

## PERANCANGAN ALAT BANTU PROSES PENGGULUNGAN KERTAS ROLL PADA UMKM GRACIA PAPER

Lamto Widodo<sup>1)</sup>, Didi Widya Utama<sup>2)</sup>, Leonardo Yohanes Pujianto<sup>3)</sup>

<sup>1,3)</sup>Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara

e-mail: <sup>1)</sup>lamtow@ft.untar.ac.id

### ABSTRAK

*Gracia Paper adalah UMKM pembuatan kertas roll untuk mesin kasir. Bagian dari proses produksi kertas roll pada UMKM yang memiliki tingkat bahaya tinggi adalah proses penggulungan kertas dengan memanfaatkan mesin bor. Proses ini masih dilakukan secara manual dimana pekerja memegang bor dengan posisi pergelangan tangan yang menekuk dalam waktu cukup lama dan dilakukan secara berulang-ulang. Analisa keluhan pekerja dilakukan dengan membagikan kuesioner Nordic Body Map kepada enam pekerja. Hasil kuesioner menunjukkan pekerja mengalami sakit pada pergelangan tangan kanan, punggung, leher dan pergelangan tangan kiri setelah bekerja. Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner Nordic Body Map, dilakukan analisa RULA pada tiga proses yaitu pengukuran dimensi kertas roll, penggulungan kertas roll dan penempelan selotip pada kertas roll. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya resiko pekerjaan dan tindakan perbaikan yang harus diambil untuk mengurangi keluhan fisik pekerja. Nilai akhir RULA tertinggi terdapat pada proses penggulungan kertas roll dengan nilai 7. Untuk mengetahui spesifikasi alat bantu yang akan dirancang dibagikan kuesioner lanjutan perancangan produk. Dari kuesioner dihasilkan tiga desain alat bantu. Pemilihan desain terbaik dilakukan dengan metode AHP, berikutnya dilakukan simulasi rancangan perbaikan dengan software CATIA. Hasil perhitungan RULA hasil simulasi turun menjadi 3. Setelah dilakukan implementasi produk dan dilakukan analisis RULA, didapatkan hasil nilai akhir RULA 3, artinya level resiko rendah.*

**Kata kunci:** Alat Bantu, Ergonomi, RULA, CATIA

### ABSTRACT

*Gracia Paper is a paper roll making company for cashier. The paper roll production process in this company that have a high risk is rolling paper with drill process. This process still done manually where the workers hold the drill with bend wrist for a long time repeatedly. Workers' complaint analysis done by distributing Nordic Body Map questionnaire to six workers. The questionnaire's result showed that workers experiencing pain in right wrist, trunk, neck, and left wrist after worked. Based on the interview and Nordic Body Map questionnaire, RULA analysis done in three process such as paper roll dimension measurement, paper roll rolling and masking tape attachment on paper roll. The purpose of this is to know the work's risk and the improvement to reduce the worker's physical complaint. The highest RULA grand score is on paper roll rolling process with total score 7. To know the specification of the product, the product design questionnaire distributed. AHP method is used to choose the best design. The simulation of designed product with CATIA minimized the RULA grand score with total score 3. After the product implementation and RULA analysis, the RULA grand score is 3 with low risk level.*

**Keywords:** Tools, Ergonomics, RULA, CATIA

## PENDAHULUAN

Salah satu industri pembuatan kertas roll yang sering digunakan pada kasir adalah PT Gracia Paper. Permintaan akan kertas roll seiring bertambah dengan berjalannya waktu sehingga agar pesanan dapat sampai di tangan konsumen dengan tepat waktu, proses produksi yang dilakukan dalam UMKM ini harus efektif dan efisien. Dalam kasus ini, masih banyak ditemukan masalah yang membuat proses produksi kertas roll tersebut menjadi terhambat. Salah satu proses produksi yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi yaitu proses penggulungan kertas dengan menggunakan bor. Proses ini masih dilakukan secara manual dimana pekerja memegang bor dengan posisi pergelangan tangan yang menekuk dalam waktu yang cukup lama dan dilakukan secara berulang-ulang. Hal ini

menyebabkan banyak pekerja yang mengeluh mengalami sakit pada bagian pergelangan tangan dan juga luka pada tangan akibat terkena bor. Dari hasil pengamatan, wawancara, dan penelitian awal yang dilakukan diketahui bahwa para pekerja bekerja tidak dalam postur yang tidak natural. Hasil kuisisioner *Nordic Body Map* sebelum dan setelah bekerja menunjukkan keluhan pekerja yang merasa sakit pada kaki bagian paha, tangan bagian pergelangan, serta posisi tubuh yang harus menunduk. Berdasarkan masalah-masalah di atas, dilakukan perancangan alat bantu proses penggulungan kertas *roll*, berupa rancang ulang meja dan penyangga untuk bor serta perbaikan sistem kerja pada proses produksi di UMKM Gracia Paper dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja pada pekerja dan meningkatkan efisiensi produksi. Perancangan alat bantu dengan memanfaatkan prinsip-prinsip ergonomi.

