

Rancang Bangun Alat Inspeksi *Green Tire* dengan Pendekatan Ergonomi pada PT.XYZ

Indah Puspa Murni, S.T., M.Sc.¹⁾
Politeknik Gajah Tunggal
indahpuspamurni@gmail.com

Puguh Elmiawan, S.Pd., M.Pd.²⁾
Politeknik Gajah Tunggal
elmiawan@poltek-gt.ac.id

Happy Leriaan³⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
happylerian1@gmail.com

Tulus Puji Ruswanto⁴⁾
PT. Gajah Tunggal, Tbk.
tuluspujiruswanto78@gmail.com

ABSTRAK

Industri *manufacturing* mengalami peningkatan pesat yang ditandai dengan munculnya sektor industri di berbagai daerah. Peningkatan ini tidak terlepas dari penggunaan teknologi canggih, terutama dalam produksi. Namun, teknologi juga menghadirkan masalah, terutama terkait alat bantu. Beberapa kasus penyakit akibat kerja disebabkan oleh ketiadaan atau penggunaan alat bantu yang tidak ergonomis. PT. XYZ, salah satu pemain utama di industri *manufacturing*, mengalami masalah serupa, yaitu tidak adanya alat bantu di area *assembly line* untuk pemeriksaan *green tire*. Hal ini menyulitkan pekerja atau *inspector* dalam melakukan inspeksi. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu inspeksi *green tire* agar pemeriksaan dapat dilakukan dengan mudah. Tujuan penulisan ini adalah mengetahui tingkat risiko proses inspeksi sebelum adanya alat pendukung, merancang alat inspeksi *green tire* yang memenuhi standar keamanan, dan menemukan alat pendukung inspeksi yang ergonomis sesuai postur tubuh pengguna. Metodologi yang digunakan adalah metode eksperimen dengan merancang alat inspeksi *green tire* berdasarkan data dimensi tubuh yang dianalisis secara ergonomi. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan dalam merancang alat inspeksi *green tire*. Berdasarkan analisa postur tubuh bagian atas dengan Metode RULA, sebelum rancang bangun, skor risiko adalah 7 (tinggi) dan turun menjadi 4 (rendah) setelah rancang bangun alat inspeksi *green tire*.

Kata Kunci : Ergonomi, Antropometri, RULA, *Green Tire*, Inspeksi

ABSTRACT

The manufacturing industry has experienced rapid growth, marked by the emergence of industrial sectors in various regions. This increase is closely tied to advanced technology use, especially in production. However, technology also brings problems, particularly related to assistive tools. Some occupational diseases are caused by the absence or use of non-ergonomic assistive tools. PT. XYZ, a key player in the manufacturing industry, faces similar issues, specifically the lack of assistive tools in the assembly line area for inspecting green tires. This situation makes it difficult for workers or inspectors to perform inspections. Therefore, an assistive tool for green tire inspection is needed to facilitate easy inspections. This paper aims to determine the risk level of the inspection process before the support tool's introduction, design a green tire inspection tool that meets safety standards, and identify an ergonomic inspection support tool suitable for the user's body posture. The methodology used is an experimental method by designing a green tire inspection tool based on body dimension data analyzed ergonomically. The research results show success in designing the green tire inspection tool. Based on the analysis of upper body posture using the RULA Method, the risk score before the design was 7 (high) and decreased to 4 (low) after designing the green tire inspection tool.

Keywords: Ergonomics, Anthropometry, RULA, Green Tire, Inspection

Program Studi Teknologi Industri
Politeknik Gajah Tunggal

I. PENDAHULUAN

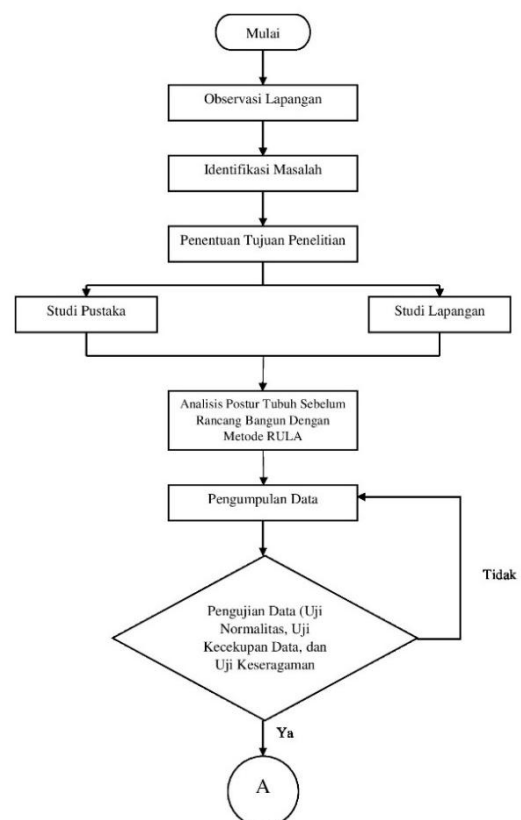
Dewasa ini, persebaran industri *manufacturing* mengalami peningkatan yang cukup pesat. Hal tersebut ditandai dengan banyak dibangunnya sektor industri *manufacturing* di berbagai daerah. Akan tetapi, masih terdapat permasalahan terkait dengan alat bantu yang digunakan pada industri *manufacturing*. Alat bantu kerja adalah elemen yang dibutuhkan untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan [1]. Dengan adanya alat bantu, pekerjaan yang sebelumnya sulit dapat dilakukan dengan lebih mudah, seperti alat bantu untuk mendorong komponen besar, dan lain-lain. Tanpa alat bantu, proses kerja menjadi terhambat dan sulit dilaksanakan. Selain itu, banyak kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja disebabkan oleh ketiadaan alat bantu. Data menunjukkan bahwa terdapat 91 kasus penyakit kerja yang disebabkan oleh ketiadaan alat bantu yang memadai bagi pekerja saat menjalankan tugas mereka [2]. Tidak adanya alat bantu tersebut dapat membuat pekerja mengalami kesulitan dalam melakukan pekerjaannya dan mengakibatkan proses produksi menjadi terhambat. Selain itu, alat bantu yang diberikan oleh industri *manufacturing* kurang ergonomi saat digunakan, sehingga menimbulkan penyakit kerja apabila dilakukan secara terus-menerus dan dalam jangka waktu yang lama [3]. PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang turut mengembangkan industri *manufacturing* di Indonesia terutama produk ban. Permasalahan yang terjadi pada industri *manufacturing* pada umumnya, juga dialami oleh PT. XYZ, yaitu tidak adanya alat bantu yang membantu pekerja dalam melakukan pemeriksaan *green tire*. Tanpa adanya alat bantu, pekerja atau *inspector* melakukan pemeriksaan *green tire* secara langsung pada *conveyor*. Selain itu, postur tubuh *inspector* yang membungkuk saat memeriksa *green tire* membuat proses menjadi tidak ergonomi. Frekuensi pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dan dalam waktu yang lama juga akan mengakibatkan penyakit kerja. Adapun penyakit kerja tersebut yaitu gangguan pada otot rangka disebabkan oleh otot yang menerima beban statis secara berulang dan terus-menerus dalam waktu lama, sehingga menimbulkan keluhan pada sendi, ligamen, dan tendon. Salah satu langkah yang dapat dilakukan oleh penulis untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan membuat alat inspeksi *green tire*. Penulis membuat alat tersebut dengan menggunakan pendekatan secara ergonomi.

