Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah
Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

Pengembangan Prototipe Dongkrak Multiguna Elektronik dengan Pendekatan Ergonomi: Penetapan Dimensi Rancangan Berbasis Data Antropometri

Achmad Ravy Tengku Sakti, Christofora Desi Kusmindari*
Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia
achmadravy99@gmail.com, desi_christofora@binadarma.ac.id*

ABSTRACT

Operating a manual jack requires a stooped posture and a large pushing force, which increases the risk of work-related musculoskeletal disorders. This study aims to determine the ergonomic dimensions of an electronic multipurpose jack prototype based on anthropometric data, to formulate the concept of a safe and intuitive electronic control system, and to identify the design implications for improving the operator's working posture. A quantitative descriptive approach was used with secondary anthropometric data obtained from the Indonesian Anthropometry database for adult users aged 25–40 years. Eight body dimensions (D1, D4, D15, D23, D24, D28, D29, and D36) were selected and their statistical consistency was verified against the normal distribution assumption using z values of ±1.645. Percentile selection rules were then applied: the 5th percentile for reach dimensions, the 95th percentile for clearance dimensions, and the 5th–95th percentile range for adjustable dimensions. Verification showed that the difference between the calculated percentiles and the source data was no greater than 0.01 cm, confirming that the data are suitable as a design basis. The resulting ergonomic dimensions are an adjustable control panel height of 98–111 cm (equivalent to standing elbow height, default 105 cm), a maximum control reach distance of 60 cm, a backup lever arm length of 40–45 cm, a grip length of 13–15 cm, and a grip diameter of 3.5–4.5 cm. This combination of percentile rules allows the design to accommodate approximately 90% of body-size variation within the user population. Relocating the operating point from near ground level to elbow height conceptually changes the working posture from stooping to standing upright. This study is limited to the dimensioning and conceptual stage; the physical prototype has not been fabricated, so claims of reduced physical workload remain predictive and require empirical verification through functional testing and posture assessment such as RULA or REBA.

Keywords: *Anthropometry; Electronic Jack; Ergonomics; Percentile; Product Design; Working Posture.*

ABSTRAK

Pengoperasian dongkrak manual menuntut postur membungkuk dan gaya dorong yang besar sehingga meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal akibat kerja. Penelitian ini bertujuan menetapkan dimensi ergonomis prototipe dongkrak multiguna elektronik berbasis data antropometri, merumuskan konsep sistem kendali elektronik yang aman dan intuitif, serta mengidentifikasi implikasi rancangan terhadap perbaikan postur kerja operator. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan data antropometri sekunder dari basis data Antropometri Indonesia untuk kelompok pengguna dewasa berusia 25–40 tahun. Delapan dimensi tubuh (D1, D4, D15, D23, D24, D28, D29, dan D36) dipilih dan diverifikasi konsistensi statistiknya terhadap asumsi distribusi normal menggunakan nilai z sebesar ±1,645. Selanjutnya diterapkan kaidah pemilihan persentil, yaitu persentil ke-5 untuk dimensi jangkauan, persentil ke-95 untuk dimensi kebebasan, dan rentang persentil ke-5

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

hingga ke-95 untuk dimensi yang dapat disesuaikan. Hasil verifikasi menunjukkan selisih antara nilai persentil hasil perhitungan dan nilai data sumber tidak lebih dari 0,01 cm sehingga data layak dijadikan dasar perancangan. Dimensi ergonomis yang dihasilkan meliputi tinggi panel kendali yang dapat disesuaikan 98–111 cm (setara tinggi siku berdiri, nilai default 105 cm), jarak jangkauan kendali maksimum 60 cm, panjang lengan tuas pengungkit cadangan 40–45 cm, panjang pegangan 13–15 cm, serta diameter pegangan 3,5–4,5 cm. Kombinasi kaidah persentil tersebut membuat rancangan mengakomodasi sekitar 90% variasi ukuran tubuh populasi pengguna. Pemindahan titik operasi dari dekat permukaan tanah ke ketinggian siku secara konseptual mengubah postur kerja dari membungkuk menjadi berdiri tegak. Penelitian ini terbatas pada tahap penetapan dimensi dan konsep; prototipe fisik belum difabrikasi sehingga klaim penurunan beban kerja fisik masih bersifat prediktif dan memerlukan pembuktian empiris melalui uji fungsional serta penilaian postur kerja.
Kata kunci: Antropometri; Dongkrak Elektronik; Ergonomi; Persentil; Perancangan Produk; Postur Kerja.

PENDAHULUAN

Dongkrak merupakan alat bantu mekanis yang berfungsi mengangkat beban berat, terutama kendaraan bermotor, agar proses perbaikan, penggantian ban, atau perawatan bagian bawah kendaraan dapat dilakukan dengan aman. Sebagian besar dongkrak yang digunakan masyarakat masih bersifat manual, yakni mengandalkan tenaga manusia melalui mekanisme ulir atau pompa hidrolik. Kondisi ini kerap menimbulkan kelelahan operator, waktu kerja yang relatif lama, serta rendahnya efisiensi, terutama pada situasi darurat maupun bagi pengguna dengan keterbatasan fisik.

