

Usulan Rancangan Alat Pencetak Cenil Nanas yang Memenuhi Aspek Ergonomis Menggunakan Pendekatan Rasional Nigel Cross di UMKM Almeidah

Rani Aulia Imran^{1*}, Heri Irawan², Fatma Archadia Hapsari^{1,2}

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Jenderal Soedirman,
Jl. Mayjen Sungkono KM. 5 Blater, Purbalingga 53371 Jawa Tengah

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayjen Sungkono KM. 5 Blater, Purbalingga 53371 Jawa Tengah

*E-mail: rani.aulia.imran@unsoed.ac.id

Abstrak

UMKM Almeidah di Desa Siwarak, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga merupakan usaha pengolahan nanas yang memproduksi cenil nanas secara manual. Proses pencetakan cenil yang dilakukan tanpa alat bantu menyebabkan bentuk dan ukuran produk tidak seragam serta menimbulkan keluhan muskuloskeletal pada pekerja akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko gangguan muskuloskeletal pada proses pencetakan cenil nanas serta merancang alat pencetak yang ergonomis sesuai kebutuhan pekerja dan konsumen. Metode yang digunakan meliputi penilaian postur kerja menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), pengukuran keluhan pekerja dengan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), serta perancangan alat menggunakan pendekatan rasional Nigel Cross yang didukung *Ergonomic Function Deployment* (EFD), *Morphological Chart*, dan data antropometri pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja memiliki tingkat risiko muskuloskeletal sedang hingga tinggi, dengan skor RULA sebesar 4 pada aktivitas pencetakan. Rancangan alat usulan berupa sistem pencetak cenil terintegrasi dengan meja, kursi, alat penipis, dan wadah penampung yang ergonomis. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan alat pencetak cenil nanas mampu meningkatkan keseragaman produk, memperbaiki postur kerja, serta berpotensi mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal dan meningkatkan produktivitas.

Kata kunci: Cenil nanas, NBM, Nigel Cross, Perancangan Produk, RULA

1. Pendahuluan

Provinsi Jawa Tengah memiliki banyak Industri Kecil dan Menengah (IKM) serta Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang pengolahan hasil pertanian. Salah satu komoditas unggulan di Kabupaten Purbalingga adalah nanas, dengan Kecamatan Karangreja sebagai sentra produksi terbesar [1]. Desa Siwarak merupakan daerah penghasil nanas yang sebagian besar masyarakatnya mengolah komoditas tersebut menjadi produk pangan bernilai tambah, salah satunya melalui UMKM Almeidah yang memproduksi cenil nanas.

Cenil merupakan jajanan tradisional berbahan dasar tepung tapioka yang pada UMKM Almeidah diproduksi secara manual melalui proses pencetakan menggunakan tangan. Metode kerja ini menyebabkan bentuk dan ukuran produk tidak seragam, sehingga menurunkan kualitas visual produk. Selain itu, proses pencetakan dilakukan secara repetitif dengan postur kerja duduk di lantai dan membungkuk dalam durasi yang relatif lama, sehingga menimbulkan keluhan fisik pada pekerja. Kondisi kerja manual dan postur yang tidak ergonomis diketahui berpotensi menimbulkan *musculoskeletal disorders* (MSDs) serta menurunkan produktivitas kerja [2] [3].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pekerja pada sektor UMKM memiliki risiko MSDs yang cukup tinggi akibat postur kerja tidak alamiah dan penggunaan alat yang kurang ergonomis [4][5]. Salah satu upaya perbaikan yang efektif adalah perancangan alat bantu produksi berbasis ergonomi. Pendekatan rasional Nigel Cross yang dikombinasikan dengan *Ergonomic Function Deployment* (EFD), *Morphological Chart*, dan data antropometri telah terbukti mampu meningkatkan kualitas produk sekaligus memperbaiki postur kerja [6][7].

Namun, penelitian terkait perancangan alat pencetak cenil nanas yang ergonomis pada UMKM masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko gangguan muskuloskeletal pada proses pencetakan cenil nanas menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Nordic Body Map* (NBM), serta merancang alat pencetak cenil nanas yang ergonomis berdasarkan pendekatan rasional Nigel Cross. Rancangan yang diusulkan diharapkan dapat meningkatkan keseragaman produk, memperbaiki postur kerja, dan mengurangi risiko MSDs pada pekerja UMKM.

