

## **LITERATURE REVIEW: ELECTRICAL BURN INJURIES IN ADULTS**

**Izza Mufida**

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan  
Universitas Mataram

\*)Email korespondensi: izzamufidaaa@gmail.com

**Abstract: Literature Review: Electrical Burn Injuries in Adults.** *The incidence of electrical burn injuries is dominated by the adult male population which is associated with trauma in the work process. This type of burn ranks fourth as the leading cause of workplace-related traumatic death. Electrical burns have greater severity, a higher risk of disability and death, more complicated injury management, and longer hospitalization times than burns resulting from other than an electric shock. This review aims to discuss related to electrical burn injuries in adults. The method used in writing this article is a literature review with the keywords "Electrical Burn Injury", "Electrical Burns", "Pathomechanism", "Management", and "Management Electrical Burns in Adults". Electric shocks, particularly due to high-voltage electricity, which is associated with adult populations and incidence of workplace-related traumatic death, cause not only injuries to the skin but rather injuries to various systems including cardiovascular and respiratory. Therefore, the evaluation of cases of electrical burn injuries in adults needs to be carried out comprehensively from first aid measures to monitor the function of various systems in the body and identify signs that may indicate surgery.*

**Keywords:** *Electrical Burns, Electrical Injury, Pathomechanism, Management*

**Abstrak: Studi Literatur: Cedera Luka Bakar Listrik pada Dewasa.** Insidensi cedera luka bakar listrik didominasi oleh populasi laki-laki usia dewasa yang dikaitkan dengan trauma dalam proses pekerjaan. Bahkan, jenis luka bakar ini menduduki urutan keempat sebagai penyebab utama kematian traumatis di tempat kerja. Luka bakar listrik memiliki tingkat keparahan yang lebih besar, risiko kecacatan dan kematian yang lebih tinggi, manajemen cedera yang lebih rumit, dan waktu rawat inap yang lebih lama daripada luka bakar yang diakibatkan selain sengatan listrik. Tinjauan ini bertujuan untuk membahas terkait cedera luka bakar listrik pada dewasa. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah tinjauan literatur dengan kata kunci "Electrical Burn Injury", "Electrical Burns", "Pathomechanism", "Management", dan "Management Electrical Burns in Adult". Sengatan listrik khususnya akibat listrik bertegangan tinggi yang dikaitkan dengan populasi dewasa dan insidensi kematian traumatis di tempat kerja, tidak hanya menyebabkan cedera pada kulit melainkan cedera pada berbagai sistem termasuk kardiovaskular dan pernafasan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kasus cedera luka bakar listrik pada dewasa perlu dilakukan secara komprehensif sejak tindakan pertolongan pertama hingga monitor fungsi berbagai sistem di dalam tubuh dan identifikasi tanda-tanda yang dapat mengindikasikan pembedahan.

**Kata Kunci:** Luka Bakar Listrik, Cedera Listrik, Patomekanisme, Tatalaksana

### **PENDAHULUAN**

Cedera listrik dapat menyebabkan luka bakar ringan pada kulit hingga kerusakan organ dalam yang mengancam jiwa akibat luka bakar berat (Waldmann et al., 2017). Luka bakar listrik umumnya diklasifikasikan menjadi tegangan rendah yaitu <1000

volt dan tegangan tinggi yaitu >1000 volt. Luka bakar listrik dapat terjadi akibat aliran listrik secara langsung mengenai tubuh atau secara tidak langsung mengenai tubuh sehingga energi listrik yang ada dikonversi menjadi panas yang menyebabkan

cedera termal (Shih, Shahrokhi, & Jeschke., 2017).

Pasien dengan luka bakar akibat listrik dikategorikan dalam tiga kelompok usia yaitu kelompok usia balita, remaja, dan dewasa (Octaviani & Wulan., 2016). Pada kelompok usia dewasa, angka kejadian luka bakar listrik lebih tinggi pada laki-laki yang sering dikaitkan dengan pekerjaan dan umumnya cedera listrik yang dialami diakibatkan oleh sengatan listrik bertegangan tinggi. Di samping itu, luka bakar listrik menduduki urutan keempat sebagai penyebab utama kematian traumatis terkait tempat kerja (Shih, Shahrokhi, & Jeschke., 2017; Zemaitis et al., 2023).

Analisis retrospektif yang dilakukan oleh Shih, Shahrokhi, & Jeschke pada tahun 2017 menunjukkan bahwa luka bakar listrik tegangan tinggi umumnya memiliki morbiditas yang jauh lebih besar dalam hal jumlah prosedur bedah yang diperlukan, tingkat komplikasi medis yang lebih tinggi, menyisakan cedera pasca trauma akibat terjatuh, dan dapat berimplikasi terhadap masalah psikologis dan rehabilitasi jangka panjang. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa tingkat mortalitas lebih tinggi pada pasien luka bakar listrik bertegangan tinggi yang datang ke rumah sakit. Akan tetapi, luka bakar listrik bertegangan rendah tidak dapat diremehkan karena dalam penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa pasien luka bakar listrik bertegangan rendah umumnya mengalami kematian di tempat kejadian (Shih, Shahrokhi, & Jeschke., 2017).