Persoalan tersebut bukan sekadar keluhan subjektif. Sugama et al. (2022) menemukan bahwa pengoperasian dongkrak hidrolik manual menimbulkan beban otot yang tinggi pada bahu dan punggung, dengan gaya dorong mencapai 40–80 N serta postur kerja yang tidak ergonomis berupa membungkuk dan rotasi batang tubuh. Kombinasi postur janggal, beban fisik berat, dan aktivitas berulang merupakan faktor risiko utama gangguan muskuloskeletal di lingkungan kerja (Kamijantono et al., 2024). Aktivitas ini juga umum dijumpai di bengkel, industri kecil, dan kegiatan pemeliharaan peralatan, sehingga dampaknya bersifat luas.

Sejumlah studi membuktikan bahwa intervensi desain mampu menurunkan beban fisik pekerja secara nyata. Hanisa (2020) menunjukkan modifikasi alat kerja pada industri batik mengurangi beban angkat dan meningkatkan kenyamanan kerja, sementara Ariyanti et al. (2019) menemukan bahwa perancangan stasiun kerja yang ergonomis memperpendek waktu kerja dan memperbaiki postur tubuh pekerja. Dari sisi organisasi, Sultan-Taïeb et al. (2017) melaporkan bahwa investasi pada intervensi ergonomi tidak hanya meningkatkan keselamatan, tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi jangka panjang bagi perusahaan. Temuan ini relevan bagi bengkel dan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) yang bergantung pada alat bantu angkat sederhana namun memiliki kapasitas terbatas untuk menanggung biaya kecelakaan kerja dan penurunan produktivitas.

Di sisi lain, perkembangan teknologi kendali membuka peluang integrasi antara otomasi dan prinsip ergonomi. Sistem kendali elektronik memungkinkan pengaturan

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

ketinggian dongkrak melalui tombol atau kendali jarak jauh, dan penambahan sensor seperti load cell serta limit switch memungkinkan penghentian otomatis ketika beban melampaui kapasitas atau ketinggian tertentu tercapai. Breznik dan Herzog (2021) menegaskan bahwa penerapan teknologi otomatis yang dipadukan dengan rekayasa ergonomi menghasilkan lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien, sedangkan Herzog et al. (2020) dan Sumaya et al. (2021) menunjukkan pemanfaatan simulasi digital untuk mengidentifikasi postur berisiko sebelum alat diproduksi.

Meskipun demikian, inovasi alat bantu elektronik yang ada saat ini masih didominasi pertimbangan teknis. Penelitian terdahulu pada dongkrak umumnya berfokus pada mekanisme penggerak, sistem kendali berbasis mikrokontroler, atau efisiensi biaya produksi, tanpa menurunkan dimensi alat secara eksplisit dari data antropometri populasi pengguna. Akibatnya, alat yang secara teknis otomatis tetap dapat memaksa operator bekerja dalam postur membungkuk apabila titik pengoperasiannya masih berada di dekat permukaan tanah. Celah inilah yang menjadi dasar penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini merumuskan tiga pertanyaan: (1) berapa dimensi ergonomis prototipe dongkrak multiguna elektronik yang sesuai dengan antropometri populasi pengguna dewasa Indonesia? (2) bagaimana konsep sistem kendali elektronik yang mudah, aman, dan intuitif dioperasikan? dan (3) bagaimana implikasi rancangan tersebut terhadap postur kerja operator dibandingkan dongkrak manual konvensional? Kebaruan penelitian terletak pada penurunan dimensi kendali dongkrak secara sistematis dari data persentil antropometri Indonesia dengan kaidah reach–clearance–adjustable, yang belum ditemukan pada penelitian redesain dongkrak sebelumnya.

TINJAUAN LITERATUR

Dongkrak dan perkembangan desainnya. Dongkrak adalah alat bantu mekanik yang mengangkat kendaraan atau beban berat dengan memanfaatkan prinsip mekanika maupun tekanan fluida. Secara umum dikenal tiga jenis: dongkrak ulir (mekanis) yang menggunakan sistem roda gigi dan ulir, dongkrak hidrolik yang mengandalkan tekanan cairan dalam sistem tertutup, serta dongkrak elektrik yang digerakkan motor listrik sehingga cukup dioperasikan melalui tombol naik dan turun. Fauzi (2022) mencatat bahwa dongkrak konvensional membutuhkan tenaga fisik besar dan waktu pengoperasian lama, sehingga kurang efisien bagi pengguna non-teknisi. Modifikasi dongkrak ulir botol menjadi dongkrak elektrik dengan penggerak motor DC terbukti mampu mengangkat kendaraan seberat 1.000 kg dengan waktu operasi jauh lebih singkat dibanding sistem manual.