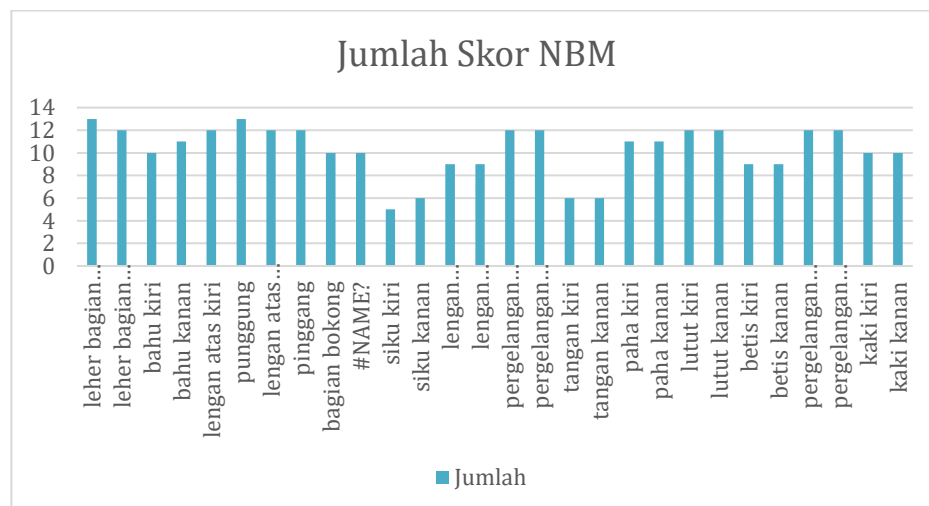
2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan ergonomi. Objek penelitian berupa proses pencetakan cenil nanas di UMKM Almeidah yang berlokasi di Desa Siwarak, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, dengan waktu pelaksanaan pada Mei–Juni 2025. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja UMKM Almeidah yang berjumlah empat orang, dengan teknik sampling jenuh. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, pengukuran antropometri, serta penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal [8][9], sedangkan data sekunder diperoleh melalui studi literatur. Penilaian postur kerja dilakukan menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Perancangan alat pencetak cenil nanas dilakukan menggunakan pendekatan rasional Nigel Cross yang didukung oleh *Ergonomic Function Deployment* (EFD), *Morphological Chart*, dan data antropometri pekerja. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi risiko gangguan muskuloskeletal serta merumuskan rancangan alat yang ergonomis.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. *Nordic Body Map* (NBM)

Dilakukan identifikasi keluhan pekerja terhadap 4 responden pada aktivitas pencetakan cenil nanas dengan menggunakan kuisisioner *nordic body map*. Hasil kuisisioner ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Rekapitulasi NBM

Berdasarkan pengolahan data, diantara bagian tubuh yang memiliki nilai keluhan paling tinggi yaitu leher bagian atas, leher bagian bawah, lengan atas, pergelangan tangan, punggung, pinggang, lutut, pergelangan kaki. Tabel 1.1 Berikut menunjukkan klasifikasi tingkat resiko pada masing-masing pekerja.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat resiko pekerja dalam pembentukan cenil nanas

Operator	Skor NBM	Klasifikasi
Responden 1	68	Sedang
Responden 2	75	Tinggi
Responden 3	73	Tinggi
Responden 4	70	Sedang

Berdasarkan pengumpulan data karakteristik responden diketahui bahwa usia responden yaitu 40, 49, 48, 46. Responden usia 49 tahun memiliki skor keluhan tertinggi yang mengindikasikan bahwa faktor usia turut berkontribusi terhadap meningkatnya resiko gangguan muskuloskeletal [10]. Seluruh responden memiliki lama masa kerja yang sama yaitu 7 tahun, sehingga perbedaan keluhan muskuloskeletal yang muncul bukan dipengaruhi oleh perbedaan pengalaman kerja.

3.2. Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Penilaian postur kerja menggunakan RULA dilakukan dengan membagi tubuh menjadi 2, yaitu grup A dan B, kemudian skor RULA ditentukan dari kombinasi perhitungan skor A dan B.



Gambar 2. Postur Pekerja pada Aktivitas pembentukan cenil nanas

Tabel 1. 1 Penilaian RULA

Tabel A				
No	Bagian	Sudut	Skor	Total Skor
1	Upper arm	20-45	2	2
	Arm is supported		-1	
	Skor upper arm		1	
2	Lower arm	65,54	1	
3	Wrist	14,13	2	
	Wrist is twisted in mid range		1	
	Skor wrist		3	
	Muscle use			1
	Skor Tabel A			3

Tabel B				
1	Neck	29,2	3	3
2	Trunk	18,7	2	
3	Legs		1	
Tabel C				
Tabel A			3	3
Tabel B			3	
Load 4,4 to 22 Ibs. (Intermittent)			1	
Muscle use				1
SKOR RULA				4

Skor 4 yang didapatkan termasuk ke dalam level *action* kategori kecil, maka tindakan yang direkomendasikan adalah diperlukan penanganan dalam beberapa waktu ke depan [11][12].