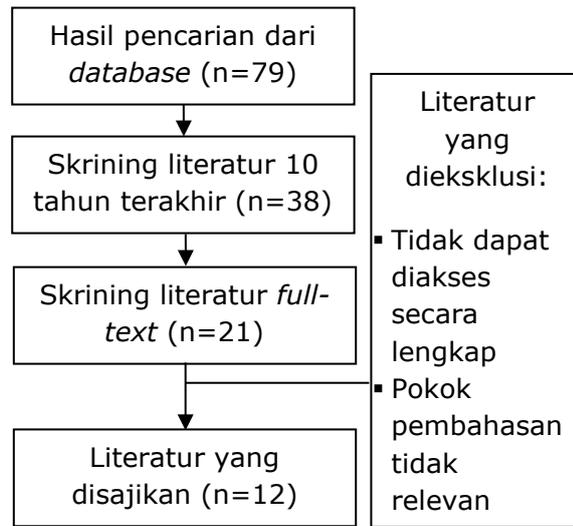
Diperlukan pemahaman secara komprehensif terkait luka bakar listrik. Meskipun luka bakar akibat listrik memiliki angka kejadian yang rendah jika dibandingkan luka bakar lainnya, namun cedera ini termasuk salah satu

cedera yang paling menghancurkan (Brandao et al., 2017). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Muslim, Saputra, & Asri pada tahun 2020 yang menunjukkan bahwa luka bakar akibat listrik mempunyai tingkat keparahan yang lebih besar, risiko kecacatan dan kematian yang lebih tinggi, manajemen cedera yang lebih rumit, dan waktu rawat inap yang lebih lama daripada luka bakar yang diakibatkan selain sengatan listrik (Muslim, Saputra, & Asri., 2020). Oleh karena itu, penyusunan tinjauan ini bertujuan untuk membahas terkait cedera luka bakar listrik pada dewasa meliputi jenis utama cedera listrik, patomekanisme yang mendasarinya, hingga penatalaksanaan dan perawatan luka bakar listrik.

## METODE

Penulisan artikel ini menggunakan metode tinjauan literatur melalui penelusuran pada *database Google Scholar* dan *Pubmed* dengan kata kunci "*Electrical Burn Injury*", "*Electrical Burns*", "*Pathomechanism*", "*Management and Treatment*", dan "*Management Electrical Burns in Adult*".

Literatur yang ditemukan dalam pencarian selanjutnya di-skrining kembali berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi literatur yang terpublikasi dalam 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2013-2023 dan literatur dengan teks yang lengkap. Kriteria eksklusi meliputi literatur dengan teks lengkap yang tidak dapat diakses dan literatur dengan pokok pembahasan yang tidak relevan. Skrining literatur dilakukan hingga menemukan 10 literatur untuk dibahas dalam tinjauan ini. Alur pencarian literatur secara rinci terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Alur Pencarian Sumber Literatur.**

**HASIL**

**Arus Listrik dan Luka Bakar Listrik**

Arus listrik merupakan aliran elektron yaitu partikel atom dengan muatan negatif melalui sebuah konduktor yang diukur dalam satuan

ampere (I) dan dapat melintasi gradien potensial dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah akibat adanya tegangan yang dinyatakan dalam voltase (V) (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

**Tabel 1. Karakteristik Tegangan Listrik (Koyfman & Long., 2019)**

<b>Voltase Rendah</b>	<b>Voltase Tinggi</b>	<b>Sambaran Petir</b>
<1000 V	>1000 V	> 1000.000 V
Arus AC	Arus DC atau AC	Arus DC

Keterangan: V (Voltase), AC (Alternating Current), DC (Direct Current)

Suatu benda termasuk tubuh manusia yang mengumpulkan elektron, maka benda tersebut akan bermuatan negatif. Arus listrik tercipta ketika elektron mengalir dari sebuah benda misalnya tubuh manusia melalui konduktor dari benda tersebut misalnya sel, jaringan, dan organ tubuh manusia. Hal apa pun yang dapat menghambat aliran elektron melalui konduktor, maka akan menciptakan hambatan atau resistensi (R) yang diukur dalam ohm ( $\Omega$ ) (Octaviani & Wulan., 2016). Hukum Ohm menyatakan bahwa arus listrik (I) berbanding lurus dengan tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan

hambatan (R dalam  $\Omega$ ) (Waldmann et al., 2017).

Tegangan atau voltase dapat menjadi penanda yang paling memungkinkan dalam mengkategorikan cedera akibat sengatan listrik. Hal ini dikarenakan tegangan listrik sering kali menjadi satu-satunya variabel yang dapat diketahui dengan pasti setelah pasien tersengat listrik (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2019 tentang Tata Laksana Luka Bakar mengklasifikasikan luka bakar listrik menjadi tiga berdasarkan penyebabnya,

yaitu: (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019)

(1) Voltase rendah : Luka bakar yang terjadi akibat listrik dengan tegangan di bawah 1000 Volt. Contoh sumber utama arus listrik dengan voltase rendah adalah listrik rumah tangga dan rel listrik kereta bawah tanah (Waldmann et al., 2017; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019). (2) Voltase tinggi Luka bakar yang terjadi akibat listrik dengan tegangan di atas 1000 Volt. Contoh sumber utama arus listrik dengan voltase tinggi adalah kabel tegangan tinggi (Waldmann et al., 2017; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019). (3) Petir : Luka bakar yang terjadi akibat tersambar petir. Sambaran petir merupakan salah satu bentuk sengatan listrik yang ekstrem melebihi satu juta volt dan seringkali mengakibatkan kematian seketika (Waldmann et al., 2017; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019; Koyfman & Long., 2019).