Ergonomi dan pendekatan ECSHE. Ergonomi mempelajari interaksi antara manusia, alat, dan lingkungan kerja untuk menciptakan sistem kerja yang aman, nyaman, dan produktif (Bridger, 2003; Kroemer & Grandjean, 1997). Dalam konteks redesain fasilitas kerja, Amrussalam et al. (2023) menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) yang menilai kebutuhan pengguna berdasarkan lima aspek, yaitu effective, comfortable, safe, healthy, dan efficient (ECSHE). Prinsip ini

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

dapat diterapkan pada dongkrak agar posisi tuas, tinggi kerja, dan gaya pengoperasian selaras dengan dimensi tubuh pengguna.

Antropometri dan kaidah persentil. Antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh manusia yang digunakan sebagai dasar perancangan produk agar sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan penggunanya (Nurmianto, 2005; Sanders & McCormick, 1987). Wignjosoebroto (2003) menjelaskan bahwa perancangan berbasis antropometri menggunakan nilai persentil untuk menetapkan ukuran yang mengakomodasi mayoritas populasi. Persentil ke-5 lazim dipakai untuk dimensi jangkauan agar pengguna bertubuh kecil tetap dapat menjangkau, persentil ke-95 untuk dimensi ruang atau kebebasan agar pengguna bertubuh besar tetap muat, persentil ke-50 untuk dimensi yang tidak dapat disesuaikan, dan rentang persentil ke-5 hingga ke-95 untuk dimensi yang dapat disesuaikan. Penerapan pendekatan ini telah dilaporkan pada perancangan meja dan kursi laboratorium (Sinaga et al., 2021), perbaikan postur kerja operator pemeliharaan (Andivas et al., 2023), inovasi desain kunci pas (Medikano et al., 2023), serta perancangan alat angkut gerobak sorong (Aini Lostari et al., 2022).

Sistem kendali elektronik pada alat angkat. Negemiya et al. (2023) mengembangkan automobile screw jack berbasis Bluetooth yang dikendalikan melalui aplikasi Android menggunakan motor DC, relay, dan gear spur. Ilham et al. (2023) merancang kendali relay berbasis mikrokontroler Arduino ATmega328 dan modul WiFi ESP8266, sementara Rakhmawati et al. (2024) membangun sistem cerdas berbasis Internet of Things untuk pemantauan perangkat secara real time. Pada skala besar, Li (2012) mengembangkan hydraulic jack-up system dengan kontrol sinkron multi-silinder berbasis komputer, dan Pineda-Rico et al. (2022) menunjukkan efektivitas Arduino serta Raspberry Pi untuk pemantauan tekanan dan aliran fluida. Katare (2025) dan Marmat et al. (2025) melaporkan penerapan sistem drive-by-wire dan steer-by-wire berbasis IoT yang menggantikan mekanisme manual dengan presisi dan keandalan lebih tinggi. Rangkuman penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Fokus	Hasil Utama
1	Negemiya et al. (2023)	Screw jack berbasis Bluetooth	Dongkrak dapat dioperasikan nirkabel via aplikasi Android tanpa upaya fisik besar
2	Ferdiansyah & Sasongko (2023)	Dongkrak ulir elektrik ekonomis	Waktu produksi 53,83 jam dengan titik impas tiga bulan
3	Fauzi (2022)	Modifikasi dongkrak ulir botol	Mampu mengangkat 1.000 kg; beban kerja operator turun signifikan
4	Haidon et al. (2020)	Redesain trolley jack	Kenyamanan dan keselamatan meningkat; waktu angkat berkurang hingga 25%

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

No	Peneliti (Tahun)	Fokus	Hasil Utama
5	Amrussalam et al. (2023)	Redesain fasilitas kerja (EFD)	Penyesuaian dimensi alat dengan antropometri menurunkan risiko cedera
6	Akhmadi et al. (2020)	Dongkrak ulir elektrik sebagai media ajar	Meningkatkan pemahaman sistem hidraulik sesuai standar keselamatan

Sumber: Diolah dari berbagai penelitian terdahulu

Tabel 1 memperlihatkan bahwa penelitian terdahulu telah menjawab aspek otomasi dan efisiensi, namun penurunan dimensi alat dari data antropometri populasi masih jarang dilakukan secara eksplisit. Sebagian besar penelitian juga masih berfokus pada fungsi pengangkatan tunggal tanpa mempertimbangkan aspek multifungsi. Posisi penelitian ini adalah mengisi celah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan tujuan menetapkan dimensi ergonomis prototipe dongkrak multiguna elektronik. Penelitian difokuskan pada redesain bagian tuas dan sistem pengungkit agar alat dapat digunakan dengan postur tubuh yang ergonomis. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada Januari hingga Februari 2026 di Laboratorium Perancangan Produk dan Ergonomi, Program Studi Teknik Industri, Universitas Bina Darma, Palembang.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua cara. Pertama, observasi lapangan terhadap berbagai bentuk dongkrak yang beredar sebagai model awal pengembangan. Kedua, penghimpunan data antropometri sekunder dari basis data Antropometri Indonesia untuk kelompok pengguna dewasa berusia 25–40 tahun yang dianggap mewakili populasi pengguna dongkrak. Basis data tersebut memuat 36 dimensi tubuh (D1–D36) dan telah tersaji dalam bentuk ringkasan statistik berupa persentil ke-5, ke-50, ke-95, serta standar deviasi. Dari keseluruhan dimensi, dipilih dimensi yang berkaitan langsung dengan interaksi operator terhadap dongkrak, yaitu tinggi tubuh berdiri, tinggi siku berdiri, tinggi lutut, panjang lengan bawah, panjang rentang tangan ke depan, panjang tangan, lebar tangan, dan panjang genggaman tangan ke depan.

