasien yang meninggal dunia. Penelitian yang dilakukan oleh Blackwell dkk dengan prospektif selama 3 tahun juga mendapatkan hasil tidak ditemukannya kematian dan aritmia pada pasien luka bakar listrik.<sup>14</sup>

Jurnal lain juga menyebutkan tentang faktor-faktor yang menyebabkan kematian pada pasien luka bakar listrik. Faktor-faktor yang mempengaruhi seperti tegangan listrik tinggi, TBSA yang sangat luas, derajat luka bakar yang dalam, usia tua (>40 tahun) serta lama rawatan yang panjang menjadi faktor risiko mortalitas pada pasien luka bakar listrik.<sup>15,16,17</sup>

Luas TBSA (*Total Body Surface Area*) pada pasien luka bakar listrik cenderung lebih rendah dari pada luka bakar lainnya. Berdasarkan penelitian, ini didapatkan rerata luas TBSA luka bakar listrik yang didapatkan pada penelitian yang dilakukan di RSUP. Dr. M. Djamil Padang tahun 2016-2020 didapatkan rerata luas TBSA luka bakar listrik yaitu 15% dengan TBSA terkecil seluas 1% dan TBSA terbesar 40%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kym D dkk juga menunjukkan hasil yang mirip yaitu rerata luas TBSA yaitu 14%.<sup>18</sup>



TBSA yang luas sering dikaitkan dengan HVI atau juga komplikasi, dimana TBSA pada pasien tersengat HVI relatif jauh lebih luas dibandingkan pasien yang tersengat LVI dikarenakan arus listrik yang terkena lebih tinggi. Begitu juga pada pasien yang memiliki komplikasi, akan memiliki TBSA lebih luas dibandingkan pasien yang tidak memiliki komplikasi. Hal ini dikarenakan pada pasien dengan TBSA lebih luas akan memiliki kondisi yang lebih parah sehingga kemungkinan terjadinya komplikasi lebih besar.

Berdasarkan penelitian ini didapatkan rerata lama perawatan pasien luka bakar listrik yang dilakukan di RSUP. Dr. M. Djamil Padang pada tahun 2016-2020 adalah 17 hari. Pada penelitian ini didapatkan beragam lama perawatan pasien luka bakar listrik dengan rentang 3 hari sampai 59 hari. Penelitian yang dilakukan oleh Maghsoudi dkk di Azerbaijan Timur menunjukkan hasil yang hampir sama dimana rerata lama perawatan pasien luka bakar listrik di kisaran 14 hari dengan rentang perawatan 1 hari sampai 90 hari.<sup>19</sup> Lama perawatan pada pasien luka bakar listrik sangat berhubungan dengan tegangan, dimana pasien luka bakar listrik akibat HVI akan memiliki lama rawatan yang lebih lama dibandingkan pasien akibat LVI.<sup>16</sup>

Pada penelitian ini didapatkan dari 36 pasien luka bakar listrik yang dilakukan pemeriksaan elektrokardiogram didapatkan sebanyak 11 orang (30.6%) mengalami komplikasi ekstra kardiak, dengan komplikasi ekstra kardiak yang dialami pasien pada penelitian ini mayoritas adalah amputasi terdapat 20 orang (55.5%) dengan komplikasi kardiak dan ekstra kardiak, 5 orang (13.9%) tanpa komplikasi dan tidak ditemukan pasien dengan komplikasi kardiak.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad N dkk dengan metode pengumpulan literatur didapatkan tegangan HVI lebih banyak menyebabkan komplikasi ekstra kardiak sebanyak 66,7%. Berbeda dengan HVI, tegangan LVI cenderung menyebabkan komplikasi yang merata terhadap ekstra kardiak dan kardiak sebanyak 38,5%. Hal berbeda didapatkan pada penelitian lain yang menyatakan tegangan LVI lebih banyak menimbulkan komplikasi.<sup>20</sup>

Meskipun dari berbagai penelitian yang dilakukan memperlihatkan gambaran komplikasi yang berbeda-beda tetapi semua penelitian memiliki satu kesamaan dimana luka bakar listrik adalah faktor risiko terbesar terjadinya amputasi. Hal ini disebabkan karena terjadinya nekrosis jaringan akibat paparan terhadap arus listrik tinggi (HVI), sehingga tatalaksana yang tepat adalah amputasi untuk mencegah terjadinya infeksi atau sepsis.