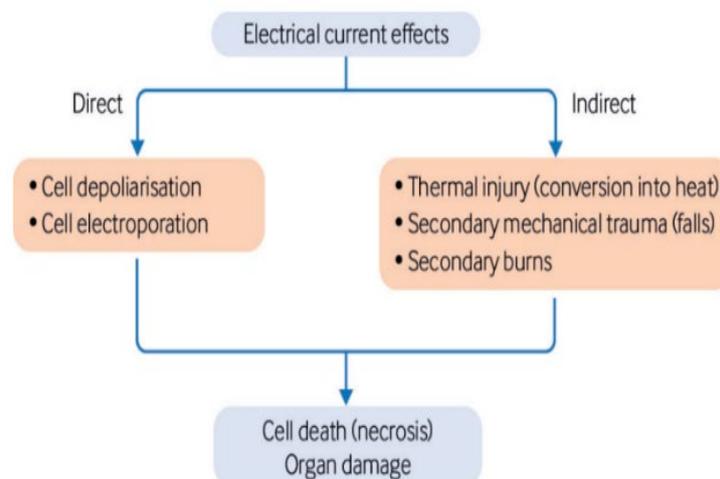
### Patomekanisme Luka Bakar Listrik dan Efeknya terhadap Tubuh

Luka bakar listrik dapat memengaruhi tubuh melalui dua mekanisme, yaitu secara langsung dan tidak langsung sesuai ilustrasi pada **Gambar 2.** (Waldmann et al., 2017).

Pada mekanisme luka bakar secara langsung, arus listrik dapat langsung memengaruhi membran sel. Arus listrik bisa menyebabkan terjadinya depolarisasi sel yaitu mengubah sifat listrik secara tiba-tiba dan menyebabkan elektroporasi yaitu arus listrik membentuk pori-pori pada membran sel sehingga terjadi kerusakan sel termasuk sel otot akibat adanya kontraksi otot yang berlebihan (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

Pada mekanisme luka bakar secara tidak langsung, arus listrik menyebabkan cedera termal akibat konversi energi listrik menjadi energi panas saat arus listrik melewati jaringan tubuh. Hal ini sejalan dengan Hukum Joule yang menyatakan bahwa energi panas yang dihasilkan merupakan akibat dari adanya aliran arus listrik. Cedera termal dapat diperburuk oleh trauma seperti peristiwa terjatuh yang terjadi secara bersamaan ketika korban terpapar arus listrik secara tidak langsung (Waldmann et al., 2017).

Mekanisme secara langsung ataupun tidak langsung, keduanya sama-sama bisa mengakibatkan terjadinya nekrosis sel dan kerusakan organ secara masif (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).



**Gambar 2. Patomekanisme Efek Arus Listrik pada Sel dan Tubuh Manusia (Waldmann et al., 2017).**

Tingkat keparahan luka bakar listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan kekuatan arus listrik, durasi kontak dan luas area tubuh yang terkena, tingginya tegangan, dan besarnya hambatan (Octaviani & Wulan., 2016).

(1) Arus dan tegangan : Arus listrik terdiri dari dua jenis yaitu *Alternating Current* (AC) dan *Direct Current* (DC). AC merupakan jenis arus listrik yang mengalir secara bolak-balik melalui konduktor. Jenis arus listrik ini paling umum digunakan di rumah dan kantor karena lebih efisien namun juga lebih berbahaya. AC bisa menimbulkan kontraksi otot tetani yaitu kontraksi otot yang terjadi secara berulang dan tidak terkontrol, sehingga dapat memperpanjang durasi kontak antara korban dengan sumber listrik karena korban tidak dapat bergerak atau melepaskan kontak. Sumber listrik bertegangan rendah adalah contoh dari arus bolak-balik (AC) sedangkan sumber listrik bertegangan tinggi bisa dalam bentuk arus AC maupun DC (Koyfman & Long., 2019).

Arus DC adalah jenis arus listrik yang hanya mengalir dalam satu arah dan lebih umum dijumpai pada baterai, dinamo, dan defibrilator. Contoh sumber listrik dengan arus searah (DC) adalah sambaran petir yang arusnya berlangsung dalam satu arah dan umumnya hanya berlangsung selama 1-2 milidetik namun tegangannya melebihi satu juta volt dan menghasilkan arus listrik lebih dari 200.000 ampere serta menghasilkan suhu mencapai 50.000°F.

Cedera listrik bertegangan tinggi dengan arus DC dapat mengakibatkan pasien terlempar dari sumber listrik sehingga durasi kontak dengan sumber listrik menjadi lebih singkat tetapi memiliki risiko trauma tumpul yang lebih besar (Koyfman & Long., 2019; Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

(2) Kontak : Kontak langsung dengan sumber listrik akan menimbulkan luka bakar pada area yang menyentuh langsung sumber listrik sedangkan kontak tidak langsung

yang pada akhirnya menyebabkan luka bakar listrik adalah ketika terjadi percikan arus listrik antara dua benda sehingga menimbulkan busur listrik akibat tegangan yang tinggi. Cedera listrik yang terjadi baik secara kontak langsung maupun tidak langsung, selanjutnya menyebabkan listrik mengalir melalui tubuh dari titik masuk (*entry point*) ke titik keluar (*exit point*) yang menimbulkan cedera sepanjang jalur yang dilalui aliran listrik (Koyfman & Long., 2019). Semakin lama durasi kontak antara korban dengan sumber listrik maka arus listrik yang melalui tubuh korban akan semakin besar (Octaviani & Wulan., 2016).

