

Available online at: <http://inventory.poltekaitpdg.ac.id/>

INVENTORY

Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry

| ISSN Online 2723-1895 |



Integrasi Pendekatan Antropometri dan Metode RULA dalam Perancangan Meja Ragum Ergonomis untuk Praktikum Kerja Bangku

Kadex Widhy Wirakusuma^{1*}, Nur Aifah¹, Ricard Lawa Padang¹

¹ Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, Labota Kabupaten Morowali, 94974 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: October 31, 2025

Revised: November 18, 2025

Available online: December 24, 2025

KEYWORDS

Ergonomics, Anthropometry, RULA, Benchwork Practice

CORRESPONDENCE

Name: Kadex Widhy Wirakusuma

E-mail: kadex@pilm.ac.id

ABSTRACT

The bench vise table used in benchwork practice activities has not been ergonomically designed, which can lead to awkward postures and increase the risk of musculoskeletal disorders among students. Ergonomics is a crucial factor in improving comfort, efficiency, and safety during manual work. This study was conducted to design an ergonomic bench vise table by integrating anthropometric data with the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method. The research applied a descriptive-quantitative approach with 83 students selected from a population of 104 using Slovin's formula. Anthropometric measurements were taken to obtain body dimensions, a Nordic Body Map (NBM) questionnaire was distributed to identify musculoskeletal complaints, and posture assessments were conducted using the RULA method. Data were analyzed with normality, uniformity, and adequacy tests, and percentile values (P5–P95) were used as the basis for the table design. The results revealed that the existing bench vise table surface was on average 12.5 cm below the students' elbow height, which produced a RULA score of 6, categorized as high risk and requiring immediate improvement. Anthropometric analysis indicated elbow height values of P5 = 76.02 cm, P50 = 86.20 cm, and P95 = 96.38 cm. These values were used to propose a new bench vise table design with adjustable height in the range of 76.02–96.38 cm. Evaluation of the proposed design demonstrated a reduction in the RULA score from 6 to 2, signifying a shift from high risk to low risk. The findings suggest that an ergonomically designed adjustable bench vise table can significantly improve working posture, minimize musculoskeletal risks, and enhance learning conditions in benchwork practice. Further studies are recommended to test the structural stability, load capacity, and user satisfaction of the proposed design.

PENDAHULUAN

Meja kerja memiliki peran penting dalam kegiatan praktikum kerja bangku pada program studi Teknik Perawatan Mesin. Pada meja ini terpasang ragam, yaitu alat bantu yang dimanfaatkan untuk menahan benda kerja agar tetap stabil selama dilakukan proses seperti penggerindaan, pengeboran, maupun aktivitas permesinan lainnya. Kerja bangku (*benchwork*) sendiri adalah jenis kegiatan yang bergantung pada tenaga dan keahlian manusia, menuntut ketelitian dalam membuat benda kerja dengan perkakas, dan kegiatan tersebut dilaksanakan di atas meja kerja [1].

Dalam penggunaan meja kerja bangku/meja ragam di lingkungan Pendidikan, terdapat tantangan ergonomis yang dihadapi oleh mahasiswa, yaitu perbedaan tinggi yang berbeda-beda di antara pengguna [2]. Hal ini menyebabkan beberapa mahasiswa mengalami kesulitan saat bekerja karena meja yang terlalu tinggi atau terlalu

rendah, yang dapat mengakibatkan kelelahan otot, postur kerja yang buruk, serta penurunan efisiensi dan akurasi kerja. Secara tidak langsung hal tersebut berhubungan dengan antropometri. Antropometri merupakan cabang ilmu yang mempelajari cara mengukur dan menerapkan data tubuh manusia untuk berbagai keperluan desain dan evaluasi kerja [3]. Ilmu ini digunakan untuk memahami karakteristik fisik manusia, mencakup aspek ukuran, proporsi tubuh, distribusi massa, serta potensi kekuatan fisik. Secara umum, antropometri membahas berbagai parameter tubuh seperti tinggi, bentuk, kekuatan otot, dan kapasitas dalam melakukan aktivitas kerja, serta komposisi tubuh, yang umumnya digunakan untuk kepentingan perancangan [4], [5].

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan ergonomi di bidang pendidikan teknik, disebutkan bahwa menyesuaikan peralatan kerja dengan karakteristik fisik pengguna dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas multivariat [6], [7].

Menurut [8] kenyamanan dan efisiensi dalam Desain yang mengedepankan prinsip ergonomi dan kenyamanan pengguna memiliki pengaruh besar terhadap kualitas lingkungan belajar dan ruang kerja, khususnya dalam konteks penyediaan fasilitas pendidikan [9]. Namun, sebagian besar meja yang digunakan masih statis dan tidak dapat disesuaikan dimensinya dengan antropometri pengguna.

Selain berdampak pada efisiensi kerja, penerapan prinsip ergonomi juga berpengaruh langsung terhadap kualitas pembelajaran di lingkungan pendidikan vokasi. Meja kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan kelelahan pada mahasiswa, yang pada akhirnya menurunkan konsentrasi, motivasi, serta efektivitas proses belajar praktik. Sebaliknya, desain stasiun kerja yang sesuai dengan prinsip ergonomi mampu meningkatkan fokus, ketepatan kerja, serta hasil belajar keterampilan teknik. Lebih jauh lagi, aspek ergonomi berperan penting dalam menjamin keselamatan kerja selama praktikum, karena postur tubuh yang salah atau peralatan yang tidak sesuai tinggi pengguna berpotensi menimbulkan cedera muskuloskeletal. Dengan demikian, urgensi penerapan ergonomi pada desain meja kerja tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga pedagogis dan keselamatan kerja.

Dengan demikian, analisis serta perancangan alat yang memiliki fleksibilitas dan memenuhi aspek ergonomi menjadi hal yang esensial [10]. Hasil penelitian pada meja kerja (meja ragam) menunjukkan permasalahan terkait dimensi ketinggian yang tidak sesuai standar ergonomis. Situasi ini dapat menyebabkan rasa tidak nyaman bagi pengguna, terutama saat digunakan dalam jangka waktu kerja yang lama, serta berisiko memicu munculnya keluhan gangguan pada sistem otot dan rangka (*Musculoskeletal Disorders/MSDs*). Gangguan tersebut umumnya ditandai dengan rasa sakit atau ketegangan di bagian tubuh tertentu seperti leher, bahu, punggung, dan lengan [11]. MSDs sendiri merujuk pada kondisi cedera atau kelainan pada sistem muskuloskeletal yang disebabkan oleh ketidaksesuaian antara tuntutan aktivitas fisik dan kemampuan tubuh untuk menanganinya, yang pada gilirannya dapat berdampak negatif terhadap produktivitas kerja secara langsung maupun tidak langsung [12].

