

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PNEUMATIK PADA ALAT REPAIR TIRE DAN EVALUASI ERGONOMI MENGGUNAKAN REBA

Tri Wahyuno¹⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

triwahyuno76@gmail.com

Puguh Elmiawan²⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

elmiawan@gmail.com

Keywords :

Rancang Bangun

Repair Tire

Final Inspection

Anthropometri

REBA

Abstract :

PT RYB, a tire manufacturing company, is facing a high defect rate on tires, especially at Plant A, which produces bias tires for trucks, buses, and mining vehicles. Plant A is supported by the Engineering department to maintain the reliability of production machines, while the Final Inspection department ensures tire quality before sale. The Repair Tire process is used to fix damaged tires, especially the tread, as defects can render tires unsellable (scrap), with workers cutting on the floor in squatting and bending postures. To improve repair quality, a semi-automatic Repair Tire tool was designed using a heater cartridge, pneumatic cylinder, thermocouple sensor, and Smart Relay as the control system. The research used anthropometric methods to determine machine dimensions and REBA (Rapid Entire Body Assessment) to analyze worker posture before and after the tool design, component testing using the verification test method, and the implementation of the repair tire tool. With this method, PT RYB is expected to reduce defect rates and improve product quality. The design results of the repair tire tool show a reduction in the REBA score to 4.

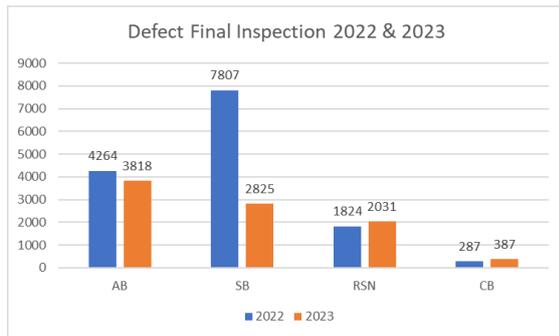
I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. RYB merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang terkenal dengan produksinya yang beragam, mulai dari ban bias, ban PCR (*Passenger Car Radial*), ban TBR (*Truck Bus Radial*), hingga ban motor (*Motorcycle Tire*) dan *Tube*. Di dalam Plant A, yang menjadi pusat produksi ban bias, terdapat sebuah departemen yang sangat vital yang dikenal dengan singkatan FI, yaitu *Final inspection*. Departemen ini memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kualitas merek perusahaan dengan memastikan bahwa tidak ada ban yang *defect* atau tidak layak jual yang sampai ke tangan konsumen.

Salah satu proses dalam *Final inspection* adalah proses *Repair Compound*. *Repair* sesuai definisi pada tinjauan pustaka, lingkup *repair* adalah pekerjaan ulang untuk mengembalikan kondisi item pekerjaan tertentu ke kondisi semula. (pekerjaan dimaksud sudah berada dalam kondisi selesai)[1] Meskipun *defect* pada bagian *crow*n (bagian tapak ban) dalam ukuran LT jarang terjadi, namun ketika kasus ini terjadi, *defect* tersebut menjadi penyumbang utama

terhadap jumlah *scrap* yang ditemukan dalam proses *Final inspection*. Dengan demikian, perhatian ekstra perlu diberikan pada proses perbaikan ini untuk memastikan *scrap* ban yang dihasilkan tetap terjaga dan tidak banyak. Oleh sebab itu disini kami membuat alat untuk *repair* bagian *crow*n dengan menggunakan *heater* dan silinder *pneumatic* untuk pengepresan dan *Smart Relay* sebagai sistem kontrol. Pada tahap ini, alat ini akan menggantikan proses manual yang biasanya dilakukan oleh operator, yang memerlukan keterampilan khusus dan dapat meningkatkan risiko kesalahan. Dengan menggunakan alat ini, diharapkan proses perbaikan ban dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat, sehingga mengurangi jumlah ban *defect* yang harus diolah ulang dan meningkatkan produktivitas serta kualitas produk secara keseluruhan.



Gambar 1. Data Defect Final Inspection (Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Dari Gambar 1, terjadi kenaikan pada jenis defect CB (crown bare) yang cukup tinggi, maka dari itu pada penelitian ini diperlukan pembuatan alat repair tire yang dapat memperbaiki defect jenis crown bare dengan menggunakan compound yang ditekan oleh heater, sehingga pada akhirnya ban tidak langsung scrap atau afkir melainkan melalui proses repair sesuai dengan limit sampel. Dengan tingginya kenaikan defect pada diagram di atas sangat penting dilakukan pembuatan alat repair tire.



Gambar 2. Data Defect Crown Bare Tahun 2023 (Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada Gambar 2, merupakan data defect jenis crown bare pada tahun 2023 yang menunjukkan bahwa defect untuk size LT tertinggi dibanding dengan size lainnya, crown bare merupakan jenis defect yang dimana terdapat lubang di area crown (bagian tapak ban) yang diakibatkan oleh benda asing yang tidak sengaja ikut masuk ke dalam mold pada saat proses curing atau terdapat udara yang terjebak di dalam tread, maka dari itu jenis defect dari crown bare akan di repair dengan cara menambalnya menggunakan compound yang dipanaskan agar bagian yang berlubang tadi dapat tertutup kembali.



Gambar 3. Contoh Jenis Defect CB (Crown bare) (Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

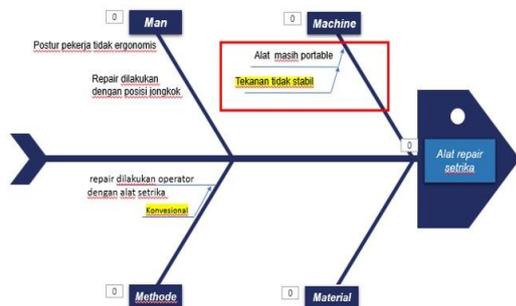
Gambar di atas merupakan contoh defect CB (Crown bare) pada tire. Untuk mencari sebab-akibat suatu permasalahan penulis memutuskan untuk menggunakan metode fishbone diagram. Fishbone diagram merupakan suatu metode untuk menganalisa penyebab dari suatu masalah melalui identifikasi pada tiap kemungkinan penyebab suatu masalah dalam area final inspection dalam proses Repair tire dan dalam menangani defect dengan jenis CB (Crown bare) yang dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu machine, metode, material, dan man. Proses perbaikan ban dilakukan di lantai sehingga menimbulkan resiko cedera yang cukup tinggi karena pekerja melakukan pekerjaannya dengan posisi jongkok.

