

SKRIPSI**REDISAIN ALAT PENGADUK ADONAN GULA KELAPA
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK
MENGURANGI KELUHAN SUBJEKTIF PEKERJA**

Disusun oleh:

**RAHMAT HIDAYAT
NPM : 16.0501.0053**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI (S1)
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
TAHUN 2023**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kelapa merupakan salah satu komoditi perkebunan yang dapat dijumpai di hampir seluruh wilayah Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2018), diketahui luas tanaman kelapa di Indonesia di tahun 2017 yaitu 36,2 ribu hektar untuk perkebunan besar dan perkebunan rakyat seluas 3.617 ribu hektar. Sedangkan produksi kelapa mencapai 32,3 ribu ton untuk perkebunan besar dan perkebunan rakyat sebanyak 2.838,4 ribu ton. Salah satu sentra pohon kelapa di Indonesia terletak di Provinsi Jawa Tengah dengan luas area mencapai 225,7 ribu hektar dengan total produksi sebanyak 165,8 ribu ton di tahun 2017. Di Provinsi Jawa Tengah, tanaman kelapa tersebar diberbagai kabupaten, salah satunya di Kabupaten Magelang dengan luas lahan yang sudah ditanami kelapa seluas 4.788 hektar di tahun 2012 dan meningkat menjadi 5.023 hektar di tahun 2015 (BPS Kabupaten Magelang, 2016).

Desa Tempursari, Kecamatan Candimulyo merupakan salah satu desa di Kabupaten Magelang, tepatnya berada di Kecamatan Candimulyo, dengan lahan pertanian 55.320 hektare yang sebagian wilayahnya ditanami tanaman kelapa (BPS Kabupaten Magelang, 2017). Salah satu olahan yang berasal dari pohon kelapa dengan nilai jual cukup tinggi adalah gula kelapa yang dibuat dari nira pohon kelapa. Nira merupakan cairan bening yang berasal dari mayang pohon kelapa yang pucuknya belum membuka (Santoso, 1993). Kondisi tersebut memunculkan masyarakat yang berprofesi sebagai pengrajin gula kelapa berbahan baku nira kelapa.

Di Desa tersebut terdapat satu lokasi produksi rumah tangga yang memproduksi berbagai jenis makanan ringan, dimana dilakukan oleh kelompok PKK Desa Tempursari Kecamatan Candimulyo dan memiliki enam orang pekerja. Semua pekerja adalah perempuan dengan rentang usia 43 sampai 56 tahun. Pada pelaksanaannya, ditemukan permasalahan pada bagian produksi gula kelapa dimana proses produksi gula kelapa masih

dilakukan dengan cara tradisional walaupun sudah disediakan alat pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis, seperti pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Sikap kerja *Operator* pengaduk adonan gula kelapa

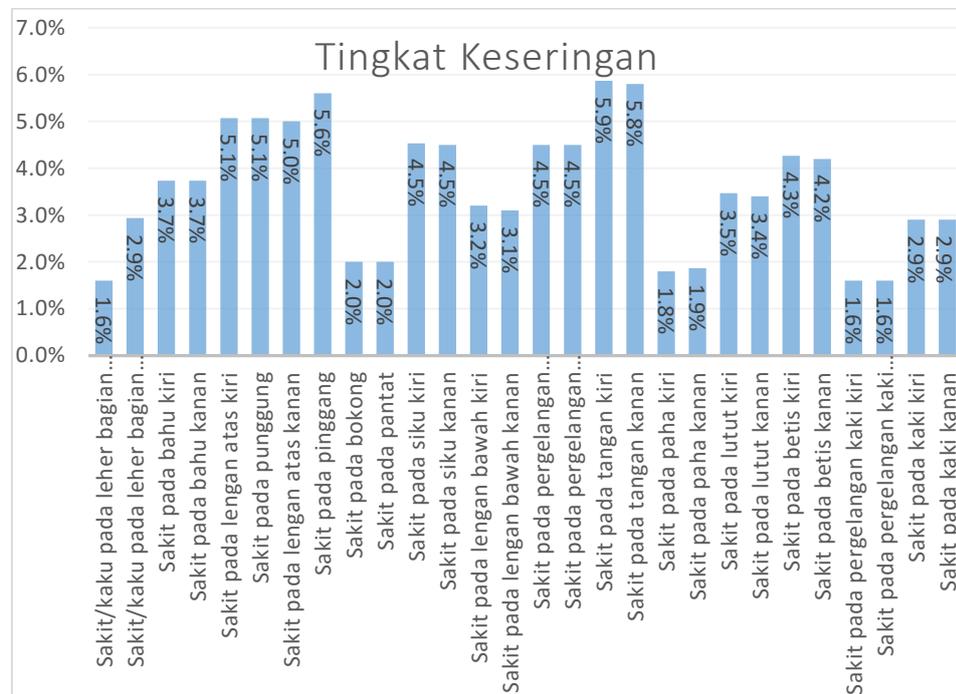
Prinsip kerja mesin tersebut adalah dengan cara adonan gula yang sudah dimasukan ke dalam wajan akan diaduk memutar dengan tuas yang digerakan motor listrik. Proses ini memerlukan waktu dua sampai tiga jam. Setelah didapatkan adonan dengan kematangan yang sesuai, tuas pengaduk akan diangkat untuk memudahkan pengambilan adonan gula. Akan tetapi dengan adanya alat pengaduk adonan gula semiotomatis tersebut justru alat tersebut tidak pernah digunakan dan proses produksi masih tetap dilakukan dengan cara tradisional yaitu dimasak menggunakan api sedang sambil diaduk. Proses tradisional tersebut memakan waktu kurang lebih dua sampai tiga jam.