Berdasarkan hasil distribusi kuesioner yang diberikan kepada 104 mahasiswa, ditemukan berbagai keluhan fisik yang dirasakan pada sejumlah bagian tubuh. Tercatat lebih dari sembilan titik keluhan, meliputi area seperti kedua bahu, lengan atas sebelah kanan, bagian pinggang, serta sejumlah titik lain pada paha, betis, dan kaki, baik sisi kiri maupun kanan. Meski demikian, fokus utama penelitian ini adalah mengatasi keluhan yang

paling sering muncul, yakni pada kedua bahu, lengan atas kanan, dan area pinggang. Untuk merespons persoalan ergonomis dan rasa lelah yang dialami mahasiswa selama penggunaan meja ragam, dilakukan proses perancangan ulang meja dengan mempertimbangkan data antropometri pengguna. Pengaturan tinggi meja kerja secara otomatis dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pengguna. Selain itu, penerapan prinsip ergonomi pada meja kerja juga berkaitan dengan kenyamanan, keselamatan, serta interaksi yang optimal antara manusia dan pekerjaannya [13]. Dari keluhan serta berdasarkan analisis yang pernah dilakukan sebelumnya, mahasiswa menganalisis sebuah alat meja ragam dengan metode antropometri dan ergonomi sehingga hasil dari analisis tersebut memungkinkan penyesuaian ketinggian meja secara presisi, sehingga kebutuhan antropometri masing-masing mahasiswa bisa tercapai. Melalui perancangan meja ragam dengan menggunakan pendekatan antropometri dapat menghasilkan sebuah rancangan stasiun kerja yang ergonomis, adaptif, dan aman digunakan oleh mahasiswa dengan berbagai postur tubuh [14].

Penelitian yang membahas antropometri dan RULA untuk mendesain stasiun kerja telah dilakukan, penelitian yang dilakukan oleh [15] Perancangan meja kerja ergonomis berbasis data antropometri diterapkan dalam proses inspeksi dan pengecekan produk *green tire* pada perusahaan X, hasil dari penelitian ini mampu menghasilkan sebuah desain stasiun kerja yang secara efektif mampu menurunkan keluhan kelelahan. Studi Ergonomi Postur Tubuh Operator *Packing/* Pemotongan Kayu [14] menggunakan simulasi dan data antropometri untuk memperbaiki rancangan meja potong agar postur kerja membaik; skor RULA turun dari 6 menjadi 4 setelah revisi desain meja. [16] dalam penelitian pada pekerja printing menggunakan metode RULA serta pengukuran antropometri sebagai dasar usulan meja dan kursi yang lebih sesuai tubuh pekerja. Hasil menunjukkan skor RULA berada di level *risk* tinggi (5) dan usulan desain antropometri ditujukan untuk memperbaiki postur kerja. Penelitian [17] dilakukan pada mahasiswa kedokteran gigi menggunakan 3D motion analysis dan RULA menunjukkan mayoritas bagian tubuh, terutama pergelangan tangan, leher, dan batang tubuh, berada pada skor risiko tertinggi (RULA = 7) selama $\pm 80\%$ waktu kerja. Penelitian [18] mengenai pengolahan kelapa parut pada industri kecil menunjukkan bahwa posisi kerja manual yang tidak ergonomis menimbulkan keluhan muskuloskeletal pada punggung, bahu, dan lengan. Dengan metode *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) dan antropometri, dirancang alat bantu ergonomis berukuran tinggi 134 cm, lebar 45 cm, dan ketinggian meja ke setir 88 cm. Rancangan ini terbukti mampu mengurangi keluhan

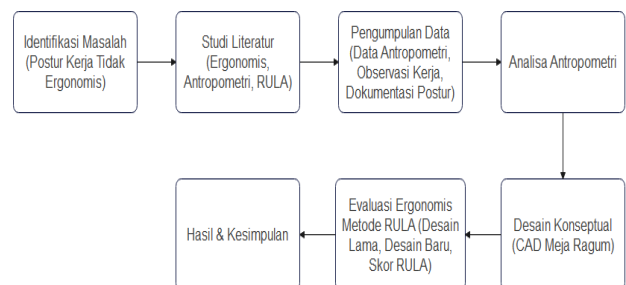
kerja, meningkatkan efisiensi, serta mendukung keselamatan pekerja. Temuan-temuan tersebut juga relevan dalam konteks pendidikan teknik, di mana penerapan ergonomi sejak masa pembelajaran dapat membentuk kebiasaan kerja yang aman dan efektif pada mahasiswa sebelum mereka terjun ke dunia industri. Hasil ini menegaskan bahwa postur kerja mahasiswa gigi berisiko tinggi menimbulkan *musculoskeletal disorders* (MSD), sehingga diperlukan penerapan ergonomi sejak masa pendidikan. Integrasi metode antropometri dan RULA efektif digunakan dalam perancangan stasiun kerja ergonomis, karena mampu memadukan data dimensi tubuh dengan evaluasi risiko postur kerja, sehingga menghasilkan desain yang sesuai karakteristik operator serta menurunkan potensi gangguan muskuloskeletal.

Dari beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa antropometri dan RULA dapat dijadikan sebuah metode untuk merancang stasiun kerja. Sehingga penelitian ini menggunakan metode antropometri untuk menghasilkan sebuah desain meja kerja bangku yang dapat di-*adjustable* sesuai dengan kenyamanan pengguna [19]. Berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yang berfokus pada penerapan antropometri dan metode RULA di lingkungan industri maupun tenaga profesional seperti operator pabrik, pekerja kayu, atau mahasiswa kedokteran gigi, penelitian ini berkontribusi secara akademis dengan menerapkan pendekatan ergonomi pada konteks pendidikan vokasi teknik, khususnya dalam aktivitas praktikum kerja bangku. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi data antropometri mahasiswa sebagai dasar perancangan meja ragam yang dapat diatur ketinggiannya sesuai variasi dimensi tubuh pengguna. Selain itu, penelitian ini menambahkan aspek evaluasi empiris melalui perbandingan skor RULA antara kondisi eksisting dan hasil rancangan, sehingga memberikan bukti kuantitatif mengenai efektivitas desain ergonomis dalam menurunkan risiko postur kerja. Dengan demikian, penelitian ini memperluas penerapan prinsip ergonomi ke ranah pembelajaran praktik teknik, sekaligus memberikan model rancangan stasiun kerja yang adaptif dan aplikatif bagi institusi pendidikan vokasi.

