



Amputasi Ekstremitas Atas Akibat Luka Bakar Listrik: Laporan Kasus

Rahadi Arie Hartoko^{1*}, Andi Amirah Shaleha Junaedi²

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

^{1,2}Departemen Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi, Universitas Hasanuddin

Email: rahadi.arie@uin-alauddin.ac.id

Submitted: 30-06-2023

Revised: 26-07-2023

Accepted: 26-07-2023

How to cite: Hartoko, R. A., & Andi Amirah Shaleha Junaedi. (2023). Upper Extremity Limitation Caused by Electrical Burn Injury : A Case Report. *Alami Journal (Alauddin Islamic Medical) Journal*, 7(2), 75-85.
<https://doi.org/10.24252/alami.v7i2.39075>

DOI: [10.24252/alami.v7i2.39075](https://doi.org/10.24252/alami.v7i2.39075)

Copyright 2023 ©theAuthor(s)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Abstract

Amputation is a surgery that involves removing part or all of a limb or some abnormal growths from the body. The prevalence of amputations was approximately 1.6 million in 2005 in the United States and will double to 3.6 million in 2050. The main cause of upper extremity amputation is trauma, which is around 80%, especially in young adults with an incidence of amputation due to electrical burn injuries of around 2% (mainly transradial and transhumeral). The effects of an electric current depend on the type of current, voltage, tissue resistance, current strength, the path the current takes through the body, duration of contact, and individual susceptibility. Individuals undergoing upper extremity amputations need comprehensive rehabilitation by physiatrists, physiotherapists, occupational therapists, prosthetists, and psychologists. An appropriate rehabilitation program and a comfortable prosthesis (including maintenance of limb length) aim at prosthesis reconstruction. In addition to rehabilitation programs, appropriate amputation techniques can also facilitate individuals in the functional recovery process.

Keyword: Transradial Amputation, Electrical Burn Injury, Rehabilitation Program, Prosthetic

Abstrak

Amputasi adalah pembedahan yang melibatkan pemotongan sebagian atau seluruh anggota badan atau beberapa hasil pertumbuhan abnormal dari tubuh. Prevalensi amputasi sekitar 1,6 juta pada tahun 2005 di Amerika Serikat dan akan meningkat dua kali lipat sebesar 3,6 juta pada tahun 2050. Penyebab utama amputasi ekstremitas atas adalah trauma yaitu sekitar 80% terutama pada orang dewasa muda dengan insiden amputasi akibat trauma luka bakar listrik sekitar 2% (terutama transradial dan transhumeral). Efek arus listrik bergantung pada jenis arus, voltase, daya tahan jaringan, kekuatan arus, jalur yang dilalui arus melalui tubuh, durasi kontak, dan kerentanan individu. Individu yang menjalani amputasi ekstremitas atas membutuhkan rehabilitasi secara komprehensif oleh dokter, fisioterapis, terapis okupasi, ahli prostesis, dan psikolog. Program rehabilitasi yang tepat dan prostesis yang nyaman (termasuk pemeliharaan panjang ekstremitas) bertujuan pada rekonstruksi prostesis. Selain program rehabilitasi, teknik amputasi yang tepat juga dapat memfasilitasi individu pada proses pemulihan secara fungsional.

Kata kunci: Amputasi Transradial, Trauma Bakar Listrik, Program Rehabilitasi, Prostesis

Pendahuluan

Amputasi adalah pembedahan yang melibatkan pemotongan sebagian atau seluruh anggota badan atau beberapa hasil pertumbuhan abnormal dari tubuh. Amputasi dilakukan untuk mengangkat anggota tubuh yang sudah tidak berfungsi lagi karena cedera atau penyakit. Amputasi yang terjadi di dalam substansi radius dan ulna disebut sebagai amputasi transradial. *Residual limb* berdampak pada kemampuan pronasi dan supinasi lengan bawah dengan perangkat prosthesis.¹

Prostesis adalah perangkat buatan yang memungkinkan orang dengan amputasi untuk mendapatkan kembali fungsinya. Fungsi tangan sangat vital, sehingga penggunaan prostesis ekstremitas atas membantu mengurangi efek gangguan akibat kehilangan anggota tubuh. Evaluasi dan pemantauan individu pada penggunaan prostesis ekstremitas atas, pelatihan dan adaptasi, dan perawatan diperlukan untuk menggunakan perangkat tersebut.²

Etiologi kehilangan ekstremitas atas dengan penyebab utama adalah trauma. Penyebab ini berhubungan dengan pekerjaan seperti cedera akibat benturan atau luka bakar akibat listrik. Sekitar 18.500 amputasi ekstremitas atas baru per tahun dan hanya kurang dari 2.000 di antaranya yang setinggi pergelangan tangan atau lebih tinggi. Rasio amputasi ekstremitas atas terhadap amputasi ekstremitas bawah adalah 1:4.^{3,4}

