

# Rancang Bangun Alat Pengupas Kulit Kopi Mentah Dengan Metode *Rapid Upper Limb Assesment (RULA)* Untuk Mengurangi Keluhan *Muskuloskeletal*

(*Engineering design of raw coffee peel using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method to reduce musculoskeletal disorders*)

Ratih Rahmahwati<sup>1#</sup>, Yopa Eka Prawatya<sup>2</sup>, Bartolomeus Lumbantoruan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Dosen Teknik Industri, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

<sup>3</sup>Mahasiswa Sarjana Teknik Industri, Universitas Tanjungpura, Pontianak

<sup>#</sup>)Corresponding author: [ratih.rahmawati@industrial.untan.ac.id](mailto:ratih.rahmawati@industrial.untan.ac.id)

Received 21 January 2021, Revised 15 March 2021, Accepted 30 March 2021

**Abstrak.** Masyarakat Kalimantan Barat khususnya di Desa Punggur, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kuburaya melakukan pengolahan biji kopi dengan dua jenis proses pengolahan yaitu pengolahan biji kopi kering dan pengolahan biji kopi basah. Proses pengolahan biji kopi basah mempunyai masalah ketika menggiling biji kopi mentah untuk selanjutnya dilakukan proses pengeringan. Proses penggilingan biji kopi masih menggunakan alat kerja yang mengakibatkan postur tubuh pekerja mengalami keluhan *musculoskeletal disorders*, pekerja terlalu lama membungkuk dan produktivitas rendah karena harus mengupas biji dengan kulit kopi hasil gilingan membutuhkan waktu yang lama. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi tingkat resiko *musculoskeletal disorders* yang dirasakan oleh pekerja saat melakukan proses pengolahan basah dengan menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assesment (RULA)*. Selain itu juga dilakukan pendekatan prinsip pertimbangan *anthropometri* untuk menentukan ukuran alat yang akan dibangun agar menghasilkan postur kerja yang ergonomis sehingga mendapatkan usulan perbaikan postur tubuh kerja yang baik saat bekerja menggunakan alat pengolah biji kopi. Berdasarkan hasil evaluasi dengan menggunakan metode RULA dalam CATIA menunjukkan skor 6 pada saat kondisi eksisting yakni saat mengangkat kopi pada alat, menggiling kopi mentah, dan mengambil hasil gilingan kopi. Skor tersebut mengindikasikan bahwa perlu dilakukan perbaikan tata cara kerja segera karena postur kerja yang disebabkan alat penggiling kopi tidak memenuhi kaidah ergonomi dan termasuk kategori berbahaya. Sedangkan, hasil evaluasi RULA dengan menggunakan alat pengiling kopi setelah rancang bangun alat menunjukkan skor 3 pada saat mengangkat kopi pada alat pengolah kopi, skor 4 ketika menggiling biji kopi mentah, skor 3 ketika mengambil hasil penggilingan kopi. Hasil penilaian RULA tersebut mengindikasikan bahwa postur kerja telah memenuhi kaidah ergonomi dan layak untuk diterapkan.

**Kata kunci:** *musculoskeletal disorders*, penggiling kopi mentah, RULA.

**Abstract.** The people of West Kalimantan, especially in Punggur, Sungai Kakap, Kuburaya execute the grinding process of coffee beans with two types of processing, namely dry processing and wet processing. In the process of wet processing, there are problems, one of them is when grinding raw coffee process before the drying process. The process of grinding raw coffee is carried out with non-ergonomic equipment that causing the workers to have musculoskeletal disorders complaints, the workers are bending over so that they cannot work for a long time, and low productivity because workers have to separate the beans from the coffee skin which takes a long time. This study aims to analyze the level of musculoskeletal disorder risk experienced by workers when using a raw coffee grinder using the *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* method. In addition, an anthropometric principle was carried out to determine the size of the tool so it can be used in an ergonomic position and can get a good working posture recommendation when using the machine. Based on RULA analysis using CATIA, show a score of 6 when lifting coffee from the grinder, grinding raw coffee, and taking the coffee grind. The result of RULA indicates that repairs and changes are needed quickly because the work posture produced by the coffee grinder is not ergonomic. Meanwhile, the results of RULA analysis using a coffee grinder after the design showed a score of 3 when lifting coffee from the grinder, a score of 4 when grinding raw coffee, a score of 3 when taking the results of the coffee grind. The score shows that the resulting posture is ergonomic and feasible to apply.

**Keywords:** *musculoskeletal disorders*, coffe raw grinder, RULA.

## 1. Pendahuluan

Petani kopi di Desa Punggur melakukan dua cara pemisahan atau pengupasan biji kopi yaitu pengolahan biji kopi basah dan pengolahan biji kopi kering yang menggunakan sinar matahari. Pengolahan basah merupakan proses pengolahan buah kopi yang dilakukan dengan tahapan pengerjaan yaitu membersihkan buah kopi mentah sehabis dipetik, melakukan penggilingan kopi dengan menggunakan peralatan manual, melakukan fermentasi dengan cara merendam biji kopi dalam air, pengeringan biji kopi dengan memanfaatkan sinar matahari secara langsung, pemisahan kulit kopi yang sudah kering dan melakukan pengepakan hasil pengolahan kopi. Sedangkan pengolahan kering merupakan proses pengolahan buah kopi yang dilakukan dengan cara memisahkan buah kopi dari daun, pengeringan dibawah sinar matahari secara langsung, penggilingan kulit kopi yang sudah kering, memisahkan biji kopi dan pengepakan. Proses basah dapat mempersingkat waktu produksi, hal ini disebabkan karena kulit kopi terlebih dahulu dipisahkan dari bijinya sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat. Petani kopi di desa Punggur mayoritas melakukan pengolahan basah yaitu sekitar 75 persen dan 25 persen petani melakukan pengolahan kering.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lumbantaruan dkk., (2020) postur kerja petani kopi saat menggiling kopi, mengangkat kopi pada gilingan dan mengambil hasil gilingan kopi menggunakan analisa *Nordic Body Map* didapat skor NBM 86. Skor tersebut menunjukkan bahwa postur kerja tersebut dapat mengakibatkan operator alat penggiling kopi mengalami kelelahan yang berlebihan, tingkat resiko *musculoskeletal disorders* yang tinggi, tangan pegal dan sakit pada kaki sehingga perlu dilakukan perbaikan postur kerja secara segera.