(3) Hambatan : Sesuai dengan Hukum Ohm bahwa arus listrik berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan. Artinya, listrik dengan tegangan yang sama jika mengalir pada konduktor yang berbeda maka kekuatan arus listrik yang dihasilkan akan berbeda tergantung dari besar hambatan atau resistensi yang dimiliki oleh konduktor. Konduktor yang dimaksudkan adalah tubuh manusia. Berbagai jaringan dalam tubuh memiliki tingkat resistensi yang bervariasi sehingga menghasilkan kuat arus listrik yang bervariasi pula. Jaringan tubuh dengan resistensi paling rendah meliputi jaringan saraf, otot, selaput lendir, dan darah. Sedangkan jaringan tubuh dengan resistensi yang paling tinggi meliputi jaringan lemak, tulang, dan tendon. Jaringan kulit memiliki resistensi dengan tingkat intermediet (Octaviani & Wulan., 2016).

## **Presentasi Klinis Luka Bakar Listrik dari Cedera Berbagai Sistem**

### **1. Jantung**

Arus listrik bertegangan tinggi ataupun rendah dapat merusak jantung melalui dua cara. Pertama, arus listrik menyebabkan terjadinya nekrosis miokardium secara langsung dari efek konversi elektrotermal atau efek elektroporasi. Kedua, arus listrik menyebabkan gangguan irama jantung akibat spasme otot jantung dan akibat arteri koroner tidak mampu secara adekuat menyuplai oksigen ke jantung

karena terdapat *clotting* bahkan trombus sehingga jantung mengalami hipoperfusi (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

- Aritmia

Kelainan irama jantung (aritmia) terjadi karena hipoksia jaringan akibat kondisi gagal napas, adanya perubahan permeabilitas pada membran miosit, dan terjadinya pembentukan scar yang menyebabkan aktivasi listrik yang abnormal pada jantung (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

- Henti jantung

Henti jantung umumnya terjadi akibat paparan listrik bertegangan tinggi. Akan tetapi, listrik bertegangan rendah dengan arus bolak-balik juga dapat menyebabkan henti jantung oleh adanya fibrilasi ventrikel. Fibrilasi ventrikel dapat terjadi akibat paparan listrik dengan tegangan sekitar 50 mA hingga 120 mA (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017).

## 2. Sistem Pernapasan

Henti napas terjadi akibat kontraksi otot tetani khususnya pada cedera listrik tegangan tinggi dengan jenis arus AC, atau disfungsi sistem saraf pusat akibat arus listrik yang mengganggu transmisi impuls saraf sehingga dapat melumpuhkan otot-otot pernapasan seperti diafragma (Waldmann et al., 2017; Krisna., 2021).

## 3. Kulit

Luka bakar yang luas dapat menyebabkan kehilangan cairan tubuh yang signifikan dan infeksi akibat hilangnya barrier kulit (Waldmann et al., 2017). Luka bakar pada kulit dapat

terlihat jelas pada *entry point* dan *exit point*, luka bakar akibat kilatan atau percikan listrik juga terlihat jelas berupa luka yang menyebar. Cedera pada kulit umumnya bersifat progresif sehingga dapat menjadi jauh lebih buruk daripada yang nampak pada awalnya (Koyfman & Long., 2019).

## 4. Sistem Neurologis

Kerusakan jaringan saraf antara lain Gangguan kesadaran, Kelumpuhan dan parastesia yang umumnya terjadi sementara, Cedera tulang belakang (Waldmann et al., 2017; Krisna., 2021).

Masalah neurofisiologis yaitu Nyeri neuropatik, rasa nyeri seperti tertusuk atau terbakar (Waldmann et al., 2017).