Pada Gambar 4 berikut ini merupakan dokumentasi pekerja saat melakukan perbaikan ban secara manual.



Gambar 4. Proses Repair manual (Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Perbaikan ban secara manual ini dapat menyebabkan permasalahan yang dapat dijabarkan melalui diagram *fishbone* pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Diagram Fishbone
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Berdasarkan diagram *fishbone* yang telah dibuat pada bagian man terdapat masalah yaitu perbaikan dilakukan di lantai sehingga postur tubuh pekerja tidak ergonomis (jongkok), pada bagian metode yaitu perbaikan dilakukan konvensional sehingga perbaikan dilakukan di lantai oleh sebab itu mengharuskan operator berjongkok, , serta pada bagian *machine* yaitu waktu proses masih dilakukan secara manual dan penekanan tidak stabil oleh karena itu dibutuhkan alat untuk membantu proses *repair tire*. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat akar masalah yaitu proses *repair tire* masih dilakukan manual menggunakan alat semacam setrika berukuran kecil, hal ini disebabkan karena tidak adanya alat *repair* untuk membantu operator dalam proses *repair tire*. Dengan adanya alat ini, diharapkan akan menunjang otomatisasi pada proses *repair tire* dan menurunkan nilai REBA. Sehingga peneliti akan merancang bangunalat *repair tire*. Berdasarkan analisa diagram *fishbone* pada Gambar 5, dijelaskan bahwa penggunaan alat *repair tire* masih manual semacam setrika kecil yang menyebabkan proses *repair tire* masih kurang efisien. Ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu, pada sisi peralatan yang digunakan saat ini hanya untuk memanaskan dan belum ada sistem pengepressan (Penekan *Compound*) pada alat tersebut lalu pada metode mesin masih konvensional dimana hanya menggunakan alat pemanas semacam setrika kecil yang digunakan untuk menempelkan/melelehkan *compound*.

Rumusan Masalah

Alat bantu *repair tire* pada jenis ban LT (*Light Truck*) masih manual dan memerlukan keterampilan khusus

oleh operator untuk memperbaiki bagian *Crown* yang menyebabkan tingginya risiko kesalahan dalam merepair ban

Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana sistem pneumatik pada alat *repair tire* ?
2. Bagaimana implementasi metode REBA untuk alat *repair tire* semi otomatis tersebut dapat membantu mengurangi nilai faktor ergonomi?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Pengamatan dan penelitian dilakukan di area *Section Final inspection Plant A*.
2. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan biaya penelitian.
3. Perancangan Program Sistem kontrol Elektropneumatik menggunakan *Software Zelio soft 2*.
4. Data hanya diambil pada tahun 2022-2023.
5. Tidak membahas masalah kehandalan alat (*life time*).
6. Tidak dilakukan perhitungan mengenai *preventive maintenance* alat.

Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengembangkan alat *repair tire* yang efisien dan dapat digunakan untuk memperbaiki bagian *crown* pada ban.
2. Mengetahui apakah sistem pneumatik pada alat yang telah dibuat dapat menahan beban ban.
3. Merancang sistem kontrol yang mencakup *heater*, elektropneumatik, dan *smart relay* untuk alat *repair tire*.
4. Menganalisis kebutuhan ergonomi dalam penggunaan alat *repair tire* semi otomatis.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian rancang bangun ini diharapkan dapat mengurangi tingkat *scrap* yang diakibatkan oleh *defect crownbare* di area *Final Inspection* dan membantu para pekerja dalam merepair ban.

Rancang Bangun adalah langkah pertama dalam menciptakan gambaran atau sketsa baru yang kemudian disesuaikan dengan fungsi yang diinginkan. Ini melibatkan penggambaran detail arsitektural, komponen, dan kendala yang mungkin muncul selama proses desain. Proses desain sendiri

adalah serangkaian langkah yang merinci cara implementasi komponen sistem dengan menerjemahkan hasil analisis ke dalam bahasa pemrograman. Memperkenalkan sistem baru, memodifikasi, atau meningkatkan sistem yang sudah ada disebut sebagai membangun atau membangun sistem. Oleh karena itu, desain melibatkan delineasi, perencanaan, penggambaran, atau pengaturan bagian-bagian yang berbeda agar menjadi satu kesatuan fungsional yang koheren. Dengan menggunakan pendekatan ini, desain didefinisikan sebagai proses mengubah hasil analisis menjadi paket perangkat lunak, yang kemudian diikuti dengan pembuatan atau penyempurnaan sistem yang sudah ada[4].

Pneumatik bersumber dari kata “*pneuma*” yang berarti udara atau napas. Pneumatik berkaitan erat dengan penggunaan udara bertekanan. Dengan demikian, seluruh sistem yang mengandalkan energi dalam bentuk udara terkompresi untuk melakukan kerja disebut sebagai sistem pneumatik. Sistem pneumatik ini sering digunakan pada sistem otomasi dalam industri.

Prinsip sistem pneumatik berasal dari Hukum Boyle yang menyatakan apabila volume udara diperkecil maka tekanan udara akan bertambah sesuai dengan perubahan volume yang diberikan. Contohnya apabila volume udara diperkecil setengahnya, maka tekanan udara akan meningkat dua kalinya[5]

Ukuran silinder ditentukan oleh besar gaya yang akan dihasilkan oleh silinder dan panjang langkah silinder untuk memindahkan beban. Penentuan besarnya silinder diperoleh dari beban yang akan didorong atau diangkat oleh silinder tersebut. Perhitung diameter silinder yang efektif dapat dilakukan dengan persamaan[2]

$$F = A \times P \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

F = Gaya piston efektif (N)

P = Tekanan Kerja (bar)

A = Luas Permukaan (m²)

Perhitungan gaya silinder pneumatik dibedakan menjadi dua yaitu gaya *outstroke* dan *instroke*. Perhitungan gaya *outstroke* silinder didapatkan dari besarnya diameter tabung silinder, diameter piston rod, dan tekanan udara. Luas penampang untuk gaya *outstroke* diperoleh dari luas tabung silinder. Berikut persamaan untuk menghitung gaya *outstroke* dan luas penampang silinder[2].

$$F_{maju} = A \times P \dots\dots\dots(2)$$

$$A_{maju} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

F = Gaya piston efektif (N)

P = Tekanan Kerja (bar)