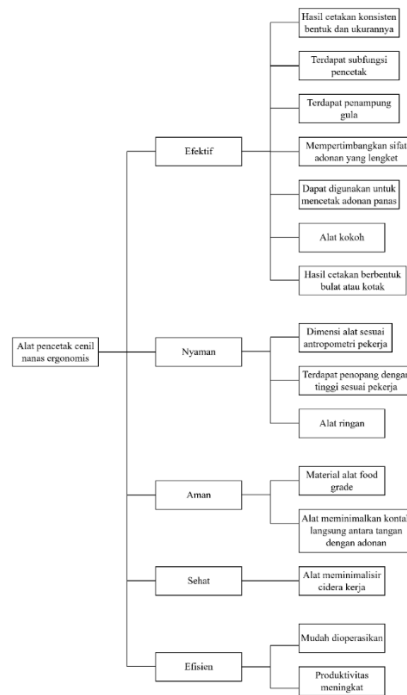
3.3. Metode Rasional

1. Identifikasi Peluang

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada beberapa konsumen mengenai produk *cenil* nanas yang diproduksi oleh UMKM Almeidah, diperoleh pendapat yaitu dari segi bentuk dan ukuran *cenil* yang relatif tidak sama antara satu dengan yang lainnya, terdapat ukuran kecil dan ukuran besar serta bentuknya yang tidak bulat sempurna atau kurang presisi. Berdasarkan observasi di lapangan, ketidakseragaman bentuk dan ukuran *cenil* disebabkan oleh proses pembentukan *cenil* menjadi bulat yang masih dilakukan secara manual hanya menggunakan tangan pekerja. Selain itu, berdasarkan wawancara kepada pekerja juga pada aktivitas pencetakan *cenil* nanas menimbulkan keluhan kelelahan otot bagi para pekerja. Hal ini karena aktivitas dilakukan dalam waktu yang cukup lama yaitu 2 jam (pada kuantitas bahan 2 kg), melakukan aktivitas yang berulang dalam postur kerja membungkuk dengan kaki tertekuk. Oleh sebab itu, aktivitas pencetakan dipilih menjadi fokus pada penelitian ini. Selanjutnya, pada kuisisioner identifikasi kebutuhan juga ditemukan permasalahan dan harapan serta kebutuhan sebagai pertimbangan usulan alat yang akan dirancang. Jawaban responden diidentifikasi sebagai *voice of customer*.

2. Klarifikasi Tujuan

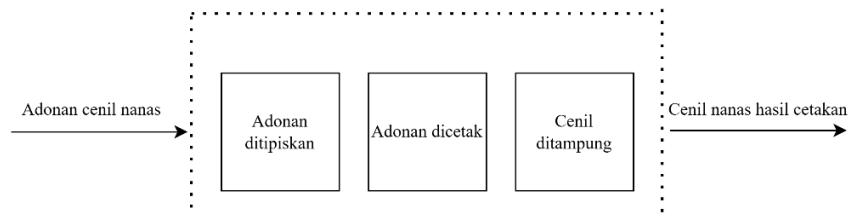
Setelah mendapat daftar kebutuhan dan suara pelanggan dari kuisisioner sebelumnya, Pengklarifikasian tujuan dilakukan dengan membuat *objective tree*, yang dilakukan untuk mendeskripsikan arah perancangan.



Gambar 3. *Objective Tree* Rancangan Alat Pencetak Cenil Nanas

3. Menetapkan Fungsi

Pada rancangan alat pencetak cenil nanas, *Input* berupa adonan *cenil* nanas yang telah selesai dimasak dan diwarnai, kemudian *output* berupa *cenil* nanas yang telah tercetak dengan bentuk kotak dan ukuran yang seragam yaitu 1,5 x 1,5 x 1 cm, seperti pada diagram berikut.