Pada pasien dengan amputasi transversal lengan bawah, panjang *residual limb* mempengaruhi jumlah fleksi siku fungsional, pronasi, dan supinasi lengan bawah yang akan dipertahankan terkait intervensi prostetis. Artikulasi antara radius dan ulna sepanjang lengan bawah diperlukan untuk gerakan anatomi secara alami pada supinasi dan pronasi, sehingga tingkat amputasi semakin proksimal dari prosesus styloid radius menuju siku, maka kemampuan untuk melakukan pronasi dan supinasi selama kegiatan fungsional semakin hilang. Ketika *residual limb* sangat pendek, semua gerakan pada bidang transversal pada dasarnya akan hilang, dan sulit untuk mendapatkan rotasi lengan bawah secara fungsional aktif untuk penggunaan prosthesis.⁵

Hilangnya seluruh atau sebagian lengan mewakili kerugian psikologis dan fisik yang signifikan bagi pasien. Pada penyesuaian dan kompensasi kehilangan ini juga menimbulkan tantangan rehabilitasi fisik yang harus diatasi dengan keterlibatan terkoordinasi dari berbagai disiplin medis dan paramedis. Oleh karena itu, keterlibatan awal tim rehabilitasi dapat memberikan informasi bermanfaat terkait pilihan prostesis, rangkaian rehabilitasi, dan hal yang terjadi setelah amputasi seperti *phantom sensations*.⁶

Fokus dari periode pasca operasi amputasi adalah melakukan evaluasi komprehensif terhadap: Kontrol rasa nyeri (*phantom limb sensation* dan *pain* atau jenis nyeri lainnya) dan edema (ukuran *circumference limb*); Penyembuhan luka dan kondisi kulit; Mempertahankan sebanyak mungkin *range of motion* (ROM) pasif dari anggota gerak yang tersisa untuk pencegahan kontraktur dan *tightness*; Memulai remobilisasi; Kontrol postur dan skeletal alignment akibat kehilangan ekstremitas; Konseling dan edukasi yang mendukung; Dokumentasi terkait panjang *residual limb*. Hal tersebut dilakukan secara individual untuk memenuhi kebutuhan setiap pasien. Durasi fase ini sangat bervariasi, tetapi durasi ideal adalah 3-4 minggu dan sebagian besar dihabiskan sebagai pasien rawat jalan.¹

Tujuan dari rehabilitasi adalah agar pasien mendapatkan keterampilan dan peralatan yang dibutuhkan untuk mencapai penerimaan penggunaan prosthesis dan reintegrasi holistik kembali ke kehidupan mereka sendiri. Oleh karena itu, pencapaian ini dapat dilakukan melalui pengenalan prosthesis sedini mungkin setelah amputasi.⁷

Pasien dengan amputasi ekstremitas atas harus mencakup evaluasi komprehensif mulai dari tingkat amputasi, kondisi *residual limb*, kondisi muskuloskeletal ekstremitas atas, kemampuan kognitif, dan adanya kondisi degeneratif atau komorbiditas. Persepsian prosthesis pada pasien, tujuan penggunaan prosthesis adalah hal yang penting. Selain itu, kepuasan dengan fungsi dan kenyamanan perangkat adalah prediktor penting keberhasilan rehabilitasi prosthesis di antara pasien amputasi ekstremitas atas.⁸

Tantangan pertama dalam memutuskan penggunaan prosthesis untuk masing-masing pasien dan bukan keputusan yang sederhana. Upaya rehabilitasi yang dilakukan merupakan pilihan yang tepat ketika pemulihan fungsional tidak dapat dilakukan, akses layanan terbatas, atau pemulihan kosmetik tidak bernilai. Namun, sebagian besar kasus, penggunaan prosthesis dapat memberikan tambahan yang berharga bagi kehidupan pasien dan setidaknya harus dicoba terlebih dahulu. Ada bukti bahwa penggunaan prosthesis segera setelah amputasi meningkatkan peluang keberhasilan jangka panjang, sedangkan pendekatan "*wait and try later*" memberikan rehabilitasi dengan angka kesuksesan lebih kecil.⁸

Pelatihan prosthesis merupakan komponen penting dalam proses rehabilitasi dan mempengaruhi keberhasilan penggunaan dan penerimaan prosthesis. Fase ini dimulai setelah pengiriman prosthesis awal dan berlanjut hingga pasien menunjukkan hasil fungsional yang diinginkan dengan penggunaan prosthesis yang tepat selama aktivitas fungsional yang diinginkan. Fase ini melibatkan intervensi rehabilitasi fisik lanjutan yang sesuai, pelatihan prosthesis fungsional, kembali ke aktivitas vokasional dan pekerjaan, dan dukungan psikologis yang berkelanjutan.⁹