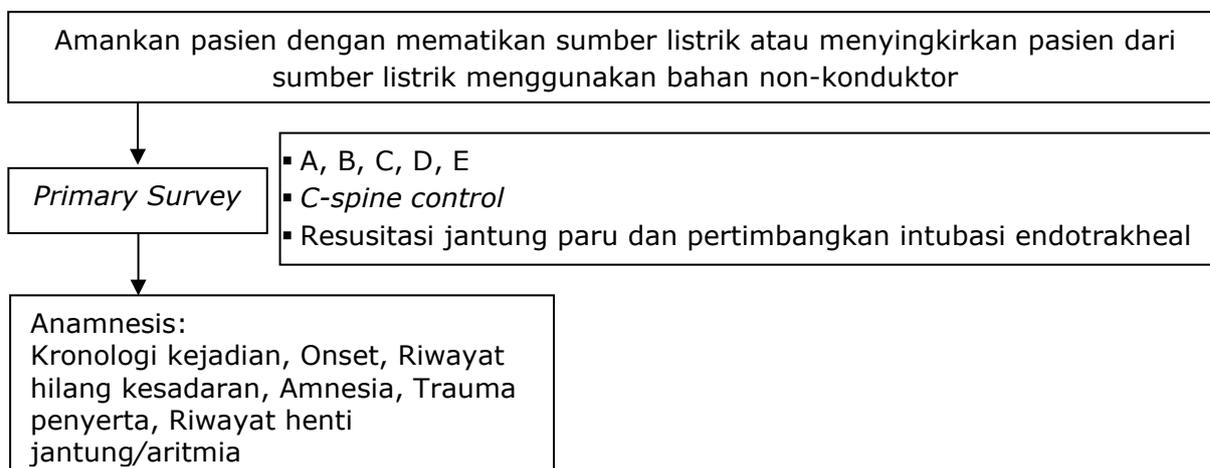
## 5. Sistem Vaskular

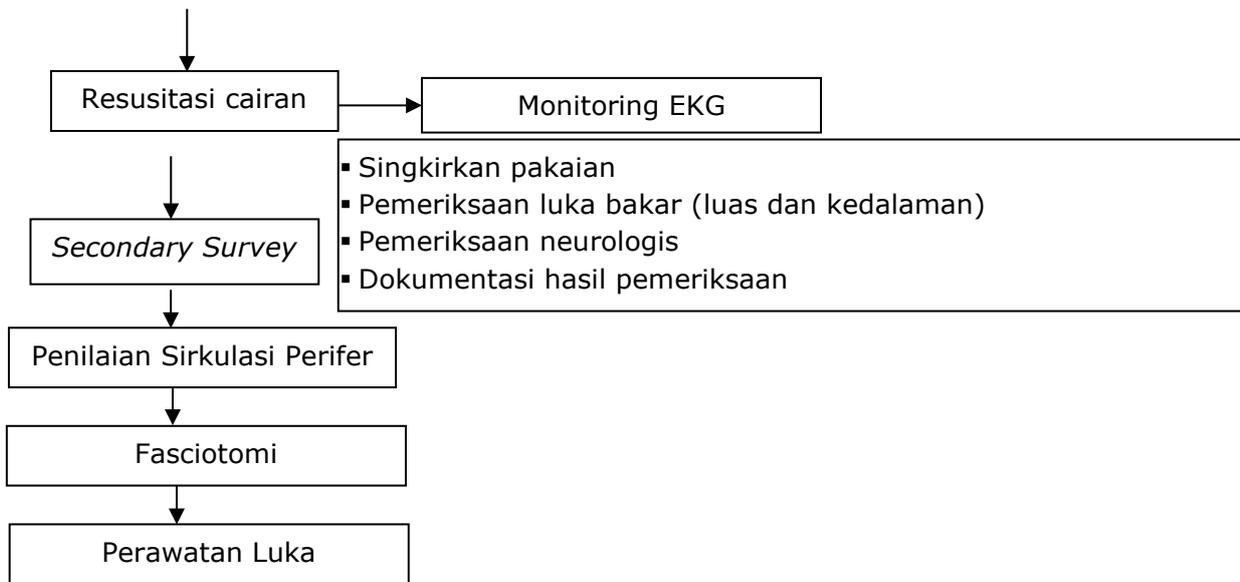
*Clotting* terjadi akibat cedera pada dinding pembuluh darah yang menyebabkan terbentuknya trombus sehingga membahayakan aliran darah ke berbagai organ (Waldmann et al., 2017).

## 6. Sistem Muskuloskeletal dan Ginjal

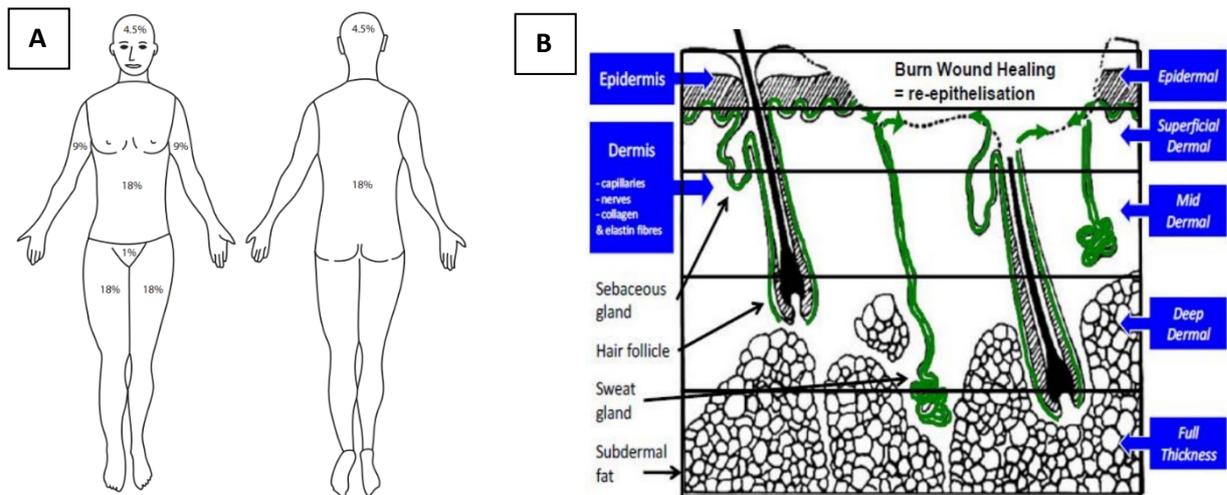
Nekrosis otot secara langsung (rhabdomyolysis), kerusakan atau nekrosis otot akibat cedera listrik dapat menyebabkan otot melepaskan mioglobin ke sirkulasi, yang selanjutnya mioglobin tersebut ikut disaring oleh ginjal bersama dengan urin sehingga mengakibatkan munculnya manifestasi klinis berupa warna urin yang berubah menjadi merah akibat mioglobinuria yaitu adanya terdapat mioglobin di dalam urine). Apabila kondisi ini terus terjadi maka dapat mengakibatkan gagal ginjal (Waldmann et al., 2017; Krisna., 2021).