Gambar 4. *Transparent Box Diagram* Alat Cenil Nanas

Mempertimbangkan dari *voice of customer* mengenai kebutuhan dan harapan alat pencetak yang akan dirancang, proses pencetakan *cenil* nanas perlu dipecah menjadi 3 subfungsi, yaitu penipisan adonan supaya ketebalan yang dihasilkan sama, kemudian pencetakan adonan dengan bentuk kotak, dan selanjutnya proses menampung hasil cetakan *cenil* (mempertimbangkan keluhan mengenai ke higienisan dan temperatur adonan).

4. Menetapkan kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukann untuk menjawab *Voice of Customer*. Dari tahapan ini, teridentifikasi 15 atribut *Customer Needs*, yaitu dari A1-A15 yang akan digunakan sebagai pertimbangan pada perancangan alat pencetak *cenil* nanas ini. Kemudian penerjemahan *Customer Needs* menjadi *technical response*. Kebutuhan perancangan dituangkan ke dalam spesifikasi teknis. Dihasilkan 15 *technical response* (TR).

Tabel 2. *Customer Needs* dan *Technical Response* Perancangan Alat Pencetak Ceni Nanas

<i>Customer Needs</i>	<i>Technical Response</i>
Alat menghasilkan cetakan ceni nanas yang konsisten bentuk dan ukurannya	Desain pisau pemotong seragam panjang dan lebarnya (TR1)
Alat terdapat subfungsi pencetak	Terdapat penipis adonan (TR2)
	Mekanisme pencetakan dengan sistem <i>cut-press multi cavity</i> , terdapat pisau pemotong (TR1)
Bentuk ceni yang diharapkan berbentuk bulat atau kotak	Desain pisau pemotong matriks kotak (TR 15)
Alat terdapat tempat penampung gula	Wadah penyimpanan hasil akhir (TR4)
Alat mempertimbangkan sifat adonan yang lengket	Pisau pemotong tajam (TR5)
	Material anti lengket (TR6)
Alat dapat digunakan untuk membentuk adonan panas	Material tahan panas (TR7)
Alat kokoh saat dioperasikan	Material kerangka kokoh (TR8)
Alat ringan	Material ringan (TR9)
Dimensi alat ergonomis, sesuai antropometri pekerja	Dimensi bagian-bagian alat menyesuaikan antropometri pekerja (TR10)
Terdapat penopang dan kursi yang tingginya menyesuaikan pekerja	Posisi kerja duduk di kursi (TR11)
	Dimensi kerangka menyesuaikan tinggi badan pekerja (TR12)
Menggunakan material alat yang <i>food grade</i>	Material alat (semua permukaan kontak makanan) bersertifikat <i>food-grade</i> (TR13)
Alat meminimalkan kontak langsung antara tangan pekerja dan adonan	Wadah penampung terletak dibawah cetakan sehingga alat <i>press</i> setelah memotong akan langsung jatuh ke wadah penampungan untuk meminimalkan kontak tangan dengan adonan. (TR14)

<i>Customer Needs</i>	<i>Technical Response</i>
Mudah dioperasikan	Sistem penipisan adonan dengan <i>roll press</i> (TR2)
	Sistem pemotongan adonan dengan <i>multy-cavity cut press</i> manual (TR1)
Alat yang dirancang meminimalisir cedera kerja	Dilengkapi karet anti-selip pada kaki penopang (TR3)
Produktivitas meningkat, alat menghasilkan lebih cepat daripada manual satu-satu	Menggunakan sistem cetak <i>multi-cavity cut press</i> yang mampu menghasilkan beberapa produk dalam satu kali tekan (TR1)