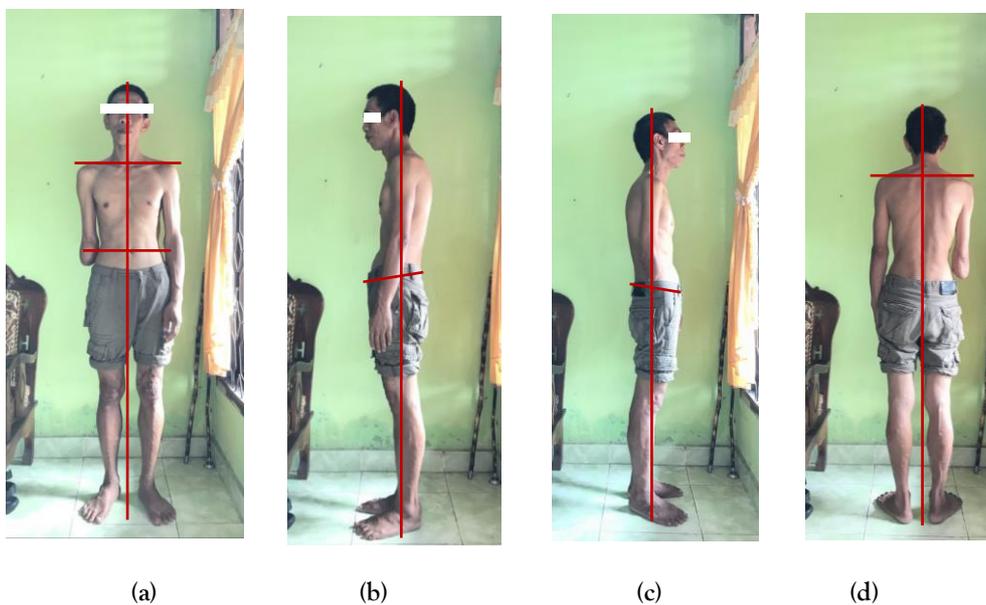
Laporan Kasus

Anamnesis

Seorang laki-laki, usia 47 tahun datang ke departemen rehabilitasi medik di salah satu RS Swasta Makassar pada tanggal 18 November 2022 untuk penggunaan tangan kanan palsu (dalam hal ini sudah mendapatkan persetujuan etik RS). Pasien dengan riwayat amputasi transradial akibat jaringan nekrotik pasca trauma bakar listrik. Saat ini, pasien kadang merasakan *phantom sensation* dan keterbatasan luas gerak sendi pada bidang sagital siku kanan. Tidak ada nyeri atau *phantom pain* serta luka amputasi sudah kering. Tidak ada keterbatasan pada aktivitas keseharian seperti makan, mandi, berpakaian, berdandan, dan toilet. Keterbatasan pada penggunaan *bimanual hand* seperti mengendarai motor, menggunakan kaos kaki, memotong kuku, menarik dan melempar dengan *affected hand*, dan mengangkat dan meletakkan dengan *affected hand*. Pasien bekerja sebagai tukang atap bangunan, sehingga pasca trauma pasien tidak dapat kembali bekerja dan melakukan hobi seperti memancing. Selain itu, aktivitas sosial pasien juga mengalami keterbatasan. Pasien merupakan kepala keluarga dan tinggal bersama satu orang istri dan satu orang anak. Pasien menggunakan dominan tangan kanan. Pasien tidak merasa sedih

atau depresi akibat kondisi saat ini karena mendapat dukungan dari keluarga dan teman. Harapan pasien untuk dapat kembali bekerja dengan penggunaan tangan kanan palsu.

Pasien memiliki keadaan umum *compos mentis*, berat badan 53 kg dan berat badan 170 cm dengan indeks massa tubuh $18,3 \text{ kg/m}^2$ (kategori normal). Tanda-tanda vital berupa tekanan darah 120/80 mmHg, denyut jantung 88 kali/menit, pernafasan 20 kali permenit, dan suhu 36,7 derajat celsius. Pada pemeriksaan *general status* dari kepala hingga kaki dalam batas normal. Pada postur (gambar 1) dari aspek (a) anterior : kepala sedikit lateral fleksi ke kiri, bahu asimetris (kiri lebih tinggi dari kanan), *body arm distance* asimetris, tidak ada *pelvic obliquity*, tidak ada kelainan bentuk genu, sedikit *out toeing* pada *ankle* ; (b) (c) lateral : kepala sedikit ke depan, *cervical* sedikit hiperlordotik, torakal sedikit hiperkifotik, lumbal normolordotik, tidak *pelvic tilt*, tidak ada kelainan genu, dan tidak ada kelainan pada *arch pedis* dan *ankle*; (d) posterior : kepala berada pada *midline*, bahu asimetris (kiri lebih tinggi dari kanan), *body arm distance* asimetris, tidak ada *pelvic obliquity*, tidak ada kelainan genu, sedikit *out toeing* pada *ankle*.