A = Luas penampang silinder tanpa batang torak (m²)

D = Diameter piston (mm)

Perhitungan gaya *instroke* silinder didapatkan dari besarnya diameter tabung silinder, diameter piston rod, dan tekanan udara. Luas penampang untuk gaya *instroke* diperoleh dari luas tabung silinder dikurangi luas piston rod. Berikut persamaan untuk menghitung gaya *instroke* dan luas penampang untuk gerak *instroke*[2]

$$F_{mundur} = A \times P \dots\dots\dots(4)$$

$$A_{mundur} = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

F = Gaya piston efektif (N)

P = Tekanan Kerja (bar)

A = Luas penampang silinder tanpa batang torak (cm²)

D = Diameter piston (cm)

d = Diameter rod piston (cm)

Pada perhitungan konsumsi udara pada satu kali langkah piston terlebih dahulu harus diketahui nilai dari diameter piston, diameter batang torak dan panjang langkah piston. Perhitungan konsumsi udara dibagi dua yaitu pada saat langkah maju dan langkah mundur. Hal – hal yang memengaruhi besar kecilnya konsumsi udara silinder pneumatik yaitu diameter silinder dan panjang *stroke* silinder pneumatik.

Untuk mencari konsumsi udara maju dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan[2].

$$V_{maju} = \frac{\pi}{4} D^2 \times h \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

V_{maju} = Volume (liter)

D = Diameter piston (cm)

h = Panjang Langkah (cm)

Untuk mencari konsumsi udara mundur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan[2].

$$V_{mundur} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times h \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

V_{mundur} = Volume (liter)

D = Diameter piston (cm)

D = Diameter piston rod (cm)

h = Panjang Langkah (cm)

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu "ergon" yang berarti kerja dan "nomos" yang berarti aturan, sehingga secara keseluruhan ergonomi berarti aturan

yang berhubungan dengan pekerjaan. Banyak ahli memberikan berbagai definisi tentang ergonomi. Secara umum, ergonomi adalah ilmu atau pendekatan multidisipliner yang bertujuan untuk mengoptimalkan sistem kerja manusia agar tercapai kondisi kerja yang sehat, aman, nyaman, dan efisien. Ergonomi juga dianggap sebagai ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyeimbangkan atau menyelaraskan berbagai fasilitas yang digunakan dalam aktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, baik secara fisik maupun mental, sehingga meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan[6]. Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa ergonomi adalah metode untuk meningkatkan efektivitas dalam merancang mesin, peralatan, maupun objek, sehingga manusia dapat menggunakannya dengan optimal.

Rapid Entire Body Assessment adalah salah satu metode yang digunakan untuk menganalisa postur kerja. Hignett dan McAtamney menyatakan bahwa REBA adalah metode dalam ergonomi yang dikembangkan untuk secara cepat menilai postur kerja atau posisi leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja. Metode REBA tidak memerlukan perangkat khusus. Penilaian postur kerja dengan metode ini dilakukan dengan memberikan skor risiko antara satu sampai lima belas, di mana skor tertinggi menunjukkan tingkat risiko yang besar (bahaya) dalam pekerjaan. Sebaliknya, skor terendah menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut bebas dari bahaya ergonomis. Metode REBA dirancang untuk mendeteksi postur kerja yang berisiko dan melakukan perbaikan sesegera mungkin.[7]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa REBA adalah metode yang dapat digunakan untuk menganalisis postur tubuh seseorang agar dapat menghasilkan suatu produk, mesin atau alat yang ergonomis.

Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi ini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil sampai yang terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 persentil sampai 100 persentil. Data dimensi manusia sangat berguna dalam perancangan produk dengan manusia yang memakainya. Pemakaian data antropometri mengusahakan semua alat disesuaikan dengan kemampuan manusia, bukan manusia disesuaikan dengan alat [6].Antropometri dapat

diartikan sebagai pengukuran yang dilakukan pada dimensi tubuh manusia untuk mendapatkan hasil perancangan yang diharapkan. Terdapat 36 dimensi tubuh manusia yang dapat diukur mulai dari kaki sampai dengan kepala, berikut adalah dimensi tubuh manusia yang dapat diukur.

Uji keseragaman data adalah proses pemeriksaan yang digunakan untuk memastikan data yang dikumpulkan berasal dari bagian yang sama. Apabila terdapat data yang berada di luar batas kendali, maka data harus dihilangkan. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan ulang tanpa memasukan data tersebut [9]. Persamaan yang digunakan untuk melakukan uji keseragaman data terdapat pada Persamaan 25 dan Persamaan 26 di bawah ini:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma \dots\dots\dots(8)$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma \dots\dots\dots(9)$$

- Keterangan:
 BKA = Batas kendali atas
 BKB = Batas kendali bawah
 \bar{x} = Nilai rata-rata
 σ = Standar deviasi

Untuk melengkapi Persamaan tersebut diperlukan nilai rata-rata yang memiliki simbol \bar{x} , nilai tersebut didapatkan melalui Persamaan 27 di bawah ini.

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{N} \dots\dots\dots(10)$$

- Keterangan:
 \bar{x} = Nilai rata-rata
 x = Nilai sampel
 N = Jumlah data

Untuk melengkapi Persamaan tersebut maka diperlukan nilai standar deviasi yang memiliki simbol σ , nilai tersebut didapatkan melalui Persamaan 28 di bawah ini.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{N-1}} \dots\dots\dots(11)$$

- Keterangan:
 σ = Standar deviasi
 \bar{x} = Nilai rata-rata
 x = Nilai sampel
 N = Jumlah data

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencukupi. Dalam menetapkan berapa jumlah data yang seharusnya dibutuhkan, terlebih dahulu ditentukan derajat ketelitian (s) yang menunjukkan

penyimpangan maksimum hasil penelitian dan tingkat kepercayaan (k) yang menunjukkan besarnya keyakinan prngukur akan ketelitian data antropometri [10]berikut Persamaan untuk uji kecukupan data.

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

- N' = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan
- k = Tingkat kepercayaan dalam pengamatan
- s = Derajat ketelitian dalam pengamatan
- Xi = Data Pengamatan

Data akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan N'<N, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya[10].