METODOLOGI

Studi ini dilakukan secara kuantitatif-deskriptif dengan memanfaatkan metode RULA serta data antropometri dalam proses analisis. Tujuan utama penelitian adalah menganalisis desain meja ragam yang digunakan dalam praktik kerja bangku di lingkungan pendidikan kejuruan. Fokus penelitian diarahkan pada kesesuaian dimensi meja ragam dengan karakteristik tubuh pengguna, sekaligus meminimalkan beban fisik yang muncul

selama aktivitas kerja. Pendekatan antropometri dijadikan dasar dalam perancangan ulang meja ragam agar sesuai dengan proporsi tubuh mayoritas pengguna, sedangkan pendekatan ergonomi digunakan untuk menilai efektivitas desain terhadap aspek kenyamanan dan kesehatan kerja. Adapun tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah berupa postur kerja mahasiswa yang tidak ergonomis saat menggunakan meja ragam pada praktikum kerja bangku. Selanjutnya dilakukan studi literatur mengenai ergonomi, antropometri, dan metode RULA sebagai dasar teori dan pendekatan analisis. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data melalui pengukuran antropometri mahasiswa, observasi aktivitas kerja, dan dokumentasi postur tubuh. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan ukuran rancangan meja berdasarkan persentil tubuh pengguna melalui analisis antropometri. Hasil analisis digunakan dalam evaluasi ergonomi menggunakan metode RULA untuk membandingkan desain lama dan desain baru berdasarkan skor risiko postur kerja. Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis, dilakukan perancangan konseptual meja ragam menggunakan CAD dengan dimensi yang dapat disesuaikan sesuai data antropometri. Tahapan penelitian diakhiri dengan penarikan kesimpulan mengenai peningkatan kenyamanan, keselamatan, dan efektivitas kerja dari rancangan meja ragam ergonomis yang diusulkan. Alur kegiatan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

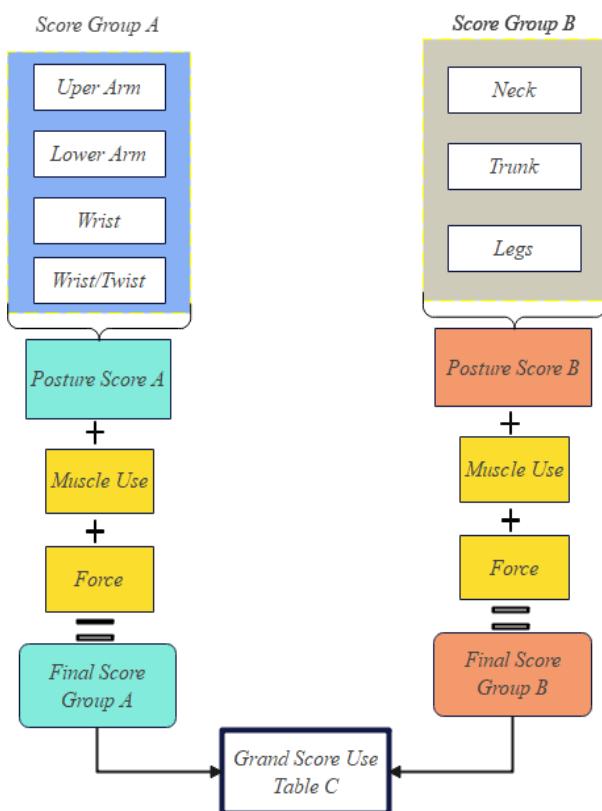
Prinsip Ergonomi

Secara umum, penerapan prinsip ergonomi berkaitan dengan aktivitas perancangan (*design*) maupun perancangan ulang (*re-design*), yang mencakup berbagai Elemen-elemen fisik dalam lingkungan kerja meliputi alat-alat kerja, meja praktik, rantai kerja, tempat duduk, perangkat penjepit, sistem pengendalian, media tampilan informasi, akses keluar-masuk, serta bukaan seperti pintu dan jendela [20]. Secara singkat dapat Secara sederhana, ergonomi dapat diartikan sebagai upaya penyesuaian antara tuntutan pekerjaan dengan kondisi tubuh manusia untuk mengurangi tingkat *stress* kerja [21]. Lebih lanjut, ergonomi memiliki peran penting dalam mengelola hubungan antara manusia dengan alat kerja serta elemen-

elemen pendukung lainnya [22]. Hubungan yang diatur secara ergonomis ini dapat berdampak positif terhadap peningkatan produktivitas dalam suatu organisasi. Penerapan prinsip ergonomi dalam perancangan lingkungan kerja memungkinkan terciptanya suasana kerja yang lebih aman, nyaman, dan mendukung efisiensi operasional [23].

Rapid Arm Limb Assessment (RULA)

Metode RULA adalah salah satu pendekatan dalam ergonomi yang dimanfaatkan untuk menilai postur tubuh bagian atas dengan menggunakan alat bantu berupa diagram evaluasi. Metode ini mempertimbangkan berbagai faktor eksternal, seperti aktivitas otot, gerakan, gaya, dan posisi kerja, guna mengidentifikasi tingkat risiko kelelahan serta potensi ketidaksesuaian ergonomis pada pekerja [24]. Metode RULA telah secara luas diterapkan pada studi ergonomi di berbagai sektor di Indonesia dan terbukti sensitif untuk mendeteksi perubahan risiko postur bagian atas setelah intervensi desain [25], oleh karena itu RULA dianggap sesuai untuk mengevaluasi postur kerja mahasiswa dalam penelitian ini. Pada penelitian ini menggunakan sebuah *framework* [26] yang digunakan untuk menghitung skor RULA dan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Framework Perhitungan Skor RULA

Validasi Design

Tahapan akhir penelitian ini adalah validasi desain, yang dilakukan melalui uji coba terbatas terhadap prototipe meja ragum hasil rancangan. Uji coba dilakukan oleh mahasiswa yang mewakili variasi dimensi tubuh berdasarkan data antropometri yang digunakan dalam perancangan. Selama proses uji coba, diamati aspek kenyamanan, kemudahan penyesuaian tinggi meja, stabilitas ragum, serta postur kerja pengguna. Selain observasi langsung, dilakukan juga pengukuran ulang menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) untuk menilai perubahan skor risiko postur kerja sebelum dan sesudah penggunaan desain baru. Penurunan skor RULA serta peningkatan respon positif pengguna menjadi indikator validitas fungsional rancangan. Hasil ini digunakan untuk memastikan bahwa desain meja ragum yang dihasilkan tidak hanya sesuai secara teoritis, tetapi juga efektif dan ergonomis ketika diterapkan dalam kondisi kerja nyata di lingkungan pembelajaran teknik.

Teknik Analisis Data

Tahap ini dilakukan dengan menganalisis seluruh hasil yang diperoleh dari proses pengolahan data. Analisis tersebut bertujuan untuk menghasilkan rancangan yang tepat dalam perancangan meja kerja ergonomis. Adapun langkah-langkah teknik analisis yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut:

Penentuan Ukuran Sampel

Ukuran sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan rumus *slovin*. Rumus *slovin* dirancang untuk populasi terbatas (*finite population*) ketika ukuran populasi N diketahui, dan peneliti ingin menetapkan margin kesalahan (e) yang ditoleransi. Dengan demikian, rumus ini memberikan ukuran sampel yang representatif tanpa memerlukan input kompleks seperti deviasi standar atau distribusi proporsi yang sangat rinci [27], formula *slovin* dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Uji Normalitas Data

Uji kenormalan bertujuan untuk mengevaluasi apakah sebaran data mengikuti karakteristik distribusi normal. Data dianggap normal jika pola penyebarannya konsisten dengan distribusi normal secara statistik, di mana nilai cenderung terpusat pada rata-rata dan median [28]. Tujuan utama dari uji ini adalah memastikan apakah data dapat dikategorikan berdistribusi normal, yang dilakukan melalui perbandingan nilai *chi-square* dengan *chi-table* menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Uji

normalitas data diperlukan untuk memastikan distribusi data tinggi siku dan parameter lain yang telah ditetapkan dapat digunakan dalam perhitungan persentil yang valid pada desain meja ragam yang ergonomis.

Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data diperlukan untuk memastikan data antropometri berasal dari populasi yang homogen sehingga hasil pengukuran dapat mewakili karakteristik pengguna secara konsisten. Adapun perhitungan uji keseragaman dilakukan dengan menentukan nilai rata-rata menggunakan *Microsoft Excel* dengan persamaan (2) berikut [29]:

$$\bar{X} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{N} \quad (2)$$

Standar deviasi dihitung melalui penerapan formula statistik untuk mengukur variasi data (3):

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{N-1}} \quad (3)$$

Penentuan nilai BKA dan BKB masing-masing dilakukan dengan mengacu pada Persamaan (4) dan (5), yang digunakan untuk menetapkan batas kontrol dalam proses pengendalian kualitas [29]:

$$BKA = \bar{X} + (3x SD) \quad (4)$$

$$BKB = \bar{X} - (3x SD) \quad (5)$$

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan jumlah sampel mencukupi agar hasil perhitungan persentil dapat digunakan secara representatif dalam perancangan meja ragam. Untuk itu, dalam proses pengukuran rancangan, perlu ditentukan tingkat kepercayaan (*confidence level*) dan tingkat ketelitian (*accuracy level*) guna menjamin validitas hasil. Perhitungan uji kecukupan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dengan formula pada persamaan (6) berikut [29].

$$N^1 = \left(\frac{k/s\sqrt{(N \sum X^2) - (\sum Xb^2)}}{\sum x} \right)^2 \quad (6)$$

Keterangan:

K = Tingkat kepercayaan

N = Jumlah semua data

s = derajat ketelitian

Apabila $N^1 < N$, maka data dinyatakan cukup.

Perhitungan Persentil

Perhitungan persentil digunakan untuk menentukan ukuran rancangan meja kerja yang sesuai bagi berbagai variasi postur tubuh pengguna (P5–P95). Adapun rumus perhitungan persentil yang diterapkan adalah sebagai berikut [29]:

$$\text{Persentil 5} = X - 1.645 (\sigma) \quad (7)$$

$$\text{Persentil 50} = X \quad (8)$$

$$\text{Persentil 95} = X + 1.645 (\sigma) \quad (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data antropometri yang dikumpulkan dari populasi sebanyak 104 mahasiswa, jumlah sampel ditentukan menggunakan metode Slovin yang ditujukan pada persamaan 1, sehingga diperoleh 83 mahasiswa sebagai responden dalam pengukuran *Nordic Body Map*. Tahapan berikutnya mencakup beberapa proses analisis, antara lain uji kenormalan, pengujian keseragaman data, evaluasi kecukupan sampel, serta perhitungan nilai persentil sebagai dasar dalam menentukan ukuran meja ragam yang sesuai prinsip ergonomi. Pada tahap ini telah diperoleh data antropometri yang berpengaruh terhadap penggunaan meja ragam oleh mahasiswa, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Ukuran Antropometri yang Digunakan dalam Perancangan

No	Jenis Ukuran Fisik	Kode Dimensi	Simbol
1	Tinggi Keseluruhan Tubuh	D1	TBT
2	Tinggi Bahu Saat Berdiri	D3	TBH
3	Tinggi Pinggul Dari Lantai	D5	TPL
4	Panjang Lengan Bagian Atas	D22	PLA
5	Panjang Lengan Bagian Bawah	D23	PLB
6	Panjang Telapak Tangan	D25	PRT

(Sumber: Pengolahan Data)

Kuisisioner NBM (*Nordic Body Map*)

Analisis menggunakan metode NBM dilaksanakan dengan merujuk pada ilustrasi yang ditampilkan pada Gambar 2. Keluhan yang dialami mahasiswa selama praktikum kerja bangku diperoleh melalui penyebaran kuisisioner NBM untuk mengidentifikasi tingkat risiko ergonomi saat bekerja. Hasil rekapitulasi keluhan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Lokasi Keluhan Tubuh Menurut Metode NBM

No	Lokasi Rasa Sakit yang Dikeluhkan	Jumlah Keluhan %
0	Leher Bagian Atas	40%
1	Leher Bagian Bawah	60%
2	Bahu Kiri	100%
3	Bahu Kanan	100%
4	Lengan Atas Kiri	70%
5	Punggung	70%
6	Lengan Atas Kanan	100%
7	Pinggang	100%
8	Pantat	0%
9	Pantat Bagian Bawah	0%
10	Siku Kiri	70%
11	Siku Kanan	60%
12	Lengan Bawah Kiri	40%
13	Lengan Bawah Kanan	40%

No	Lokasi Rasa Sakit yang Dikeluhkan	Jumlah Keluhan %
14	Pergelangan Tangan Kiri	50%
15	Pergelangan Tangan Kanan	30%
16	Tangan Kiri	0
17	Tangan Kanan	0
18	Paha Kiri	100%
19	Paha Kanan	100%
20	Lutut Kiri	20%
21	Lutut Kanan	20%
22	Betis Kiri	100%
23	Betis Kanan	100%
24	Pergelangan Kaki Kiri	80%
25	Pergelangan Kaki Kanan	60%
26	Kaki Kiri	100%
27	Kaki Kanan	100%

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari hasil pengolahan data dari kuesioner *Nordic Body Map* yang disebarkan kepada 83 mahasiswa pengguna meja ragam eksisting, diperoleh temuan bahwa dari 27 dimensi tubuh terdapat beberapa bagian tubuh di mana 100% responden mengalami keluhan. Tingkat keluhan dikategorikan sebagai berikut: 0%–25% tidak ada keluhan, 26%–50% mulai muncul keluhan, 51%–81% keluhan tidak mengganggu aktivitas, dan 82%–100% keluhan mengganggu aktivitas. Dalam penelitian ini, fokus perancangan meja kerja bangku diarahkan pada area tubuh bagian atas dengan tingkat keluhan berada pada kategori 82%–100%. Adapun keluhan utama yang dilaporkan responden meliputi nyeri pada bahu kiri, bahu kanan, lengan atas kanan, serta pinggang.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Pengukuran *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dilakukan pada saat mahasiswa melaksanakan praktikum kerja bangku dengan menggunakan meja eksisting. Penilaian dilakukan dengan mengukur sudut posisi aktivitas kerja dan menentukan skor RULA. Sampel yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan responden dengan data antropometri yang berada di bawah rata-rata.