Gambar 1. Postur pasien pada aspek (a) anterior; (b) (c) lateral; (d) posterior.

Pada pemeriksaan fungsi sendi, terdapat limitasi luas gerak sendi pada bidang sagital siku tangan kanan berupa fleksi dan ekstensi 0-40 derajat (*firm end feel*) akibat jaringan fibrotik pasca penyembuhan luka *stump* pada kulit di daerah *cubital* dan gerakan supinasi dan pronasi yang tidak dapat dievaluasi akibat level amputasi transradial berupa *very short*. Kekuatan otot ekstremitas atas pada *residual limb* dan *sound side* berupa 5. Tidak ada gangguan sensori kecuali *phantom sensation* yang kadang dirasakan oleh pasien.

Pada pemeriksaan status lokalis regio *trunk* untuk *look*: tidak tampak tanda radang dan deformitas; *feel*: tidak ada *muscle spasm* dan nyeri tekan; *move*: tidak ada nyeri saat gerakan pada bidang sagital, transversal, dan frontal. Regio *shoulder* dextra untuk *look*: terdapat atrofi pada otot deltoid, pectoralis major, *supraspinatus* infraspinatus dan rhomboid; *feel*: tidak ada nyeri tekan dan spasm; *move*: tidak ada nyeri pada bidang sagital, transversal, dan frontal. Regio *elbow* dan *forearm* dextra untuk *look*: terdapat skar dengan panjang 15 cm, *stump* yang berbentuk conical,

tidak ada *flabby* dan luka operasi sudah kering; *feel*: tidak terdapat tanda radang; *move*: tidak ada nyeri pada gerakan sagital. Regio *thigh* dan genu sinistra untuk *look*: terdapat keloid; *feel*: tidak terdapat tanda radang; *move*: tidak ada nyeri pada gerakan sagital.

Pada hasil pengukuran berupa panjang *stump* yaitu *actual length* (epikondilus medial ke *fleshy end*) yaitu 11,5 cm, *functional length* (epikondilus medial ke *bony end*) yaitu 9,5 cm, Persentase panjang *stump* berupa *functional length* (epikondilus medial ke *bony end*) / *sound side* (styloid ulnaris ke epikondilus medial) = $9,5 \text{ cm} / 28 \text{ cm} \times 100\% = 33,9\%$ (*very short*). Terdapat perbedaan ukuran kedua lingkaran lengan atas sebesar 3,5 cm.

Pada *functional status* berdasarkan *upper extremity functional scale* (UEFS) dengan hasil sebesar 53,75% (*medicare rating* 46,25%) dan SF-36 yaitu *physical functioning* (100%), *role limitations due to physical health* (50%), *role limitations due to emotional problems* (0%), *Energy/fatigue* (65%), *emotional well-being* (100%), *social functioning* (75%), *pain* (100%), *general health* (80%), dan *health change* (50%).

Pemeriksaan penunjang

Pada X-ray *antebrachii dextra* posisi AP/Lateral (sebelum amputasi) dengan interpretasi tidak tampak kelainan pada foto. Pada X-ray *genu sinistra* posisi AP/Lateral (sebelum amputasi) dengan interpretasi prefemoral fat pada sinistra. Pada X-ray *thorax* posisi PA (sebelum operasi) dengan interpretasi kardiomegali.

Diagnosis, tujuan, dan program rehabilitasi

Berdasarkan anamnesis, pemeriksaan fisis, dan pemeriksaan penunjang maka diagnosis medik adalah *upper extremity limitation et causa right transradial amputation due to necrotic tissue due to burn electrical injury*. Pada diagnosis rehabilitasi berdasarkan bagan *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) (bagan 1).