Postur kerja yang tidak ergonomis pada pengolahan basah perlu dilakukan perbaikan dengan cara melakukan rancang bangun alat bantu penggiling kopi yang lebih ergonomis. Rancang bangun alat penggiling kopi tersebut bertujuan agar dapat meningkatkan efisiensi kerja, menjadikan posisi kerja yang ergonomis dan dapat mempersingkat waktu proses produksi. Penelitian rancang bangun alat pengupas kulit biji kopi mentah dianalisa menggunakan pendekatan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Penentuan skor pada RULA ditentukan dengan bantuan *software* CATIA V5R20.

## 2. Kajian Teori

### Ergonomi

Ergonomi adalah kajian yang berfokus tentang hubungan antara manusia dan pekerjaan yang dilakukan berdasarkan kemampuan, kebolehan, dan keterbatasan pekerja. Fokus ergonomi melibatkan tiga komponen penting yang saling berhubungan yaitu *human*, *machine* dan *environment* tempat bekerja. Secara umum penerapan ergonomi memiliki tujuan menserasikan antara pekerjaan, peralatan, informasi dan lingkungan kepada pekerja, mengevaluasi hubungan fisik antara manusia dengan kerja dan fasilitasnya, mengurangi ketidaknyamanan pada saat bekerja (Wingjosoebroto, 2008; Sartono, 2019).

Ada tiga alasan utama mengaplikasikan ergonomi yaitu (Kroemer dkk., 2001):

1. *Moral Imperative*  
Memperbaiki kualitas dan kondisi kehidupan, khususnya pada pekerjaan dengan memperhatikan Kesehatan, kenyamanan dan penghasilan.
2. *Progress in knowledge and technology*  
Ikut serta dalam penyelidikan tentang orang-orang untuk mempelajari lebih lagi tentang mereka dan kebutuhannya dalam kerja,, kemampuan, Batasan dan juga mengembangkan dan mengaplikasikan teori dan praktek baru sehingga dapat lebih baik ke depannya.
3. *Economic advantages*  
Untuk mengurangi usaha dan biaya yang dikeluarkan dalam sistem kerja dimana manusia sebagai pelaku dan pengguna.

### Perancangan Produk

Perancangan dan pengembangan produk terdiri dari tahap-tahap perancangan yang bertujuan untuk mengembangkan dan merancang produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen dengan pembentukan tim yang terdiri dari bagian desain produk, bagian manufaktur dan bagian pemasaran (Ulrich & Eppinger, 2001). Tahap perancangan dan pengembangan produk terdiri dari enam tahap yakni tahap perencanaan, tahap pengembangan konsep, tahap perancangan tingkatan sistem, tahap

perancangan detail, tahap pengujian dan perbaikan, dan tahap produksi awal. Pada penelitian ini, proses rancang bangun alat pengupas kulit kopi mentah sampai pada tahap perancangan detail dengan membuat *prototype alpha* dan dilakukan pengujian berdasarkan aspek keluhan muskuloskeletal disorders yang dialami oleh pekerja dengan pertimbangan RULA pada CATIA V5R20.

### **Rapid Upper Limb Assessment (RULA)**

*Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* merupakan suatu pengembangan metode analisa pada pemeriksaan postur kerja dengan mempertimbangkan kaidah ergonomi dimana kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas (*upper limb*). *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* ini adalah sebuah *software* yang menerapkan prinsip biomekanika dan postur tubuh saat bekerja dengan peringatan risiko pada leher, punggung dan tubuh bagian atas (McAtamney & and Corlett, 1993).

### **Catia V5R20**

*Computer Aided Three Dimensional Interactive Application (CATIA)*, piranti lunak untuk membantu proses desain, rekayasa dan manufaktur. CATIA menyediakan aplikasi simulasi dan analisa ergonomic untuk tubuh manusia, seperti HBR (*Human Builder*), HME (*Human Measurement Editor*), HPA (*Human Posture Analysis*) dan HAA (*Human Activity Analysis*). Pada *Human Activity Analysis* mengevaluasi semua elemen performansi postmanusia dari analisis postur statis hingga aktivitas pekerjaan yang kompleks, *Human Activity Analysis* adalah bagian dari CATIA V5R20 merupakan produk yang dikembangkan oleh *Dessault Systems* yang merupakan sebuah sistem terintegrasi CAD/CAM/CAE. Dalam penelitian ini, output informasi yang diambil adalah informasi terkait skor dari RULA dan rekomendasi yang diberikan berdasarkan skor tersebut.

### **Penelitian Terdahulu**

Latip (2016) melakukan penelitian tentang rancang bangun mesin penepung untuk memperbaiki postur kerja pekerja menggunakan pertimbangan metode *Rapid Entire Body Assessment* dan pendekatan dimensi tubuh pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil rancangan mesin penepung (*diskmill*) yang ergonomis diperoleh dengan total skor REBA pada proses penuangan dan penampungan hasil gilingan adalah 5. *Score* tersebut menunjukkan bahwa postur kerja operator berada pada kategori medium dengan perubahan diperlukan dalam waktu yang lama. Mohamad (2018) melakukan penelitian tentang pengukuran postur kerja dan keluhan *musculoskeletal disorders* dengan menggunakan metode RULA, REBA dan OWAS di Gudang penyimpanan sebuah industri olahan makanan. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa skor RULA, REBA dan OWAS tertinggi adalah 3 pada bagian leher, punggung pekerja, lengan atas kanan, bokong dan pinggang. *Score* tersebut mengindikasikan bahwa postur kerja operator berada pada kategori *low* dan belum diperlukan perbaikan segera.