Selain membuat alat inspeksi *green tire*, penulis memerlukan analisis terkait postur tubuh *inspector* pada saat melakukan pekerjaan dan data

dimensi tubuh dari *inspector* tersebut sebagai acuan untuk ukuran alat yang akan dibuat. Untuk itu, penulis mengkaji beberapa penelitian sebelumnya. Ahmad, A., Javed, I., Abrar, U., (2021) menganalisis terkait ergonomi dalam kerja menggunakan data perhitungan Antropometri. Tujuan dari penulisan yang dilakukan adalah mengurangi penyakit kerja terutama akibat sering membungkuk atau menunduk [4]. Erliana & Pamungkas, (2021) Penulisan ini melakukan analisis terkait postur tubuh yang salah saat bekerja dan dapat menyebabkan penyakit kerja apabila dilakukan dalam jangka waktu yang lama. Metode penulisan yang digunakan dalam analisis adalah metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) [5].

Dengan adanya rancang bangun ini, diharapkan pemeriksaan *green tire* oleh *inspector* dapat dilakukan dengan optimal, sehingga tidak terdapat *green tire* yang mengalami kelolosan *defect* pada *green tire*.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian lanjutan

Berdasarkan Gambar 1, penjelasan secara detail mengenai alur penulisan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

2.1. Observasi Lapangan

Tahap ini merupakan tahap observasi yang digunakan untuk mengetahui keadaan atau proses kegiatan yang terjadi pada area tersebut. Tempat pelaksanaan observasi adalah pada proses *building* khususnya area mesin DGP dan KGP. Jumlah mesin DGP dan KGP pada *plant* PCR secara keseluruhan terdiri atas 12 mesin. Kegiatan observasi juga digunakan untuk mengamati proses yang terjadi pada mesin DGP dan KGP, serta proses pemeriksaan *green tire* oleh *inspector*. Mesin DGP dan KGP digunakan untuk melapisi bagian dalam *green tire* dengan cairan silikon agar tidak lengket saat pemasakan ban (*curing*).

2.2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini identifikasi masalah diperoleh dengan cara pengamatan yang dilakukan di lapangan. Tahap ini merupakan tahap lanjutan dari observasi lapangan yang mana penulis menemukan permasalahan pada area tersebut. Permasalahan yang diambil penulis adalah kurang ergonominya posisi tubuh *inspector* saat memeriksa *green tire*, setelah dilakukan proses *inner painting* pada mesin DGP dan KGP. Kurang ergonomi yang dimaksud

adalah ketika *inspector* memeriksa *green tire* postur tubuh *inspector* membungkuk dan apabila dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan penyakit kerja. Selain itu, pemeriksaan yang dilakukan secara langsung pada *conveyor*, membuat pemeriksaan terlalu cepat dan membuat pemeriksaan kurang maksimal. Hal tersebut dapat mengakibatkan *defect* yang berada pada *green tire* tidak terdeteksi dan menjadi lolos ke tahap pemasakan ban. Apabila *green tire* yang didalamnya terdapat *defect* dan tetap dilakukan pemasakan, akan menghasilkan *tire* yang NG (*Not Good*). Maka dari itu, proses pemeriksaan *green tire* merupakan proses yang krusial dan perlu perhatian khusus guna menciptakan *green tire* yang berkualitas.

2.3. Penentuan Tujuan Penulisan

Pada tahap ini, penulis menentukan tujuan penulisan berdasarkan permasalahan yang terjadi di lapangan. Tujuan penulisan merupakan suatu pernyataan akan diwujudkan oleh penulis dan digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi. Adapun tujuan penulisan ini adalah untuk melakukan rancang bangun alat inspeksi *green tire* dengan menggunakan pendekatan secara ergonomi. Dengan adanya pembuatan alat ini diharapkan dapat meningkatkan efektifitas inspeksi *green tire* dan ergonomi, baik secara postur tubuh.