Persentil adalah nilai yang didapat dari pembagian sejumlah pengamatan menjadi seratus bagian yang sama. Pada perancangan ergonomi, persentil sering digunakan nilai persentil dari sejumlah pengukuran antropometri. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan cara sederhana menggunakan statistik [10]Berikut ini merupakan rumus statistik untuk menghitung persentil.

$$P_x = \bar{x} \pm Z_x (SB) \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

- P_x = Nilai persentil
- \bar{x} = Nilai rata-rata
- Z_x = Nilai standar normal
- SB = Nilai simpangan baku
- ± = Tanda (+) jika menggunakan persentil besar dan tanda (-) jika menggunakan persentil kecil

Nilai standar normal diperoleh dari tabel distribusi normal seperti pada berikut ini

Tabel 1.Nilai standar normal (Z_x)

Nilai standar normal					
Persentil	0,5	1	2,5	5	10
	99,5	99	97,5	95	90
Z _x	2,575	2,327	1,96	1,645	1,282

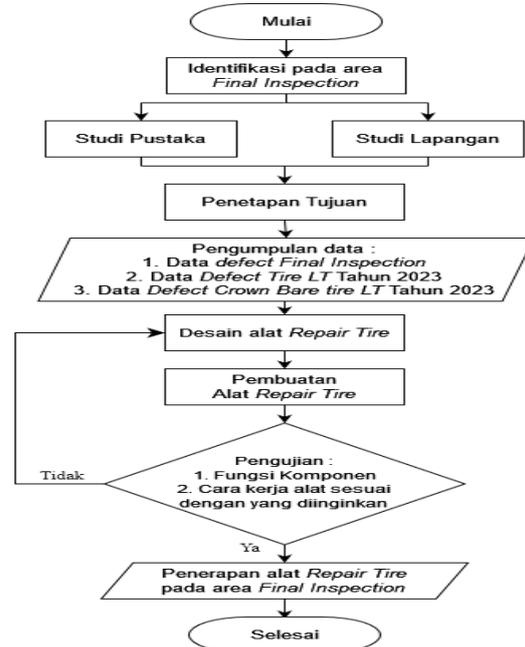
[10]

II. METODE PENELITIAN

Alur Penelitian

Pada sebuah penelitian pastilah memiliki langkah langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan dari sebuah penelitian. Pada gambar 14 menunjukkan gambaran alur penelitian rancang bangun mesin alat

repair tire menggunakan sistem heater dan silinder pneumatik dengan kontrol Smart Relay pada tipe tire LT (Light Truck).



Gambar 6. Alur Penelitian

Observasi Lapangan

Pada tahap awal penelitian dilakukan observasi lapangan pada keseluruhan proses produksi yang terdapat di Plant A PT. RYB. Pada Final Inspection terdapat suatau permasalahan yang perlu adanya upaya tindak lanjut dan perbaikan dari permasalahan tersebut. Permasalahan yang ada adalah belum adanya mesin repair tire untuk jenis tire LT pada area crown.Meskipun sedikit terdapat defect pada area crown tetapi pada area ini sering menjadi scrap karena belum adanya mesin repair. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan benefit perusahaan.

Identifikasi pada area Final Inspection

Dalam tahap awal pengerjaan tugas dilakukan identifikasi masalah terkait dengan proses yang terdapat pada department Final Inspection. Melalui observasi lapangan dan analisis literatur, ditemukan bahwa untuk proses repair di area Crown untuk tipe tire LT belum ada, Sehingga apabila tire terkena defect jenis Crown bare ini maka Tire tersebut akan scrap (Afkir).

Studi Pustaka

Pada tahap studi lapangan dilakukan studi terhadap kegiatan-kegiatan atau penelitian-penelitian serupa serta pencarian tentang data defect dan alat yang digunakan repair atau sistem kerja repair tire agar penelitian lebih terarah dan memiliki manfaat dan

benefit bagi Perusahaan.

Studi Lapangan

Pada tahap tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun alat *repair tire* menggunakan sistem pemanas *heater* dan silinder pneumatik dengan kontrol *Smart Relay* dan *Temperature Controller* OMRON E5CC RX2ASM-800. Tujuan tersebut difokuskan pada perancangan alat untuk dapat memperbaiki tire tipe LT (*Light Truck*) yang terkena *defect* pada bagian *Crown* (Tapak ban) yang seharusnya tire tersebut dapat menjadi *Scrap*. Penggunaan *Smart Relay* sebagai kontrol utama memungkinkan pengoperasian alat ini menjadi lebih mudah untuk digunakan, mengurangi kebutuhan akan intervensi manual dan potensi kesalahan manusia. *Temperature Controller* OMRON E5CC RX2ASM-800 akan memastikan suhu pemanas *heater* dikendalikan dengan presisi, yang sangat penting untuk mencapai hasil perbaikan yang optimal.

Pengumpulan Data

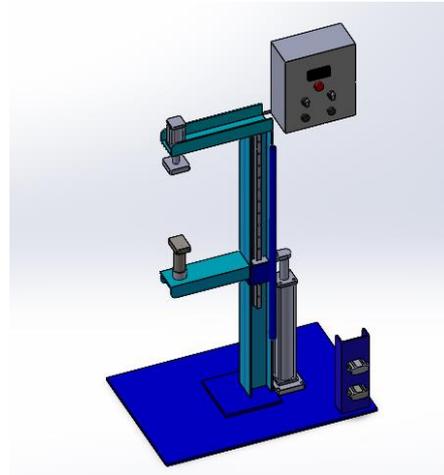
Pada tahap ini, data dikumpulkan untuk memahami alasan pembuatan alat *repair tire* serta untuk dimensi rancang bangun alat. Data yang diperlukan mencakup foto postur kerja pada bagian *repair tire* untuk perhitungan antropometri pekerja, dengan fokus pada dimensi tubuh seperti tinggi bahu (D3). Foto postur pekerja dianalisis menggunakan metode REBA, karena pekerja sering berada dalam posisi jongkok seperti yang terlihat Gambar 4 Selain itu, studi lapangan dilakukan untuk mendokumentasikan proses *repair tire*, seperti yang terlihat pada Gambar 4, yang mencatat keadaan aktual pekerja saat melakukan perbaikan.

Selama proses ini, data yang dikumpulkan meliputi berbagai informasi penting, termasuk data *defect tire* saat memasuki proses Final Inspection, jenis-jenis *defect* pada *tire* tipe LT selama tahun 2023, serta data khusus mengenai *defect* jenis *Crown bare* pada *tire* tipe LT yang sama selama periode yang sama. Data ini diperlukan baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memahami perubahan yang terjadi pada mesin alat *Repair tire*. Pastikan semua data yang dibutuhkan telah terkumpul dengan lengkap untuk memastikan keberhasilan penelitian ini.