5. Menetapkan karakteristik

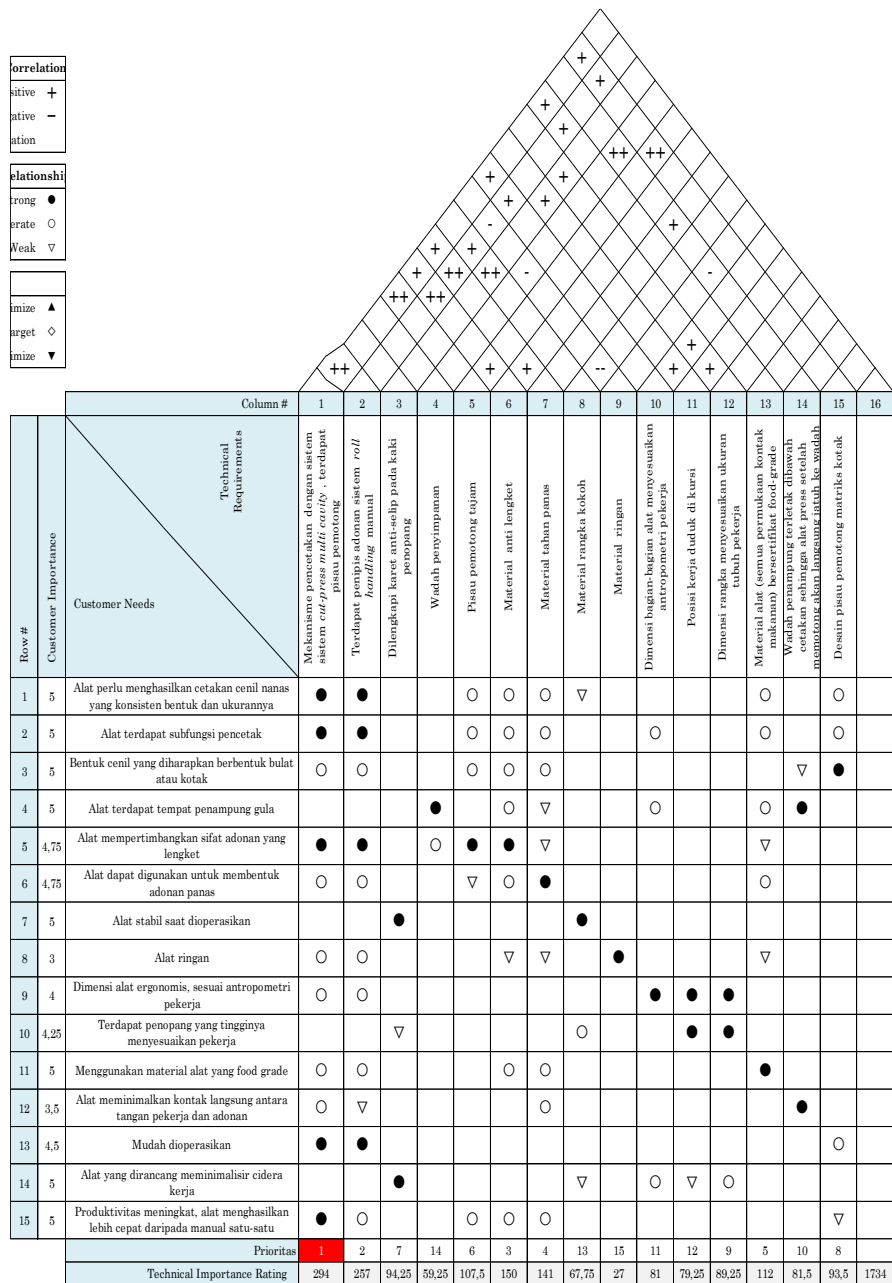
Pada tahapan ini menggunakan metode EFD. Setelah *Customer Needs* diterjemahkan menjadi *Technical Response*, langkah selanjutnya yaitu penghitungan *importance rating*.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Importance Rating*

No	Pertanyaan	Tingkat Kepentingan					<i>Importance rating</i>
		1	2	3	4	5	
A1	Seberapa penting alat perlu menghasilkan cetakan <i>cenil</i> nanas yang cenderung konsisten bentuk dan ukurannya	0	0	0	0	4	5
A2	Seberapa penting alat terdapat fungsi pencetak	0	0	0	0	4	5
A3	Seberapa penting alat menghasilkan bentuk bulat atau kotak	0	0	0	0	4	5
A4	Seberapa penting alat terdapat tempat penampung gula	0	0	0	0	4	5
A5	Seberapa penting alat mempertimbangkan sifat adonan yang lengket	0	0	0	1	3	4,75
A6	Seberapa penting alat dapat digunakan untuk membentuk adonan panas	0	0	0	1	3	4,75
A7	Seberapa penting alat stabil saat dioperasikan	0	0	0	0	4	5
A8	Seberapa penting alat ringan	0	1	2	1	0	3

No	Pertanyaan	Tingkat Kepentingan					Importance rating
		1	2	3	4	5	
A9	Seberapa penting dimensi alat sesuai antropometri pekerja	0	0	1	2	1	4
A10	Seberapa penting terdapat penopang yang tingginya menyesuaikan pekerja	0	0	1	1	2	4,25
A11	Seberapa penting menggunakan material alat yang <i>food grade</i>	0	0	0	0	4	5
A12	Seberapa penting alat meminimalkan kontak langsung antara tangan pekerja dan adonan	0	0	2	2	0	3,5
A13	Seberapa penting alat meminimalisir cedera kerja	0	0	0	2	2	4,5
A14	Seberapa penting mudah dioperasikan	0	0	0	0	4	5
A15	Seberapa penting produktivitas meningkat, alat menghasilkan lebih cepat daripada manual satu-satu	0	0	0	0	4	5