Berdasarkan masalah yang didapatkan pada pasien maka terdapat tujuan program rehabilitasi berupa ***short term*** yaitu (1) penanganan *residual limb* (*stump care*), (2) mempertahankan luas gerak sendi pada *residual limb* (mencegah kontraktur pada siku secara progresif), (3) mencegah komplikasi lebih lanjut (atrofi, kekakuan/kontraktur sendi, luka tekan akibat penggunaan prostetik) pada ekstremitas kanan atas, (4) pemeliharaan prosthesis di bawah siku terpelihara, (5) adaptasi aktivitas fungsi tangan menggunakan prosthesis transradial, (6) adaptasi aktivitas fungsi tangan dari tangan dominan ke tangan non-dominan, (7) terjaga simetri tubuh dan *trunk alignment* yang tepat (terkait dengan aktivitas keseimbangan dan jangkauan fungsional ekstremitas atas); ***intermediate term*** yaitu (1) meningkatkan performa otot (kekuatan, *power*, dan *endurance*) pada otot *residual limb* untuk fungsi tangan yang efektif (otot bahu, otot fleksi siku, dan otot ekstensi siku) dalam penggunaan prosthesis, (2) adaptasi aktivitas fungsi tangan menggunakan prosthesis transradial, (3) adaptasi aktivitas fungsi tangan dari tangan dominan ke tangan non-dominan; (4) *phantom limb sensation* berkurang; ***long term*** yaitu (1) meningkatkan fungsi ekstremitas atas (*bimanual hand function*); (2) meningkatkan kemampuan kerja, partisipasi sosial dan hobi, (3) meningkatkan kualitas hidup berupa *return to work*.

Adapun program rehabilitasi pada pasien ini adalah edukasi berupa (1) kondisi pasien, kepatuhan mengikuti program rehabilitasi, dan target fungsional, (2) meningkatkan kemampuan *non-dominant hand* dalam melakukan aktivitas, (3) melanjutkan program latihan rumah (4) *stump*

care, (5) modifikasi alat, (6) memperbesar *handgrip*. Selain itu, program latihan yang diberikan berupa (1) latihan *active range of motion* pada kedua bahu dan siku frekuensi setiap hari dengan 3 set dan 10 repetisi/set, (2) latihan resistensi (*resistance progressive exercise*) frekuensi 3 kali/minggu, 2 set/hari, intensitas moderate 60-70% 1RM, 8-12 repetisi tipe isotonik, (3) *trunk and core strengthening* frekuensi 3 kali/minggu, 2 set/hari, 10 repetisi/set, (4) *gentle tapping* pada stump 4-6 kali/hari, (5) latihan aerobik frekuensi 3 kali/minggu, intensitas moderate 40-60% HRR, durasi 30-60 menit tipe jalan. Pada modalitas yang digunakan *neuromuscular electrical stimulation* (NMES) pada otot bicep dan triceps dan *ultrasound diathermy* (USD) otot biceps dan struktur fossa cubiti. Pada persepan prosthesis soket dan suspensi yang digunakan adalah tipe muenster soket dengan *self suspension, control system* berupa *externally body powered (myoelectrical)*, dan *terminal device* berupa *artificial hand*. Pada pre-prosthesis telah dilakukan myotrainer untuk peletakan sensor *myoelectrical*, mengontrol otot dalam mengendalikan prosthesis dengan baik, adaptasi sebelum penggunaan prosthesis, pengendalian gerakan *terminal device* (membuka dan menutup), dan pengenalan pola pengoperasian prosthesis. Keseluruhan waktu yang dibutuhkan pada proses rehabilitasi dari pertama konsultasi hingga pasien dapat mengoperasikan prosthesis ini sekitar lima bulan.

Diskusi

Kasus ini memaparkan seorang pria, berusia 47 tahun mengalami luka bakar listrik saat bekerja proyek perbaikan atap bangunan dan dilakukan amputasi transradial dextra akibat jaringan nekrotik pasca luka bakar listrik. Berdasarkan VA/DoD *Clinical Practice guideline for the management of upper limb amputation rehabilitation*, prinsip penanganan pasien amputasi diberikan sejak dini melalui 4 fase yaitu pre-operatif, post operatif, pre-prosthesis dan prosthesis-life long care. Namun pada pasien ini mengikuti program rehabilitasi di fase pre-prosthesis dan prosthesis. Pada fase pre-prosthesis memiliki tujuan membangun hubungan yang baik dan kepercayaan antara pasien dan keluarga pasien, evaluasi yang komprehensif untuk memandu tim dalam menentukan prosthesis yang sesuai dan tepat, mengontrol volume *residual limb* secara efektif melalui pengukuran *arm circumference*, meminimalkan jaringan parut yang melekat, mencapai *range of motion* (ROM) penuh pada sendi yang tersisa pada *residual limb* melalui latihan ROM, memperkuat otot-otot (*muscle performance : strength, power dan endurance*) anggota tubuh yang tersisa hingga maksimal melalui latihan progresif resistensi sehingga kapasitas otot untuk kesiapan penggunaan prosthesis dapat optimal, memaksimalkan potensi penggunaan prosthesis yang efektif, membantu pasien mengembangkan kemandirian dalam melakukan aktivitas melalui ADL retraining (memindahkan tangan dominan kanan ke tangan kiri) dan modifikasi alat, koreksi postur dan *proper trunk alignment* dengan pemberian latihan *trunk strengthening* dan *core stabilization*, evaluasi lokasi yang memungkinkan untuk penempatan elektroda pada kontrol untuk mioelektrik melalui myotrainer, dan memberi dukungan psikososial yang berkelanjutan termasuk dari keluarga pasien.¹⁰