Produksi dengan cara tradisional itu memerlukan waktu dan tenaga yang cukup banyak. Guna mengetahui penyebabnya maka dilakukan wawancara pendahuluan terhadap enam pekerja mengenai penggunaan alat pengaduk adonan gula kelapa tersebut. Hasil wawancara adalah pekerja mengeluhkan beban alat tersebut yang dirasa terlalu berat. Kemudian untuk menganalisa lebih jauh maka dilakukan simulasi penggunaan alat pengaduk selama dua minggu dan dilanjutkan dengan pengisian kuisisioner *Nordic Body Map*. *Nordic Body Map* merupakan kuesioner yang berupa peta tubuh manusia yang digunakan untuk mengetahui keluhan apa saja yang dikeluhkan oleh para pekerja. Kuesioner ini digunakan karena sudah tersusun rapi dan terstandarisasi (Kroemer, 1994).

Setelah dilakukan simulasi diduga penyebabnya adalah beban tuas pengaduk yaitu seberat 38 Kg yang harus dinaikan secara manual ketika

proses memasak sudah selesai, dan juga sikap kerja yang tidak Ergonomi karena dilakukan sambil membungkuk. Posisi kerja dengan membungkuk menyebabkan otot menjadi lebih tegang. Seorang pekerja yang bekerja dengan posisi membungkuk membutuhkan ketahanan otot yang lebih besar, hal ini menyebabkan pembebanan yang lebih besar pada tulang belakang dan memicu munculnya rasa nyeri muskuloskeletal (Marras dan Krawowski, 2006 dalam Wicaksono, 2011). Keluhan pada sistem muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot rangka yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit (Tarwaka, 2015).

Sikap kerja yang dilakukan tersebut akan berpengaruh terhadap kondisi pekerja jika dibiarkan dalam jangka waktu yang lama. Hasil wawancara menggunakan *Quisioner Nordic Body Map* dengan operator yang berjumlah 6 (enam) orang, mereka sering mengalami keluhan rasa sakit pada beberapa bagian tubuh tertentu setelah menggunakan alat tersebut. Ditunjukkan pada Gambar 1.2 Hasil wawancara.