Selanjutnya, membuat *relationship matrix*, yang menunjukkan keterkaitan atau tingkat hubungan antara *customer needs* dan *technical response*. Hubungan ditandai dengan 3 simbol, yaitu segitiga, bola, dan lingkaran). Kemudian membuat *matrix* hubungan antar *technical response*, yang digambarkan dengan 5 tanda (+++, +, <blank>, -, --). Pada tahap ini akan diketahui apakah antara *technical response* saling mendukung, atau tidak. Selanjutnya, menentukan prioritas *technical response* dengan terlebih dahulu menghitung *technical importance rating*. Pada HOE di gambar bahwa antar *technical response* mayoritas saling mendukung, meskipun ada yang sebaliknya. Misalnya pada TR 4 (material kokoh), dan TR 9 (material ringan) terjadi hubungan negatif yang kuat, karena peningkatan kekokohan material umumnya sebanding dengan peningkatan massa material. TR1 (Mekanisme pencetakan dengan sistem *sistem cut-press multi cavity*, terdapat pisau pemotong) merupakan *technical response* yang memiliki *rating* terbesar dengan nilai sebesar 298,5 maka menempati prioritas pertama. Hal ini disebabkan oleh hubungan yang kuat antara TR 1 dengan atribut yang dibutuhkan. TR 1 dapat memenuhi dan menjawab secara kuat A1, A2, A5, A14, A15, juga memenuhi A3, A6, A8, A9, A11, dan A12 dengan keterkaitan yang sedang. Sedangkan TR9 (Material ringan) merupakan *technical response* dengan *rating terkecil*, oleh karena itu menempati prioritas paling akhir dengan nilai 27. Hal ini disebabkan TR9 hanya berhubungan dengan A8 saja.



Gambar 5. House of Ergonomi (HOE) Perancangan Alat Pencetak Cenil Nanas

6. Membangkitkan Alternatif

Pada tahap ini dilakukan dengan *Morphological Chart* yang memungkinkan untuk mengembangkan berbagai solusi desain. Dari fungsi utama yaitu alat pencetak *cenil* nanas, diurai subfungsi menipiskan adonan, mencetak adonan, dan menampung hasil keluaran. Subfungsi penipis adonan diurai menjadi 7 atribut yang masing masing memiliki 2 alternatif, subfungsi pencetak diurai menjadi 3 atribut yang masing-masing memiliki 2 alternatif, dan subfungsi penampung memiliki 1 atribut yang menghasilkan 2 alternatif.

Tabel 4. Membangkitkan dan Mengevaluasi Alternatif

Atribut	Alternatif		Alternatif Terpilih
	1	2	
Sistem pemotongan	<i>Sling Cutting</i>	<i>Grid Cutter</i>	<i>Grid Cutter</i>
Jumlah	0	4	
Pisau pemotong	Kawat dengan diameter 0,5-1 mm	Pisau kotak dengan ukuran 1-3mm	Pisau kotak dengan ukuran 1-3mm
Jumlah	0	4	
Material Pisau pemotong	<i>Stainless 304</i>	<i>Stainless 316</i>	<i>Stainless 316</i>
Jumlah	0	4	
Material Body	<i>Stainless 304</i>	<i>Stainless 316</i>	<i>Stainless 316</i>
Jumlah	0	4	
Material Roller	<i>Stainless steel</i>	Kayu	<i>Stainless steel</i>
Jumlah	3	1	
Material Handle	PP	ABS	ABS
Jumlah	0	4	
Material Alas	HDPE	Kayu	HDPE
Jumlah	4	0	
Material Penopang (kaki)	<i>Stainless steel</i>	Besi	<i>Stainless steel</i>
Jumlah	3	1	
Material Wadah hasil akhir	HDPE	PP	PP
Jumlah	1	3	
Material ujung kaki	<i>Natural Rubber</i>	<i>TPR (Thermoplastic Rubber)</i>	<i>TPR (Thermoplastic Rubber)</i>
Jumlah	1	3	
Kursi	Kursi <i>stool</i>	Kursi dengan sandaran	Kursi <i>stool</i>
Jumlah	4	0	

Kombinasi Alternatif yang mungkin : 2x1x2x2x2x2x2x2x2x2
: 1024 Alternatif

7. Mengevaluasi Alternatif

Pada tahap *generating alternatives* dihasilkan 1024 kombinasi alternatif. Berdasarkan hasil evaluasi alternatif, diperoleh konsep desain alat pencetak *cenil* nanas dengan sistem pemotongan *grid cutter*, pisau kotak berbahan stainless steel 316, *body* dan *roller* berbahan *stainless steel*, alas adonan berbahan HDPE, serta kursi operator tipe *stool*. Konsep ini dinilai paling sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tujuan perancangan alat.