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem, serta profesi yang mempraktekkan teori, prinsip, data, dan metode dalam perancangan untuk mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan kebutuhan, kelemahan, dan keterampilan manusia [1][2],[3]. Antropometri secara luas digunakan untuk pertimbangan ergonomis dalam suatu perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang akan dirancang sesuai dengan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut [4][5]. Pengukuran keluhan subyektif pekerja menggunakan metode *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ) yang merupakan kuesioner yang digunakan untuk menemukan gejala dan keluhan *musculoskeletal disorder* pada pekerja [6]. Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan pengembangan dari NMQ dimana membahas mengenai rasa tidak nyaman atau rasa sakit pada pekerja. Pengumpulan data kuesioner *Nordic Body Map* bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh pekerja yang terasa sakit pada saat sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan, sehingga dapat diketahui bagian tubuh pekerja yang mengalami keluhan dan dapat dibuat suatu rancangan perbaikan agar keluhan tersebut dapat segera hilang [7][8]. *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) merupakan sebuah cara penilaian beban muskuloskeletal secara mudah untuk berbagai pekerjaan yang memiliki resiko pada leher dan bagian atas lengan yang dirancang oleh McAtamney dan Corlett pada tahun 1993. RULA lebih umum digunakan [9][10], [11].

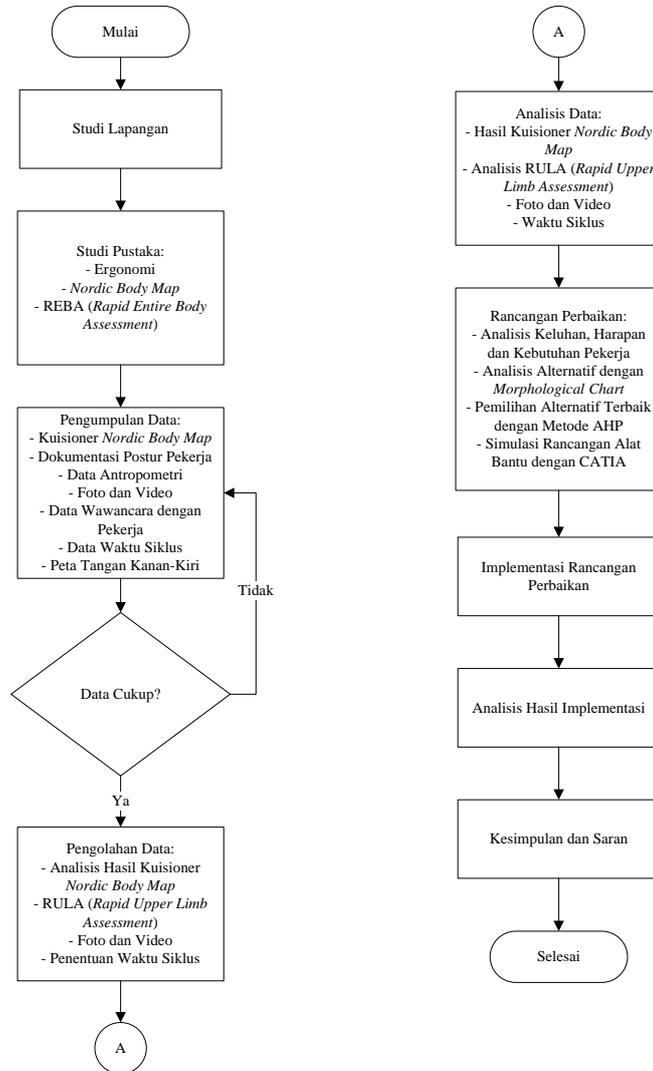
Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku ini sudah mencakup kelonggaran waktu (*allowance time*), waktu kelonggaran merupakan kelonggaran yang diberikan untuk menghilangkan rasa *fatigue* dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi yang harus diselesaikan [4][12]. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan teori umum mengenai pengukuran. Empat macam skala pengukuran yang biasanya digunakan secara berurutan adalah skala nominal, ordinal, interval dan rasio. AHP digunakan untuk menurunkan skala rasio dari beberapa perbandingan berpasangan yang bersifat diskrit maupun kontinu [13][14][15], [16].

*Software* CATIA dapat digunakan untuk perencanaan dan perancangan proses pemesinan dari suatu *product*, membuat simulasinya, serta menganalisa karakteristik dari *product* itu. Desain dan analisis ergonomi menggunakan CATIA dibagi dalam empat bagian, yaitu *Human Builder*, *Human Measurements Editor*, *Human Activity Analysis* dan *Human posture Analysis*. Pada penelitian ini, *software* CATIA digunakan sebagai simulasi untuk menampilkan gerakan yang dilakukan operator [17][18].

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian diawali dengan melakukan studi lapangan secara langsung untuk mengamati dan menganalisis proses penggulungan kertas *roll* di UMKM Gracia Paper.