Gambar 1. 2 Hasil wawancara

Berdasarkan wawancara yang peneliti lakukan terdapat 5 keluhan yang sering dikeluhkan operator yaitu punggung, lengan atas kiri, pinggang, tangan kanan dan tangan kiri. Sakit pada tangan kiri menjadi yang paling sering dikeluhkan dengan persentase keseringan sebanyak 5,9 % diikuti tangan kanan sebanyak 5,8%. Hal ini dikarenakan proses kerja yang lebih dominan menggunakan tangan, sikap punggung yang membungkuk dan beban pada tuas pengaduk yang berat dengan beban sebesar 38 Kg.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan redesign terhadap mesin pengaduk dengan tujuan untuk mengurangi keluhan sakit dan mengurangi resiko Musculoskeletal disorders pada operator mesin pengaduk adonan gula. Redesain menggunakan prinsip *Ergonomic* agar dapat menciptakan kenyamanan dalam bekerja.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana sikap kerja Operator alat pengaduk adonan gula semi otomatis ditinjau dari prinsip-prinsip ergonomi?
2. Bagaimana tingkat keluhan subjektif yang dirasakan operator pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis?
3. Bagaimana meredesain alat pengaduk adonan gula semi otomatis yang sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomis dan dapat mengurangi keluhan subjektif pekerja?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengevaluasi sikap kerja Operator alat pengaduk adonan gula semi otomatis ditinjau dari prinsip-prinsip ergonomi.
2. Untuk mengidentifikasi tingkat keluhan subjektif operator mesin pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis.
3. Untuk meredesain mesin pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis yang ergonomis dan dapat mengurangi keluhan subjektif pekerja.

D. Manfaat penelitian

Jika penelitian ini berhasil, maka diharapkan akan memberikan manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Memperbaiki kondisi kerja di tempat produksi PKK Desa Tempursari Kecamatan Candimulyo.
2. Menghasilkan sebuah alat pengaduk adonan gula kelapa yang ergonomis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Relevan

Penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian terdahulu yang diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan oleh (Sukirno, 2019) yang berjudul Perancangan Alat Pengaduk Dodol Semi Otomatis menyatakan bahwa Proses pembuatan dodol di CV. Bagus Agriseta Mandiri masih menggunakan cara manual, dengan cara di aduk secara terus menerus oleh operator dan tidak dapat dibiarkan tanpa pengawasan. Waktu pemasakan dodol membutuhkan waktu sekitar 5 – 6 jam. Teori-teori yang digunakan untuk merancang alat pengaduk dodol semi otomatis ini seperti teori alat pengaduk dodol, teori ergonomi, antropometri, persentil, metode statistik, teori estetika, pengukuran waktu kerja, alat dan bahan. Dari hasil perbandingan alat lama dan alat baru di dapati sebagai berikut, Waktu normal untuk pengaduk dodol secara manual sebesar 338,11 menit/5kg, waktu baku sebesar 388,6 menit/5kg dan output standart sebesar 0.156 kg/jam. Dengan merancang alat pengaduk dodol yang baru dengan kapasitas 5 kg didapatkan waktu normal sebesar 282,67 menit/5kg, waktu baku sebesar 324,9 menit/5kg dan output standart sebesar 0,186 kg/jam. Jadi dapat disimpulkan selisih waktu normal dari kedua alat sebesar 55,44 menit/kg dan selisih output standart dari kedua alat sebesar 0.03 kg/jam sehingga diperoleh kenaikan presentase output standart dari kedua alat sebesar 19,23%. Berdasarkan hasil penelitian ini UMKM diharapkan untuk meningkatkan kualitas produksi dengan alat pengaduk dodol semi otomatis dan memperhatikan kenyamanan dan kinerja karyawan.
2. Penelitian ini dilakukan oleh (Setiadjit, 2018) yang berjudul Perancangan Alat Pengaduk Sabun Cair Berdasarkan Kaidah Ergonomi menyatakan bahwa Sabun cair merupakan produk yang menjadi alah satu kebutuhan pokok masyarakat. Pada tahun 2018 mahasiwa teknik industri S-1 itn

malang melihat kondisi ini melakukan riset dan pengembangan dalam internal usaha kecil menengah (UKM) sangat diperlukan dalam pengembangan mesin. Dari dasar semua permasalahan tersebut peneliti akan merancang alat pengaduk sabun yang nantinya akan digunakan oleh mahasiswa untuk mengurangi proses pembuatan sabun yang gagal dan mengurangi beban yang berlebih. Tujuan dari perancangan alat ini adalah meningkatkan efisiensi para mahasiswa untuk menghasilkan sabun yang berkualitas bagi konsumen. Peningkatan efisien ini berupa merancang alat pengaduk sabun cair yang efisien dan ergonomis untuk mengetahui perbandingan waktu yang efisien, dan meminisir beban fisik punggung yang berlebih. Kesimpulan dari penelitian ini adalah beban fisik mahasiswa mengalami penurunan dengan menggunakan hasil pengembangan alat. Besar dari penurunan tersebut dari 25lb menjadi 11 lb. Dari hasil perbandingan waktu efisiensi dari keduanya bisa dilihat bahwa alat pengaduk sabun cuci piring menggunakan alat yang baru lebih cepat waktu prosesnya dari alat sebelumnya yaitu sebesar 29 menit, sedangkan dengan menggunakan alat sebelumnya yaitu 34 menit.