Erdiansyah (2014) melakukan kajian tentang tingkat resiko postur tubuh saat kerja oleh operator dengan menggunakan analisa RULA untuk indentifikasi tingkat risiko kelelahan. Hasil analisa RULA menyatakan bahwa nilai rata-rata keluhan *musculoskeletal* dalam kategori risiko tinggi sehingga harus dilakukan perbaikan postur kerja. Wulandari (2011) melakukan penelitian tentang kajian hal-hal yang berpengaruh pada petani untuk memilih pengolahan basah pada biji kopi pada sebuah desa di kawasan daerah Jember. Hasil dari penelitian ini adalah proses pemanenan kopi dilakukan dengan memetik kopi kemudian melakukan pengolahan paska panen. Hal-hal yang mempengaruhi petani untuk memilih untuk pengolahan basah biji kopi yakni umur petani dan keuntungan yang didapatkan.

Wahyuniardi dan Reyhanandar (2017) melakukan penelitian tentang evaluasi postur kerja dan perbaikan tata cara kerja dengan metode REBA dan RULA. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa diperlukan perbaikan fasilitas kerja dengan memberikan alas meja yang dapat berputar. Dzikrillah dan Yuliani (2015) melakukan penelitian tentang evaluasi postur kerja menggunakan metode RULA dengan studi kasus pada industri yang bergerak pada bidang otomotif. Hasil dari penelitian ini adalah *score* RULA yang dihasilkan berada pada level 5, *score* tersebut menunjukkan bahwa perlu dilakukan investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perubahan.

Nur dkk. (2016) melakukan penelitian terhadap evaluasi postur tubuh pekerja di stasiun kerja pemanenan tebu dengan menggunakan metode REBA dan OWAS, studi kasus di perkebunan tebu, Malang. Hasil dari penelitian ini adalah kegiatan menebang tebu memiliki risiko sangat tinggi dan berbahaya bagi sistem *skeletal*, sehingga perlu dilakukan perbaikan postur kerja secepat mungkin. Hal ini dapat disebabkan oleh postur tubuh pekerja yang membungkuk serta memutar saat melakukan penebangan tebu. Yuliarty dan Wibowo (2019) melakukan kajian terhadap tingkat risiko postur pekerja pada mesin *piercing tube* dengan menggunakan metode RULA dan REBA di departemen *press shop*.

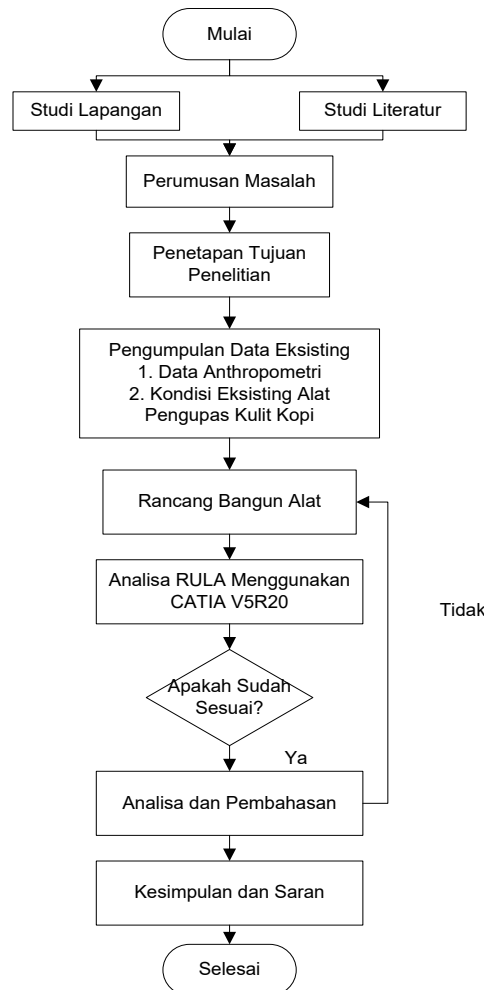
Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa hasil perhitungan menunjukkan skor RULA 7 dan Skor REBA 8. *Score* tersebut menunjukkan bahwa perlu dilakukan perbaikan postur kerja secara mendesak karena postur kerja yang terjadi berada pada kategori *high*.

Ndari dan Roedianto (2018) melakukan penelitian tentang evaluasi postur kerja dengan pendekatan metode RULA dan rancang ulang peralatan kerja untuk mengurangi resiko *musculoskeletal disorders*. Hasil dari penelitian ini adalah skor postur kerja pada bagian administrasi sebesar 7. *Score* tersebut menunjukkan postur kerja pada aktivitas pembersihan berpotensi/beresiko tinggi bagi pekerja apabila dilakukan dalam jangka waktu yang panjang sehingga perlu dilakukan perbaikan secara cepat (mendesak) karena peralatan yang digunakan tidak ergonomis.

Berbagai penelitian terdahulu menjadi dasar dan masukan untuk penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode yang sama yakni analisa RULA namun objek dan lokasi penelitian yang berbeda. Sehingga diharapkan rancang bangun alat pengupas kulit kopi yang dihasilkan dapat memenuhi kaidah ergonomi sehingga mengurangi keluhan *muskuloskeletal* yang dialami oleh pekerja.

### 3. Metoda

Penelitian yang dilakukan berfokus pada postur tubuh pekerja dari alat penggiling kopi di Kabupaten Kubu Raya. Foto kondisi postur kerja digunakan untuk analisis RULA pada *software* CATIA V5R20. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

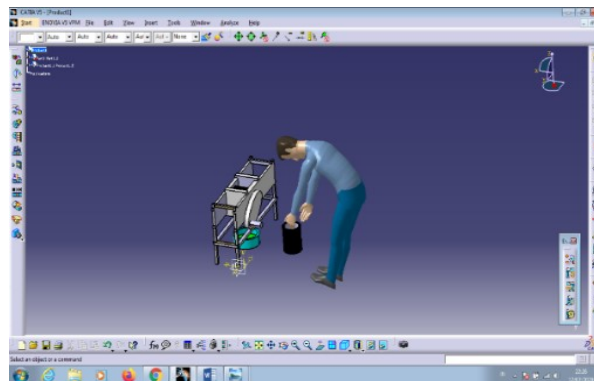
Analisa RULA dilakukan pada proses penggilingan kopi dibagi dalam 3 bagian yakni postur kerja saat mengangkat kopi pada alat penggilingan, postur kerja saat menggiling kopi dan postur kerja saat mengambil hasil gilingan kopi. Analisa RULA menggunakan CATIA V5R20 dijelaskan sebagai berikut untuk sebelum dan sesudah melakukan rancang bangun alat pengupas kulit kopi.