Studi pustaka dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku, jurnal ilmiah, skripsi, maupun informasi-informasi yang berkaitan langsung dengan topik penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai pekerja secara langsung untuk mendapatkan informasi mengenai proses penggulungan kertas *roll* dan membagikan kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui keluhan pekerja. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa kamera untuk mengambil gambar dan *stopwatch* untuk mencatat waktu proses. *Flowchart* metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian

Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis hasil kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui bagian tubuh pekerja yang mengalami keluhan tertinggi, RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) untuk mendapatkan nilai dari postur pekerja sehingga diketahui seberapa buruk postur pekerja, pengambilan foto serta video proses penggulungan kertas *roll*, serta penentuan waktu siklus untuk perhitungan waktu baku. Selanjutnya dilakukan analisis hasil kuesioner *Nordic Body Map* dengan mewawancarai secara langsung 6 pekerja untuk mengetahui bagian tubuh pekerja yang mengalami keluhan dan analisis RULA dengan mengambil gambar postur pekerja saat proses penggulungan kertas *roll*.

Rancangan perbaikan dilakukan setelah analisis data selesai. Pada tahap ini dilakukan perancangan alat bantu yang dapat mengurangi keluhan fisik pekerja, postur kerja yang buruk dan meringankan beban pekerja. Perancangan ini mempertimbangkan

keluhan, harapan dan kebutuhan pekerja. Setelah dibuat beberapa alternatif konsep perancangan dengan menggunakan tabulasi perancangan produk, selanjutnya pemilihan alternatif perancangan alat bantu yang terbaik dilakukan dengan menggunakan metode AHP. Simulasi rancangan alat bantu menggunakan CATIA. Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan alat bantu yang sudah didesain pada proses penggulungan kertas roll.

Setelah implementasi, dilakukan kembali proses pengambilan data untuk mengetahui apakah alat bantu yang telah dirancang dapat dengan tepat membantu mengatasi permasalahan yang ada pada proses penggulungan kertas roll. Analisis hasil implementasi menjadi dasar kesimpulan beberapa hal terkait perancangan alat bantu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

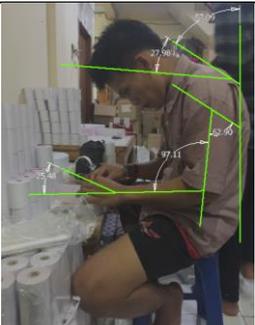
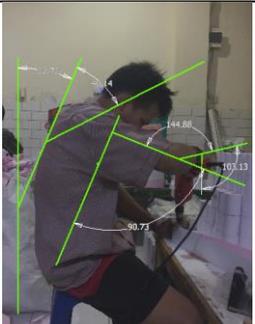
### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian dilakukan dengan cara mewawancarai serta membagikan kuesioner *Nordic Body Map* secara langsung pada pekerja UMKM Gracia Paper. Alat pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner *Nordic Body Map* yang dibagikan pada responden dengan total 6 orang pekerja. Setelah hasil kuesioner diolah dan dibuat tabel *rank* keluhan fisik pekerja, dapat disimpulkan bahwa keluhan fisik yang dialami pekerja sesudah bekerja adalah sakit pada pergelangan tangan kanan, punggung, leher bagian bawah, leher bagian atas dan pergelangan tangan kiri.

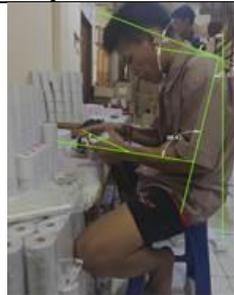
### Analisa RULA

Setelah melakukan wawancara dan melihat hasil kuesioner *Nordic Body Map*, dilakukan analisa RULA pada proses pengukuran dimensi kertas roll, penggulungan kertas roll dan penempelan selotip pada kertas roll. Tujuannya agar diketahui besarnya resiko pekerjaan dan tindakan perbaikan yang harus diambil sehingga keluhan fisik yang dialami pekerja dapat dikurangi. Perhitungan nilai RULA pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan perbandingan nilai RULA dan NBM untuk setiap kegiatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Perhitungan Nilai RULA Pekerjaan

Proses Pengukuran Dimensi Kertas Roll	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor
	Lengan Atas	45-90°	+3	-	3	Leher	>20°	+3	0	3
	Lengan Bawah	60-100°	+1	-	1	Punggung	20-60°	+3	0	3
	Pergelangan Tangan	>15°	+2	-	2	Kaki	Duduk, kaki seimbang	+1	0	1
	Skor Beban				0	Skor Beban				0
	Skor Grup A				4	Skor Grup B				4
	<b>Skor Akhir RULA</b>									
Proses Penggulungan Kertas Roll	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor
	Lengan Atas	>90°	+4	+1 (bahu terangkat)	5	Leher	>20°	+3	0	3
	Lengan Bawah	>100°	+2	0	2	Punggung	20-60°	+3	0	3
	Pergelangan Tangan	>15°	+3	+1 (menyimpang)	4	Kaki	Duduk, kaki seimbang	+1	0	1
	Skor Beban				1	Skor Beban				0
	Skor Grup A				8	Skor Grup B				4
	<b>Skor Akhir RULA</b>									