3. Penelitian ini dilakukan oleh (AYU, 2021) yang berjudul Analisis antropometri tungku masakan produksi tahu terhadap keamanan dan kenyamanan pekerja. Menyatakan bahwa Perebusan tahu merupakan salah satu elemen kerja pada proses pembuatan tahu. Dimana elemen kerja ini masih dikerjakan secara manual menggunakan tungku dan pengaduk. Pada sisi yang lain kondisi ini mengharuskan pekerja dalam posisi berdiri sambil mengaduk. Perlu diketahui hal ini jika dikaitkan secara ergonomika banyak menimbulkan resiko kerja yang berdampak terhadap rendahnya produktivitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui antropometri pekerja, tungku perebusan, alat pengaduk dan resikonya terhadap tingkat keamanan dan kenyamanan pekerja. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dengan pendekatan analisis deskriptif terhadap dimensi pekerja, tungku perebusan dan alat pengaduk. Hasil pengukuran antropometri tubuh pekerja menunjukkan bahwa, tungku perebusan tahu perlu didesain dengan ukuran tinggi 75

cm, lebar 120 cm dan panjang 202 cm, sedangkan pengaduk didesain dengan panjang 110 cm, antropometri tubuh pekerja dengan desain antropometri tungku perebusan tahu menunjukkan bahwa tungku perebusan tahu didesain berdasarkan postur tubuh pekerja dan hasil kuesioner *Nordie Body Maps* menegaskan bahwa pekerja dengan kategori sangat sakit ditemukan pada bagian lengan atas kanan, lengan bawah kiri, lengan bawah kanan, sakit pada tangan kiri, tangan kanan, punggung, siku kiri dan siku kanan.

Dari ketiga penelitian terdahulu umumnya menggunakan pendekatan ergonomis untuk menganalisis bagian tubuh para pekerja untuk disesuaikan dengan alat yang dibuat oleh peneliti. Ketiga penelitian tersebut menghasilkan peralatan kerja yang ergonomis. Penelitian yang akan dilakukan hampir sama dengan penelitian sebelumnya yaitu meredesain alat dan mengaplikasikan pada alat. Perbedaan terletak pada subyek penelitian yaitu *Operator* alat pengaduk adonan gula kelapa dan juga lebih fokus untuk mengurangi potensi resiko cedera serta keluhan subjektif pada *Operator*.

B. Redesain

Redesain yang berasal dari kata *Redesign*, terdiri dari dua kata yaitu *Re-* dan *Design*. Dalam bahasa Inggris kata *Re-* mengacu kepada pengulangan atau melakukan kembali, sehingga redesain dapat diartikan sebagai desain ulang. Jadi, redesain adalah sebuah proses perancangan atau perencanaan kembali sebuah obyek, baik dirancang kembali secara keseluruhan maupun sebagian yang tidak mengubah fungsi melainkan hanya mengubah fisik dari obyek tersebut. (Salindri, 2018).

Faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk meredesain peralatan kerja yaitu:

1. Memahami bahwa manusia merupakan faktor utama dalam perancangan desain, sehingga hal-hal yang berhubungan dengan struktur anatomi tubuh manusia harus diperhatikan, demikian juga dengan dimensi ukuran tubuh.
2. Menggunakan prinsip-prinsip kinesiologi dalam perancangan desain baru untuk menghindari gerakan-gerakan yang tidak sesuai.

3. Pertimbangan mengenai kelebihan dan kekurangan yang berkaitan dengan kemampuan fisik yang dimiliki manusia di dalam memberikan respon sebagai kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan pengaruhnya dalam redesain alat.