2.4. Studi Pustaka

Tahap ini merupakan pencarian literatur yang berhubungan tujuan penulisan yaitu pembuatan alat inspeksi *green tire*. Literatur yang digunakan oleh penulis terdiri atas jurnal-jurnal, buku, tugas akhir, skripsi, disertasi, atau literatur ilmiah lain yang menyangkut alat inspeksi *green tire*. Penulis menggunakan literatur yang terdaftar secara nasional maupun internasional, sehingga kredibilitas penulisan ini dapat menjadi acuan bagi penulisan selanjutnya. Pembuatan alat inspeksi *green tire* juga berpedoman pada literatur ilmiah yang digunakan penulis, sehingga tingkat keberhasilan alat dapat memenuhi harapan penulis.

2.5. Studi Lapangan

Tahap ini dilakukan dengan cara mengamati dan mendata secara langsung permasalahan di lapangan. Dalam hal ini, penulis menentukan bentuk dan prinsip kerja alat yang akan dibuat sesuai tujuan penulisan yang akan dicapai. Penulis mengamati setiap proses yang terjadi pada mesin DGP dan KGP, serta mendata proses yang terjadi pada setiap mesin seperti tinggi *conveyor* dan luas area yang akan dibuat alat. Dimensi alat yang akan dibuat akan memiliki ukuran yang proporsional sesuai dimensi tubuh pengguna dan luas area mesin agar proses inspeksi dapat berjalan dengan baik dan efektif.

2.6. Analisis Postur Tubuh Sebelum Dilakukan Rancang Bangun

Tahap ini, penulis melakukan analisis menggunakan pendekatan ergonomi untuk menentukan tingkat kelayakan proses inspeksi menggunakan *conveyor* atau sebelum adanya alat bantu inspeksi. Metode yang digunakan pada analisis ergonomi adalah metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Metode ini digunakan untuk menganalisa keluhan tubuh bagian atas [6]. Apabila *score* RULA pada proses inspeksi sebesar 5-7 atau tingkat risiko sedang hingga tinggi, maka diperlukan investigasi lanjut dan perubahan pada proses inspeksi.

2.7. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan penulis adalah metode *survey* dan *interview*. Dalam hal ini, *survey* penulisan dilakukan dengan menganalisis setiap proses yang menyebabkan permasalahan di lapangan. Salah satu aktivitas yang menyebabkan permasalahan tersebut adalah postur tubuh *inspector* yang kurang ergonomi karena membungkuk saat melakukan pemeriksaan *green tire* dan pemeriksaan tersebut dilakukan secara langsung pada *conveyor*. Penulis juga mengumpulkan data terkait dengan *interview* dan memberikan kuesioner *Nordic Body Maps* (NBM). Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui secara rinci bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja [7]. Hal ini dilakukan oleh penulis kepada *inspector* terkait kesulitan serta keluhan saat pemeriksaan ban. *Inspector* tersebut mengeluhkan sakit dibagian punggung karena sering membungkuk saat memeriksa *green tire*. Permasalahan ergonomi yang terdapat pada proses yang menjadi penentuan urgensinya alat inspeksi *green tire* untuk kebutuhan *inspector*. Setelah melakukan *interview* dan pembagian kuesioner NBM kepada *inspector*, penulis mengukur dimensi tubuh *inspector* dan operator yang ada disekitar pada area tersebut. Tujuan penulis melakukan pengukuran dimensi tubuh yaitu sebagai salah satu acuan untuk merancang bangun alat yang sesuai dengan postur tubuh pengguna.

2.8. Pengujian Data

Setelah mengumpulkan data terkait *survey* dan *interview*, selanjutnya penulis akan melakukan pengujian terhadap kumpulan data-data. Pengujian data yang akan dilakukan adalah uji normalitas, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data.

2.9. Uji Normalitas

Pada penelitian ini, penulis menggunakan *software IBM SPSS Statistics 26*. Uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji apakah sampel data mengikuti distribusi normal [8]. Adapun syarat pengujian data tersebut jika berdistribusi normal adalah sebagai berikut:

1. Uji hipotesis
H₀ : Data berdistribusi normal
H₁ : Data tidak berdistribusi normal
2. Uji Statik dengan Uji Kolmogorov-Smirnov
Jika Sig. > α , maka H₀ diterima
Jika Sig. < α , maka H₀ ditolak

2.10. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi varians dengan mengeliminasi data ekstrem [9]. Uji keseragaman data dilakukan dengan perhitungan secara matematis dan menggunakan *software Excel*. Nantinya, keseragaman data menghasilkan data yang tidak memiliki variasi berada pada rentang batas atas (UCL) dan tentang batas bawah (LCL). Data yang seragam berada pada batas tengah (CL) yang mana data tersebut dapat langsung di olah menjadi data yang dibutuhkan dalam menganalisis ergonomi. Apabila data yang diperoleh tidak dapat memenuhi syarat dalam pengujian keseragaman data, maka proses akan kembali ke pengumpulan data hingga data dapat seragam. Selain itu, apabila data yang saat dilakukan uji memiliki nilai variasi di atas batas atas dan di bawah batas bawah mengharuskan penulis untuk mengubah data yang paling tinggi variasinya dengan mengambil data ulang dan dilakukan pengujian kembali.