Lanjutan Tabel 1. Perhitungan Nilai RULA Pekerjaan

Proses Penempelan Selotip pada Kertas Roll	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor
	Lengan Atas	45-90°	+3	0	3	Leher	10-20°	+2	0	2
	Lengan Bawah	60-100°	+1	0	1	Punggung	>60°	+4	0	4
	Pergelangan Tangan	>15°	+3	0	3	Kaki	Duduk, kaki seimbang	+1	0	1
	Skor Beban				0	Skor Beban				0
	Skor Grup A				4	Skor Grup B				5
<b>Skor Akhir RULA</b>										<b>5</b>

Tabel 2. Perbandingan nilai RULA dan NBM untuk setiap kegiatan

No.	Kegiatan	RULA		Keterangan	Nordic Body Map
		Nilai Skor			
1	Pengukuran dimensi kertas roll	4		Rendah, diperlukan pemeriksaan lanjutan dan perubahan-perubahan.	Keluhan fisik yang dialami pekerja sesudah bekerja adalah sakit pada pergelangan tangan kanan, punggung, leher bagian bawah, leher bagian atas, dan pergelangan tangan kiri.
2	Penggulungan kertas roll	7		Tinggi, pemeriksaan dan perubahan diperlukan saat itu juga	
3	Penempelan selotip pada kertas roll	5		Sedang, pemeriksaan dan perubahan perlu segera dilakukan	

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa proses yang memiliki nilai akhir RULA yang tertinggi adalah proses penggulungan kertas roll dengan nilai 7, yang menunjukkan bahwa proses tersebut memiliki level resiko tinggi serta pemeriksaan dan perubahan diperlukan saat itu juga.

### Perhitungan Waktu Baku

Data waktu siklus didapat dari pengukuran langsung menggunakan stopwatch, kemudian dilakukan uji keseragaman, kenormalan dan kecukupan data. Selanjutnya dihitung waktu siklus, waktu normal dan waktu baku. Waktu siklus adalah rerata waktu kerja dari pengukuran stopwatch. Sedangkan waktu normal adalah waktu siklus ditambah dengan faktor penyesuaian, hasil ini kemudian dipadukan dengan faktor kelonggaram untuk mendapatkan waktu baku. Hasil perhitungan waktu baku keseluruhan proses dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Waktu Baku Keseluruhan Proses

No.	Proses	Waktu Siklus (Ws)	Waktu Normal (Wn)	Waktu Baku (Wb)
1.	Menyusun Kertas	3.18	6.36	8.78
2.	Menempelan Selotip pada Core	2.08	4.16	5.74
3.	Menggulungan Kertas Roll	20.14	40.28	55.59
4.	Mengukur Dimensi Kertas Roll	2.22	4.44	6.13
5.	Menempelan Selotip pada Kertas Roll	2.24	4.48	1.70

### Analisis Keluhan Fisik Pekerja dan Penyebabnya

Analisa keluhan fisik dilakukan untuk mengetahui penyebab keluhan yang dialami oleh pekerja. Dari 28 bagian tubuh yang dianalisa, diambil 4 keluhan fisik tertinggi yang dialami oleh pekerja. Analisa keluhan fisik pekerja dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisa Keluhan Fisik Pekerja

No.	Urutan Keluhan Fisik	Analisa Penyebab Keluhan
1.	Sakit pada pergelangan tangan kanan	Dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan, keluhan pada pergelangan tangan kanan dikarenakan pekerja memegang bor secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama.
2.	Sakit pada bagian punggung	Dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan, keluhan pada bagian punggung dikarenakan pekerjaan yang dilakukan pekerja dalam posisi membungkuk dalam waktu yang cukup lama.
3.	Sakit pada leher bagian bawah dan atas	Dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan, keluhan pada leher bagian bawah dan atas dikarenakan pekerja melakukan pekerjaannya dalam keadaan menunduk.
4.	Sakit pada pergelangan tangan kiri	Dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan, keluhan pada pergelangan tangan kiri dikarenakan pekerja menahan kertas roll.

## Antropometri

Data yang digunakan dalam perancangan alat bantu adalah data sekunder yang didapat dari data antropometri orang Indonesia. Data antropometri dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

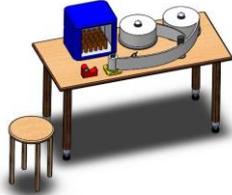
Tabel 5. Data Antropometri

No.	Dimensi yang Digunakan	Fungsi	Persentil	Ukuran (cm)	Keterangan
1.	Jarak maksimum ujung jari tengah tangan kanan ke ujung jari tengah tangan kiri	Panjang meja	-	140	Luas area kerja yang diijinkan oleh pemilik UMKM hanya 140 x 66 cm
2.	Jarak dari bagian atas bahu kanan (acromion) ke ujung jari tengah tangan kanan dengan siku dan pergelangan tangan kanan lurus	Lebar meja	-	66	
3.	Jarak vertikal dari lantai ke sudut popliteal yang terletak di bawah paha, tepat di bagian belakang lutut kaki kanan	Tinggi kursi	5% dan 95%	40.91 dan 43.2	Tinggi kursi <i>adjustable</i>
4.	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian bawah lengan bawah tangan kanan	Tinggi meja	5%	22.26	Total tinggi meja = tinggi kursi 5% (40.91 cm) + tinggi meja 5% (22.26 cm) = 63.71 cm
5.	Jarak horizontal antara sisi luar pinggul kiri dan sisi luar pinggul kanan	Panjang sandaran kursi	95%	40.51	
6.	Jarak horizontal antara sisi luar pinggul kiri dan sisi luar pinggul kanan	Panjang kursi	95%	40.51	
7.	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian belakang lutut kanan	Lebar kursi	5%	44.6	