Dalam pengumpulan data guna memperluas wilayah sistem perancangan alat diperlukan tahapan-tahapan investigasi, prediksi dan hipotesis melalui kebutuhan user (Yudanto et al., 2018). Data tersebut dapat diperoleh dari:

1. Penggunaan produk terdahulu

Penggunaan produk eksisting untuk melihat bagaimana bentuk, mekanisme penggerak dan cara kerja dari alat pencuci galon. Mekanisme penggerak menggunakan mesin dan pulley sebagai transmisi daya, cara penggunaannya meliputi kemasan yang dicuci, apasaja yang dilakukan dalam pencucian kemasan, siapa yang mencuci, bagaimana cara pencucian dan penanganan yang tepat untuk mencuci kemasan tersebut.

2. Identifikasi user needs

Tujuan perancangan produk didasari kebutuhan user karena user yang mengetahui rincian dari produk pencuci kemasan. Suarayang didapat, dan penetapan tujuan perancangan produkuser merupakan hal penting untuk spesifikasi produk yang lengkap dan berguna (Otto & Wood, 1998). User Needs didapat dengan menggunakan beberapa teknik, termasuk menggunakan kuesioner, melakukan wawancara dan focus group discussion.

3. Prediksi fungsional

Melakukan prediksi terhadap fungsi dan subfungsi produk yang telah didapatkan dari user needs. Fungsional yang telah diprediksi adalah alternatif, tipe dan kriteria dari produk.

4. Analisa kelemahan produk dan scoring

Melakukan analisa pada kelemahan produk guna menetapkan perbaikan dan perancangan apa yang dilakukan pada alat pencuci galon. Permasalahan yang sering muncul ketika produk digunakan menjadi

dasar dari analisa yang akan dilakukan. Setelah itu melakukan penilaian terhadap tingkat kepuasan berdasarkan user needs.

Lebih lanjut, Menurut Pulat (1992) suatu desain produk disebut ergonomis apabila secara antropometris, faal, biomekanik dan psikologis kompatibel dengan manusia pemakainya. Dalam mendesain suatu produk maka harus berorientasi pada production friendly, distribution friendly, installation friendly, operation friendly dan maintenance friendly. Di samping hal-hal tersebut di atas di dalam mendesain suatu produk yang sangat penting untuk diperhatikan adalah suatu desain yang berpusat pada manusia pemakainya atau human centered design (Sutalaksana, 1999). Hal tersebut dimaksudkan agar setiap desain produk baik secara fungsi, teknisteknologis, ekonomis, estetis maupun secara ergonomis sesuai dengan kebutuhan pemakainya. Tahapan melakukan desain produk sebagai berikut:

1. Memformulasikan gagasan

Formulasi gagasan dapat dilakukan dengan melakukan marketing research. Untuk mengetahui produk yang diinginkan pelanggan, product designer dapat memperoleh data dari riset pemasaran yang langsung berhubungan dengan pelanggan. Riset ini dilakukan baik untuk produk yang betul – betul baru maupun untuk produk yang sudah ada. Pengembangan suatu riset dalam perusahaan akan menghasilkan sebuah gagasan atau ide untuk membuat suatu produk, dimana ide tersebut diperoleh dari data yang didapatkan saat riset itu sendiri dilakukan. Dalam riset pembuatan produk baru atau pengembangan produk yang sudah ada, perusahaan harus mempertimbangkan hal – hal sebagai berikut:

- a) Keinginan pelanggan dalam hal kegunaan, kualitas, modal dan warna dari produknya denga tidak mengabaikan penentuan harga
- b) Biaya dari pembuatan produk baru atau pengembangan dari produk yang sudah ada apakah perusahaan mampu untuk membayarnya.

Untuk hal – hal tersebut diatas, maka riset ini perlu ditunjang dengan factor – faktor yang berupa waktu untuk menjalankan penelitian, mencari informasi atau keterangan berdasarkan pengalaman. Mempertimbangkan kemampuan fasilitas perusahaan

Untuk melaksanakan kegiatan pembuatan suatu produk, maka desainer harus mempertimbangkan kemampuan dari perusahaan itu sendiri, diantaranya: tenaga kerja, mesin – mesin, peralatan penunjang dan perkakas lainnya. Dalam membuat produk, desainer harus mempertimbangkan biaya yang seekonomis mungkin.

2. Membuat sketsa

Dalam membuat sketsa, bentuk dari produk yang akan dibuat akan terlihat jelas satu dengan yang lainnya. Sketsa tersebut dibuat untuk mempermudah dalam pembuatan gambar kerja (blue Print), sketsa dari masing – masing produk walaupun sketsa ini tidak menunjukkan ukuran – ukuran yang sebenarnya, tapi dapat terlihat dal skala perbandingan.