Desain Alat *Repair Tire*

Pada tahap ini, dilakukan perancangan dan pembuatan alat *press tire* menggunakan perangkat lunak SolidWorks, seperti yang terlihat pada Gambar 12. Desain ini mencakup semua komponen mekanis dan struktural dari mesin perbaikan ban. Selain itu, dibuat

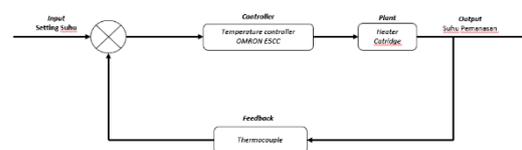
juga skema wiring diagram untuk sistem *Smart Relay* yang akan mengatur gerakan mesin *press tire* secara otomatis. *Smart Relay* berfungsi sebagai pengendali utama mesin, mengontrol berbagai aktuator dan sensor untuk memastikan operasi yang akurat dan efisien. Perancangan yang teliti dan wiring diagram yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dengan lancar dan aman.



Gambar 7. Desain Alat *Repair Tire*

Pembuatan Alat *Repair Tire*

Pada tahap ini dilakukan perancangan alat sesuai dengan desain yang sudah dibuat. Mulai dari perancangan alat mesin *repair tire* dengan menggunakan *heater* dan silinder pneumatik hingga sistem kontrol dengan menggunakan *smart relay*. Pada tahap pembuatan alat rancang bangun ini, proses dimulai dengan merealisasikan desain yang telah dibuat sebelumnya menjadi bentuk fisik. Desain tersebut mencakup berbagai aspek mekanik dan elektrik dari alat perbaikan ban (*repair tire*).



Pengujian Alat

Pada tahap pengujian alat, data diambil setelah alat selesai dibuat. Apabila berhasil maka proses rancang bangun lanjut ke tahap penerapan pada area final inspection, Sedangkan apabila gagal maka penelitian diulang kembali pada desain alat *repair tire*. Pengujian ini meliputi beberapa aspek berikut:

1. Fungsi komponen, Setiap komponen alat diperiksa untuk memastikan semuanya berfungsi sesuai spesifikasi. Pengujian ini

bertujuan memastikan tidak ada komponen yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik.

2. Cara kerja alat, Alat diuji secara keseluruhan untuk memastikan cara kerjanya sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan perancangan. Pengujian ini mencakup pengoperasian alat dalam berbagai kondisi untuk memastikan keandalannya.

Melalui pengujian ini, kita dapat memastikan alat berfungsi dengan baik dan memberikan manfaat yang diharapkan setelah perbaikan.

Penerapan Alat Repair Tire pada area Final Inspection

Pada tahap ini, alat yang telah dibuat dan sudah melalui berbagai tahapan dari alur penelitian, selanjutnya alat tersebut akan diterapkan di area final inspection untuk digunakan sebagai alat bantu perbaikan terhadap ban tipe LT (Light Truck) yang mengalami defect pada bagian Crown bare.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat rancang bangun sistem kontrol ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2.Alat dan Bahan

No	Alat/Bahan	Jumlah
1	Zelio Smart Relay	1 pcs
2	Temperature Controller	1 pcs
3	MCB 1 Phase	1 pcs
4	Relay OMRON GZR-2-SN	7 Pcs
5	Terminal Blok	11 pcs
6	Push Button	4 pcs
7	Emergency Switch	1 pcs
8	Panel Box	1 pcs
9	Thermocouple	2 pcs
10	Heater cartridge 150 watt	3 pcs
11	Kabel NYA	Secukupnya
12	Cylinder Pneumatic 10 kg/f	1 pcs
13	Cylinder Pneumatic	1 pcs
14	Solenoid Valve	2 pcs
15	Selang Pneumatic PVC	Secukupnya
16	Plat Besi	2 pcs
17	Regulator	1 pcs
18	Besi UNP 10	Secukupnya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Sistem Pneumatik

a. Perhitungan Gaya Efektif Silinder Pneumatik

Pada alat *repair tire*, silinder pneumatik akan digunakan untuk mendorong beberapa komponen. Beban yang akan didorong oleh silinder pneumatik atas adalah dudukan heater dan silinder pneumatik bawah antara lain rangka lengan penahan *tire*, *linear guideway*, dudukan heater bawah, dan *tire*. Maka untuk menghitung beban yang akan didorong oleh silinder pneumatik dapat dihitung dengan menjumlahkan beban komponen yang digunakan. Tabel 3 menunjukkan komponen – komponen yang akan didorong oleh silinder pneumatik beserta beban dari komponen tersebut. Komponen – komponen tersebut antara lain sebagai berikut :

Tabel 3 Beban komponen yang didorong silinder pneumatik

No	Nama Komponen	Jumlah Komponen	Beban Komponen
1	Dudukan heater Atas	1	6,80 N
2	Rangka Lengan Bawah	1	40,474 N
3	Linear Guideway	2	5,78 N
4	dudukan heater bawah	1	5,82 N
5	Tire tipe LT	1	303,8 N

Maka total beban silinder pneumatik dapat dihitung sebagai berikut :

Total beban silinder pneumatic atas :

$$W_{total} = (W_{dudukan\ heater\ atas} \times 1)$$

$$W_{total} = (6,80\ N \times 1)$$

$$W_{total} = 6,80\ N$$

$$W_{total} = 6,80\ N$$

Total beban silinder pneumatic bawah :

$$W_{total} = (W_{Rangka\ Lengan\ Bawah} \times 1) +$$

$$(W_{Linear\ Guideway} \times 2) + (W_{dudukan\ heater\ bawah})$$

$$+ (W_{Tire\ tipe\ LT})$$

$$W_{total} = (40,474\ N \times 1) + (5,78\ N \times 2) +$$

$$(5,82\ N \times 1) + (303,8\ N \times 1)$$

$$W_{total} = 40,474\ N + 11,56\ N + 5,82\ N + 303,8\ N$$

$$W_{total} = 361,654\ N$$

Silinder pneumataik yang digunakan yaitu tipe ACM N B50 S117 dan S450 yang memiliki diameter silinder 50 mm dan diameter batang piston 20 mm

panjang rumah silinder atas 117 mm dan 450 mm untuk silinder bawah. Sedangkan, Tekanan angin yang digunakan sebesar 6 kg/cm² atau sama dengan 0,6 N/mm² (Lampiran 6). Perhitungan gaya efektif silinder dapat menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$F = A \times P$$