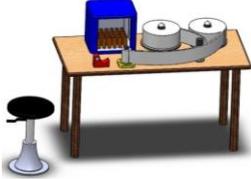
## Proses Perancangan Produk

Proses perancangan produk berguna untuk membantu mengidentifikasi kombinasi-kombinasi baru dari elemen atau komponen produk. Langkah-langkah proses perancangan produk terdiri dari pembuatan daftar fungsi tujuan penting seperti bahan, bentuk dan posisi. Tahap selanjutnya adalah pembuatan tabulasi perancangan produk yang berisi semua kemungkinan-kemungkinan desain yang telah diperoleh. Pemilihan rancangan terpilih dengan metode AHP, dan dihasilkan konsep rancangan seperti pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Alternatif Desain Perancangan Alat Bantu

Desain	Rancangan	Keterangan
Desain 1		Bahan meja kerja yang digunakan adalah kayu, karena tahan terhadap tekanan dan lenturan. Selain itu kayu memiliki berat jenis yang cukup ringan sehingga memudahkan dalam proses perancangan meja kerja. Bahan permukaan meja kerja yang digunakan adalah tripleks karena sangat praktis penggunaannya. Daya tahannya terhadap penyusutan kayu serta ukurannya yang panjang dan lebar yang tidak mungkin didapatkan dari kayu biasa pada posisi dan kualitas yang sama. Bentuk kursi adalah persegi dengan bahan kayu yang dilengkapi dengan 5 buah kaki. Kursi kerja bersifat <i>adjustable</i> yang terdapat pada batang kaki kursi serta kursi dilengkapi dengan roda untuk memudahkan pergerakan pekerja. Pada rancangan ini plastik menjadi bahan penyatu kertas yang digunakan. Untuk proses penggulungan kertas digunakan motor mesin jahit.
Desain 2		Bahan meja kerja yang digunakan adalah kayu, karena tahan terhadap tekanan dan lenturan. Selain itu kayu memiliki berat jenis yang cukup ringan sehingga memudahkan dalam proses perancangan meja kerja. Bahan permukaan meja kerja yang digunakan adalah tripleks karena sangat praktis penggunaannya. Daya tahannya terhadap penyusutan kayu serta ukurannya yang panjang dan lebar yang tidak mungkin didapatkan dari kayu biasa pada posisi dan kualitas yang sama. Meja kerja bersifat <i>adjustable</i> yang terdapat pada kaki meja. Bentuk kursi adalah lingkaran dengan bahan kayu yang dilengkapi dengan 4 buah kaki. Pada rancangan ini plastik menjadi bahan penyatu kertas yang digunakan. Untuk proses penggulungan kertas digunakan motor mesin jahit.

Lanjutan Tabel 6. Alternatif Desain Perancangan Alat Bantu

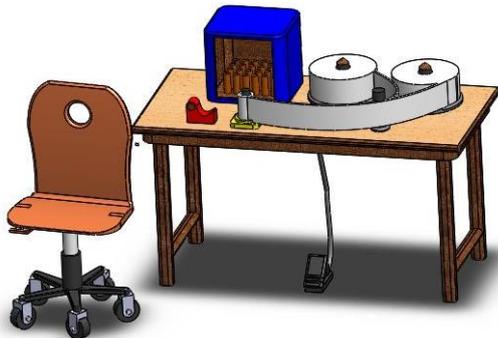
Desain	Rancangan	Keterangan
Desain 3		Bahan meja kerja yang digunakan adalah kayu, karena tahan terhadap tekanan dan lenturan, selain itu kayu memiliki berat jenis yang cukup ringan sehingga memudahkan dalam proses perancangan meja kerja. Bahan permukaan meja kerja yang digunakan adalah tripleks karena sangat praktis penggunaannya. Daya tahannya terhadap penyusutan kayu serta ukurannya yang panjang dan lebar yang tidak mungkin didapatkan dari kayu biasa pada posisi dan kualitas yang sama. Bentuk kursi adalah lingkaran dengan bahan besi yang dilengkapi dengan 1 buah kaki. Kursi kerja bersifat <i>adjustable</i> yang terdapat pada batang kaki kursi. Pada rancangan ini plastik menjadi bahan penyatu kertas yang digunakan. Untuk proses penggulangan kertas digunakan mesin bor.