Pada fase prosthesis merupakan kelanjutan program dari pre-prosthesis dengan melakukan pemeriksaan dan evaluasi yang komprehensif oleh anggota tim interdisipliner, yang meliputi ahli fisiologi, terapis okupasi dan fisik, ahli prosthesis, dan anggota tim lainnya, menentukan pilihan

prostesis yang dapat didiskusikan dengan pasien dan keluarga. Faktor-faktor seperti kekuatan ekstremitas atas, ROM, kemampuan tangan, kognisi, kegiatan vokasional, dan tujuan jangka panjang adalah penentu penting dari rencana prostesis individu.¹¹

Pada persiapan pasien dalam penggunaan prostesis, lama program rehabilitasi yang telah diberikan pada pasien selama 20 minggu baik di rumah maupun di rumah sakit. Adapun masalah yang ditemukan pada pasien ini berupa *phantom limb sensation* yang masih dirasakan akibat otak masih menyimpan persepsi anggota tubuh tersebut karena reorganisasi kortikal di somatosensorik dan korteks motorik, sehingga diberikan program latihan *gentle taping* pada area *stump* untuk mengurangi *phantom sensation*. Selain itu terdapat limitasi pada *range of motion* (ROM) bidang sagital siku akibat jaringan fibrotik pada kulit, sehingga gerakan fungsional pada siku dalam penggunaan prostesis, misalnya untuk makan, belum dapat tercapai secara optimal dan pronasi-supinasi yang tidak dapat di evaluasi karena level amputasi transradial berupa *very short*, dimana level ini gerakan pronasi dan supinasinya 0%. Namun terapi yang diberikan dengan latihan dan modalitas diatermi diharapkan untuk ROM nya dapat meningkat dan sekaligus pencegahan kontraktur secara progresif.¹²

Pada aktivitas fungsi ekstremitas atas (terutama *bimanual hand*) terdapat limitasi, sehingga diberikan edukasi untuk modifikasi alat, *penggunaan* tangan dominan ke non-dominan, dan memperbesar *handgrip*. Hal ini dilakukan untuk persiapan saat mengendarai motor, *return to work* sebagai tukang atap bangunan, melakukan hobi, dan kembali bersosialisasi dengan rekan. Selain itu diberikan latihan resistensi progresif pada ekstremitas atas (*residual limb*) dalam persiapan penggunaan prostesis dan *core and trunk strengthening* berhubungan dengan aktivitas keseimbangan dan jangkauan fungsional ekstremitas atas.¹³

Pada persepan prostesis pada pasien ini komponen yang diperhatikan adalah soket, suspensi, *control system* dan *terminal device*. Keputusan pemilihan penggunaan **soket** tergantung pada faktor-faktor seperti sesuai dengan (a) anatomi pasien; (b) nyaman dan stabil; (c) memberikan suspensi dan ROM; (d) mudah dipasang/dilepas; dan (e) mendukung kebutuhan vokasional, pekerjaan, dan pribadi pasien. Panjang *residual limb* pada pasien terkategori *very short transradial*, sehingga diberikan tipe *muenster* untuk memberikan enkapsulasi yang lebih intim pada *residual limb*. Siku diatur dalam posisi prefleksi (biasanya 35 derajat) dan sebuah saluran disediakan di ruang antecubital untuk tendon bisep. Hal ini memungkinkan fleksi yang tidak terhalang. Pemilihan suspensi dicapai melalui kompresi anterior-posterior di sekitar olecranon yang merupakan *self suspension*. Hal ini untuk menghindari penggunaan harness dan kemudahan pemakaian serta berat objek yang dimanipulasi.^{8,14}

Pada *control system* menggunakan *externally powered prosthetic* berupa mioelektrik. Prostesis yang dikontrol secara mioelektrik menggunakan kontraksi otot sebagai sinyal untuk mengaktifkan prostesis. Alat ini berfungsi dengan menggunakan elektroda permukaan untuk mendeteksi aktivitas listrik dari otot *residual limb* untuk mengontrol motor listrik. Ada berbagai jenis sistem kontrol mioelektrik yaitu sistem dua fungsi (*dual-site*) memiliki elektroda terpisah untuk aktivitas prostesis yang dipasangkan, seperti fleksi/ekstensi. Sistem kontrol ini lebih fisiologis dan lebih mudah dikendalikan, karena tidak ada kabel dan tali pengikat di bagian luar perangkat, maka perangkat ini dapat terlihat lebih kosmetik. Oleh karena itu, pemberian