8. Improving Details

Pada tahap *Improving Details*, dilakukan penyempurnaan rancangan alat pencetak *cenil* nanas dengan menggunakan data antropometri pekerja UMKM Almeidah sebagai dasar penentuan dimensi alat [13][14][15].

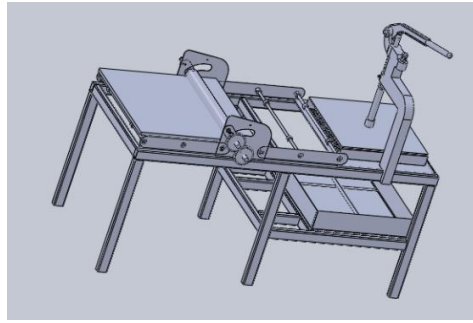
Tabel 5. Data Antropometri Pekerja untuk Dimensi Alat

Kegunaan	Dimensi	Nilai Responden (cm)				Rata-rata	Standar deviasi	Ukuran Rancangan (cm)
		1	2	3	4			
Panjang alas kursi	D14	41	45	45	43	43,5	1,658	41
Lebar alas kursi	D19	41	40	39	42	40,5	1,118	42
Tinggi kursi	D16	43	43	41	42	42,25	0,829	41
Jarak tinggi dudukan kursi ke meja	D11	20	21	19	20	20	0,707	20
Tinggi meja	D16+D1 1	63	64	60	62	62,25	1,479	62
Lebar meja	D24	71	62	72	60	66,25	5,309	58
Panjang meja	D32	161	154,5	160,5	153	157,25	3,544	151
Diameter handle	Dgmin	3	2	3	3	2,75	0,433	3

Dimensi yang dipertimbangkan meliputi alas kursi, tinggi kursi, tinggi dan ukuran meja, serta diameter *handle*, dengan pemilihan persentil yang disesuaikan prinsip ergonomi. Persentil ke-5 digunakan untuk mengakomodasi pekerja bertubuh kecil, persentil ke-95 untuk dimensi lebar, dan persentil ke-50 untuk diameter *handle*. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan persentil, diperoleh ukuran rancangan akhir yang diharapkan mampu meningkatkan kenyamanan kerja dan mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal.

3.4 Hasil Usulan Perancangan Alat Pencetak Cenil Nanas

Hasil usulan perancangan alat pencetak cenil nanas ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Hasil Usulan Rancangan Alat Pencetak Cenil Nanas

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian postur kerja menggunakan metode RULA dan pengukuran keluhan muskuloskeletal menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) pada produksi cenil nanas di UMKM Almeidah, dapat disimpulkan bahwa pekerja memiliki risiko gangguan muskuloskeletal sedang hingga tinggi. Hasil RULA menunjukkan skor 4 pada aktivitas pencetakan cenil, termasuk kategori *level action* kecil, yang menandakan perlunya perbaikan postur kerja di kemudian hari. Spesifikasi teknis alat pencetak cenil nanas disesuaikan dengan kebutuhan konsumen dan pekerja, meliputi meja atau rangka penopang dari *stainless steel* berukuran 151 x 58 x 62 cm yang terintegrasi dengan alat pencetak dan wadah penyimpanan, kursi *stool* dari kayu pinus berukuran 41 x 42 x 41 cm untuk postur duduk ergonomis, wadah penyimpanan dari plastik PP berukuran 49 x 54 x 10 cm untuk menampung *output* sementara, serta alat penipis dan pencetak adonan dengan komponen yang mendukung fungsi masing-masing secara efisien. Spesifikasi ini mempertimbangkan ergonomi, kemudahan penggunaan, dan efisiensi proses produksi.