Karena data bersifat sekunder dan teragregasi, uji keseragaman dan uji kecukupan data yang lazim diterapkan pada data primer tidak dapat dilakukan. Sebagai gantinya, dilakukan verifikasi konsistensi statistik dengan menguji kesesuaian nilai persentil terhadap asumsi distribusi normal. Nilai rata-rata direpresentasikan oleh persentil ke-50 karena pada distribusi normal median berimpit dengan rata-rata, sedangkan persentil dihitung menggunakan pendekatan nilai z sebagaimana persamaan berikut:

$$P5 = \bar{x} - 1{,}645 \times SD \qquad P50 = \bar{x} \qquad P95 = \bar{x} + 1{,}645 \times SD$$

Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah
Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

Nilai persentil hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan nilai persentil pada data sumber. Selisih yang kecil menandakan data konsisten dengan asumsi distribusi normal dan layak dijadikan dasar perancangan.

Tahap perancangan dilakukan mengikuti alur: (1) identifikasi masalah pada dongkrak eksisting, meliputi posisi tuas yang terlalu rendah, ukuran pegangan yang kecil, dan kebutuhan tenaga besar; (2) penentuan kebutuhan desain berdasarkan aspek ECSHE, yaitu effective (mampu mengangkat sesuai kapasitas), comfortable (posisi kerja sesuai antropometri), safe (stabil dan tidak licin), healthy (tidak menimbulkan kelelahan otot berlebih), dan efficient (waktu kerja lebih singkat); (3) penyusunan alternatif konsep desain dengan variasi tinggi tuas dan panjang pengungkit; (4) evaluasi ergonomis alternatif menggunakan data antropometri dan kaidah persentil; serta (5) penetapan spesifikasi dimensi usulan prototipe. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk menghubungkan dimensi antropometri dengan dimensi desain dongkrak. Tahap fabrikasi prototipe fisik dan uji fungsional tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi Antropometri Terpilih

Dari 36 dimensi tubuh yang tersedia pada basis data, dipilih delapan dimensi yang berhubungan langsung dengan titik interaksi operator dan dongkrak. Nilai persentil serta standar deviasi masing-masing dimensi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Antropometri Terpilih untuk Perancangan (cm)

Kode	Dimensi Tubuh	P5	P50	P95	SD
D1	Tinggi tubuh (berdiri)	156,33	167,95	179,57	7,06
D4	Tinggi siku (berdiri)	98,20	104,63	111,05	3,91
D15	Tinggi lutut (berdiri)	47,21	54,80	62,38	4,61
D23	Panjang lengan bawah	36,61	41,91	47,21	3,22
D24	Panjang rentang tangan ke depan	62,59	67,23	71,88	2,82
D28	Panjang tangan	16,96	20,09	23,22	1,90
D29	Lebar tangan	6,88	11,92	16,95	3,06
D36	Panjang genggaman tangan ke depan	64,51	74,07	83,62	5,81

Sumber: Antropometri Indonesia (data sekunder), diolah kembali oleh peneliti

Verifikasi Konsistensi Data

Verifikasi dilakukan dengan menghitung ulang persentil ke-5 dari nilai persentil ke-50 dan standar deviasi, kemudian membandingkannya dengan nilai persentil pada data sumber. Sebagai contoh, pada dimensi tinggi siku berdiri (D4) dengan $\bar{x}$ = 104,63 cm dan SD = 3,91 cm diperoleh P5 = 104,63 − (1,645 × 3,91) = 98,20 cm dan P95 = 104,63 + (1,645 × 3,91) = 111,06 cm. Kedua nilai tersebut sesuai dengan data sumber

Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah
Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

(P5 = 98,20 cm; P95 = 111,05 cm). Hasil verifikasi untuk seluruh dimensi utama disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Verifikasi Konsistensi Nilai Persentil (cm)

Kode	Dimensi Tubuh	SD	P5 hitung	P5 data	Selisih
D1	Tinggi tubuh	7,06	156,34	156,33	0,01
D4	Tinggi siku	3,91	98,20	98,20	0,00
D23	Panjang lengan bawah	3,22	36,61	36,61	0,00
D24	Rentang tangan ke depan	2,82	62,59	62,59	0,00
D36	Genggaman tangan ke depan	5,81	64,51	64,51	0,00

Sumber: Data sekunder diolah, 2026

Selisih antara nilai persentil hasil perhitungan dan nilai data sumber tidak melebihi 0,01 cm yang merupakan efek pembulatan. Temuan ini menegaskan bahwa data mengikuti asumsi distribusi normal sehingga layak digunakan sebagai dasar perancangan.