##### Analisis RULA Saat Mengangkat Kopi Sebelum Perancangan

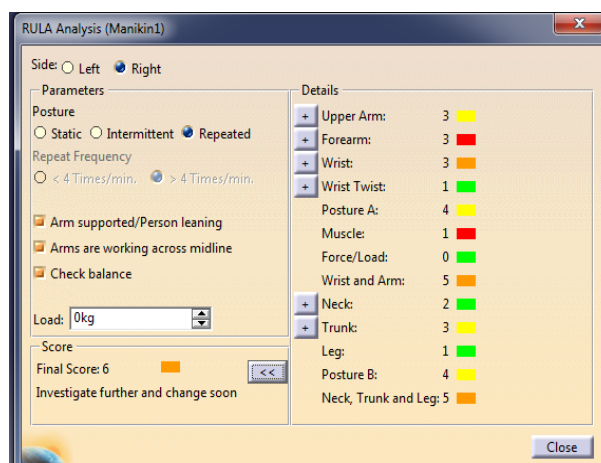
Proses pengangkatan kopi pada gilingan sebelum perancangan menghasilkan postur kerja seperti pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa operator bekerja dengan posisi badan membungkuk dan tidak ergonomis, Perhitungan RULA dengan menggunakan *software* CATIA V5R20 pada proses pengangkatan kopi mentah pada gilingan dilakukan seperti pada Gambar 3. Adapun *score* RULA pada kondisi eksisting saat mengangkat kopi pada gilingan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2 Mengangkat kopi mentah sebelum perancangan.



Gambar 3 *Part* dan *Manikin* eksisting saat mengangkat kopi.



Gambar 4 *Score* eksisting RULA saat mengangkat kopi.

Hasil perhitungan score RULA dengan menggunakan CATIA V5R20 adalah 6, score tersebut menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan posisi kerja dibutuhkan segera. Perbaikan tersebut dilakukan karena posisi kerja tidak ergonomis sehingga dapat mengakibatkan operator kelelahan saat mengangkat kopi ke gilingan.

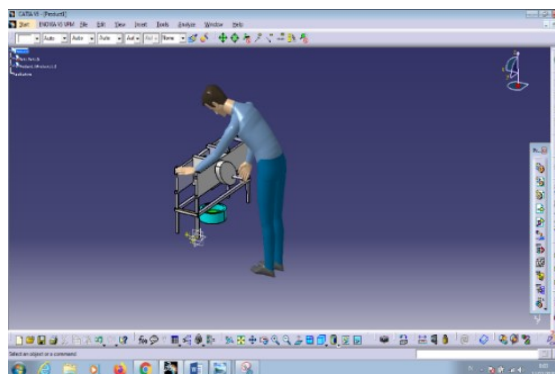
### Analisis RULA Saat Menggiling Kopi Sebelum Perancangan

Adapun proses menggiling kopi mentah dengan menggunakan gilingan kopi sebelum perancangan menghasilkan postur kerja seperti pada Gambar 5. Dari Gambar 5 terlihat bahwa operator bekerja dengan posisi badan bungkuk sehingga dapat meningkatkan risiko *musculoskeletal disorders* yang tinggi, operator kelelahan dengan waktu produksi yang cepat dan dapat meningkatkan risiko cedera pada punggung operator. Penentuan score RULA dilakukan dengan perhitungan menggunakan *software* CATIA V5R20.

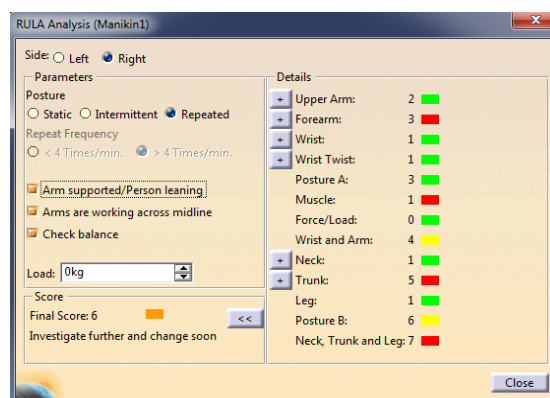


Gambar 5 Postur Awal saat Menggiling Kopi.

Perhitungan RULA pada proses penggilingan kopi mentah pada gilingan dilakukan seperti pada Gambar 6. Adapun score RULA pada saat menggiling kopi dengan menggunakan alat penggiling kopi sebelum perancangan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Part dan Manikin eksisting saat menggiling kopi.



Gambar 7 Score RULA saat menggiling kopi sebelum perancangan.

Hasil perhitungan *score* RULA pada proses menggiling kopi dengan menggunakan alat penggiling kopi sebelum perancangan adalah 6, *score* tersebut menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan postur kerja dibutuhkan segera. Perbaikan tersebut dilakukan karena postur kerja saat menggiling kopi tidak ergonomis sehingga dapat mengakibatkan operator kelelahan, mengalami cedera dan keluhan *musculoskeletal disorder's* yang tinggi.

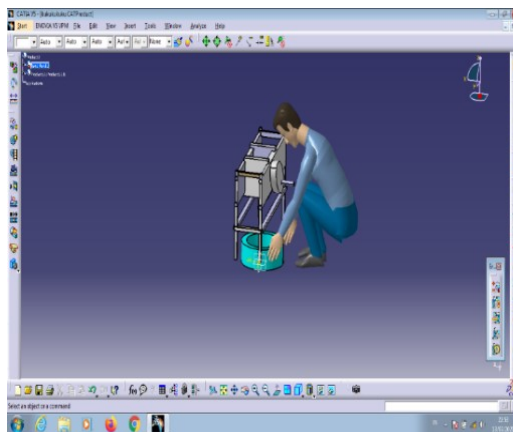
### Analisis RULA Saat Mengambil Hasil Gilingan Kopi Sebelum Perancangan

Adapun proses pengambilan hasil gilingan kopi mentah pada alat penggiling kopi sebelum perancangan menghasilkan postur kerja seperti pada Gambar 8.