2.11. Uji Kecukupan

Uji kecukupan data merupakan uji yang dilakukan untuk menentukan tercukupinya data yang diperoleh dari hasil pendataan [9]. Apabila data yang diperoleh tidak memenuhi syarat, pendataan terkait data yang dibutuhkan harus diulang hingga data tercukupi dan memenuhi syarat. Sebaliknya, apabila data sudah memenuhi syarat, data tersebut akan menuju pengujian data selanjutnya, yaitu uji normalitas. Perlakukan uji kecukupan bagi setiap data adalah sama sehingga tidak terjadi penyimpangan pada akhir pengolahan data.

2.12. Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang memenuhi syarat dalam pengujian akan diolah menggunakan perhitungan antropometri untuk menentukan nilai kelayakan dan ergonomi suatu peralatan atau *tools* yang digunakan saat bekerja

2.13. Rancang Bangun Alat

Pembuatan alat inspeksi *green tire* dilakukan di area *workshop* dengan mengacu pada desain yang telah disesuaikan postur tubuh *inspector*.

2.14. Analisis Postur Tubuh Setelah Dilakukan Rancang Bangun

Tahap ini, penulis melakukan analisis kembali menggunakan pendekatan ergonomi untuk menentukan tingkat kelayakan alat. Metode yang digunakan pada analisis ergonomi adalah metode

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Alat ini dirancang sesuai dengan data postur tubuh operator atau *inspector* yang telah dikumpulkan sebelumnya, sehingga *inspector* diharapkan dapat memaksimalkan penggunaan alat inspeksi *green tire* tersebut. Penulis menargetkan nilai RULA yang ada pada alat berkisar 1-4 sehingga alat memenuhi syarat ergonomi dan layak untuk digunakan oleh *inspector*.

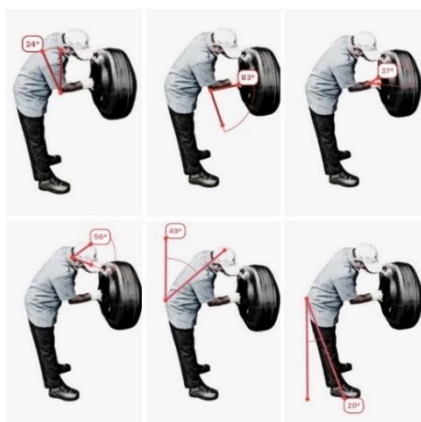
2.15. Kesimpulan

Tahap terakhir adalah pemberian kesimpulan terhadap alat yang telah dibuat. Dengan adanya pembuatan alat ini diharapkan dapat membantu *inspector* dalam melakukan pemeriksaan *green tire*, sehingga tujuan penulisan dapat tercapai. Dengan didapatkannya nilai ergonomi alat juga menjadi kesimpulan untuk menentukan keberhasilan pembuatan alat inspeksi ini. Selain itu, penulis juga memberikan saran kepada penulis selanjutnya demi kesempurnaan alat inspeksi ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Tingkat Risiko Sebelum Rancang Bangun

Sebelum dilakukan rancang bangun alat inspeksi, pemeriksaan *green tire* dilakukan secara langsung pada *roller conveyor*. Dalam hal ini, ban yang sudah melalui proses *painting* akan menuju pada *roller conveyor*. Apabila terdapat antrian ban dalam *conveyor*, hal tersebut dapat membuat pemeriksaan menjadi singkat. Selain itu, posisi *conveyor* tersebut terlalu rendah sehingga membuat posisi kerja *inspector* menjadi membungkuk saat memeriksa *green tire*. Maka dari itu, diperlukan analisis RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), untuk mengetahui tingkat risiko kerja *inspector* saat melakukan pemeriksaan pada *conveyor*. Penulis melakukan analisis postur tubuh *inspector* pada saat melakukan pekerjaan dengan menggunakan metode RULA dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Analisis RULA pada Postur Tubuh

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan Gambar 2. Terdapat 6 bagian tubuh yang diukur sudutnya pada saat dalam postur kerja.

Tabel 1. Nilai Sudut Postur Tubuh *Inspector*

Bagian Tubuh	Sudut
Punggung	49°
Leher	56°
Lengan Atas	24°
Lengan Bawah	83°
Pergelangan Tangan	37°
Kaki	20°

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Setelah mendapatkan nilai sudut pada postur kerja, kemudian melakukan analisis menggunakan perhitungan nilai RULA kategori A.

Tabel 2. Perhitungan Nilai RULA Sebelum Rancang Bangun

Postur Tubuh	Nilai Postur	Ket	Nilai Tambahan	Total
Lengan Atas	+2	-	-	+2
Lengan Bawah	+1	(Melintasi garis tengah)	+1	+2
Pergelangan Tangan	+3	(Tertekuk dari garis tengah)	+1	+4

Tabel 2. Perhitungan Nilai RULA Sebelum Rancang Bangun (lanjutan)

Postur Tubuh	Nilai Postur	Ket	Nilai Tambahan	Total
Posisi Pergelangan Tangan	+1	(Tertekuk dari garis tengah)	-	+1
<i>Score</i>				4

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan Tabel 2, skor untuk postur tubuh kategori A adalah 4.

- a. Skor aktivitas
Aktivitas untuk inspeksi *green tire* dilakukan secara statis sehingga diberi skor +1
- b. Skor beban/ tenaga
Beban berupa *green tire* dengan beban terberat

sebesar 22,107 kgf dan beban teringan 4,711 kgf maka diberi nilai +2
Jadi total skor untuk kategori A adalah $4 + 1 + 2 = 7$

Berikut merupakan perhitungan nilai RULA kategori B.