Dalam menghitung gaya efektif silinder, sebelumnya harus mengetahui luas penampang dari silinder dan piston yang dapat dihitung menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2$$

Maka gaya yang dihasilkan saat silinder maju dapat dihitung dengan persamaan (2) sebagai berikut :

$$F_{maju} = A \times P$$

$$F_{maju} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times P$$

$$F_{maju} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50\text{mm})^2 \times 0,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{maju} = 1570 \text{ N}$$

Sedangkan gaya yang dihasilkan saat silinder mundur dapat dihitung dengan persamaan (4) sebagai berikut :

$$F_{mundur} = A \times P$$

$$F_{mundur} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times P$$

$$F_{mundur} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50^2 - 20^2) \times 0,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = (0,785) \times (2500 - 400) \times 0,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = 0,785 \times 2100 \text{ mm}^2 \times 0,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = 1318,8 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, beban yang digerakkan oleh silinder pneumatik adalah 214,654 N, sedangkan gaya yang dihasilkan oleh silinder pneumatik adalah 1570 N saat maju dan 1318,8 N saat mundur. Maka dapat disimpulkan bahwa silinder pneumatik dapat digunakan karena gaya yang dihasilkan lebih besar dari beban yang akan digerakkan.

b. Perhitungan Konsumsi Udara Silinder Pneumatik

Konsumsi udara saat silinder pneumatik bekerja dapat dihitung dengan persamaan (6). Maka perhitungan konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak maju sebagai berikut :

Konsumsi udara silinder pneumatic atas :

$$V_{maju} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times h$$

$$V_{maju} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50\text{mm})^2 \times 117\text{mm}$$

$$V_{maju} = 229.612 \text{ mm}^3 \approx 0,229612 \text{ liter}$$

Sedangkan untuk perhitungan konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak mundur dapat menggunakan persamaan (7) sebagai berikut :

$$V_{mundur} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times h$$

$$V_{mundur} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50^2 - 20^2) \times 117\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 0,785 \times (2500 - 400) \times 117\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 0,785 \times 2100 \times 117\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 192,874 \text{ mm}^3 \approx 0,192874 \text{ liter}$$

Konsumsi udara saat silinder pneumatik bekerja dapat dihitung dengan persamaan (6). Maka perhitungan konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak maju sebagai berikut : **Tabel 4**

Konsumsi udara silinder pneumatic bawah :

$$V_{maju} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times h$$

$$V_{maju} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50\text{mm})^2 \times 450\text{mm}$$

$$V_{maju} = 883.125\text{mm}^3 \approx 0,883125 \text{ liter}$$

Sedangkan untuk perhitungan konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak mundur dapat menggunakan persamaan (7) sebagai berikut :

$$V_{mundur} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times h$$

$$V_{mundur} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50^2 - 20^2) \times 450\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 0,785 \times (2500 - 400) \times 450\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 0,785 \times 2100 \times 450 \text{ mm}$$

$$V_{mundur} = 741.825 \text{ mm}^3 \approx 0,741825 \text{ liter}$$

c. Resume Sistem Pneumatik

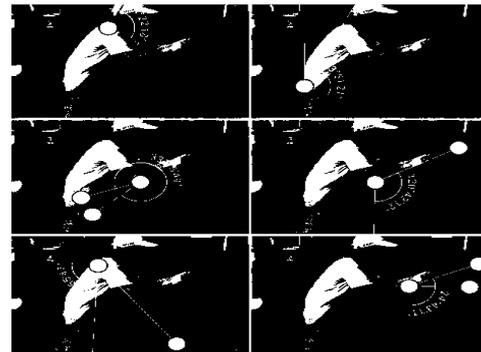
Tabel 5 merupakan *resume* perhitungan sistem pneumatik pada rancang bangun alat *repair tire*. Berdasarkan Tabel 5 sistem pneumatik yang digunakan pada alat *repair tire* dapat digunakan karena gaya yang dihasilkan oleh silinder pneumatik baik maju maupun mundur lebih besar dari pada beban yang digerakkan. Udara bertekanan yang diperlukan untuk menggerakkan silinder maju yaitu sebesar 0,229612 l dan 0,883125 l sedangkan untuk menggerakkan silinder mundur yaitu sebesar 0,192874 l dan 0,741825 l.

Tabel 4. Resume perhitungan sistem pneumatik

N o.	Perhitun gan	Hasil	Beban	Ketera ngan
1.	Gaya Silinder atas Maju	1570 N	6,80 N	Dapat diguna kan

2.	Gaya Silinder atas Mundur	1318,8 N	6,80 N	Dapat digunakan
3	Gaya Silinder bawah Maju	1570 N	361,654	Dapat digunakan
4	Gaya Silinder bawah Mundur	1318,8 N	361,654	Dapat digunakan
5.	Konsumsi Udara silinder atas Saat Silinder Maju	0,229612	-	-

2. Penilaian Postur Kerja Sebelum Perbaikan



Gambar 8. Penilaian Postur Pekerja (Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Seorang pekerja memiliki sikap kerja seperti pada **Error! Reference source not found.** untuk skoring postur tubuh sebagai berikut. Dibawah ini merupakan skoring postur badan.

Tabel 5. Skor Postur Tubuh

Postur tubuh	Skor	Keterangan	Skor akhir
Leher (neck)	2	24° kedepan	2
Punggung (trunk)	3	23° kedepan	3
Kaki (legs)	2	Postur Kaki menekuk membentuk sudut 337° dan lutut bengkak lebih dari 60°	4

Tabel diatas merupakan tabel skor untuk masing-masing postur tubuh para pekerja.

tabel A		Leher												
		1				2				3				
		kaki	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
punggung	1	1	2	3	4	1	2	4	4	3	3	5	6	
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

Gambar 9. Skor Grup A

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada perhitungan rekapitulasi skor postur badan tabel A diatas mendapatkan skor 7

Tabel 6. Tabel Skor Tubuh

Postur tubuh	Skor	Keterangan	Skor akhir
Lengan Atas (Upper Arm)	4	120° kedepan	4

Tabel 5. Lanjutan

No	Perhitungan	Hasil	Beban	Keterangan
6.	Konsumsi Udara silinder atas Saat Silinder Mundur	0,192874	-	-
7	Konsumsi Udara silinder bawah Saat Silinder Maju	0,883125	-	-
8	Konsumsi Udara silinder bawah Saat Silinder Mundur	0,741825	-	-