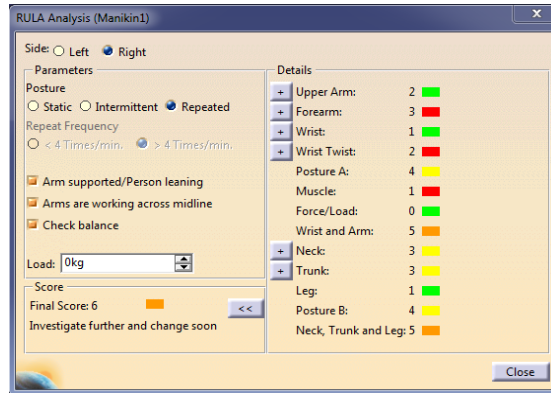
Gambar 8 Postur Kerja Awal Saat Menggiling Kopi.

Gambar di atas dapat dilihat bahwa operator bekerja dengan posisi badan jongkok dan membungkuk. Hal tersebut dapat mengakibatkan risiko *musculoskeletal disorder's* yang tinggi dan dapat mengalami rasa sakit pada kaki, sehingga perlu dilakukan perbaikan postur kerja. Penentuan *score* RULA dilakukan dengan perhitungan menggunakan *software* CATIA V5R20. Perhitungan RULA dengan menggunakan *software* CATIA V5R20 pada proses pengambilan hasil gilingan kopi mentah sebelum perancangan dilakukan seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Part dan Manikin Eksisting Saat pengambilan hasil gilingan.

Adapun *score* RULA saat mengambil hasil gilingan kopi mentah dengan menggunakan alat penggiling kopi sebelum perancangan dapat dilihat pada Gambar 10. Hasil perhitungan RULA pada saat mengambil hasil gilingan kopi menunjukkan *score* 6, *score* tersebut menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan posisi kerja dibutuhkan segera. Perbaikan secara cepat tersebut dibutuhkan karena posisi kerja tidak ergonomis sehingga dapat mengakibatkan operator kelelahan dan risiko *muskuloskeletal disorder's* yang tinggi.



Gambar 10 Score eksisting RULA saat mengambil hasil gilingan.

**Perhitungan Anthropometri**

Adapun tahapan pengolahan data anthropometri adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Rata-rata Data *Anthropometri* (*Mean*)

Contoh perhitungan rata-rata (*mean*) secara manual dilakukan pada dimensi tinggi duduk tegak

$$Mean = \sum_{i=1}^n xi$$

$$Mean = \frac{89 + 85 + 92}{3} = \frac{266}{3} = 88.6 \text{ cm}$$

Perhitungan di atas dilakukan pada setiap ukuran dimensi tubuh dan dihasilkan nilai rata-rata seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil perhitungan rata-rata (*mean*)

No	Dimensi	Operator			Rata-rata ( <i>mean</i> )
		1	2	3	
1	Tinggi duduk tegak	89	85	92	88.66
2	Tinggi bahu duduk	58	60	62	60.00
3	Jarak pantat ke lutut	53	51	50	51.33
4	Lebar bahu	35	42	44	40.33
5	Lebar pinggul	36	40	32	36.00
6	Tinggi tubuh	164	162	168	164.66
7	Jangkauan Tangan	54	51	58	54.33
8	Tinggi bahu berdiri	125	131	139	131.66
9	Tinggi pinggang	91	88	99	92.66
10	Lebar telapak kaki	9	9	8	8.66
11	Rentangan Siku kesiku	91	88	90	89.66

2. Perhitungan Standar Deviasi (SD)

Contoh perhitungan standar deviasi (SD) secara manual dilakukan pada dimensi tinggi duduk tegak.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(89 - 88.6)^2 + (85 - 88.6)^2 + (92 - 88.6)^2}{3-1}} = \sqrt{\frac{(0.4)^2 + (-3.6)^2 + (3.4)^2}{2}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0.16 + 12.96 + 11.56}{2}} = \sqrt{\frac{24.68}{2}} = \sqrt{12.34} = 3.51 \text{ cm}$$

Perhitungan diatas dilakukan pada setiap ukuran dimensi tubuh, dan dihasilkan nilai standar deviasi setiap organ tubuh seperti pada Tabel 2.



Tabel 2 Standar deviasi

No	Dimensi	Rata-rata (mean)	Standar Deviasi (SD)
1	Tinggi duduk tegak	88.6	3.51
2	Tinggi bahu duduk	60	2.00
3	Jarak pantat ke lutut	51.3	1.52
4	Lebar bahu	40.3	4.72
5	Lebar pinggul	36	4.00
6	Tinggi tubuh	164.6	3.05
7	Jangkauan Tangan	54.3	3.51
8	Tinggi bahu berdiri	131.6	7.02
9	Tinggi pinggang	92.6	5.68
10	Lebar telapak kaki	8.6	0.57
11	Rentangan Siku kesiku	89.6	1.52

### 3. Perhitungan Persentil

Penentuan ukuran alat penggiling kopi ditentukan berdasarkan ukuran persentil yang digunakan, pada penelitian ini ukuran persentil yang digunakan adalah P5, P50 dan P95. Adapun contoh perhitungan persentil secara manual ditentukan dengan menggunakan dimensi tinggi duduk tegak (Tdt).

$$\begin{aligned}
 P5 &= \bar{x} - 1.645SD \\
 &= 88.6 - 1.645 \times 3.51 = 88.6 - 5.77 = 82.8 \text{ cm} \\
 P50 &= 88.6 \text{ cm} \\
 P95 &= \bar{x} + 1.645SD \\
 &= 88.6 + 1.645 \times 3.51 = 88.6 + 5.77 = 94.4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas dilakukan pada setiap ukuran dimensi tubuh dan dihasilkan nilai persentil seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3 Persentil