Tabel 3. Perhitungsn RULA kategori B

Postur Tubuh	Nilai Postur	Ket	Nilai Tambah	Total
Leher	+3	-	-	+3
Punggung	+3	-	-	+3
Kaki	+2	-	-	+2
<i>Score</i>				5

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan Tabel diatas skor untuk postur tubuh kategori B adalah 5.

c. Skor aktivitas

Aktivitas untuk inspeksi *green tire* dilakukan secara statis sehingga diberi skor +1

d. Skor beban/ tenaga

Tidak ada beban yang ditumpu pada bagian tubuh kategori B sehingga diberi nilai +0

Jadi total skor untuk kategori B adalah $5 + 1 + 0 = 6$

Kemudian total skor kategori A dan B dimasukkan ke dalam tabel perhitungan C untuk mendapatkan skor akhir postur tubuh inspektor pada saat melakukan pekerjaan.

Tabel 4. Tingkat Risiko

Level	Score	Action
1	1 - 2	Risiko yang dapat diterima, tidak ada tindakan yang diperlukan
2	3 - 4	Risiko rendah, perubahan mungkin diperlukan
3	5 - 6	Risiko sedang, penyelidikan lebih lanjut, segera dilakukan perubahan
4	7	Risiko tinggi, investigasi dan terapkan perubahan

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan hasil analisa postur tubuh, menghasilkan nilai RULA sebanyak 7 dengan kesimpulan bahwa diperlukan investigasi atau penyelidikan lebih lanjut dan implementasikan tindakan perbaikan sesegera mungkin pada proses pengecekan *green tire*, dikarenakan termasuk ke dalam kategori risiko tinggi.

3.2. Perancangan Alat

Pengujian data antropometri dilakukan menggunakan beberapa dimensi tubuh pekerja Program Studi Teknologi Industri Politeknik Gajah Tunggal

untuk mengetahui nilai dimensi yang akan digunakan pada perancangan, yaitu:

1. D4 adalah dimensi tinggi siku berdiri yang akan digunakan untuk mengukur tinggi alat dari roda hingga rangka pegangan.
2. D5 adalah dimensi tinggi pinggul yang akan digunakan untuk mengukur tinggi alat dari roda hingga alas inspeksi *green tire*.

Data dimensi tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Dimensi Tubuh

Orang ke-	Dimensi Tinggi Siku Berdiri	Dimensi Tinggi Pinggul
1	107	97
2	113	101
3	108	94
4	111	98
5	104	95
6	101	90
7	110	98
8	100	91
9	100	89
10	110	93
11	111	99
12	104	97

Tabel 5. Data Dimensi Tubuh (lanjutan)

Orang ke-	Dimensi Tinggi Siku Berdiri	Dimensi Tinggi Pinggul
13	106	96
14	108	92
15	114	100
16	106	98
17	102	89
18	109	96
19	111	99
20	105	98
21	104	94
22	102	91
23	107	99
24	108	96
25	114	101

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Setelah melakukan pengukuran dimensi tubuh, kemudian data tersebut dilakukan uji normalitas. Pengujian ini dilakukan *menggunakan software SPSS* dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tinggi_Siku_Berdiri	.083	25	.200 [*]	.963	25	.467
Tinggi_Pinggul	.139	25	.200 [*]	.937	25	.127

*. This is a lower bound of the true significance.

Gambar 3. Hasil Uji Normalitas

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Dapat dilihat pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai signifikan hitung dari tinggi badan bernilai 0.200 dan tinggi siku berdiri bernilai 0.200 yang artinya nilai tersebut lebih besar dari 0.05 maka data tersebut dinyatakan berdistribusi normal.

Setelah melakukan uji normalitas, apabila data telah normal maka akan dilakukan uji keseragaman data. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang sudah ada termasuk data yang seragam atau belum seragam sehingga tidak ditemukan data yang ekstrem. Sebelum melakukan uji keseragaman data, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai rata-rata yang dapat dibuktikan dengan teori matematis sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N} \quad (1)$$

Keterangan:

\bar{x} = Nilai rata-rata data

$\sum xi$ = Jumlah rerata-rata data

N = Banyaknya data

Perhitungan rata-rata data dimensi tinggi pinggul sebagai berikut.

Diketahui :

$$N = 25$$

$$\sum Xi = 2391$$

$$\sum Xi^2 = 229001$$

$$(\sum Xi)^2 = 5716881$$

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\sum xi}{N} \\ &= \frac{2391}{25} \\ &= 95,64 \end{aligned}$$

Perhitungan rata-rata data dimensi tinggi siku berdiri sebagai berikut.

Program Studi Teknologi Industri
Politeknik Gajah Tunggal

Diketahui :

$$N = 25$$

$$\sum Xi = 2675$$

$$\sum Xi^2 = 286649$$

$$(\sum Xi)^2 = 7155625$$

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$= \frac{2627}{25}$$

$$= 107$$

Setelah melakukan perhitungan nilai rata-rata, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan standar deviasi dengan menggunakan teori matematis sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}{N(N-1)}} \quad (2)$$

Keterangan:

σ = Nilai standar deviasi

$\sum Xi$ = Data ke-i

N = Banyaknya data

Perhitungan standar deviasi data dimensi tinggi pinggul sebagai berikut.

Diketahui :

$$N = 25$$

$$\sum Xi = 2,391$$

$$\sum Xi^2 = 229001$$

$$(\sum Xi)^2 = 5716881$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{25(229001) - (5716881)}{25(25-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{8144}{25(24)}} \\ &= \sqrt{\frac{8144}{600}} \\ &= 3,536 \end{aligned}$$

Perhitungan standar deviasi data dimensi tinggi siku berdiri sebagai berikut.