Gambar 3. Aktivitas Kerja Bangku Meja Ragam Eksisting

Setelah diperoleh data sudut saat mahasiswa melakukan aktivitas kerja bangku, maka data sudut tersebut digunakan untuk menghitung skor RULA. Hasil perhitungan skor RULA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor RULA Aktivitas Kerja Bangku Meja Ragam Eksisting

Faktor	Sudut Terbentuk	Adjust	Skor
Group A			
Uper arm		0	1
Lower Arm		1	2
Wrist		0	3
Wrist/twist		0	2
Posture Score tabel A			3
Muscle use Score			0
Force/Load Score			2
Rown In Table C			5
Group B			
Neck Position		0	2
Trunk Position		0	2
Legs and feet			1
Posture Score tabel B			3
Muscle use Score			0
Force/Load Score			2
Rown in Tabel C			5
Score RULA			6

Dari hasil perhitungan menggunakan Tabel RULA memperoleh skor RULA 6 berdasarkan posisi kerja yang ditunjukkan pada Gambar 5. Nilai tersebut sejalan dengan temuan [15], [16] yang melaporkan bahwa postur kerja membungkuk dengan pergelangan tangan dan punggung yang menekuk meningkatkan risiko keluhan muskuloskeletal secara signifikan.

Uji Normalitas Data

Untuk menguji normalitas, nilai signifikansi dibandingkan dengan $\alpha = 0,05$. Data dianggap berdistribusi normal jika nilai signifikansi $> 0,05$ (H_0 diterima), dan sebaliknya, dinyatakan tidak normal jika $< 0,05$ (H_1 diterima). Hasil uji normalitas ditunjukkan Tabel 4.

Tabel 4. Uji Distribusi Normalitas terhadap Variabel yang Diukur

No	Variabel Diukur	Notasi	Nilai Sig.	α	Interpretasi
1	Sakit Pada Bahu Kiri	SPBI	0,217	0,05	Normal
2	Sakit Pada Bahu Kanan	SPBK	0,217	0,05	Normal
3	Sakit Pada Lengan Atas Kanan	SPLK	0,422	0,05	Normal

4	Sakit Pada Pinggang	SPP	0,908	0,05	Normal
---	---------------------	-----	-------	------	--------

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan data yang telah dianalisis sebagaimana tercantum dalam Tabel 4 terlihat bahwa H_0 dapat dicapai pada data yang diukur yang menjadi fokus pada penelitian, sehingga data normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji keseragaman data.

Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengurangi varians dengan cara mengeliminasi data ekstrim. Sebelum uji ini dilakukan, terlebih dahulu dihitung nilai *mean* dan standar deviasi untuk menentukan batas kendali atas dan bawah. Pada penelitian ini, uji keseragaman data dilaksanakan dengan tingkat kepercayaan 95%. Perhitungan *mean* menggunakan Persamaan (1), sedangkan standar deviasi dihitung dengan Persamaan (2). Hasil uji keseragaman data ditampilkan pada Tabel 5.

$$X = \frac{17+17+17\dots+15+16+17}{83}$$

$$X = 17$$

$$SD = \frac{\sqrt{(17-17)^2+(15-17)^2+\dots+(16-17)^2+(17-17)^2}}{83-1}$$

$$SD = 1,05$$

Tabel 5. Ringkasan Uji Homogenitas Data

No	Parameter Diukur	Notasi	X	σ
1	Sakit Pada Bahu Kiri	SPBI	17	1,05
2	Sakit Pada Bahu Kanan	SPBK	17	1,05
3	Sakit Pada Lengan Atas Kanan	SPLK	27	2,65
4	Sakit Pada Pinggang	SPP	86,20	6,19

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Hasil uji keseragaman data pada 83 responden yang ditampilkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel Sakit pada Bahu Kiri (SPBK) dan Sakit pada Bahu Kanan (SPBK) memiliki nilai mean sebesar 17 dengan standar deviasi 1,05. Hal ini mengindikasikan tingkat keluhan ringan dengan sebaran data yang homogen. Variabel Sakit pada Lengan Atas Kanan (SPLK) memiliki mean 27 dan standar deviasi 2,65, yang mencerminkan keluhan sedang dengan keragaman moderat. Sementara itu, variabel Sakit pada Pinggang (SPP) menunjukkan mean tertinggi sebesar 86,20 dengan standar deviasi 6,19, yang menandakan tingkat keluhan berat dengan variasi data terbesar antarresponden. Selanjutnya, perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) dilakukan menggunakan Persamaan (4), sedangkan Batas Kendali Bawah (BKB) dihitung

dengan Persamaan (5). Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 6.

$$BKA = 17 + (3 \times 1,05) = 20,15$$

$$BKB = 17 - (3 \times 1,05) = 13,85$$

Tabel 6. Pemeriksaan Stabilitas Data melalui Batas Atas dan Bawah Kendali

Parameter Diukur	Nitasi	BKA	BKB	Interpretasi
Sakit Pada Bahu Kiri	SPBI	20,15	13,85	Seragam
Sakit Pada Bahu Kanan	SPBK	20,15	13,85	Seragam
Sakit Pada Lengan Atas Kanan	SPLK	34,95	19,05	Seragam
Sakit Pada Pinggang	SPP	104,77	67,63	Seragam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Ringkasan data pada Tabel 6 menampilkan hasil pengujian keseragaman data melalui analisis batas kendali, yang digunakan untuk mengevaluasi apakah distribusi setiap variabel masih berada dalam rentang Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB). Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa variabel keluhan pada Bahu Kiri (SPBI) dan Bahu Kanan (SPBK) menunjukkan memiliki nilai BKA sebesar 20,15 dan BKB sebesar 13,85, yang menegaskan bahwa distribusi data keluhan pada bahu berada dalam kondisi seragam. Pada variabel Sakit pada Lengan Atas Kanan (SPLK), nilai BKA sebesar 34,95 dan BKB sebesar 19,05 juga berada dalam batas kendali, sehingga variabilitas data dapat dikatakan stabil. Sementara itu, variabel Sakit pada Pinggang (SPP) memiliki rentang kendali yang paling tinggi, yaitu BKA sebesar 104,77 dan BKB sebesar 67,63, namun tetap menunjukkan pola data yang seragam. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menegaskan bahwa seluruh data keluhan muskuloskeletal masih berada dalam batas kendali statistik, sehingga dapat dinyatakan homogen dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam tahap analisis selanjutnya.

Uji Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data antropometri dilakukan dengan menggunakan perhitungan nilai Nilai N' merupakan jumlah minimum data yang diperlukan berdasarkan hasil perhitungan. Sementara itu, nilai N yang digunakan dalam analisis diambil dari data aktual dengan jumlah lebih besar dari N' , sehingga memenuhi syarat $N > N'$ maka data yang digunakan telah memenuhi syarat representatif dan dapat mewakili populasi. Pada penelitian ini, uji kecukupan data dilakukan terhadap variabel Tinggi Tubuh Responden dengan menggunakan Persamaan (5).