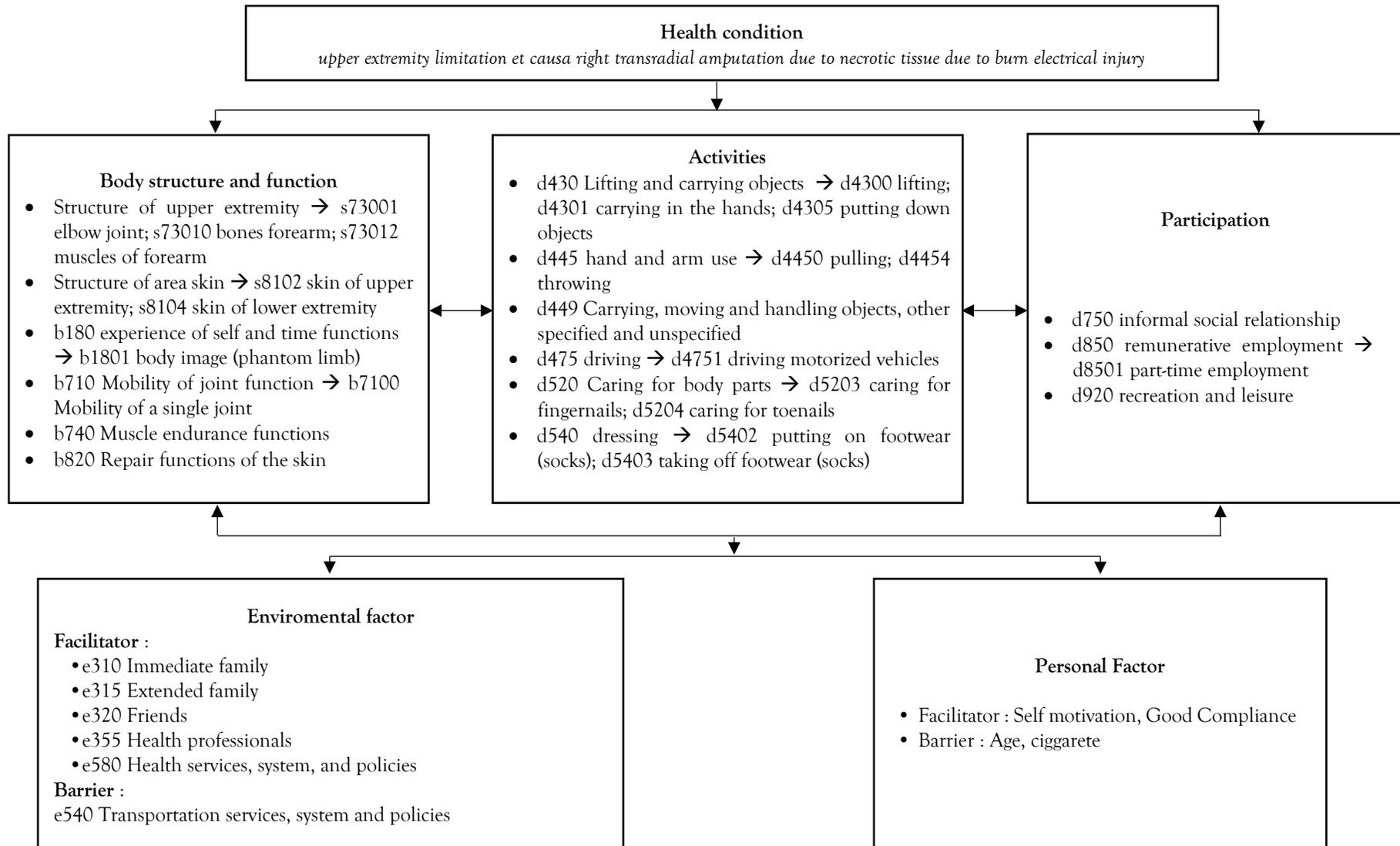
program rehabilitasi dengan latihan resistensi otot fleksi dan ekstensi sangat menunjang kapasitas otot dalam menggunakan prosthesis.^{11,13}

Pemilihan *terminal device* atau perangkat terminal yang diberikan berupa yang aktif. Perangkat terminal dengan *artificial hand*/tangan buatan. Perangkat yang dikontrol oleh mioelektrik, dapat melakukan genggamannya dengan mengontraksikan fleksor lengan bawah yang tersisa dan melepaskannya dengan mengontraksikan ekstensor yang tersisa.¹¹

Pereseapan prostesis pada pasien ini merupakan protes aktif berupa *externally body powered*-mioelektrik dengan *terminal device-artificial hand*. Protesis ini memiliki genggamannya yang proporsional pada pasien untuk menunjang aktivitas tangan bimanual. Keuntungan dari pengoperasian *terminal device* tangan listrik dan potensi untuk penampilan yang lebih alami / kosmetik. Selain itu, potensi untuk pengenalan pola, kontrol lebih simultan dan lebih sedikit gerakan bahu yang diperlukan untuk operasi *terminal device*.^{15,16}