Diketahui :

$$N = 25$$

$$\sum Xi = 2675$$

$$\sum Xi^2 = 286649$$

$$(\sum Xi)^2 = 715562$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{25(286649) - (7155625)}{25(25-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{10600}{25(24)}} \\ &= \sqrt{\frac{10600}{870}} \\ &= 4,2032 \end{aligned}$$

Kemudian untuk menentukan UCL menggunakan teori matematis, dapat dibuktikan sebagai berikut:

$$UCL = \bar{x} + k\sigma \quad (3)$$

$$LCL = \bar{x} - k\sigma \quad (4)$$

Keterangan:

\bar{x} = Nilai rata-rata

K = Nilai tingkat keyakinan

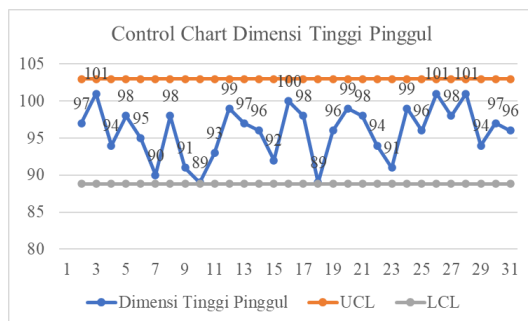
σ = Standar deviasi dari nilai rata-rata

Perhitungan UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) data dimensi tinggi pinggul sebagai berikut.

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{x} + k\sigma \\ &= 95,64 + 2.(3,536) \\ &= 102,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= \bar{x} - k\sigma \\ &= 95,64 - 2.(3,536) \\ &= 88,827 \end{aligned}$$

Di bawah ini merupakan grafik uji keseragaman data menggunakan *software excel* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Control Chart Tinggi Pinggul

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

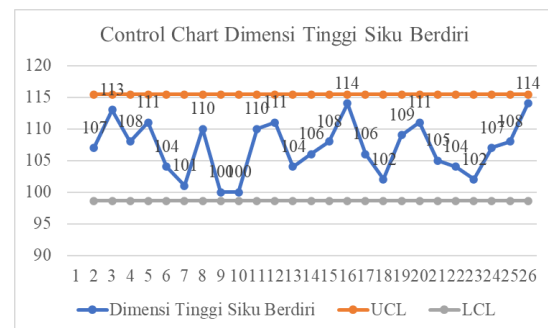
Berdasarkan Gambar 4, maka dapat diambil kesimpulan bahwa data dimensi tinggi pinggul seragam karena tidak melebihi batas kontrol atas atau UCL (*Upper Control Limit*) maupun batas kontrol bawah atau LCL (*Lower Control Limit*).

Adapun perhitungan UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) data dimensi tinggi siku berdiri sebagai berikut.

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{x} + k\sigma \\ &= 107 + 2.(4,203) \\ &= 115,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= \bar{x} - k\sigma \\ &= 107 - 2.(4,203) \\ &= 98,594 \end{aligned}$$

Di bawah ini merupakan grafik uji keseragaman data menggunakan *software excel* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Control Chart Tinggi Siku Berdiri

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan Gambar 5, maka dapat diambil kesimpulan bahwa data dimensi tinggi siku berdiri seragam karena tidak melebihi batas kontrol atas atau UCL (*Upper Control Limit*) maupun batas kontrol bawah atau LCL (*Lower Control Limit*).

Setelah melakukan uji keseragaman data dimensi tubuh berupa tinggi pinggul dan tinggi siku berdiri, penulis kemudian melakukan uji kecukupan data untuk mengetahui data tersebut apakah sudah cukup atau belum untuk pengolahan data pada tahap berikutnya. Apabila data tersebut belum cukup, maka penulis akan melakukan pengumpulan data ulang sampai jumlah dari data tersebut sudah cukup dan dapat dilakukan data hitung dengan rumus dan persamaan. Sebelum melakukan uji kecukupan data terlebih dahulu menentukan derajat ketelitian yaitu 5% maka $\alpha = 0,05$ yang dimana untuk menunjukkan penyimpangan maksimum dari hasil penulisan. Selain itu juga penulis menentukan tingkat keyakinan yaitu 95% maka $k = 2$ hal tersebut karena pada saat mengambil data sampel dimensi tubuh *inspector* dalam melakukan suatu pekerjaan dengan posisi tubuh yang tidak ergonomis. Apabila $N' < N$, maka data dianggap cukup, sebaliknya apabila $N' > N$ maka data dianggap

tidak cukup. Perhitungan uji kecukupan data dimensi tinggi pinggul dan tinggi siku berdiri dapat dibuktikan dengan teori matematis sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \quad (5)$$

Keterangan:

N' = Jumlah Kebutuhan Data

N = Jumlah Data

Xi = Data hasil, pengukuran ke-i

S = Tingkat Kepercayaan

K = Koefisien indeks tingkat kepercayaan.

Adapun perhitungan uji kecukupan data hasil dimensi tinggi pinggul sebagai berikut.

Diketahui :

N = 25

$\sum Xi$ = 2391

$\sum Xi^2$ = 229001

$(\sum Xi)^2$ = 5716881

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \\ &= \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{25(229001) - (5716881)}}{2391} \right]^2 \\ &= \left[\frac{40\sqrt{8144}}{2391} \right]^2 \\ &= \left[\frac{3609,765}{2391} \right]^2 \\ &= 2,27 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai $N' < N = 2,27 < 25$, maka data tersebut telah mencukupi.

Perhitungan uji kecukupan data hasil dimensi tinggi siku berdiri sebagai berikut.