Tabel 7. Composite Weight

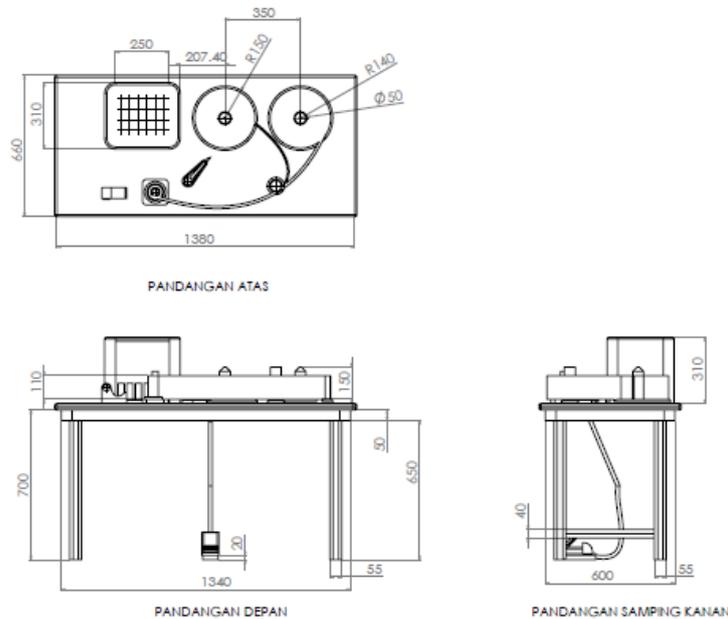
Elemen	Bobot	Bobot Alternatif			Composite Weight		
		Alt 1	Alt 2	Alt 3	1	2	3
Bahan	0.2179	0.3914	0.3315	0.2771	0.0853	0.0722	0.0604
Design	0.2564	0.3460	0.3586	0.2954	0.0887	0.0919	0.0757
Kemudahan Penggunaan	0.1970	0.3030	0.3314	0.3656	0.0597	0.0653	0.0720
Fungsional	0.3287	0.3830	0.3416	0.2754	0.1259	0.1123	0.0905
<b>TOTAL</b>					<b>0.35957</b>	<b>0.34177</b>	<b>0.29866</b>

**Design Alat Bantu Terpilih (Alternatif 1)**

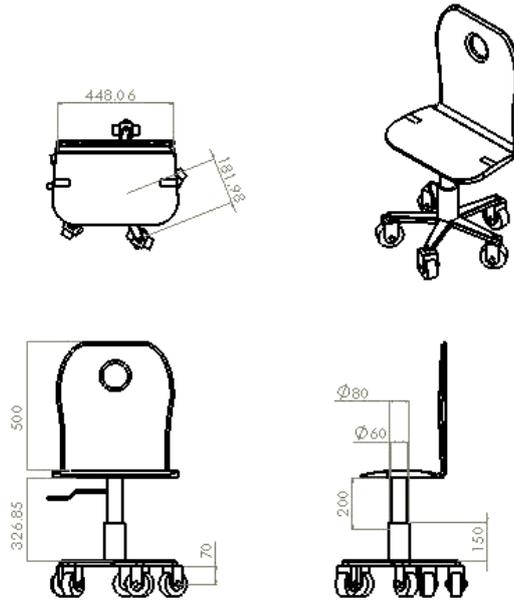
Berikut adalah detail dimensi alat bantu kerja terpilih berdasarkan perhitungan AHP.



Gambar 2. 3D Design Alat Bantu



Gambar 3. Dimensi Tampak Depan, Atas dan Samping Meja



Gambar 4. Dimensi Tampak Depan, Atas dan Samping Kursi

### CATIA

Berikut ini merupakan simulasi hasil perancangan alat bantu dengan menggunakan software CATIA:

Tabel 8. Simulasi Hasil CATIA

Rancangan Perbaikan	Skor	Keterangan
	<p>RULA Analysis (Manikin1)</p> <p>Side: <input type="radio"/> Left <input checked="" type="radio"/> Right</p> <p>Parameters</p> <p>Posture: <input type="radio"/> Static <input checked="" type="radio"/> Intermittent <input type="radio"/> Repeated</p> <p>Repeat Frequency: <input checked="" type="radio"/> &lt; 4 Times/min. <input type="radio"/> &gt; 4 Times/min.</p> <p><input type="checkbox"/> Arm supported/Person leaning</p> <p><input type="checkbox"/> Arms are working across midline</p> <p><input type="checkbox"/> Check balance</p> <p>Load: 0kg</p> <p>Score</p> <p>Final Score: 3</p> <p>Investigate further</p> <p>Details</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Upper Arm: 2</li> <li>Forearms: 2</li> <li>Wrist: 2</li> <li>Wrist Twist: 1</li> <li>Posture A: 3</li> <li>Muscle: 0</li> <li>Force/Load: 0</li> <li>Wrist and Arm: 3</li> <li>Neck: 2</li> <li>Trunk: 1</li> <li>Leg: 2</li> <li>Posture B: 3</li> <li>Neck, Trunk and Leg: 3</li> </ul>	<p>1. Final score yang didapatkan sebesar 3 artinya level resiko rendah dengan diperlukan pemeriksaan lanjutan dan perubahan-perubahan.</p>