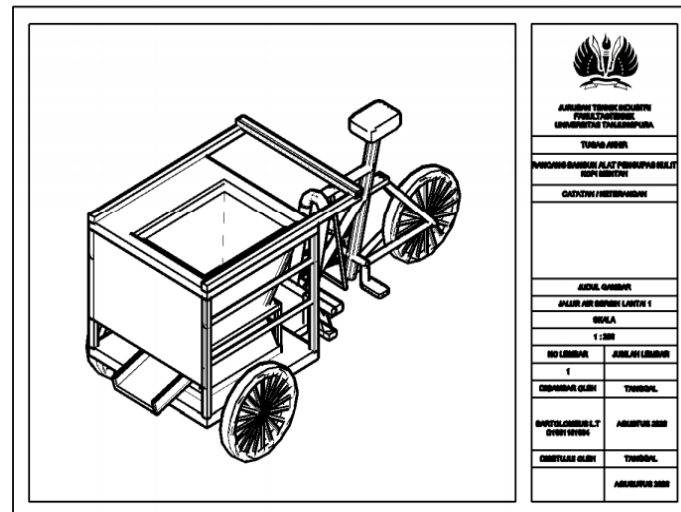
No	Dimensi	Persentil		
		P5	P50	P95
1	Tinggi duduk tegak	82.88	88.6	94.44
2	Tinggi bahu duduk	56.71	60	63.29
3	Jarak pantat ke lutut	48.82	51.3	53.84
4	Lebar bahu	32.55	40.3	48.10
5	Lebar pinggul	29.42	36	42.58
6	Tinggi tubuh	159.64	164.6	169.69
7	Jangkauan Tangan	48.55	54.3	60.11
8	Tinggi bahu berdiri	120.11	131.6	143.22
9	Tinggi pinggang	83.31	92.6	102.02
10	Lebar telapak kaki	7.71	8.6	9.61
11	Rentangan Siku kesiku	87.15	89.6	92.17

### Desain Alat Penggiling Kopi

Desain produk bertujuan untuk menentukan dan menjelaskan secara rinci tentang konsep alat penggiling kopi yang ergonomis, adapun konsep desain produk penggiling kopi yang akan dilakukan perancangan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Konsep desain alat penggiling kopi

No	Dimensi	Ukuran			Dasar Pengukuran
		P5	P50	P95	
1	Tinggi duduk tegak	82,88	88,6	94,44	Tinggi penyimpanan kopi sementara
2	Tinggi bahu duduk	56,71	60,0	63,29	Tinggi lubang penampungan
3	Jarak pantat ke lutut	48,82	51,3	53,84	batas dayungan penggerak gilingan
4	Lebar bahu	32,55	40,3	48,10	Diameter lubang penampungan
5	Lebar pinggul	29,42	36,0	42,58	Lebar dudukan
6	Jangkauan Tangan	48,55	54,3	60,11	Jarak duduk ke pegangan
7	Tinggi bahu berdiri	120,11	131,6	143,22	Tinggi alat
9	Tinggi pinggang	83,31	92,6	102,02	Tinggi dudukan
10	Lebar telapak kaki	7,71	8,6	9,61	Lebar dayungan penggerak
11	Rentangan Siku kesiku	87,15	89,6	92,17	Lebar alat



Gambar 11 Desain alat Penggiling Kopi Mentah.

**Analisis RULA saat Mengangkat Kopi pada Gilingan Setelah Perancangan**

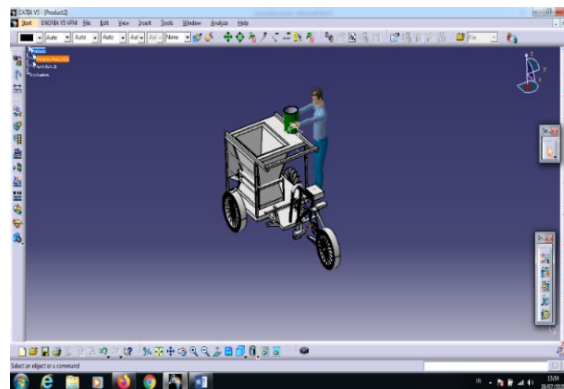
Adapun proses pengangkatan kopi setelah perancangan dilakukan dari permukaan gilingan ke lubang penggilingan kopi. Proses pengangkatan kopi setelah perancangan menghasilkan postur kerja seperti pada Gambar 12.



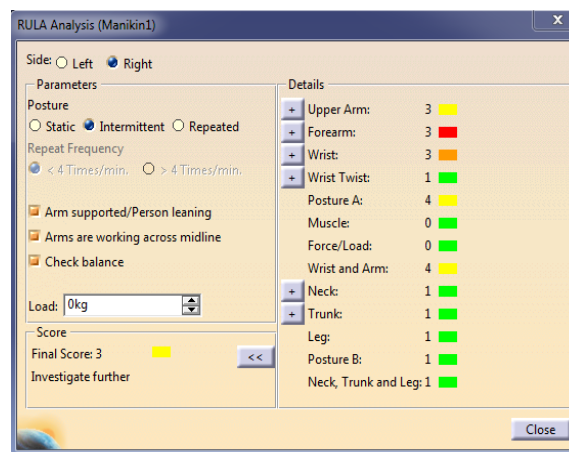
Gambar 12 Postur kerja saat mengangkat kopi pada gilingan.

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa operator bekerja dengan posisi badan berdiri normal dan tidak membungkuk sehingga, dapat mengurangi risiko *musculoskeletal disorder's* dan kelelahan yang berlebihan, penentuan *Score RULA* dilakukan dengan perhitungan menggunakan *software CATIA V5R20*. Perhitungan *RULA* pada proses pengangkatan kopi mentah dilakukan seperti pada Gambar

13. Adapun score RULA saat mengangkat kopi pada gilingan setelah perancangan dapat dilihat pada Gambar 14. Hasil perhitungan score Rapid Upper Limb Assesment (RULA) adalah 3, score tersebut menunjukkan penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan dalam waktu yang lama.



Gambar 13 Postur kerja pada saat mengangkat kopi setelah perancangan.



Gambar 14 Score RULA saat mengangkat kopi mentah hasil perancangan.