Diketahui :

N = 25

$\sum Xi$ = 2675

$\sum Xi^2$ = 286649

$$(\sum Xi)^2 = 7155625$$

Perhitungan uji kecukupan data hasil dimensi tinggi siku berdiri sebagai berikut.

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \\ &= \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{25(286649) - (7155625)}}{2675} \right]^2 \\ &= \left[\frac{40\sqrt{10600}}{2675} \right]^2 \\ &= \left[\frac{4118252056}{2675} \right]^2 \\ &= 2,370163333 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai $N' < N = 2,37 < 25$, maka data tersebut telah mencukupi.

3.3. Pengolahan Data Antropometri

Langkah-langkah perhitungan dengan pendekatan antropometri sebagai berikut:

1. Menentukan *Persentile*

Dalam tahap ini penulis menggunakan *persentile* 95-th berdasarkan karakteristik data dimensi tinggi siku berdiri dan untuk dimensi tinggi pinggul yang digunakan yaitu *persentile* 95-th untuk ukuran maksimum tinggi alas inspeksi dan *persentile* 50-th untuk minimum tinggi alas inspeksi. Di bawah ini merupakan persentil dan kelonggaran data yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentil pada rancangan alat

Kegunaan	Dimensi	<i>Persentile</i>
Tinggi rangka pegangan	Tinggi Siku Berdiri	95-th
Tinggi alas <i>Green tire Adjustable</i>	Tinggi Pinggul	50-th & 95-th

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

2. Penyusunan Konsep Perancangan Perhitungan Spesifikasi Rancangan

a. Tinggi Rangka Pegangan

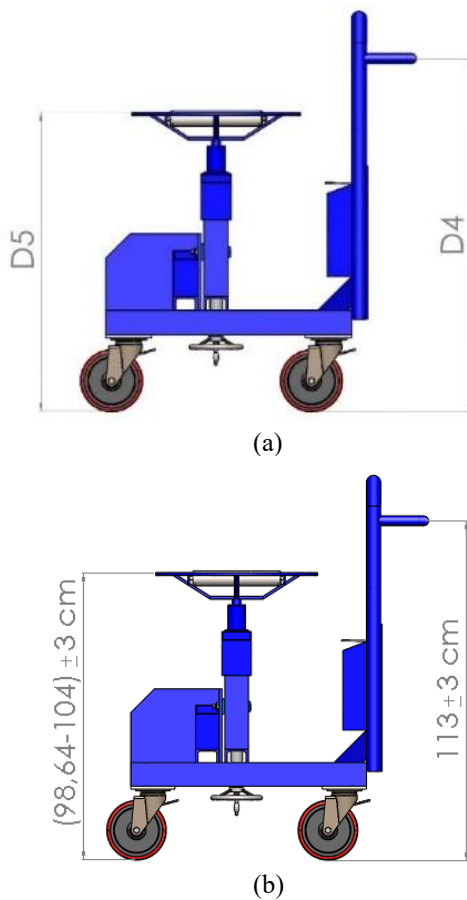
$$\begin{aligned} 95 - \text{th} &= \bar{x}_{\text{Tinggi Siku Berdiri}} + 1,645 \sigma x \\ &= 107 + (1,645 \times 4,203) \\ &= 113 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Tinggi dudukan alas *green tire Adjustable*

$$\begin{aligned}
 \text{b. } 50 - th &= \bar{x} \\
 &= 95,64 \text{ cm (Tinggi minimum} \\
 &\text{dudukan alas } green \text{ tire)} \\
 99 - th &= \bar{x}_{Tinggi \text{ Pinggul}} + 2,325 \sigma x \\
 &= 95,64 + (2,325 \times 3,536) \\
 &= 103 \text{ cm } \pm 3 \text{ cm (Tinggi} \\
 &\text{maksimum dudukan alas } green \text{ tire)}
 \end{aligned}$$

3. Gambar Rancangan Alat pendukung inspeksi

Setelah menentukan ukuran perancangan alat pendukung inspeksi maka tahap selanjutnya adalah membuat desain alat pendukung inspeksi tersebut. Adapun desain alat pendukung inspeksi dengan menggunakan dimensi tinggi siku berdiri dan tinggi pinggul dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Dimensi Tubuh yang digunakan pada Alat

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

3.4. Analisis Tingkat Risiko Sebelum Rancang Bangun

Setelah melakukan rancang bangun alat inspeksi *green tire*, kemudian dilakukan perhitungan RULA untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat sudah dapat menurunkan *score* RULA dari sebelum adanya alat inspeksi *green tire*. Pada Gambar 7, menunjukkan seorang *inspector* yang sedang melakukan pengecekan *green tire* dengan

Program Studi Teknologi Industri
Politeknik Gajah Tunggal

menggunakan alat inspeksi *green tire*.



Gambar 7. *Inspector* Memeriksa *Green tire* Menggunakan Alat Inspeksi

Berdasarkan Gambar 7. Terdapat 6 bagian tubuh yang diukur sudutnya pada saat dalam postur kerja.

Tabel 7. Nilai Sudut Postur Tubuh *Inspector*

Bagian Tubuh	Sudut
Punggung	0°
Leher	0°
Lengan Atas	20°
Lengan Bawah	79°
Pergelangan Tangan	15°
Kaki	5°

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Setelah mendapatkan nilai sudut pada postur kerja, kemudian melakukan analisis menggunakan perhitungan nilai RULA kategori A.