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{83.22937 - (1896129)^2}}{1377} \right]$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{1903771 - (1896129)^2}}{1377} \right]$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{7642^2}}{1377} \right]$$

$$N' = \left[\frac{40 \times 87,41^2}{1377} \right]$$

$$N' = \left[\frac{3.496,4^2}{1377} \right]$$

$$N' = (2,5391430646)^2$$

$$= 6,45$$

Dari perhitungan uji kecukupan, diketahui bahwa jumlah minimum data yang dibutuhkan adalah 6,45. Karena jumlah responden aktual adalah 83, maka syarat $N > N'$ terpenuhi, yang berarti data yang dikumpulkan sudah mencukupi untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Tabel 7. Evaluasi Kecukupan Data Berdasarkan Perhitungan Statistik

No	Parameter Diukur	Notasi	N	N'	Hasil (N>N')
1	Sakit Pada Bahu Kiri	Simbol	83	6,45	Cukup
2	Sakit Pada Bahu Kanan	SPBI	83	6,45	Cukup
3	Sakit Pada Lengan Atas Kanan	SPBK	83	14,99	Cukup
4	Sakit Pada Pinggang	SPLK	83	8,26	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 7 hasil uji kecukupan data, diketahui bahwa jumlah sampel aktual (N) untuk setiap variabel keluhan muskuloskeletal yang diamati adalah 83 responden. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan jumlah sampel minimum yang seharusnya diperlukan (N'). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk variabel Sakit Pada Bahu Kiri (SPBI) dan Sakit Pada Bahu Kanan (SPBK) diperoleh $N'=6,45$ untuk variabel Sakit Pada Lengan Atas Kanan (SPLK) $N'=14,99$, dan untuk variabel Sakit Pada Pinggang (SPP) $N'=8,26$. Karena jumlah sampel aktual ($N=83$) jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai N' pada seluruh variabel ($N > N'$), maka data dinyatakan memadai. Dengan demikian, jumlah responden yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi syarat kecukupan data, sehingga hasil analisis dapat dianggap reliable dan representatif terhadap populasi.

Perhitungan Persentil

Pengujian analisis persentil pada data antropometri dilakukan setelah data dinyatakan lolos uji konsistensi (keseragaman) dan telah memenuhi jumlah minimum yang dibutuhkan melalui uji kecukupan. Tahap ini

bertujuan untuk menentukan ukuran dimensi yang akan dijadikan acuan dalam rencana perancangan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan nilai persentil ke-5 (P5) dan persentil ke-95 (P95), yang merepresentasikan batas bawah dan batas atas ukuran tubuh responden. Nilai P5 dihitung menggunakan persamaan (6), sedangkan nilai P95 dihitung dengan persamaan (8). Hasil perhitungan persentil untuk variabel tinggi tubuh responden disajikan pada Tabel 8.

$$\text{Persentil 5} = 17 - (1,645 \times 4,10)$$

$$\text{Persentil 5} = 10,26$$

$$\text{Persentil 95} = 17 + (1,645 \times 4,10)$$

$$\text{Persentil 95} = 23,75$$

Tabel 8. Analisis Persentil terhadap Data Antropometri

Parameter Diukur	Notasi	N	P5	P50	P95
Sakit Pada Bahu Kiri	SPBI	83	15,27	17	18,73
Sakit Pada Bahu Kanan	SPBK	83	15,27	17	18,73
Sakit Pada Lengan Atas Kanan	SPLK	83	22,64	27	31,36
Sakit Pada Pinggang	SPP	83	76,02	86,2	96,38

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil analisis deskriptif terhadap 83 responden, diperoleh nilai persentil (P5, P50, dan P95) yang merepresentasikan tingkat keluhan muskuloskeletal pada beberapa bagian tubuh. Pada bahu kiri (SPBI) dan bahu kanan (SPBK), nilai persentil menunjukkan P5 sebesar 15,27, P50 sebesar 17, dan P95 sebesar 18,73, yang mencerminkan keluhan ringan dengan variasi yang relatif sempit. Pada lengan atas kanan (SPLK), rentang nilai persentil lebih lebar, yaitu P5 sebesar 22,64, P50 sebesar 27, dan P95 sebesar 31,36, menandakan adanya perbedaan keluhan dari kategori sedang hingga berat. Adapun keluhan paling tinggi ditemukan pada bagian pinggang (SPP) dengan P5 sebesar 76,02, P50 sebesar 86,2, dan P95 sebesar 96,38, yang menunjukkan tingkat keluhan berat dengan sebaran data yang luas di antara responden.

Penentuan Rancangan Meja Kerja

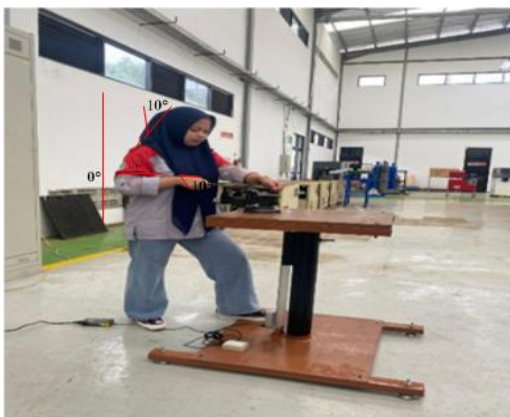
Perancangan tinggi meja ragam dilakukan berdasarkan data antropometri tinggi siku berdiri responden, dengan menggunakan nilai persentil ke-5, ke-50, dan ke-95 untuk mengakomodasi pengguna bertubuh kecil hingga besar. Hasil analisis data menunjukkan bahwa P5 sebesar 76,02 cm, P50 sebesar 86,20 cm, dan P95 sebesar 96,38 cm, sehingga diperoleh rentang ketinggian meja yang dapat disetel (*adjustable*) antara 76,02–96,38 cm. Rentang ini dipilih untuk memastikan kesesuaian

terhadap mayoritas pengguna dan selaras dengan zona nyaman kerja berdiri pada pekerjaan ringan. Penentuan ini sejalan dengan studi pembandingan di industri ban yang menggunakan rentang ketinggian berbasis persentil 5–95 dan menyediakan mekanisme pengaturan ketinggian meja. Evaluasi pada meja ragum eksisting menunjukkan bahwa pada posisi A, permukaan ragum berada 12,5 cm di bawah siku sehingga diperlukan penambahan tinggi sebesar 2,5 cm untuk mencapai target ± 10 cm di bawah siku; pada posisi B, permukaan ragum berada 8,5 cm di bawah siku sehingga perlu penambahan 6,5 cm untuk mencapai target ± 2 cm di bawah siku; sedangkan pada posisi C, permukaan ragum berada 4,5 cm di bawah siku sehingga memerlukan penambahan 4,5 cm agar sejajar dengan siku (0 cm di bawah siku). Penyesuaian tersebut bersifat operasional sesuai kenyamanan pengguna, namun untuk rancangan universal tetap digunakan rentang 76,02–96,38 cm dengan mekanisme penyetelan bertingkat (baut/slot) atau ulir/aktuator manual, dan kenaikan tiap setelan sebesar 1–2 cm. Sebagai acuan penyetelan cepat di lapangan, untuk pekerjaan ringan disarankan agar permukaan rahang ragum berada ± 10 cm di bawah siku pengguna saat berdiri tegak, dengan toleransi ± 2 –3 cm sesuai kebutuhan presisi atau tenaga. Perencanaan gambar rancangan meja kerja ergonomis dengan metode antropometri untuk kelancaran pada proses kerja bangku pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Meja Ragum Kerja Bangku Usulan

Gambar 4 menunjukkan desain meja ragum yang dirancang untuk mendukung aktivitas kerja bangku.