### Implementasi Produk

Setelah dilakukan implementasi produk, dibagikan kuesioner *Nordic Body Map* kembali kepada 6 orang pekerja di UMKM Gracia Paper. Hasil analisis kuesioner menunjukkan bahwa keluhan fisik yang dialami pekerja sesudah bekerja berkurang yaitu hanya sakit pada pergelangan tangan kiri dan bagian punggung. Analisis RULA setelah implementasi produk dapat dilihat pada Tabel 9. Nilai skor RULA dan hasil kuisioner NBM setelah implementasi disajikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Analisis RULA Setelah Implementasi Produk

Proses Penggulungan Kertas Roll	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor
	Lengan Atas	45-90°	+3	0	3	Leher	>20°	+3	0	3
	Lengan Bawah	60-100°	+1	0	1	Punggung	0-20°	+2	0	2
	Pergelangan Tangan	>15°	+3	0	3	Kaki	Duduk, kaki seimbang	+1	0	1
	Skor Beban				0	Skor Beban				0
	Skor Grup A				4	Skor Grup B				3
					<b>Skor Akhir RULA</b>	<b>3</b>				

Lanjutan Tabel 9. Analisis RULA Setelah Implementasi Produk

Proses Penempelan Selotip pada Kertas Roll	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor	Bagian Tubuh	Posisi Tubuh	Skor	Perubahan Skor	Total Skor
	Lengan Atas	45-90°	+3	0	3	Leher	10-20°	+2	0	2
	Lengan Bawah	60-100°	+1	0	1	Punggung	0-20°	+2	0	2
	Pergelangan Tangan	0-15°	+1	0	1	Kaki	Duduk, kaki seimbang	+1	0	1
	Skor Beban				0	Skor Beban				0
	Skor Grup A				3	Skor Grup B				3
<b>Skor Akhir RULA</b>										<b>3</b>

Tabel 10. Nilai skor RULA dan hasil kuisisioner NBM setelah implementasi

No.	Kegiatan	RULA		Keterangan	Nordic Body Map
		Nilai Skor			
1	Penggulungan kertas roll	3		Rendah, diperlukan pemeriksaan lanjutan dan perubahan-perubahan.	Keluhan fisik yang dialami pekerja sesudah bekerja adalah
2	Penempelan selotip pada kertas roll	3		Rendah, diperlukan pemeriksaan lanjutan dan perubahan-perubahan.	sakit pada pergelangan tangan kiri dan bagian punggung.

Berdasarkan analisis RULA yang dilakukan, besarnya nilai akhir RULA untuk proses penggulungan kertas roll dan penempelan selotip pada kertas roll setelah implementasi produk mengalami penurunan dengan level resiko rendah. Perbandingan nilai akhir RULA sebelum dan sesudah implementasi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan Nilai Akhir RULA Sebelum dan Sesudah Implementasi

No.	Aktivitas	Sebelum		Setelah	
		Nilai Akhir RULA	Level Resiko	Nilai Akhir RULA	Level Resiko
1.	Proses Penggulungan Kertas Roll	7	Tinggi	3	Rendah
2.	Proses Penempelan Selotip pada Kertas Roll	5	Sedang	3	Rendah

Pengambilan data waktu proses penggulungan kertas roll kembali dilakukan setelah implementasi produk dimana terdapat 4 proses yang diamati yaitu proses menyusun kertas, menempelkan selotip pada core, menggulungkan kertas roll dan menempelkan selotip pada kertas roll. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan stopwatch sebanyak 30 kali pengamatan. Setelah lulus uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data, selanjutnya dilakukan perhitungan waktu baku. Data waktu baku proses penggulungan kertas roll setelah implementasi dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Data Waktu Baku Proses Penggulungan Kertas Roll Setelah Implementasi

No.	Proses	Waktu	Kelonggaran	Waktu
		Normal (Wn)	(a)	Baku (Wb)
1.	Menyusun Kertas	2.30	0.38	3.17
2.	Menempelkan Selotip pada Core	2.32	0.38	3.20
3.	Menggulungkan Kertas Roll	31.86	0.38	43.97
4.	Menempelkan Selotip pada Kertas Roll	3.12	0.38	4.31