Selain itu, hal yang menunjang keberhasilan penggunaan prostesis adalah evaluasi penggunaan yang masih dipantau dalam 3-6 bulan, sehingga bila ada masalah dalam ketidaknyamanan dan efek penggunaan terutama pada area *stump* dapat diperbaiki. Sekaligus persiapan *return to work* yang menunjang kualitas hidup pasien juga harus dimonitor, terutama kapasitas kerja dan modifikasi alat yang berkaitan pada penggunaan prostesis harus dievaluasi. Oleh karena itu, sebelum penentuan prostesis dilakukan analisis pekerjaan, detail pekerjaan, dan uji fungsi agar harapan pasien dalam penggunaan prostesis dapat tercapai dan kualitas hidup pasien *return to work* dapat tercapai secara optimal.⁶

Bagan 1. *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*



Daftar Pustaka

1. Maduri, P. and Akhondi, H. Upper Limb Amputation - StatPearls - NCBI Bookshelf, StatPearls Publishing.2022.
2. Asokan, A. and Saber, A.Y. Forearm Amputation in StatPearls - NCBI Bookshelf, StatPearls Publishing. 2023.
3. Bartley, C.N. *et al.* Amputation Following Burn Injury. *Journal of Burn Care and Research*, 2019; 40(4): 430-6.
4. Inkellis, E. *et al.* Incidence and Characterization of Major Upper-Extremity Amputations in the National Trauma Data Bank. *JBJS Open Access*, 2018; 3(2).
5. Begum, N. *et al.* Upper Limb Amputations Following Electric Burn: Experience hSharing from Tertiary Hospitals in Bangladesh. *Journal of Bangladesh College of Physicians and Surgeons*, 2022 ; 40(4):279-86.
6. Sheehan, T.P. Rehabilitation and Prosthetic Restoration in Upper Limb Amputation', in B.C. Eapen *et al.* (eds.) Braddom.s Physical Medicine and Rehabilitation. Sixth. Philadelphia: Elsevier, 2021; 153-73.
7. Carrougher, G.J. *et al.* National Estimates from Healthcare Utilization Project (HCUP), Nationwide Inpatient Sample (NIS), Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ). *Journal of Burn Care & Research*. 2019.
8. O'Brien, E. *et al.* Prosthetic management of unilateral transradial amputation and limb deficiency: Consensus clinical standards of care. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 2021; 8.
9. Salminger, S., Stino, H., Pichler, L.H., Gstoettner, C., Sturma, A., Mayer, J.A., Szivak, M. dan Aszmann, O.C. Current rates of prosthetic usage in upper-limb amputees - have innovations had an impact on device acceptance?. *Disability and Rehabilitation*, 2022; 44(14), 3708-13.
10. Spaulding, S. and Chen, T. Prosthetic Options for Persons With Upper Extremity Amputation in Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Fourth. Missouri: Elsevier, 2020; 336-46.
11. Ustal, H. *et al.* Prosthetics and Orthotics', in S.J. Cuccurullo, J. Lee, and L. agay (eds) Physical Medicine and Rehabilitation Board Review. Fourth. United State of America: Springer US, 2020; 469-72.
12. Nawijn, F. *et al.* Factors Associated with Mortality and Amputation Caused by Necrotizing Soft Tissue Infections of the Upper Extremity: A Retrospective Cohort Study. *World Journal of Surgery*, 2020; 44(3) : 730-40.
13. Braza, D.W. and Martin, J.N.Y. Upper Limb Amputations in W.R. Frontera, J.K. Silver, and T.D. Rizzo (eds) Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation: Musckuloskeletal Disorders, pain, and rehabilitation. Fourth. Philadelphia: Elsevier,2019; 651-6.
14. Melton, D.H. Physiatrist Perspective on Upper-Limb Prosthetic Options: Using Practice Guidelines to Promote Patient Education in the Selection and the Prescription Process. *JPO Journal of Prosthetics and Orthotics*, 2017;29(4) : 40-4.

15. Kashizadeh, A., Peñan, K., Belford, A., Razmjou, dan Asadnia, M. Myoelectric Control of a Biomimetic Robotic Hand Using Deep Learning Artificial Neural Network for Gesture Classification. *IEEE Sensors Journal*, 2022; 22(19) : 18914-21.
16. Touillet, A., Gouzien, A., Badin, M., Herbe, P., Martinet, N., Jarrassé, N., dan Roby-Brami, A. Kinematic analysis of impairments and compensatory motor behavior during prosthetic grasping in below-elbow amputees. *PLOS ONE*, 2022; 17(11).