Daftar Pustaka

- [1] A. Rusman, D. Diniatik, and A. Andriani, "Pemanfaatan Limbah Nanas (*Ananas comosus*) dalam Teknologi Produksi VCO (Virgin Coconut Oil) di Cabang Aisiyah Purwokerto Selatan Banyumas," *J. Ilm. Teknosains*, vol. 7, no. 2/Nov, pp. 95–100, 2021, doi: 10.26877/jitek.v7i2/nov.9910.
- [2] I. Purwaningsih, S. A. Mustaniroh, A. L. Rucitra, and K. Listyadji, "Risiko gangguan muskuloskeletal pada pekerja pengemasan keripik tempe," vol. 18, no. 4, pp. 882–890, 2024, doi: 10.21107/agrointek.v18i4.18715.
- [3] P. Asmira, S. Ilham, D. Widiastika, "Vol. 10, No. 2, Tahun 2021," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 10, no. 2, pp. 88–100, 2021.
- [4] M. R. Wardana, L. D. Fathimahhayati, and T. A. Pawitra, "Perancangan Alat Penyaring Bubur Kedelai dan Alat Press Bubur Kedelai Ergonomis Pada Industri Tahu," *Matrik*, vol. 21, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.30587/matrik.v21i1.1323.
- [5] M. A. Muhazir and D. Siregar, "Perancangan Mesin Pembuat Dawet yang Ergonomis Dalam Meningkatkan Produktivitas dan Mencegah Cedera Pada Operator," ... *Multi Disiplin Ilmu ...*, pp. 116–123, 2016, [Online]. Available: [http://repository.ubharajaya.ac.id/1875/%0Ahttp://repository.ubharajaya.ac.id/1875/1/Jurnal SENMI Budi Luhur.pdf](http://repository.ubharajaya.ac.id/1875/%0Ahttp://repository.ubharajaya.ac.id/1875/1/Jurnal%20SENMI%20Budi%20Luhur.pdf)
- [6] A. Mariansyah, U. B. Darma, A. Syarif, and U. B. Darma, "Pengaruh Kualitas Produk, Kualitas Pelayanan, dan Harga," vol. 3, no. 2, pp. 134–146, 2020.
- [7] M. A. Ghifari and E. Ismiyah, "Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Menggunakan Metode Nordic

Body Map (NBM) dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA) pada Pekerja Produksi," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 5, no. 2, pp. 1199–1206, 2026, doi: 10.55826/jtmit.v5i2.1865.

- [8] I. I. Hanif and K. Rusba, "Sintesis Metode Penilaian Risiko Ergonomi (RULA, REBA, NBM) terhadap Kejadian Musculoskeletal Disorders: A Literature Review," *IDENTIFIKASI*, vol. 12, no. 2, pp. 150–163, 2026, doi: 10.36277/identifikasi.v12i2.1322.
- [9] E. Barita and A. Nuryono, "Menurunkan Keluhan Nyeri Pada Tubuh Pekerja Pada Proses Pembersihan Hardware Menggunakan Analisis NBM, RULA, dan Antropometri," *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 14, no. 3, pp. 328–337, 2022, doi: 10.22441/oe.2022.v14.i3.061.
- [10] A. Krishnan et al., "Data-Driven Ergonomic Risk Assessment of Complex Hand-Intensive Manufacturing Processes," *Manufacturing Letters*, vol. 39, pp. 83–91, 2024.
- [11] J. González-Alonso et al., "ME-WARD: A Multimodal Ergonomic Analysis Tool for Musculoskeletal Risk Assessment from Inertial and Video Data in Workplace," *Sensors*, vol. 26, no. 1, pp. 1–20, 2026.
- [12] M. E. Beatrix and A. W. Wijayanto, "Posture Analysis Using the Rapid Entire Body Assessment (REBA) and Nordic Body Map Methods to Reduce the Risk of Musculoskeletal Disorders," *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, vol. 9, no. 2, pp. 29–35, 2023, doi: 10.31695/IJASRE.2023.9.2.4.
- [13] L. Rumbo-Rodríguez, M. Sánchez-Sansegundo, R. Ferrer-Cascales, N. García-D'urso, J. A. Hurtado-Sánchez, and A. Zaragoza-Martí, "Comparison of Body Scanners and Manual Anthropometric Measurements of Body Shape: A Systematic Review," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 12, pp. 6213–6228, 2021, doi: 10.3390/ijerph18126213.
- [14] H. H. Marfuah and R. A. P. Putri, "Usulan Perancangan Fasilitas Kerja untuk Mencegah Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Karyawan Menggunakan Pendekatan Anthropometri," *Jurnal Rekayasa Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 52–61, 2025, doi: 10.37631/jri.v7i1.1572.
- [15] I. Kusumadewi, Budiman, and R. T. Rohman, "Ergonomic Work Facility Design Using Anthropometric Data," *Journal of Mechanical and Manufacture*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2025, doi: 10.31949/jmm.v4i1.12570.