Kaidah Pemilihan Persentil

Pemilihan nilai persentil untuk setiap parameter desain mengikuti sifat dimensinya sebagaimana dirangkum pada Tabel 4. Kaidah ini memastikan rancangan tidak hanya sesuai bagi pengguna berukuran rata-rata, tetapi juga bagi pengguna pada kedua ujung sebaran.

Tabel 4. Kaidah Pemilihan Persentil dalam Perancangan

Jenis Dimensi	Persentil	Alasan Penerapan
Dimensi jangkauan (reach)	P5	Agar pengguna bertubuh kecil tetap dapat menjangkau kendali atau tuas
Dimensi ruang/kebebasan (clearance)	P95	Agar pengguna bertubuh besar tetap muat dan nyaman menggenggam
Dimensi dapat disesuaikan (adjustable)	P5–P95	Rentang penyesuaian mengakomodasi sekitar 90% populasi pengguna
Dimensi umum/tidak dapat disesuaikan	P50	Menggunakan ukuran rata-rata bila penyesuaian tidak memungkinkan

Sumber: Wignjosoebroto (2003), diadaptasi peneliti

Konsep dan Usulan Dimensi Desain

Permasalahan utama dongkrak konvensional adalah posisi kerja yang mengharuskan operator membungkuk karena badan dongkrak berada dekat permukaan tanah. Usulan desain mengatasi hal ini dengan memisahkan titik pengoperasian dari badan dongkrak melalui penambahan kolom kendali ergonomis yang dilengkapi panel elektronik (tombol naik dan turun) pada ketinggian setara siku operator. Dengan demikian alat dapat dioperasikan dalam posisi berdiri tegak. Tuas

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

ayun manual tetap dipertahankan sebagai cadangan darurat dan turut dirancang mengikuti dimensi antropometri.

Parameter yang diturunkan dari data antropometri meliputi tinggi panel kendali, jarak jangkauan maksimum kendali, panjang lengan tuas pengungkit cadangan, serta ukuran pegangan. Aspek kapasitas angkat dan mekanisme elektronik ditetapkan berdasarkan pertimbangan teknis, bukan antropometri. Penurunan tiap parameter diuraikan sebagai berikut.

1) Tinggi panel kendali. Ketinggian pengoperasian ditetapkan setara tinggi siku berdiri (D4) agar lengan bawah berada pada posisi netral sehingga postur tetap tegak. Karena tinggi siku bervariasi antarpengguna, parameter ini dirancang dapat disesuaikan pada rentang P5–P95, yaitu 98–111 cm. Bila konstruksi bersifat tetap, digunakan nilai P50 sekitar 105 cm.

2) Jarak jangkauan maksimum kendali. Posisi terjauh tombol atau tuas dibatasi oleh panjang genggaman tangan ke depan (D36) dengan prinsip P5 agar pengguna berlengan pendek tetap menjangkau tanpa mencondongkan badan. Nilai P5 sebesar 64,5 cm dikurangi margin keamanan sekitar 5 cm menghasilkan usulan jarak jangkauan maksimum 60 cm.

3) Panjang lengan tuas pengungkit cadangan. Panjang lengan ayun mengacu pada panjang lengan bawah (D23, P50 ≈ 42 cm) untuk kenyamanan gerak memompa, dengan batas maksimum tidak melebihi rentang tangan ke depan (D24, P5 = 62,6 cm). Diusulkan panjang efektif 40–45 cm.

4) Panjang pegangan. Panjang genggaman mengacu pada lebar tangan (D29) dengan prinsip clearance (P95) ditambah kelonggaran sekitar 2 cm agar tangan terbesar tetap muat. Penerapan langsung kaidah tersebut menghasilkan nilai sekitar 17–19 cm; namun mengingat sebaran D29 pada data sumber tergolong anomali, nilai praktis yang diusulkan adalah 13–15 cm dengan catatan perlu verifikasi pengukuran langsung.

5) Diameter pegangan. Dimensi diameter genggaman tidak tersedia pada dataset D1–D36, sehingga nilai ini mengacu pada rentang literatur ergonomi untuk power grip, yaitu 3,5–4,5 cm dengan rekomendasi 4,0 cm, dan perlu diverifikasi melalui pengukuran langsung.

Tabel 5. Usulan Dimensi Desain Berbasis Antropometri

No	Parameter Desain	Acuan (Persentil)	Nilai (cm)	Usulan
1	Tinggi panel/tuas kendali	D4 (P5–P95 / P50)	98,2–111,1	Adjustable 98–111 cm (default 105 cm)
2	Jarak jangkauan maks. kendali	D36 (P5)	64,5	≤ 60 cm
3	Panjang lengan tuas pengungkit	D23 (P50), batas D24 (P5)	41,9	40–45 cm (≤ 62,6 cm)

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

No	Parameter Desain	Acuan (Persentil)	Nilai (cm)	Usulan
4	Panjang pegangan (grip)	D29 (P95) + 2 cm	±17–19	13–15 cm (perlu verifikasi)
5	Diameter pegangan	Literatur (tidak ada di data)	—	3,5–4,5 cm (rekomendasi 4,0 cm)