Hasil implementasi menunjukkan bahwa intervensi ergonomic melalui perancangan alat bantu kerja memberikan dampak positif terhadap pengurangan keluhan pekerja (kuisisioner NBM), penurunan skor RULA dari 7 dan 5 menjadi 3, serta pengurangan waktu baku.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan kuesioner *Nordic Body Map* kepada 6 pekerja bagian proses penggulungan kertas *roll* di UMKM Gracia Paper, didapatkan hasil bahwa keluhan fisik yang dialami pekerja sesudah bekerja adalah sakit pada pergelangan tangan kanan, punggung, leher bagian bawah, leher bagian atas dan pergelangan tangan kiri.
2. Hasil nilai akhir RULA pekerjaan untuk proses pengukuran dimensi kertas *roll* sebesar 4, proses penggulungan kertas *roll* sebesar 7 dan proses penempelan selotip pada kertas *roll* sebesar 5. Nilai akhir RULA tertinggi terdapat pada proses penggulungan kertas *roll* sehingga perancangan alat bantu difokuskan pada proses tersebut.
3. Alternatif desain rancangan alat bantu dilakukan dengan pembagian kuesioner lanjutan dan kuesioner AHP kepada 8 orang responden yaitu 1 orang pemilik UMKM, 6 orang pekerja dan 1 orang *expert*. Desain terpilih dengan nilai *composite weight* yang tertinggi yaitu desain 1 yang terdiri dari bahan meja kayu lapis, meja tidak *adjustable*, bahan kursi kayu, bentuk kursi persegi, jumlah kaki kursi 4 buah, kursi menggunakan roda, sandaran dan *adjustable*, bahan penyatu kertas plastik dan mesin penggulung dengan motor mesin jahit.
4. Simulasi dengan menggunakan *software* CATIA menunjukkan bahwa perancangan alat bantu mampu mengurangi keluhan fisik pada pekerja dimana nilai akhir RULA menurun dari 7 menjadi 3 dengan level resiko yang rendah.
5. Setelah dilakukan implementasi produk dan analisa RULA, dihasilkan nilai akhir RULA yang berkurang dari 7 menjadi 3 dengan level resiko yang rendah. Keluhan fisik pekerja juga berkurang dari 4 menjadi 2 keluhan fisik yaitu sakit pada bagian punggung dan pergelangan tangan kiri.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] R. S. Bridger, *Introduction to Ergonomic*, 3rd ed. Boca Raton, [Florida] London, [England] New York: CRC Press, 2009.
- [2] S. Pheasant, C. M. Haslegrave, S. Pheasant, and C. M. Haslegrave, "Introduction to Ergonomic Design," in *Bodyspace*, 2019.
- [3] IEA, "Definition of Ergonomic," IEA, 22-Sep-2021. .
- [4] I. Z. Sitalaksana, R. Anggawisastra, and J. H. Tjakraatmadja, *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, 2nd ed. Bandung: ITB Press, 2006.
- [5] L. Widodo, A. Adianto, D. Debby, and S. Rohananasution, "Ergonomic portable toilet for women in public facilities," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019.
- [6] T. J. Armstrong *et al.*, "A Conceptual Model for Work-related Neck and Upper Limb Musculoskeletal Disorders," *Scand. J. Work. Environ. Heal.*, 1993.
- [7] W. Susihono, A. Ariesca, S. Suryanawati, M. Mirajiani, and G. Gunawan, "Design of standard operating procedure (SOP) based at ergonomic working attitude through musculoskeletal disorders (Msd's) complaints," in *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 218.
- [8] S. Ariyanti, L. Widodo, M. Zulkarnain, and K. Timotius, "DESIGN WORK STATION OF PIPE WELDING WITH ERGONOMIC APPROACH," *SINERGI*, vol. 23, no. 2, p. 107, Jul. 2019.
- [9] P. Plantard, H. P. H. Shum, A.-S. Le Pierres, and F. Multon, "Validation of an ergonomic assessment method using Kinect data in real workplace conditions," *Appl. Ergon.*, vol. 65, pp. 562–569, Nov. 2017.
- [10] M. M. Cremasco, A. Giustetto, F. Caffaro, A. Colantoni, E. Cavallo, and S. Grigolato, "Risk assessment for musculoskeletal disorders in forestry: A comparison between RULA and REBA in the manual feeding of a wood-chipper," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, no. 5, 2019.

- [11] N. A. Ansari and D. M. J. Sheikh, “Evaluation of work Posture by RULA and REBA: A Case Study,” *IOSR J. Mech. Civ. Eng.*, 2014.
- [12] K. Kroemer, H. Kroemer, and K. Kroemer-Elbert, *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency, 2nd edition*, 3rd ed. London: Academic Press, 2018.
- [13] T. L. Saaty, *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*, 1st ed. New York: RWS Publications, 2000.
- [14] T. L. Saaty, *Mathematical Principles of Decision Making (Principia Mathematica Decernendi)*, 1st ed. RWS Publications, 2009.
- [15] A. Petruni, E. Giagloglou, E. Douglas, J. Geng, M. C. Leva, and M. Demichela, “Applying Analytic Hierarchy Process (AHP) to choose a human factors technique: Choosing the suitable Human Reliability Analysis technique for the automotive industry,” *Saf. Sci.*, 2017.
- [16] L. Widodo, S. Ariyanti, and J. Octavia, “Peningkatan produktifitas UKM Produk Sugarwax melalui Intervensi Ergonomi,” 2019.
- [17] L. Widodo, A. Adianto, D. Debby, and S. Rohananasution, “Ergonomic portable toilet for women in public facilities,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 508, no. 1.
- [18] L. Widodo, L. Gozali, and Handrie, “Perancangan Angkutan Umum yang Ergonomis bagi Penumpang (Studi Kasus Pada Mikrobus),” in *Seminar Nasional Mesin dan Industri SNMI5 2009*, 2009.