### Tatalaksana Luka Bakar Listrik





**Gambar 3. Tata Laksana Cedera Luka Bakar Listrik oleh *Australian & New Zealand Burn Association*. Dimodifikasi dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2019)**



**Gambar 4. Penentuan Luas Luka Bakar dengan *Rule of Nine for Adults* (Victorian Adult Burns Service., 2017) (A), Klasifikasi Kedalaman Luka Bakar oleh *Australian & New Zealand Burn Association* dalam (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019) (B)**

Prinsip pertolongan pertama pada kasus cedera luka bakar listrik adalah menghentikan proses pembakaran. Pertama, pertimbangkan keselamatan penolong terlebih dahulu dengan mengamankan tempat kejadian kemudian mengamankan pasien (*Australian & New Zealand Burn Association.*, 2016; Jeschke et al.,

2020). Penting untuk menghentikan arus dengan cara mematikan sumber listrik terlebih dahulu sebelum menyentuh pasien atau dengan cara menjauhkan jarak antara korban sengatan listrik dan sumber listrik menggunakan bahan non-konduktor, seperti kayu (Kementerian Kesehatan

Republik Indonesia., 2019; Jeschke et al., 2020; Krisna., 2021).

Tindakan *primary survey* dan *secondary survey* dilakukan sesuai prinsip penanganan pada trauma serta pemberian resusitasi dilakukan secara simultan. Pada *primary survey*, tindakan *airways* untuk memeriksa patensi jalan napas perlu memperhatikan prinsip *c-spine control*, karena pada kasus trauma harus tetap dicurigai terjadinya cedera servikal sampai terbukti tidak terjadi. Prinsip tindakan *breathing* yaitu dengan pemberian oksigenasi secara adekuat (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019). Pada pasien cedera luka bakar, direkomendasikan untuk melakukan Resusitasi Jantung Paru (RJP) segera dan perlu mempertimbangkan tindakan intubasi endotrakheal apabila pasien tetap sesak (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019; Krisna., 2021). Pada *circulation*, prinsip utamanya adalah mengontrol perdarahan yang terjadi, pemasangan *double IV line*, dan mengevaluasi serta mengatasi syok. Aspek *disability* utamanya untuk melakukan pemeriksaan derajat kesadaran dan respon pupil pasien. Derajat kesadaran diperiksa menggunakan kategori AVPU yang meliputi *Alert*, *Verbal*, *Pain*, dan *Unresponsive*. Pada aspek *exposure*, penting untuk tetap menjaga pasien dalam kondisi hangat agar terhindar dari kondisi hipotermi (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

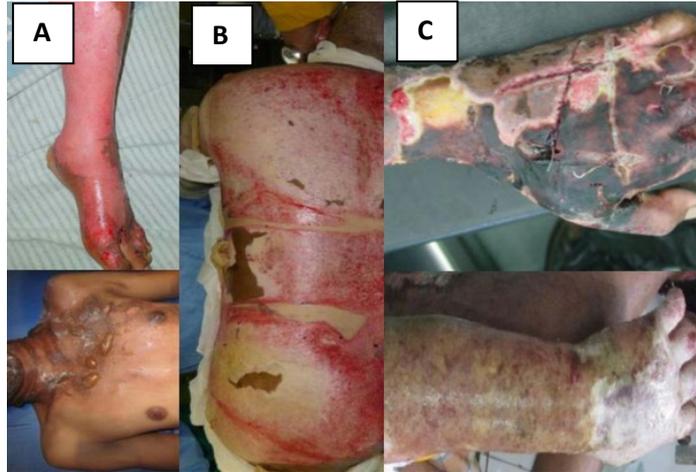
Saat anamnesis, informasi terkait sumber listrik yang menyebabkan luka bakar pada pasien dapat membantu dalam menentukan kategori voltase dan jenis arus listrik untuk memperkirakan tingkat keparahan luka bakar yang dialami oleh pasien (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017). Riwayat henti jantung ataupun aritmia juga penting untuk ditanyakan mengingat efek dari cedera listrik paling utama memengaruhi jantung secara langsung,

karena jantung merupakan salah satu konduktor listrik dengan resistensi rendah sehingga kekuatan arus listrik dapat lebih tinggi melalui jantung dan berpotensi mengakibatkan kerusakan yang parah (Octaviani & Wulan., 2016; Waldmann et al., 2017; Zemaitis et al., 2023). Oleh karena itu, pemeriksaan elektrokardiografi (EKG) harus dilakukan di setiap kasus luka bakar listrik (Krisna., 2021).

Pada *secondary survey*, perlu dilakukan *head to toe examination* termasuk pemeriksaan luka bakar untuk menentukan luas dan kedalaman luka, serta pemeriksaan neurovaskular ekstermitas untuk mendeteksi sindrom kompartemen (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019; Krisna., 2021).