Pada penelitian yang dilakukan terhadap 36 pasien luka bakar listrik yang melakukan pemeriksaan elektrokardiogram di RSUP. Dr. M. Djamil Padang periode 2016-2020 didapatkan 16 pasien memiliki gambaran elektrokardiogram normal, 10 pasien terlihat adanya ST depresi, 3 pasien memiliki gambaran sinus takikardi, 2 pasien terlihat gambaran sinus bradikardi, 1 pasien terlihat adanya ST elevasi, 3 orang pasien melihat gambaran RBBB, dan 1 orang pasien melihat gambaran AV blok derajat 1.

Penelitian yang dilakukan di Hongaria oleh Pilecky D dkk didapatkan 1 pasien (0,2%) dengan gambaran AV blok derajat 1, dan 4 pasien (0,8%) dengan gambaran RBBB.<sup>8</sup> Untuk gambaran elektrokardiogram yang melihat gambaran T inverted terjadi karena iskemik menyebabkan sel memiliki durasi potensial aksi yang lebih pendek sehingga menyebabkan repolarisasi yang lebih dini. Repolarisasi yang lebih dini ini mengakibatkan gelombang T tampak inverted (terbalik).

Arus cedera yang mengalir dari daerah iskemik terdepolarisasi ke daerah normal mengakibatkan munculnya elevasi atau depresi segmen ST, tergantung pada apakah daerah iskemik tersebut subendokardial (ST depresi) atau transmural (ST elevasi). ST

depresi biasanya dikaitkan dengan iskemia *demand* (misalnya, angina saat aktivitas), sedangkan ST elevasi dikaitkan dengan iskemia *supply* (misalnya, oklusi koroner).

Kerusakan jantung atau *myocardial injury* dapat terjadi akibat efek langsung arus listrik (konversi elektrotermal dan elektroporasi). *Myocardial injury* menyebabkan terjadinya gangguan aktivitas jantung sehingga terjadinya *generalized hypotension*. Kemudian, terjadinya penurunan aliran darah pada pembuluh darah koroner yang mengakibatkan terjadinya iskemia pada miokardium. Infark miokard oleh spasme koroner atau trombosis mengakibatkan kerusakan miokard oleh resusitasi kardiopulmoner koroner dengan pembentukan hematoma berikutnya di arteri koroner kecil, selanjutnya cedera yang dimediasi pelepasan katekolamin ekstensif dan penurunan aliran darah koroner sekunder hingga parah.<sup>7</sup>

Gangguan irama jantung irama jantung bisa terjadi karena gangguan pembentukan impuls dan gangguan konduksi impuls. Gangguan pembentukan impuls terjadi karena abnormalitas inisiasi impuls terutama disebabkan oleh gangguan otomatisasi. Sedangkan gangguan konduksi impuls bisa terjadi karena blok konduksi dan blok satu arah atau *re-entry*.<sup>21</sup>

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan pasien luka bakar listrik memiliki rerata usia pasien 31 tahun, jenis kelamin laki-laki, dengan penyebab terbanyak akibat pekerjaan dengan tegangan tinggi. Terdapat beberapa pasien yang memiliki riwayat hipertensi, dan tidak ditemukan pasien dengan riwayat jantung struktural, gangguan irama jantung ataupun riwayat konsumsi anti aritmia. Semua pasien didapatkan dengan keluaran hidup. Rerata luas luka bakar adalah 15%. Rerata lama perawatan adalah 16 hari. Pasien luka bakar listrik mayoritas memiliki komplikasi kardiak dan ekstra kardiak. Gambaran elektrokardiogram pada pasien luka bakar listrik Sebagian besar normal diikuti dengan depresi segmen ST, sinus takikardi dan RBBB.

## PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan mendukung penelitian ini sehingga berjalan dengan lancar.

Berisi deskripsi tentang ucapan terima kasih atau pengakuan kepada pihak-pihak (perseorangan atau institusi) yang turut terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menyukseskan penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Rahayuningsih T. Penatalaksanaan luka bakar. *J Profesi*. 2012;08:1–13.
- [2] Choi JH, Han D, Kang SH, Yoon CH, Cho JR, Kym D. Retrospective study of prognosis and relating factors of cardiac complications associated with electrical injuries at a single centre in Korea. *BMJ Open*. 2019;9:1-6
- [3] Salehi SH, Fatemi MJ, Aśadi K, Shoar S, Ghazarian A Der, Samimi R. Electrical injury in construction workers: A special focus on injury with electrical power. *Burns*. 2013;40:300–4.
- [4] Mann FA. Electrical and lightning injuries. *Small Anim Crit Care Med*. 2009;15:687–90.
- [5] Bernal E, Arnoldo BD. Electrical injuries. *Total Burn Care Fifth Ed*. 2018;30:396-402.e2.
- [6] Taimur Z, Hussaini S. Atrial fibrillation in a commercial diver. *Occupational*

- Medicine J .2008;58:144-146
- [7] Waldmann V, Narayanan K, Combes N, Jost D, Jouven X, Marijon E. Electrical cardiac injuries: Current concepts and management. *Eur Heart J*. 2018;39:1459–1465.
- [8] Pilecky D, Vamos M, Bogyi P, Muk B, Stauder D, Racz H et al. Risk of cardiac arrhythmias after electrical accident: a single-center study of 480 patient. *Clinical Research in Cardiology*. 2019;108:901-908.
- [9] Stockly OR, Wolfe AE, Espinoza LF, Simko LC, Kowalske K, Carrougher GJ, et al. The impact of electrical injuries on long-term outcomes: A Burn Model System National Database study. *Burns*. 2020;46:352–9.
- [10] Cheema SA. Pattern and profile of electric burn injury cases at a Burn centre. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2016;28:702–5.
- [11] Vierhapper MF, Lumenta DB, Beck H, Keck M, Kamolz LP, Frey M. A long term analysis with review of regional differences. *J Annals plastic surgery*. 2011;66:43-46
- [12] Blackwell N, Hayllar J. A three year prospective audit of 212 presentation to the emergency department after electrical injury with management protocol. *J postgrad med*. 2002;78: 283-285.
- [13] Shih JG, Shahrokhi S, Jeschke MG. Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide: an analysis of low-voltage vs high-voltage electrical injury. *J Burn Care Res*. 2017;38:e293–8.
- [14] Ding H, Huang M, Li D, Lin Y, Qian W. Epidemiology of electrical burns: a 10-year retrospective analysis of 376 cases at a burn centre in South China. *J Int Med Res*. 2020 Mar;48(3):1-10
- [15] McGwin G Jr, George RL, Cross JM, Rue LW. Improving the ability to predict mortality among burn patients. *Burns*. 2008 May;34(3):320-7.
- [16] Kym D, Seo D, Hur GY, Lee JW. Epidemiology of electrical injury: differences between low and high voltage electrical injuries during 7 year study period in South Korea. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2014;104:108-114
- [17] Maghsoudi H, Adyani Y, Ahmadian N. Electrical and lightning injuries. *J Burn care res*. 2007;28:255-261
- [18] Latifi NA, Karimi H. Acute electrical injury: A systematic review. *J acute dis*. 2017;6(3): 93-96.
- [19] Lilly LS. Aspek klinis aritmia jantung. In: *Buku patofisiologi penyakit jantung*. 6th ed. Jakarta:Medik;2019. p. 301-317