Sumber: Data sekunder diolah, 2026

Berdasarkan penurunan dimensi tersebut, spesifikasi ergonomis usulan prototipe dirangkum sebagai berikut: tinggi panel kendali elektronik dapat disesuaikan 98–111 cm dengan nilai default 105 cm; jarak jangkauan kendali maksimum 60 cm dari posisi berdiri operator; tuas pengungkit cadangan dengan panjang lengan 40–45 cm dan tidak melebihi 62,6 cm; pegangan dengan panjang 13–15 cm dan diameter 3,5–4,5 cm; serta postur target berupa operasi berdiri tegak tanpa membungkuk dengan lengan bawah pada posisi netral. Aspek non-antropometri seperti kapasitas angkat (target 1 ton), jenis penggerak (motor DC atau aktuator listrik), dan sistem keamanan berupa load cell serta limit switch ditetapkan pada tahap perancangan teknis lanjutan.

Pembahasan

Penerapan data antropometri pada penentuan tinggi kendali secara langsung menjawab akar masalah postur membungkuk pada dongkrak konvensional. Dengan menempatkan titik operasi pada rentang 98–111 cm, alat dapat dioperasikan dalam posisi berdiri tegak sehingga beban pada punggung dan bahu diperkirakan berkurang. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyesuaikan tinggi alat terhadap tinggi siku operator (Akbar et al., 2022) serta penggunaan rentang persentil ke-5 hingga ke-95 agar alat sesuai bagi mayoritas pengguna (Sinaga et al., 2021).

Penggunaan prinsip P5 pada jarak jangkauan dan P95 pada ukuran pegangan menjadikan rancangan bersifat inklusif: pengguna bertubuh kecil tetap dapat menjangkau kendali, sementara pengguna bertubuh besar tetap nyaman menggenggam. Kombinasi kedua kaidah tersebut membuat rancangan mengakomodasi sekitar 90% variasi ukuran tubuh populasi pengguna. Hal ini melengkapi temuan Fauzi (2022) dan Ferdiansyah dan Sasongko (2023) yang telah membuktikan keunggulan teknis dan ekonomis dongkrak elektrik, namun belum menurunkan dimensi alat dari data antropometri.

Dari sisi keselamatan, penempatan panel kendali pada kolom setinggi siku memungkinkan operator berada pada jarak aman dari titik angkat, sementara rencana pengaman berupa load cell dan limit switch berfungsi menghentikan gerakan secara otomatis ketika beban melampaui kapasitas atau ketinggian batas tercapai. Konsep ini konsisten dengan arah pengembangan sistem kendali elektronik pada alat angkat yang dilaporkan Negemiya et al. (2023), Ilham et al. (2023), dan Li (2012),

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

sekaligus menambahkan dimensi ergonomi yang belum menjadi fokus utama penelitian-penelitian tersebut.

Implikasi praktis penelitian ini menyasar bengkel dan pelaku UMKM di sektor perawatan kendaraan. Perbaikan postur kerja dan pengurangan gaya dorong berpotensi menurunkan keluhan muskuloskeletal yang selama ini menjadi salah satu penyebab kehilangan hari kerja, sejalan dengan temuan Sultan-Taïeb et al. (2017) bahwa intervensi ergonomi memberikan manfaat ekonomi bagi organisasi. Karena rancangan menggunakan rentang penyesuaian, satu unit alat dapat digunakan bergantian oleh operator dengan ukuran tubuh berbeda tanpa memerlukan penyesuaian struktural.

Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan perlu dinyatakan secara terbuka. Pertama, data yang digunakan bersifat sekunder dan teragregasi sehingga uji keseragaman dan uji kecukupan data tidak dapat diterapkan; konsistensi hanya diverifikasi melalui kesesuaian persentil terhadap distribusi normal. Kedua, dimensi diameter genggaman tangan tidak tersedia dalam dataset D1–D36 sehingga nilainya mengacu pada literatur dan memerlukan pengukuran langsung. Ketiga, nilai lebar tangan (D29) memiliki sebaran yang tidak lazim untuk dimensi telapak tangan (P5 = 6,88 cm; P95 = 16,95 cm; SD = 3,06 cm) sehingga perlu diverifikasi ulang terhadap sumber sebelum dijadikan acuan final panjang pegangan. Keempat, cakupan data terbatas pada pengguna dewasa berusia 25–40 tahun, sedangkan latar belakang penelitian menekankan manfaat bagi pengguna perempuan dan lanjut usia; ketidakselarasan ini membatasi klaim inklusivitas rancangan. Kelima, prototipe fisik belum difabrikasi sehingga manfaat ergonomis berupa penurunan risiko gangguan muskuloskeletal dan efisiensi waktu masih bersifat prediktif dan belum diuji secara empiris.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan penetapan dimensi ergonomis prototipe dongkrak multiguna elektronik berbasis data antropometri sekunder Antropometri Indonesia untuk pengguna dewasa berusia 25–40 tahun. Data tersebut terverifikasi konsisten terhadap asumsi distribusi normal dengan selisih persentil hitung dan data sumber tidak melebihi 0,01 cm. Dimensi ergonomis utama yang ditetapkan meliputi tinggi panel kendali yang dapat disesuaikan 98–111 cm (setara tinggi siku berdiri, default 105 cm), jarak jangkauan kendali maksimum 60 cm, panjang lengan tuas pengungkit cadangan 40–45 cm, panjang pegangan 13–15 cm, dan diameter pegangan 3,5–4,5 cm. Penggunaan persentil ke-5 untuk dimensi jangkauan dan persentil ke-95 untuk dimensi genggaman menjadikan rancangan mengakomodasi sekitar 90% variasi ukuran tubuh populasi pengguna.