Luas luka bakar dapat diukur menggunakan metode *rule of nine* untuk mengetahui presentase *Total Body Surface Area* (TBSA). Pengukuran *rule of nine* dapat dilihat sesuai ilustrasi di bawah ini (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

Metode *wallace rule of nine* mengklasifikasikan permukaan tubuh dengan estimasi 9% kecuali perineum yang diestimasikan sebesar 1% area. Metode ini akurat digunakan untuk pasien luka bakar dewasa tetapi penggunaannya tidak akurat untuk pasien luka bakar anak-anak. Oleh karena itu, metode *wallace rule of nine* sebaiknya tidak digunakan untuk mengukur luas luka bakar pada pasien anak. Untuk menentukan luas luka bakar pada pasien anak, metode yang digunakan adalah metode *lund and browder rule of nine*. Metode ini merupakan hasil modifikasi dari metode *wallace rule of nine*. Penggunaan metode *lund and browder rule of nine* bisa menentukan luas luka bakar pada anak secara lebih akurat dibandingkan metode *wallace rule of nine* (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).



**Gambar 5. Luka Bakar Berdasarkan Kedalamannya: Luka Bakar *Superficial Dermal* (A), Luka Bakar *Mid Dermal* (C), Luka Bakar *Full Thickness* (C) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019)**

Secara umum, luka bakar berdasarkan kedalamannya diklasifikasikan menjadi tiga meliputi luka bakar *superficial*, *mid*, dan *deep*. Namun saat ini, terdapat klasifikasi yang lebih rinci mengkategorikan luka bakar berdasarkan kedalamannya menjadi lima yang terdiri dari *epidermal*, *superficial dermal*, *mid dermal*, *deep dermal*, dan *fullthickness* sesuai dengan gambar di bawah ini (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

Karakteristik dari setiap tipe luka bakar berdasarkan kedalamannya:

#### 1. Epidermal

Luka bakar hanya terjadi pada lapisan epidermis kulit akibat terbakar sinar matahari (*sunburn*). Luka bakar epidermal tampak hiperemis dan terasa nyeri namun dapat sembuh spontan dalam tujuh hari dengan epitelialisasi. Luka bakar jenis ini tidak ikut disertakan dalam perhitungan presentase TBSA (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

#### 2. Mid dermal

Luka bakar mengenai lapisan dermal sehingga sel epitel yang bertahan untuk re-epitalisasi jumlahnya sedikit dan tidak selalu dapat terjadi penyembuhan luka secara spontan. Ciri khas dari luka bakar *mid dermal* adalah temuan *Capillary Refill Time* (CRT) yang

melambat yaitu  $>2$  detik (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

Luka berwarna pink tua, tampak edema dan bula, serta terasa nyeri yang persisten. Sensasi sentuhan mulai sedikit menghilang pada luka *mid dermal* (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

#### 3. Deep dermal

Luka bakar dengan tingkat keparahan yang berat sehingga tidak dapat sembuh spontan, luka ini membutuhkan waktu yang lama untuk sembuh dan dapat menyisakan jaringan kulit yang mati (*eskar*) secara signifikan. Kekhasan pada luka bakar *deep dermal* adalah adanya fenomena *capillary blush* yakni kondisi ketika *capillary refill* tidak ada. Luka bisa disertai bula ataupun tidak, jika terdapat bula maka dasar bula berwarna *blotchy red* atau bercak merah. Pada luka *deep dermal*, sudah tidak ada terasa nyeri (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

#### 4. Full thickness

Luka bakar yang mengenai sampai seluruh lapisan dermal dan dapat berpenetrasi ke struktur yang lebih dalam. Ciri khas dari luka bakar *full thickness* yaitu lukanya berwarna putih, mengkilat, atau hitam. Selain itu, pada luka ini sudah terdapat *eskar*. Luka ini menyebabkan keseluruhan saraf

sensoris mengalami kerusakan sehingga sudah tidak terasa nyeri sama sekali (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

Tindakan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah pemberian resusitasi cairan. Apabila pasien membutuhkan resusitasi cairan, maka lakukan pemasangan dua kanul besar seperti pada pasien luka bakar mayor. Umumnya pasien akan membutuhkan cairan yang lebih banyak dibandingkan luka bakar yang terlihat, karena terdapat kerusakan otot yang mengakibatkan tubuh kehilangan cairan yang tidak terlihat (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019). Mengingat efek sengatan listrik tidak hanya memengaruhi kulit, namun juga berbagai organ di dalam tubuh. Kerusakan otot yang luas bisa menimbulkan terjadinya hemokromogenuria, yaitu suatu kondisi ketika hemoglobin dari eritrosit atau mioglobin dari otot berada di dalam urine sehingga urine terdapat pigmentasi pada urine berupa urine berwarna merah (Waldmann et al., 2017; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019; Krisna., 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan pemasangan kateter urine yang bertujuan untuk memonitor urine *output* dan perubahan warna urin. Apabila tampak ada pigmentasi pada urine, maka tingkatkan resusitasi cairan sampai urine *output* mencapai 70-100 mL/jam untuk pasien dewasa. Pada kasus ketika urine *output* tidak tercapai, maka tambahkan manitol sejumlah 12,5 gram untuk setiap liter cairan yang diperlukan dalam menghasilkan diuresis osmotik. Pada pasien dewasa, apabila hemokromogenuria telah teratasi maka pemberian resusitasi cairan dapat dikurangi hingga urine *output* sejumlah 30-50 mL/jam (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

Cedera listrik juga dapat memengaruhi jantung yang menyebabkan gangguan irama jantung (aritmia). Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan dan monitoring EKG pada pasien luka bakar listrik. Monitoring EKG 24 jam dilakukan

apabila pasien mengalami luka bakar yang diakibatkan oleh listrik bertegangan tinggi, terdapat riwayat kehilangan kesadaran, dan hasil rekam EKG pasien saat datang menunjukkan hasil yang abnormal (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019; Krisna., 2021).