3. Membuat gambar kerja

Pembuatan gambar kerja dapat digambarkan bentuk dan ukuran yang sebenarnya dengan skala yang diperkecil. Selain itu, dalam gambar kerja juga diperlihatkan bahan – bahan yang akan dipergunakan dalam pembuatan produk tersebut. Setelah gambar kerja tersebut selesai dirancang, kemudian diserahkan kepada pelaksana kegiatan untuk segera dipelajari dan dikerjakan lebih lanjut cara proses produksinya.

4. Studi kelayakan

Pekerjaan terakhir setelah seluruh kerangka desain dan segala perniknya terselesaikan, sampailah kita kepada suatu proses yang tidak kalah pentingnya, yaitu studi kelayakan sebelum hasil karya tersebut digunakan secara terbuka, pada tahap ini dapat pula menyeleksi seluruh trouble shooting yang terjadi. Kegagalan pada fase ini bisa saja mengembalikan pekerjaan desainer ke tahap awal kembali, jika terjadi fatal error. Di sinilah gunanya pembelajaran

yang kita bangun dirancang sedemikian rupa agar dapat dikelola kembali dengan baik dan mudah melacak kesalahan sekecil apapun. (Richo, 2021).

C. Alat Pengaduk Adonan Gula Kelapa

Pengadukan merupakan proses yang penting dalam merebus air nira yang akan dijadikan gula merah. Selama proses perebusan pengadukan dilakukan secara kontinu. Secara manual proses pengadukan sangat membutuhkan tenaga, karena proses kontinu sampai titik didih terpenuhi. Dengan adanya teknologi pengaduk semi otomatis berpenggerak electro motor maka tenaga manusia dapat tergantikan (Pendistribusian et al., 2018).

Alat pengaduk adonan gula yang digunakan di industri rumah tangga PKK Desa Tempursari ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Alat pengaduk adonan gula

Spesifikasi alat pengaduk gula tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

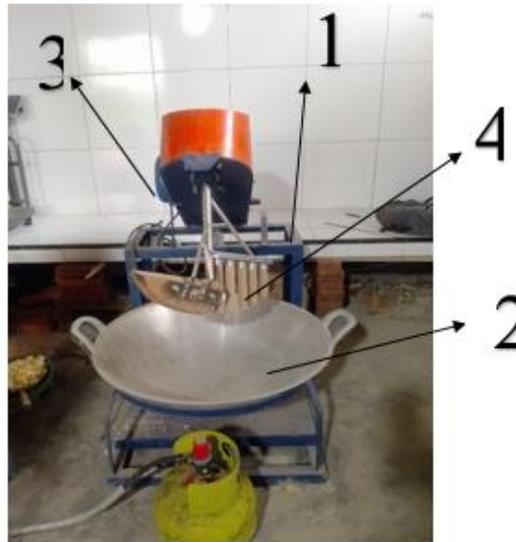
Tabel 2. 1 Spesifikasi alat pengaduk

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Kapasitas	34 Liter / Proses
2	Dimensi	800 mm x 600 mm x 800 mm
3	Penggerak	<i>Electro Motor</i>
4	Sistem Pengaduk	Pengaduk Kayu Model Garpu
5	Material kontak Produk	<i>Stainless Steel</i> Anti Karat Berstandar <i>Food Grade</i>

No	Spesifikasi	Keterangan
6	Material Rangka	Besi Siku
7	Tegangan Listrik	220 Volt
8	Daya Penggerak	Motor Listrik 1HP
9	Pemanas	Tungku Api
10	Bahan Bakar	Gas

Sumber: Data primer

Komponen-komponen alat pengaduk adonan gula kelapa ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Komponen alat

Dibawah ini adalah penjabaran dari komponen-komponen alat yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

1. Rangka

Rangka mesin dan body menggunakan baja profile L ukuran 40mm x 40mm x 4mm dan rangka total dimensi body 800mm x 600mm x 800mm yang terbuat dari rangkaian besi.

2. Wajan

Wajan berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan adonan gula yang akan diaduk. Wajan yang digunakan memiliki diameter 70 cm dengan kapasitas 34 liter.