Lengan Bawah (Lower Arm)	1	38° kedepan	1
Pergelangan Tangan (Wrist)	2	24° keatas dan terdapat gerakan pergelangan tangan menyamping	3

Tabel diatas merupakan tabel skor untuk masing-masing postur tubuh para pekerja.

tabel B	pergelangan tangan	Lengan Bawah					
		1			2		
Lengan Atas	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Gambar 10. Skor Grup B

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada perhitungan rekapitulasi skor postur badan tabel A diatas mendapatkan skor 5

Skor A	Tabel C											
	Skor B											
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	6	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Gambar 11 Rekapitulasi Skor REBA

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada tabel diatas didapatkan nilai skor REBA 9 yang didapatkan dari hasil rekapitulasi tabel B yang mendapatkan nilai skor 5 terhadap nilai rekapitulasi tabel A yang mendapatkan nilai skor 7. Dibawah ini merupakan tabel pengkategorian untuk skor REBA.

Tabel 7. Kategori Skor REBA

level aksi	Skor REBA	Level Resiko
0	1	Bisa Diabaikan
1	2-3	Rendah
2	4-7	Sedang
3	8-10	Tinggi
4	11+	Sangat Tinggi

Dari perhitungan skor diatas tadi ditemukan nilai 9, yaitu jika dimasukkan pada tabel kategori masuk kedalam kategori resiko tinggi dan harus segera diperbaiki.

3. Pengukuran Antropometri Pekerja

perancangan alat *repair tire* ini dimensi rangkaditentukan dengan menggunakan data antropometri operator. Data antropometri yang diperlukan pada perancangan alat *repair tire*, yaitu tinggi bahu. Tinggi bahu diukur secara vertikal dari Lantai sampai bahu operator dengan keadaan berdiri tegak. Adapun data antropometri operator dapat dilihat pada tabel

Tabel 8. Data Antropometri Operator

Pekerja Ke	Data antropometri yang diukur (cm)
	Tinggi Bahu
1	130
2	124
3	125
4	125
5	129
6	125
7	125
8	124
9	125
10	125

a. Pengujian Data Antropometri

Setelah data dikumpulkan, dilakukan uji kecukupan data, uji keseragaman data, dan perhitungan persentil. Langkah pertama dalam uji keseragaman adalah menghitung Mean dan standar deviasi untuk menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah dari setiap data antropometri. Pengolahan data untuk dimensi tinggi bahu dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Perhitungan Dimensi Tinggi Bahu

Pekerja Ke	Data antropometri yang diukur (cm)
	Tinggi Bahu
1	130
2	124
3	125
4	125

5	129
6	125
7	125
8	124
9	125
10	125

Untuk mencari nilai rata rata dan standar deviasi dapat menggunakan rumus dengan melihat persamaan 10 dan 11 diatas

Perhitungan Mean

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{\sum x}{N} \\ &= 1257/10 \\ &= 125.7 \end{aligned}$$

Perhitungan standar deviasi

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{38.1}{9}} \\ &= 2.01 \end{aligned}$$

Uji kecukupan Data

Perhitungan uji kecukupan data dapat digunakan pada persamaan 12

$$N' = \left[\frac{k \sqrt{N \sum X_{12ni=1} - (\sum x_1)^2}}{\sum_{i=1}^n x_1} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{(10 \times 15843) - 1257^2}}{1257} \right]^2$$

$$N' = 0.38$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa $N' < N$ ($0.38 < 10$), maka data yang digunakan sudah cukup.

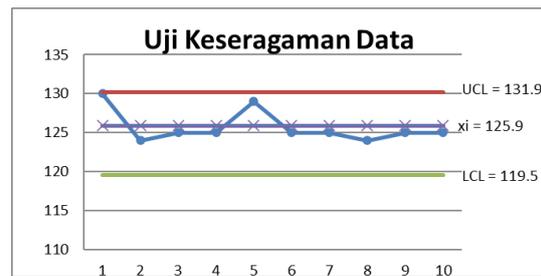
b. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 8 dan 9

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= x_i + 3\sigma \\ &= 125.9 + (3 \times 2.77) \\ &= 131.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= x_i - 3\sigma \\ &= 125.9 - (3 \times 2.77) \\ &= 119.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel perhitungan uji keseragaman data maka grafik uji keseragaman data dimensi tinggi bahu dapat dilihat pada Grafik.



Gambar 12. Grafik Uji Keseragaman Data Dimensi Bahu

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada gambar diatas terlihat bahwa hasil uji keseragaman data tinggi bahu mempunyai data yang seragam karena tidak ada data yang diluar dari BKB dan BKA.

c. Pembahasan Hasil

Karena data yang akan diolah sudah mencukupi dan seragam, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai persentil yang akan digunakan. Untuk dimensi tinggi bahu berdiri, digunakan persentil ke-95 agar pekerja dengan postur tubuh besar dapat menggunakan mesin tersebut dengan nyaman. Untuk perhitungan persentil setiap dimensi tubuh dapat dihitung dengan persamaan (13) sebagai berikut:

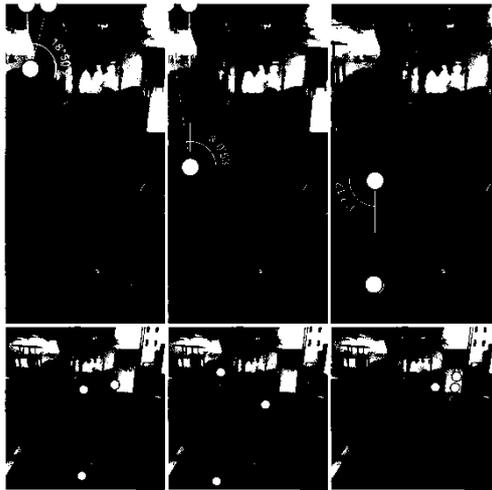
Dimensi bahu berdiri

$$\begin{aligned} P95 &= x_i + 1.645 \sigma \\ &= 125.9 + 1.645 (2.01) = 129.08 \text{ cm} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengujian data dan perhitungan persentil 95-th, maka langkah selanjutnya adalah menentukan dimensi alat. Setelah didapatkan hasil perhitungan, maka nilai ukuran tinggi alat nya yaitu $129.08 \approx 129 \text{ cm}$.