Selanjutnya melakukan penilaian terhadap sirkulasi perifer yaitu dengan menilai mulai dari warna kulit apakah pucat atau tidak, ada tidaknya edema, CRT apakah normal <2 detik atau melambat, perabaan denyut nadi perifer, dan sensoris kulit untuk mendeteksi tanda-tanda sindrom kompartemen. Apabila ditemukan adanya tanda-tanda sindrom kompartemen, maka perlu mempertimbangkan tindakan fasciotomi (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

Fasciotomi bertujuan untuk mengatasi kondisi sindrom kompartemen dan mengembalikan perfusi otot. Tindakan ini idealnya dilakukan dalam anestesi sistemik dengan kondisi steril di ruang operasi. Setelah tindakan pembedahan dilakukan, maka dilanjutkan dengan perawatan pada luka bakar. Salah satu tindakan perawatan luka bakar yaitu penggunaan balutan (*wound dressing*), dalam memilih pembalut luka yang digunakan perlu memperhatikan beberapa hal. Pembalut luka yang digunakan idealnya dapat menyerupai fungsi normal dari kulit seperti fungsi proteksi, respon psikologis yang baik, penekanan terhadap nyeri lokal, menghindari eksudat, dan menjaga kelembaban serta suhu yang sesuai untuk mendukung penyembuhan pada kulit (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2019).

## KESIMPULAN

Cedera luka bakar listrik dapat terjadi akibat aliran listrik mengenai tubuh secara langsung atau secara tidak langsung sehingga energi listrik dikonversi terlebih dahulu menjadi panas, kedua mekanisme ini sama-sama dapat menyebabkan nekrosis sel dan kerusakan organ tubuh. Luka bakar

listrik dikategorikan berdasarkan penyebabnya menjadi luka bakar listrik bertegangan rendah, tinggi, dan petir dengan jenis arus listrik searah atau bolak-balik. Sengatan listrik khususnya akibat listrik bertegangan tinggi yang dikaitkan dengan populasi laki-laki dewasa dan kematian traumatis di tempat kerja, tidak hanya menyebabkan cedera pada kulit melainkan cedera pada berbagai sistem termasuk kardiovaskular dan pernafasan.

Evaluasi terhadap kasus cedera luka bakar listrik pada dewasa perlu dilakukan secara komprehensif sejak tindakan pertolongan pertama hingga monitor fungsi berbagai sistem di dalam tubuh dan identifikasi tanda-tanda yang dapat mengindikasikan pembedahan. Tindakan resusitasi jantung paru perlu dilakukan segera setelah evaluasi *airways*, resusitasi cairan perlu dilakukan secara simultan dengan pemantauan perubahan warna urine dan urine *output* pasien, dan monitoring EKG 24 jam perlu dilakukan pada pasien luka bakar listrik bertegangan tinggi, mengalami kehilangan kesadaran, atau adanya hasil rekam EKG abnormal pada pasien saat datang. Selain itu, identifikasi adanya tanda-tanda sindrom kompartemen pada pasien perlu dilakukan untuk sebagai indikasi tindakan fasciotomi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Australian & New Zealand Burn Association (2016). Available from: <https://anzba.org.au/care/first-aid/> (Accessed: 2023, Oct 13).
- Brandao, C. et al (2017). Electrical burns: a retrospective analysis over a 10-year period. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 30(4). 268-271.
- Jeschke, M. G. et al., (2020). Burn Injury. 6(1). 1-25. doi: <https://doi.org/10.1038%2Fs41572-020-0145-5>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/555/2019 Tahun 2019 Tentang Tata Laksana Luka Bakar*. Jakarta.
- Koyfman, A., & Long, B., (2019). *The Book Emergency Medicine Trauma Handbook: Burns and Electrical Injuries*. Chapter 21. 307-321. doi:10.1017/9781108647397.022
- Krisna, M. A., (2021). Eelctrical Burn. Available from: [https://dermnetnz.org.translate.goog/topics/electrical-burn?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://dermnetnz.org.translate.goog/topics/electrical-burn?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc) (Accessed: 2023, Oct 13).
- Muslim, S., Saputra, D., & Asri, A., (2020). Gambaran Karakteristik Pasien Luka Bakar Listrik di Rawat Inap RSUP Dr. M.Djamil Padang. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*. 1(3). 412-418.
- Octaviani, D., & Wulan, A. J., (2016). Efek Paparan Arus Listrik terhadap Peningkatan Biomarker dan Kelainan Irama Jantung. *Jurnal MAJORITY*. 5(4). 60-64.
- Shih, J. G., Shahrokhi, S., & Jeschke, M. G., (2017). Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide: An analysis of low-voltage versus high-voltage electrical injury. *J Burn Care Res*. 38(1). e293-e298. doi: <https://doi.org/10.1097%2FBCR.000000000000373>
- Victorian Adult Burns Service (2017). Wallace Rule of Nine - Adults. Available from: <https://www.vicburns.org.au/burn-assessment-overview/burn-tbsa/rule-of-nine/> (Accessed: 2023, Oct 13).
- Waldmann, V., et al (2017). Electrical Injury. *thebmj*, 357(j1418), 1-7. doi: 10.1136/bmj.j1418
- Zemaitis, M. R., et al (2023). Electrical Injuries. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448087/> (Accessed: 2023, Oct 13).