Tabel 8. Perhitungan Nilai RULA Setelah Rancang Bangun

Postur Tubuh	Nilai Postu r	Ket	Nilai Tambah	Total
Lengan Atas	+1	-	-	+1
Lengan Bawah	+1	(Melintasi garis tengah)	+1	+2

Pergelangan Tangan	+2	(Tertek uk dari garis tengah)	-	+2
Pergelangan Tangan	+1	(Tertek uk dari garis tengah)	-	+1
<i>Score</i>				2

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan Tabel 8, skor untuk postur tubuh kategori A adalah 2.

e. Skor aktivitas

Aktivitas untuk inspeksi *green tire* dilakukan secara statis sehingga diberi skor +1

f. Skor beban/ tenaga

Beban berupa *green tire* dengan beban terberat sebesar 22,107 kg dan beban teringan 4,711 kg maka diberi nilai +2

Jadi total skor untuk kategori A adalah $2 + 1 + 2 =$

5 Berikut merupakan perhitungan nilai RULA kategori B.

Tabel 9. Perhitungsn RULA kategori B

Postur Tubuh	Nilai Postur	Ket	Nilai Tambah	Total
Leher	+1	-	-	+1
Punggung	+1	-	-	+1
Kaki	+1	-	-	+1
<i>Score</i>				1

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan Tabel diatas skor untuk postur tubuh kategori B adalah 1.

g. Skor aktivitas

Aktivitas untuk inspeksi *green tire* dilakukan secara statis sehingga diberi skor +1

h. Skor beban/ tenaga

Tidak ada beban yang ditumpu pada bagian tubuh kategori B sehingga diberi nilai +0

Jadi total skor untuk kategori B adalah $1 + 1 + 0 = 2$

Kemudian total skor kategori A dan B dimasukkan ke dalam tabel perhitungan C untuk mendapatkan skor akhir postur tubuh inspektor pada saat melakukan pekerjaan.

Tabel 10. Tingkat Risiko

Level	Score	Action
1	1 - 2	Risiko yang dapat diterima, tidak ada tindakan yang diperlukan
2	3 - 4	Risiko rendah, perubahan mungkin diperlukan
3	5 - 6	Risiko sedang, penyelidikan lebih lanjut, segera dilakukan perubahan
4	7	Risiko tinggi, investigasi dan terapkan perubahan

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan hasil analisa postur tubuh, menghasilkan nilai RULA sebanyak 4 dengan kesimpulan bahwa perubahan mungkin diperlukan pada proses pengecekan *green tire*, dikarenakan termasuk ke dalam kategori risiko rendah. Dengan demikian adanya rancang bangun alat inspeksi dapat menurunkan score RULA.

IV. KESIMPULAN

Kategori risiko sebelum dilakukan rancang bangun alat pendukung inspeksi termasuk dalam risiko tinggi, karena menghasilkan skor RULA sebesar 7 yang berarti diperlukan investigasi lebih lanjut dan implementasi tindakan perbaikan sesegera mungkin. Berdasarkan hasil perhitungan antropometri, dimensi tinggi siku berdiri dengan persentil 95-th sebesar 113 cm dan untuk dimensi tinggi pinggul dengan persentil 95-th sebesar 103 cm untuk ukuran maksimal dudukan alas *green tire* dan persentil 50-th sebesar 95,64 cm untuk ukuran minimal dudukan alas *green tire*. Rancang bangun alat inspeksi dengan adanya alat inspeksi dapat menurunkan skor RULA sebesar 3 poin menjadi 4. Hal ini juga menunjukkan bahwa kategori risiko setelah dilakukan rancang bangun alat pendukung inspeksi termasuk dalam risiko rendah.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. R. Kusuma, A. P. Cahyani, E. Aprilianto, and B. Prazidno, "ALAT BANTU TRANSPORTASI BARANG DI AREA TANGGA MENGGUNAKAN TENAGA LISTRIK," *J. Peternak.*, vol. 4, pp. 5–6, 2023.
- [2] Kementerian Ketenagakerjaan RI, *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022*. 2022.
- [3] A. Ba, D. Z. Wati, and F. V. Sitanggang, "Rancangan Alat Bantu Proses Welding Produk Rangka H (Studi Kasus : Lab Perencanaan dan Perancangan Produk FT UNS)," pp. 1–9, 2022.

- [4] A. Ahmad, I. Javed, U. Abrar, A. Ahmad, N. R. Jaffri, and A. Hussain, "Investigation of ergonomic working conditions of sewing and cutting machine operators of clothing industry," *Ind. Textila*, vol. 72, no. 3, pp. 309–314, 2021, doi: 10.35530/IT.072.03.1723.
- [5] K. Erliana and N. P. Pamungkas, "ANALISIS POSTUR TUBUH PEKERJA INDUSTRI PERAK DI UMKM SILVER 999 MENGGUNAKAN METODE RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT)," vol. 03, no. November, pp. 45–54, 2021.
- [6] I. Pegiardi, F. S. Handika, and S. Supriyadi, "Analisis Postur Kerja Operator dengan Metode Rula di Area Gas Cutting," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 3, no. 2, p. 73, 2019, doi: 10.30656/intech.v3i2.881.
- [7] K. Wijaya, "Identifikasi Risiko Ergonomi Dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Pekerja Konveksi Sablon Baju," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, vol. 1, pp. 1–9, 2019.
- [8] U. Usmadi, "Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas)," *Inov. Pendidik.*, vol. 7, no. 1, pp. 50–62, 2020, doi: 10.31869/ip.v7i1.2281.
- [9] T. H. Suryatman and R. Ramdani, "Desain Kursi Santai Multifungsi Ergonomis Dengan Menggunakan Pendekatan Antropometri," *J. Ind. Manuf.*, vol. 4, no. 1, p. 45, 2019, doi: 10.31000/jim.v4i1.1244.