### Analisis RULA saat Menggiling Kopi dengan Menggunakan Gilingan Setelah Perancangan

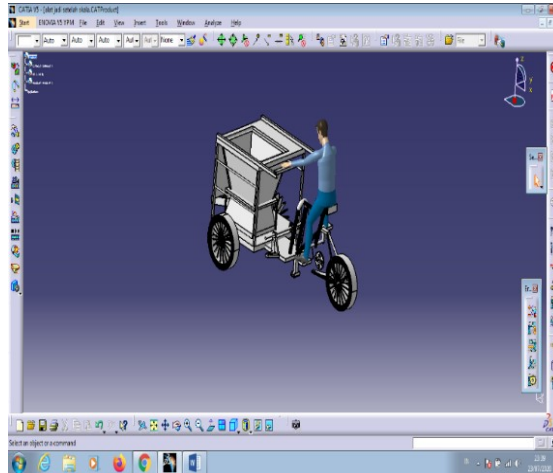
Proses menggiling kopi mentah dengan menggunakan alat penggiling kopi setelah perancangan menghasilkan postur kerja seperti pada Gambar 15.



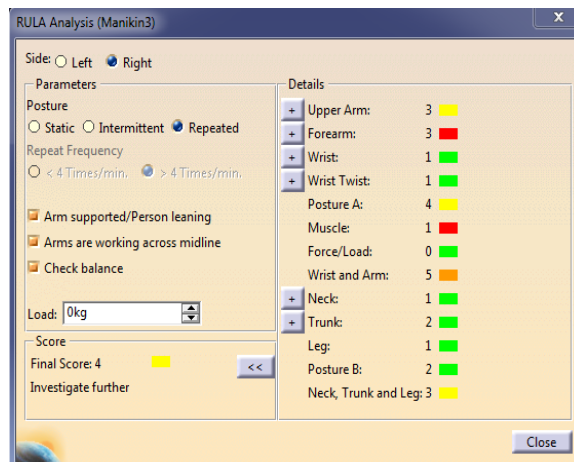
Gambar 15 Postur kerja saat menggiling kopi setelah perancangan.

Dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa operator bekerja dengan posisi duduk dan tidak membungkuk sehingga dapat mengurangi risiko *musculoskeletal disorder's* dan mengurangi tingkat kelelahan operator. Penentuan score RULA dilakukan dengan perhitungan menggunakan *software* CATIA V5R20. Perhitungan score RULA menggunakan *software* CATIA V5R20 pada proses penggilingan kopi

mentah dilakukan dilakukan seperti pada Gambar 16. Adapun score RULA saat menggiling kopi dengan menggunakan gilingan setelah perancangan dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 16 Postur kerja pada saat menggiling kopi setelah perancangan.



Gambar 17 Score RULA saat menggiling kopi setelah perancangan.

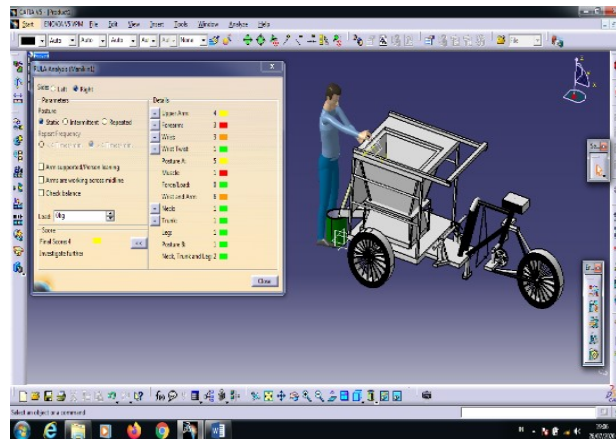
Hasil perhitungan score RULA pada saat menggiling kopi dengan menggunakan alat penggiling kopi setelah perancangan adalah 4, score tersebut menunjukkan bahwa proses menggiling kopi dengan menggunakan alat penggiling kopi setelah perancangan membutuhkan penyelidikan lebih jauh dan mungkin perubahan diperlukan dalam waktu yang lama.

### Analisis RULA saat mengambil hasil gilingan kopi setelah perancangan

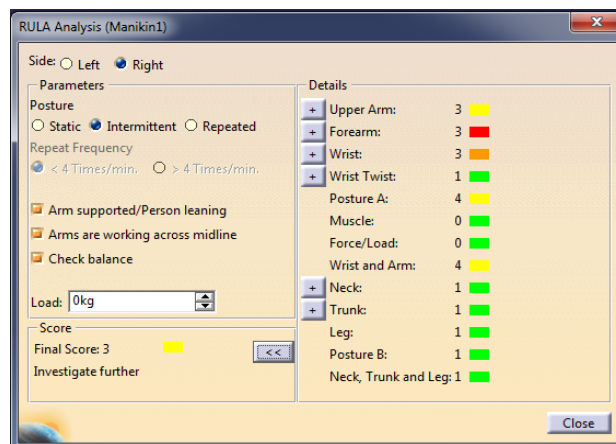
Proses pengambilan hasil gilingan kopi pada alat penggiling kopi setelah perancangan menghasilkan postur kerja seperti pada Gambar 18. Dari Gambar 18 dapat dilihat bahwa operator bekerja dengan posisi badan berdiri dan tidak membungkuk sehingga dapat mengurangi risiko *musculoskeletal disorders* dan rasa sakit pada kaki. Penentuan score RULA dilakukan dengan perhitungan menggunakan software CATIA V5R20 dengan postur kerja seperti pada Gambar 19. Adapun score RULA saat mengambil hasil gilingan kopi mentah dengan menggunakan alat penggiling kopi sebelum perancangan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 18 Postur kerja saat mengambil hasil gilingan kopi setelah perancangan.



Gambar 19 Part dan Manikin saat mengambil hasil gilingan kopi.



Gambar 20 Score RULA saat mengambil hasil gilingan kopi setelah perancangan.

Hasil perhitungan *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA) pada saat mengambil hasil gilingan kopi menunjukkan score 4, score tersebut menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan posisi kerja dibutuhkan dalam waktu yang lama.