4. Perhitungan Sistem Pneumatik

Berikut ini adalah penilaian postur kerja untuk proses *repair tire* dengan pengambilan gambar postur kerja mulai dari leher, punggung, lengan atas lengan bawah, pergelangan, tangan dan kaki dapat dilihat pada gambar.



Gambar 13. Analisa REBA pada pekerja
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Seorang pekerja memiliki sikap kerja seperti gambar diatas, untuk skoring postur tubuh sebagai berikut. Dibawah ini merupakan skoring postur badan.

Tabel 10. Skor Postur Tubuh

Postur tubuh	Skor	Keterangan	Skor akhir
Leher (neck)	1	18° kedepan	1
Punggung (trunk)	2	8° kebelakang	2
Kaki (legs)	2	Postur Kaki lurus hanya membentuk sudut 1°	3

Tabel diatas merupakan tabel skor untuk masing-masing postur tubuh para pekerja.

tabel A		Leher											
		1				2				3			
	kaki	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
punggung	1	1	2	3	4	1	2	4	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Gambar 14. Perhitungan Skor Group A melalui Software microsoft Excel
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada perhitungan rekapitulasi skor postur badan tabel A diatas mendapatkan skor 2

Tabel 11.Skor Postur Tubuh

Postur tubuh	Skor	Keterangan	Skor akhir
Lengan Atas (Upper Arm)	4	100° kedepan	4

Lengan Bawah (Lower Arm)	1	56° kedepan	1
Pergelangan Tangan (Wrist)	2	28° keatas	2

Tabel diatas merupakan tabel skor untuk masing-masing postur tubuh para pekerja.

tabel B	pergelangan tangan	Lengan Bawah					
		1			2		
Lengan Atas	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Gambar 15. Perhitungan Skor Group B melalui Software microsoft Excel

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada perhitungan rekapitulasi skor postur badan gambar b diatas mendapatkan skor 5

Skor A	Tabel C												
	Skor B												
1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	6	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Gambar 16. Rekapitulasi skor REBA melalui Software microsoft Excel

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

Pada gambar diatas didapatkan nilai skor REBA 4 yang didapatkan dari hasil rekapitulasi tabel B yang mendapatkan nilai skor 5 terhadap nilai rekapitulasi tabel A yang mendapatkan nilai skor 2. Dibawah ini merupakan tabel pengkategorian untuk skor REBA.

Tabel 12. Kategori Skor REBA

level aksi	Skor REBA	Level Resiko
0	1	Bisa Diabaikan
1	2-3	Rendah
2	4-7	Sedang
3	8-10	Tinggi
4	11+	Sangat Tinggi

Setelah melakukan evaluasi menggunakan metode REBA terhadap postur tubuh pekerja pasca perbaikan, ditemukan bahwa implementasi mesin pemotong berhasil menurunkan nilai REBA menjadi 4. Hasil ini

menegaskan bahwa alat repair dapat memperbaiki postur tubuh.

IV. KESIMPULAN

1. Sistem pneumatik *repair tire* menggunakan silinder pneumatik berdiameter 50 mm, diameter rod 20 mm, panjang stroke 117 mm dengan tekanan udara sebesar 8 kg/cm² menghasilkan gaya maju 1.570 N dan gaya mundur 1.318,8 N sehingga mampu untuk menggerakkan alat *repair tire* dengan beban sebesar 6,8 N untuk silinder atas dan menghasilkan gaya maju 1.570 N dan gaya mundur 1.318,8 N sehingga mampu untuk menggerakkan alat *repair tire* dengan beban sebesar 361,654 N untuk silinder bawah.
2. Dari analisis data perhitungan Menggunakan metode REBA dalam desain alat *Repair tire*, Terdapat penurunan nilai REBA setelah melakukan pembuatan alat. Dari yang sebelumnya di angka 9 menjadi di angka 4.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Ardhisia Rafsanjani, K. Rizal Abdurahman, M. Kerja, K. Kerja, and K. Karyawan, "Pengaruh Motivasi Kerja dan Kepuasan Kerja terhadap Kinerja Karyawan Departemen Maintenance, Repair & Overhaul (MRO) Aircraft PT Dirgantara Indonesia Kata kunci."
- B. Ismoyo and M. R. A. Cahyono, "Modifikasi Sistem Kendali Pneumatik Alat Press Tread Pada Building Section Mesin 02.03 Tire Motorcycle," *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, vol. 4, no. 1, pp. 15–24, 2021, doi: 10.26740/inajet.v4n1.p15-24.
- M. I. Hamdy and S. Zalisman, "Analisa Postur Kerja dan Perancangan Fasilitas Penjemuran Kerupuk yang Ergonomis Menggunakan Metode Analisis Rapid Entire Body Assesmet (Reba) dan Antropometri," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 16, no. 1, p. 57, 2018, doi: 10.24014/sitekin.v16i1.5388.
- A. N. Nurhayati, A. Josi, and N. A. Hutagalung, "Penjualan," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 13–23, 2018.
- M. Ghebbly Sofnivagi and M. Razi, "RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK UNTUK MESIN PENCETAK BIOBRIKET," *jurnal mesin sains terapan*, vol. 4, 2020.
- Y. HUTABARAT, *DASAR DASAR PENGETAHUAN ERGONOMI*. 2017.
- D. P. Restuputri, "Metode REBA Untuk Pencegahan Musculoskeletal Disorder Tenaga Kerja," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 19–28, 2017, doi: 10.22219/jtiumm.vol18.no1.19-28.
- H. H. Azwir, "Perbaikan Sistem Kerja Proses Pemasangan Ban Truk dengan Perancangan Peralatan Pendukung Menggunakan QFD dan REBA," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 161–172, 2021, doi: 10.26593/jrsi.v10i2.4397.161-172.
- A. S. Mariawati, "Pengukuran Waktu Baku Pelayanan Obat Bebas Pada Pekerjaan Kefarmasian Di Apotek Ct," *Journal Industrial Servicess*, vol. 5, no. 1, pp. 1–3, 2019, doi: 10.36055/jiss.v5i1.6491.
- I. Cahya Laksmana and H. Febri Satoto, "Usulan Perbaikan Fasilitas Kerja pada Produksi Parutan Kelapa Berdasarkan Hasil Evaluasi QEC dan REBA."