Sistem kendali elektronik dirumuskan pada tingkat konsep, yaitu penempatan panel kendali naik dan turun pada kolom setinggi siku operator agar alat dioperasikan dalam posisi berdiri tegak, dilengkapi rencana pengaman berupa load cell dan limit switch untuk penghentian otomatis. Realisasi perangkat kendali beserta pengujian kemudahan, keamanan, dan kenyamanan pengoperasiannya belum

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

dilaksanakan pada tahap ini. Demikian pula evaluasi perubahan postur kerja dan beban kerja fisik operator belum dapat dilakukan karena prototipe fisik belum tersedia; perbaikan postur dari membungkuk menjadi berdiri tegak pada tahap ini masih disimpulkan secara konseptual dari penempatan titik kendali setinggi siku.

Bagi penelitian lanjutan disarankan beberapa hal. Pertama, merealisasikan prototipe fisik beserta sistem kendali elektroniknya sesuai spesifikasi dimensi yang telah diturunkan. Kedua, melaksanakan uji fungsional berupa pengukuran waktu pengoperasian pada beban 1 ton, perbandingan langsung terhadap dongkrak manual konvensional, dan penilaian kenyamanan pengguna melalui kuesioner. Ketiga, melakukan penilaian postur dan beban kerja fisik secara terukur sebelum dan sesudah penggunaan prototipe, misalnya menggunakan metode RULA atau REBA maupun pengukuran fisiologis seperti Rating of Perceived Exertion dan elektromiografi, agar klaim penurunan risiko gangguan muskuloskeletal dapat dibuktikan secara empiris. Keempat, memverifikasi dimensi yang masih terbuka melalui pengukuran langsung, khususnya diameter genggaman tangan dan nilai lebar tangan yang sebarannya anomali. Kelima, memperluas cakupan data antropometri dengan memasukkan pengguna perempuan dan lanjut usia agar rancangan benar-benar inklusif. Keenam, melakukan pengujian keamanan dan kestabilan alat, khususnya keandalan fitur henti otomatis berbasis load cell dan limit switch pada kondisi beban berlebih maupun ketinggian batas.

DAFTAR PUSTAKA

Aini Lostari, Supardi, Hartono, R. Y., Mahardika, S., & Nadliroh, K. (2022). Perancangan alat pengangkut gerobak sorong yang ergonomis dan efisien. Journal Ilmiah, 16(1), 37–46.

Akbar, M., Wibowo, P., & Hermawan, I. I. (2022). Usulan perancangan sistem kerja dengan metode Macro Ergonomics Analysis and Design (MEAD) pada stasiun kerja percetakan di UD. Roti Rachmat Purwakarta. Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering. https://doi.org/10.22441/oe.2022.v14.i2.048

Akhmadi, A. N., Qurohman, M., & Usman, M. (2020). Penerapan penggunaan dongkrak ulir elektrik jack sebagai media kompetensi pembelajaran sistem hidraulik di SMK Ma'arif NU Talang, 2, 63–66. https://doi.org/10.35970/madani.v2i1.58

Amrussalam, Rahmawati, & Efendi, J. (2023). Redesain fasilitas kerja yang ergonomis dengan menggunakan Ergonomic Function Deployment (EFD). Jurnal Ilmiah Teknik Industri. https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v11i1.23809

Andivas, M., Harits, D., Wibowo, A. H., & Putra, R. N. (2023). Desain perbaikan postur kerja operator maintenance pada PT Minindo menggunakan software SolidWorks dengan pendekatan antropometri. Jurnal Perangkat Lunak. https://doi.org/10.32520/jupel.v5i3.2795

Antropometri Indonesia. (n.d.). Data antropometri Indonesia. Diakses dari https://antropometriindonesia.org

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

Ariyanti, S., Widodo, L., Zulkarnain, M., & Timotius, K. (2019). Design work station of pipe welding with ergonomic approach. Sinergi. https://doi.org/10.22441/sinergi.2019.2.003

Breznik, M., & Herzog, N. (2021). Ergonomic design of the workplace for final quality control. Ergonomi. https://doi.org/10.33439/ergonomi.887250

Bridger, R. (2003). Introduction to ergonomics. Routledge.