## 5. Kesimpulan

Risiko *musculoskeletal disorders* yang dialami pekerja saat mengangkat, menggiling dan mengambil hasil gilingan kopi mentah dengan menggunakan alat penggiling kopi sebelum perancangan berada pada kategori *High* dengan *score* analisis *Rapid upper limb assesment* (RULA) yang dihasilkan adalah 6 ketika membawa biji kopi pada kondisi eksisting, skor 7 ketika menggunakan alat penggiling kopi eksisting, dan skor 6 ketika mengambil hasil gilingan kopi. Skor tersebut menunjukkan bahwa perbaikan dan perubahan postur kerja dibutuhkan segera karena postur kerja yang dihasilkan alat penggiling kopi tidak memenuhi kaidah ergonomi

Alat pengupas kulit kopi yang dibangun dapat digunakan dalam posisi yang ergonomis memiliki ukuran tinggi penyimpanan kopi sementara 82,88 cm, tinggi lubang penampungan 63,29 cm, batas dayungan penggerak gilingan 53,84 cm, diameter lubang penampungan 40,3 cm, lebar dudukan 36 cm, jarak duduk ke pegangan 54,3 cm, tinggi alat 120,11 cm, tinggi dudukan 102,02 cm, lebar dayungan penggerak 9,61 cm, lebar alat 87,15 cm. Ukuran tersebut ditentukan berdasarkan pengolahan data antropometri pekerja penggiling kopi mentah, dengan mempertimbangkan nilai persentil yang digunakan yakni antara persentil 5, persentil 50, dan persentil 95.

Usulan perbaikan postur tubuh kerja yang baik ketika menggunakan alat penggiling biji kopi hasil *redesign* adalah posisi duduk dan menggiling kopi dengan menggunakan kaki untuk memutar pedal dayungan, karena kaki memiliki tenaga yang lebih besar dibandingkan tangan. Proses penggilingan kopi mentah ketika menggunakan alat penggiling kopi hasil rancang bangun ini menunjukkan *score* analisis RULA yang lebih kecil dari pada *score* analisis RULA sebelum perancangan. Rata-rata *score* RULA yang dihasilkan saat menggiling kopi dengan menggunakan alat penggiling kopi setelah perancangan adalah 4, *score* tersebut mengindikasikan bahwa postur tubuh yang dihasilkan sudah memenuhi kaidah ergonomi sehingga belum membutuhkan perbaikan dan perubahan segera. Hasil RULA menunjukkan bahwa rancang bangun alat pengupas kulit kopi dapat mengurangi keluhan *muskoskeletal* yang dialami oleh pekerja.

Kajian terkait penelitian rancang bangun alat pengupas atau penggiling kulit kopi ini dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya. Beberapa pertimbangan menarik untuk penelitian selanjutnya adalah terkait identifikasi kebutuhan atribut alat, kajian produktivitas alat, dan kajian aspek teknis alat.

## Referensi

- Dzikrillah, N; Yuliani, E.N.S. (2015). Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) Studi Kasus PT. TJ Forge Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 3 No. 3, pp 150 – 155.
- Erdiansyah, M. (2014). *Hubungan tingkat risiko postur kerja berdasarkan metode RULA dengan tingkat risiko keluhan muskuloskeletal pada pekerja manual handling di pabrik es batu PT. Sumber Tirta Surakarta*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah: Surakarta.
- Kroemer, Karl, Kroemer, Henrike dan Kroemer- Elbert, Katrin. (2001). *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency, 2<sup>nd</sup> Ed.*, Prentice Hall-International, New Jersey.
- Latip. (2016). *Rancang ulang mesin penepung (diskmill) yang ergonomis untuk memperbaiki postur kerja operator menggunakan metode rapid entire body assesment dan pendekatan antropometri*. Skripsi, Universitas Tanjungpura: Pontianak.
- Lumbantaruan, B; Prawatya, Y; Rahmahwati, R. (2020). Rancang Bangun Alat Pengupas Kulit Kopi Mentah dengan Metode Rapid Entire Body Assesment (REBA) Untuk Menghasilkan Posisi Kerja Yang Ergonomis. *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, Vol 4. No 2, pp 197-206
- McAtamney, L. dan Corlett, EN. (1993). RULA: *Survey Method for The Investigation of Work Related Upper Limb Disorder*. *Applied Ergonomi. Journal of Human Ergonomics*. 24(2). pp 91-99.
- Mohamad, Silvana. (2018). Pengukuran postur kerja dan keluhan muskuloskeletal pada pekerja dengan metode RULA, REBA dan OWAS di gudang PT. Aeroprima Food Service. Skripsi, Universitas Negeri Gorontalo: Gorontalo

- Ndari, P.W dan Roedianto, R M.M. (2018). Analisis Postur Kerja Dengan Metode Rula dan Redesign Peralatan Kerja Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders. *Jurnal Teknologi Industri* STT Malang. Vol 7 No 2 .pp 20-23
- Nur, R.F, Lestari, E.A dan Mustanir, S.A. (2016). Analisis Postur Kerja pada Stasiun Pemanenan Tebu dengan Metode OWAS dan REBA, Studi Kasus di PG Kebon Agung, Malang. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* Volume 5 Nomor 1, pp 39-45.
- Sartono, S. (2019). Perbaikan fasilitas kerja dengan pendekatan ergonomi di UD. Kelapa Kering Bagian Pengampelasan. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 11(3), 313-321. doi:<http://dx.doi.org/10.22441/oe.v11.3.2019.039>
- Yuliarty, P., Wibowo, A. (2019). Tingkat Risiko Pekerja Pada Mesin Piercing Tube Dengan Menggunakan Metode *Rapid Entire Body Assessment (REBA) Dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* Di Departemen Press Shop Pt. X. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*. Vol 9. No 1, pp 30-37
- Ulrich, K.T., dan Eppinger, S.D., (2001), *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika
- Wahyuniardi, R. dan Reyhanandar, D.M. (2017). Penilaian Postur Operator Dan Perbaikan Sistem Kerja Dengan Metode RULA dan REBA (Studi Kasus): Bandung. *J@ti: Jurnal Teknik Industri*. Vol 13. No 1, pp 45-50
- Wingjoesoebroto, Sritomo.(2008). *Aplikasi Ergonomi dalam Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kerja di Industri*. Surabaya: Guna Wijaya.
- Wulandari, Silvi. (2011). *Kajian faktor-faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan petani dalam melakukan pengolahan basah pada produk kopi beras di desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember*. Skripsi, Universitas Jember: Jember.