Rangka meja dibuat dari besi holo berukuran 4×4 cm yang kokoh, dengan permukaan meja berbahan kayu sebagai alas pemasangan ragum. Meja ini dilengkapi fitur *adjustable position* menggunakan mekanisme baut pengunci yang dapat diatur secara manual, sehingga memungkinkan penyesuaian tinggi meja sesuai kebutuhan pengguna, dengan rentang ketinggian 76,02 cm hingga 96,38 cm. Mekanisme ini dirancang untuk menyesuaikan posisi kerja agar sesuai dengan prinsip ergonomi, sehingga mengurangi risiko keluhan fisik pada bahu, punggung, dan pinggang. Selanjutnya, Gambar 5 menyajikan hasil evaluasi terhadap pekerja ketika meja kerja digunakan sebagai alat bantu dalam proses inspeksi produk.

Gambar 5. Posisi Pekerja Dengan Meja Kerja Hasil Rancangan Hasil evaluasi dari penggunaan rancangan meja kerja ragum yang telah dimodifikasi untuk mendukung aktivitas praktik kerja bangku. Penerapan desain ini memungkinkan kesesuaian antropometri sehingga terjadinya penurunan beban skor pada beberapa area tubuh, hasil perhitungan skor RULA sebesar 2 ditunjukkan pada Tabel 9. Penurunan Skor RULA mengindikasikan penurunan risiko dari kategori tinggi ke rendah. Hasil ini konsisten dengan penelitian [2], [14], di mana penerapan prinsip ergonomi berbasis antropometri terbukti menurunkan skor risiko postur hingga lebih dari 50%. Hasil ini menunjukkan skor RULA lebih baik jika dibandingkan dengan postur kerja sebelumnya, sebagaimana terlihat pada Gambar 6 dan hasil perhitungan skor RULA pada Tabel 3. Peningkatan ini terjadi karena desain meja memungkinkan posisi tubuh lebih tegak, mengurangi sudut tekukan pada punggung, dan meminimalkan beban statis pada bahu serta lengan, meskipun masih terdapat tambahan beban akibat harus memegang benda kerja. Secara keseluruhan, rancangan meja ragum berbasis antropometri ini berhasil menurunkan risiko cedera muskuloskeletal, meningkatkan kenyamanan subjektif pengguna, serta mendukung efektivitas pembelajaran praktik teknik. Selain evaluasi objektif melalui metode RULA, dilakukan pula penilaian subjektif terhadap kenyamanan dan kemudahan penggunaan meja hasil rancangan oleh mahasiswa sebagai pengguna langsung. Berdasarkan survei sederhana kepada 83 mahasiswa, sebanyak 86,7% mahasiswa menyatakan postur kerja terasa lebih nyaman, 83,3% menyebutkan kelelahan bahu dan punggung berkurang, dan 90% menilai mekanisme penyetelan meja mudah dioperasikan serta stabil selama praktikum. Hasil ini menunjukkan bahwa secara subjektif pengguna merasakan peningkatan kenyamanan dan efisiensi kerja. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian [8] yang menegaskan bahwa integrasi desain ergonomis dengan masukan pengguna dapat meningkatkan kenyamanan serta efektivitas pembelajaran praktik. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung literatur terdahulu bahwa

penerapan prinsip ergonomi dalam pendidikan vokasi tidak hanya berdampak pada keselamatan dan kesehatan, tetapi juga meningkatkan kualitas pengalaman belajar mahasiswa[1], [11].

Tabel 9. Skor RULA Aktivitas Kerja Bangku Meja Ragum Hasil Perancangan

Faktor	Sudut Terbentuk	Adjust	Skor
Group A			
<i>Uper arm</i>		-1	1
<i>Lower Arm</i>		0	1
<i>Wrist</i>		0	1
<i>Wrist/twist</i>		0	1
Posture Score tabel A			1
<i>Muscle use Score</i>			0
<i>Force/Load Score</i>			1
<i>Rown In Table C</i>			2
Group B			
<i>Neck Position</i>		0	1
<i>Trunk Position</i>		0	1
<i>Legs and feet</i>			1
Posture Score tabel B			1
<i>Muscle use Score</i>			0
<i>Force/Load Score</i>			1
<i>Rown in Tabel C</i>			2
Score RULA			2

Dari hasil perhitungan skor RULA menunjukkan skor 2, hal ini menunjukkan bahwa rancangan desain meja ragum mampu mengurangi potensi kelelahan atau cedera pada anggota tubuh saat bekerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, meja ragum eksisting pada praktikum kerja bangku belum memenuhi standar ergonomi karena tinggi permukaannya rata-rata 12,5 cm lebih rendah dari tinggi siku mahasiswa, sehingga menimbulkan postur kerja tidak ideal dan keluhan muskuloskeletal pada bahu, lengan atas, serta pinggang. Berdasarkan data antropometri 83 responden, diperoleh tinggi siku berdiri pada rentang 76,02–96,38 cm yang dijadikan dasar perancangan meja ragum ergonomis dengan ketinggian dapat diatur menggunakan mekanisme baut pengunci pada rangka besi holo 4 × 4 cm. Hasil uji menunjukkan perbaikan signifikan terhadap postur kerja dengan penurunan skor RULA dari 6 (risiko tinggi) menjadi 2 (risiko rendah). Dengan demikian, rancangan meja ragum berbasis antropometri ini efektif meningkatkan kesesuaian postur kerja, mengurangi risiko ketidaknyamanan fisik, serta mendukung produktivitas mahasiswa. Keterbatasan penelitian terletak pada validasi jangka panjang dan variasi jenis pekerjaan yang terbatas, sehingga penelitian selanjutnya disarankan mencakup uji penggunaan lebih luas serta