Fauzi, M. (2022). Modifikasi dongkrak ulir botol menggunakan motor listrik. Jurnal Surya Teknika. https://doi.org/10.37859/jst.v9i1.3769

Ferdiansyah, M., & Sasongko, S. (2023). Perancangan economical balance dongkrak ulir elektrik Dwi Hasta. Otopro. https://doi.org/10.26740/otopro.v18n2.p54-58

Haidon, M. A. H. Bin, Guntabid, D., Gemuru, L., Solimin, N., Liew, F. F., & Idek, S. (2020). Redesigning trolley jack to be more efficient, convenient and safe. MATTER: International Journal of Science and Technology, 6, 90–101. https://doi.org/10.20319/mijst.2020.62.90101

Hanisa, H. (2020). Ergonomic engineering intervention of batik stamping work to reduce lifting load. Malaysian Journal of Public Health Medicine, 20, 124–127. https://doi.org/10.37268/mjphm/vol.20/no.special1/art.680

Herzog, N., Gajšek, B., & Buchmeister, B. (2020). The use of ergonomics software in higher education. DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science. https://doi.org/10.12783/dtssehs/ise2018/33665

Ilham, I., Asruddin, A., & Saputro, J. (2023). Rancang bangun purwarupa pengendali relay menggunakan mikrokontroler Arduino berbasis Internet of Things. Sistem Komputer dan Teknologi Intelegensi Artifisial (SIKOMTIA). https://doi.org/10.59039/sikomtia.v1i2.16

Kamijantono, H., Sebayang, M. M., & Lesmana, A. (2024). Risk factors and ergonomic influence on musculoskeletal disorders in the work environment. Journal La Medihealtico. https://doi.org/10.37899/journallamedihealtico.v5i3.1413

Katare, Y. (2025). Design and development of an IoT-based drive-by-wire system for an electric all-terrain vehicle. International Journal of Scientific Research in Engineering and Management. https://doi.org/10.55041/ijsrem47027

Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (1997). Fitting the task to the human. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780367807337

Li, S. M. (2012). Development & design of large-tonnage and great-height hydraulic continuous and synchronous jack-up system. Applied Mechanics and Materials, 157–158, 577–580. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.157-158.577

Marmat, H., Gujrati, R., Gujrati, Y. K., & Chougaonkar, A. (2025). Design, development, and testing of an IoT-based steer-by-wire system for an electric all-terrain vehicle. International Journal of Scientific Research in Engineering and Management. https://doi.org/10.55041/ijsrem51362

Medikano, A., Aprilya, A., & Azisah, N. (2023). Inovasi desain kunci pas menggunakan CATIA V5R20 dengan pendekatan antropometri (studi kasus pada PT. Karya

Vol 8 No 11 (2026) 5291 – 5303 P-ISSN 2656-2871 E-ISSN 2656-4351
DOI: 10.47467/alkharaj.v8i11.13550

Bahana Unigam divisi pemeliharaan mesin). Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur. https://doi.org/10.21009/jkem.9.1.3

Negemiya, A., AnandhaKrishnan, B., Aswin, N., Rosario, A., & Kaviraj, C. (2023). Android app controlled automobile screw jack for light and heavy transport. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.51548

Nurmianto, E. (2005). Ergonomi: Konsep dasar dan aplikasinya. Guna Widya.

Pineda-Rico, Z., Alcantar, P., Pineda-Rico, U., & Martínez-López, F. (2022). Configuration of an IoT microhydraulic power generation system for education. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v27.i1.pp44-51

Rakhmawati, P. U., Rizdania, R., & Muladi, M. N. (2024). IoT-based intelligent system for laboratory facility control with Blynk. Journal of Information System Research (JOSH). https://doi.org/10.47065/josh.v6i1.5908

Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1987). Human factors in engineering and design. McGraw-Hill.

Sinaga, H. H., Siboro, B., & Marbun, C. (2021). Desain meja dan kursi tutorial laboratorium desain produk dan inovasi menggunakan metode 12 prinsip ergonomi dan pendekatan antropometri, 23, 34–45. https://doi.org/10.32734/jsti.v23i1.4880

Sugama, A., Nishimura, T., Doi, K., Shimada, S., Chikai, M., Nunokawa, K., & Ino, S. (2022). Evaluation of musculoskeletal workload of manual operating tasks using a hydraulic jack based on ergonomic postural analysis and electromyography: A case study of non-professional young male users. Work, 72, 677–685. https://doi.org/10.3233/wor-210079

Sultan-Taïeb, H., Parent-Lamarche, A., Gaillard, A., Stock, S., Nicolakakis, N., Hong, Q., Vézina, M., Coulibaly, Y., Vézina, N., & Berthelette, D. (2017). Economic evaluations of ergonomic interventions preventing work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of organizational-level interventions. BMC Public Health, 17. https://doi.org/10.1186/s12889-017-4935-y

Sumaya, A., Reshad, A., Sharmili, N., & Shahriar, M. (2021). Ergonomic interventions for designing the workstation of a manual and highly repetitive lifting task in a paint industry. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. https://doi.org/10.46254/an11.20210169

Wignjosoebroto, S. (2003). Ergonomi studi gerak dan waktu: Teknik analisis untuk peningkatan produktivitas kerja. Guna Widya.