pengembangan mekanisme penyetelan yang lebih praktis atau otomatis.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini, khususnya pemberi dana mandiri, pimpinan dan sivitas akademika Program Studi Teknik Perawatan Mesin Politeknik Industri Logam Morowali atas fasilitas yang diberikan, pengelola Laboratorium Kerja Bangku atas dukungan sarana, serta mahasiswa yang berpartisipasi sebagai responden dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. D. Artika, R. Syahyuniar, and A. N. Syaief, "Design of Ergonomic Work Desk for Workbench Practicum," *Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, vol. 19, no. 1, pp. 14–19, Mar. 2019.
- [2] I. Mindhayani, "Intervensi Ergonomi Pada Perancangan Meja Las Untuk Sekolah Vokasi," *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 2, no. 1, pp. 45–50, 2020.
- [3] A. K. Saha, M. A. Jahin, M. Rafiqzaman, and M. F. Mridha, "Ergonomic design of computer laboratory furniture: Mismatch analysis utilizing anthropometric data of university students," *Journal Heliyon*, vol. 10, no. 14, pp. 1–16, Jul. 2024.
- [4] I. W. Taifa and D. A. Desai, "Anthropometric measurements for ergonomic design of students' furniture in India," *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 20, no. 1, pp. 232–239, Feb. 2017.
- [5] M. Gejdoš, M. Hitka, and Ž. Balážová, "Anthropometric analysis of selected body dimensions and comparison with the design approach for forestry and agricultural machine operators," *Journal Forests*, vol. 12, no. 8, pp. 1–12, Aug. 2021.
- [6] R. Dewi Anjani, A. E. Nugraha, R. P. Sari, and D. T. Santoso, "Perancangan Alat Bantu Kerja Dengan Menggunakan Metode Antropometri Dan Material Selection Pada Industri Sepatu," *Jurnal Teknologi*, vol. 13, no. 1, pp. 15–24, 2021.
- [7] I. W. G. Suarjana, M. Fikri Pomalingo, R. A. Palilingan, and B. R. Parhusip, "Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomi Menggunakan Data Antropometri Untuk Mengurangi Beban Fisiologis," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 109–117, 2022.
- [8] Junianto, N. Paramytha, E. Fitriani, and T. Ariyadi, "Rancang Bangun Sistem Kendali Otomasi Ketinggian Meja Dan Lampu Belajar Sesuai Ergonomi Dan Kesehatan Pengguna," *Journal of Electrical and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 164–172, Oct. 2024.
- [9] K. D. Artika, R. Syahyuniar, and N. S. Adhiela, "Design Of Ergonomic Work Desk For Workbench Practicum," *Journal of Engineering Design and Technology*, vol. 19, no. 1, pp. 14–19, 2019.
- [10] A. Keshvarparast et al., "Ergonomic design of Human-Robot collaborative workstation in the Era of Industry

- 5.0,” *Journal of Computers and Industrial Engineering*, vol. 198, no. 5, pp. 85–95, Dec. 2024.
- [11] Y. H. Yadi, L. M. Kurniawidjaja, and I. H. Susilowati, “Ergonomics Intervention Study of the RULA/REBA Method in Chemical Industries for MSDs’ Risk Assessment,” in *International Conference of Occupational Health and Safety, Knowledge E*, Jun. 2018, pp. 181–189.
- [12] T. Ribeiro, F. Serranheira, and H. Loureiro, “Work related musculoskeletal disorders in primary health care nurses,” *Applied Nursing Research*, vol. 33, no. 2, pp. 72–77, Feb. 2017.
- [13] M. Gerald and T. E. Darmayanti, “Tinjauan Faktor Ergonomi Meja & Fasilitas Duduk Terkait Kenyamanan Kafe Fullmoon Coffee Bandung,” *Jurnal Desain*, vol. 11, no. 1, p. 68, Dec. 2023.
- [14] D. M. Kamal, R. Grenny Sudarmawan, and D. B. Widisadityo, “Studi Ergonomi Postur Tubuh Operator Packing Menggunakan Metode RULA,” in *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 2025, pp. 833–839.
- [15] B. W. N. Pratama, R. Herlianti, and Z. F. Ikatinasari, “Perancangan Meja Kerja Ergonomis Dengan Metode Antropometri pada Proses Inspection Checking Output Green Tire di Perusahaan X,” *Jurnal Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 23, no. 2, pp. 141–150, Sep. 2024.
- [16] P. Ariyo and M. Nuruddin, “Analisis Postur Tubuh Pekerja Di Graph Multimedia Menggunakan Metode Rula (Rapid Upper Limb Assessment) Untuk Mengetahui Tingkat Resiko Pekerja Printing,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 295–304, 2022.
- [17] K. S. Blume et al., “Ergonomic Risk Assessment of Dental Students—RULA Applied to Objective Kinematic Data,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 19, pp. 1–16, Oct. 2021.
- [18] G. Putra, F. Okta Widarta, S. A. Lestari, and R. Abubakar, “Penerapan Standard Nordic Questionnaire Dan Metode Antropometri Dalam Perancangan Alat Bantu Proses Pengolahan Kelapa Parut,” *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 12, no. 2, pp. 273–278, 2025.
- [19] T. Widodo and E. Setyawan, “Re-Desain Fasilitas Kerja Kursi Ergonomi Untuk Mengurangi Risiko Musculosal Disorders Mengacu Pada Nilai Antropometri Di PT. X,” *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 01, pp. 65–77, 2021.
- [20] A. Mumani, R. T. Stone, and A. M. Momani, “An application of Monte-Carlo simulation to RULA and REBA,” *Journal Theoretical Issues in Ergonomics Science*, vol. 22, no. 6, pp. 673–688, 2021.
- [21] A. Boulila, M. Ayadi, and K. Mrabet, “Ergonomics study and analysis of workstations in Tunisian mechanical manufacturing,” *Journal Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, vol. 28, no. 4, pp. 166–185, Jul. 2018.
- [22] R. Suhartono, E. Suhendar, and D. Wibisono, “Analisis Dan Desain Meja Kerja Menggunakan Macroergonomic Analysis And Design Pada PT. Control Systems Para Nusa,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 20, no. 2, pp. 81–88, Aug. 2022.
- [23] A. H. Fajar and Y. S. Rejeki, “Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomis pada Stasiun Persiapan Menggunakan Analisis Virtual Environment Modelling,” *Jurnal Riset Teknik Industri*, vol. 1, no. 2, pp. 121–130, Dec. 2021.
- [24] D. Kee, “An empirical comparison of OWAS, RULA and REBA based on self-reported discomfort,” *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 26, no. 2, pp. 285–295, Apr. 2020.
- [25] A. L. Fiih, Moh. Jufriyanto, H. Hidayat, and K. Muhammad, “Analisis Postur Pekerja Menggunakan Metode REBA dan RULA Pada Proses Pengelasan di PT. Ravana Jaya,” *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, vol. 4, no. 4, pp. 123–128, Nov. 2024.
- [26] J. Hutabarat, J. A. Pradana, I. Ruwana, D. W. L. Basuki, S. A. Sari, and R. Septiari, “Ergonomic Chair Design as a Solution to Musculoskeletal Disorders among Traditional Cobblers: An Anthropometric Study,” *Journal Europeen des Systemes Automatises*, vol. 56, no. 4, pp. 697–701, Sep. 2023.
- [27] N. A. Majdina, B. Praktikno, and A. Tripena, “Penentuan Ukuran Sampel Menggunakan Rumus Bernoulli dan Slovin: Konsep dan Aplikasinya,” *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika (JMP)*, vol. 16, no. 1, pp. 73–84, 2024.
- [28] T. H. Suryatman and R. Ramdani, “Desain Kursi Santai Multifungsi Ergonomis Dengan Menggunakan Pendekatan Antropometri,” *Journal Industrial Manufacturing*, vol. 4, no. 1, pp. 45–54, 2019.
- [29] T. Widodo, I. Ferdiansyah, and A. Prasetyo, “Perancangan Ulang Produk Os Table Dengan Menggunakan Metode Antropometri,” *Journal Industri Manufacturing*, vol. 6, no. 1, pp. 57–71, 2021.