3. Rangkaian motor penggerak

Rangkaian motor penggerak yang berfungsi sebagai penggerak tuas pengaduk, rangkaian motor penggerak ini terdiri dari motor penggerak 1 HP, *Pulley*, *Belt*, dan *Gear Box* pengaduk. Rangkaian motor penggerak ini berada pada bagian atas dan bisa di naik turunkan secara manual untuk memudahkan pengambilan wajan. Rangkaian motor penggerak ini memiliki berat 38 Kg.

4. Pengaduk

Pengaduk terbuat dari besi silinder untuk poros dan kayu kelapa untuk pengaduk bawah.

Sistem operasional mesin pengaduk adonan gula kelapa dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat gula kelapa dari nira kelapa.
2. Masukkan nira kelapa ke dalam wajan kristalisator gula kelapa.
3. Hidupkan kompor (Tungku) Gas, kemudian hidupkan juga penggerak alat pengaduk gula kelapa dengan memutar saklar ke posisi *ON*.
4. Tunggu hingga nira kelapa masak dan berubah menjadi cairan kental dan lengket (seperti adonan, tapi lebih kental dan lengket sekali).
5. Setelah nira kelapa masak, kemudian matikan kompor pada kristalitor gula kelapa, tapi jangan matikan pengaduknya. Biarkan pengaduk alat pengaduk gula kelapa bekerja sampai terbentuk rambut-rambut gula kelapa dari hasil pengkristalan gula kelapa.
6. Matikan alat pengaduk dengan memutar saklar ke posisi *OFF*, kemudian angkat tuas pengaduk.
7. Kemudian cetak cairan gula kelapa yang sangat kental dan lengket tersebut ke dalam cetakan (bisa batok / tempurung kelapa, ataupun cetakan jenis lainnya) dan biarkan hingga gula kelapa keras.

D. Pengertian Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari tentang perilaku manusia yang terkait dengan pekerjaan. Wakhid (2015) menyatakan bahwa ergonomi yang berasal dari Bahasa Yunani yaitu dari kata *Ergon* (kerja) dan

Nomos (hukum atau aturan) adalah hukum atau aturan tentang kerja atau yang berhubungan dengan kerja. Aryanto (2008) menjelaskan bahwa ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyasikan antara seluruh fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun beristirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental, sehingga kualitas hidup menjadi lebih baik. Hanafi (2010) yang mengutip dari Nurmianto (2008) menjelaskan bahwa *Ergonomic* adalah ilmu yang mempelajari tentang aspek-aspek manusia yang berinteraksi dengan lingkungan kerjanya ditinjau dari beberapa faktor yaitu, anatomi, fisiologi, psikologi, dan desain perancangan.

1. Anatomi

Faktor anatomi memberikan gambaran terhadap bentuk tubuh manusia, kemampuan tubuh /anggota gerak untuk menerima beban kerja yang diterimanya sehingga kondisi kerja dan peralatan kerja harus sesuai dengan anatomi tubuh pekerja untuk mendapatkan lingkungan kerja yang nyaman.

2. Fisiolgi

Faktor fisiologi merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja dan kelelahan selama otot bekerja. Dengan diketahuinya fisiologi pekerja, di harapkan mampu mengurangi beban kerja dan meningkatkan produktivitas kerja.

3. Psikologi

Faktor psikologi yang berhubungan dengan kondisi psikologi pekerja sangat berpengaruh terhadap kinerja di perusahaan. Psikologi memberikan gambaran terhadap fungsi otak dan *System* persyarafan kaitannya dengan tingkah laku.

4. Desain Perancangan

Desain perancangan memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya: desain sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia. Desain stasiun kerja untuk alat peraga *Visual Display*, untuk mengurangi ketidaknyamanan *Visual* dan postur kerja. Desain perkakas

kerja untuk mengurangi kelelahan kerja. Desain peletakan instrumen dan sistem pengendali agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi sehingga dihasilkan suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kesalahan, dan meningkatkan efisiensi kerja dan hilangnya risiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat.

Apabila kondisi kerja di lapangan tidak ergonomis maka dapat menimbulkan masalah – masalah atau keluhan baik dari pekerja maupun dari proses produksinya seperti keadaan tubuh kurang optimal, tidak efektif, dan efisien, kualitas produksi rendah dan terjadi penyakit akibat kerja. Oleh karena itu ergonomi sangat penting bagi pekerjaan karena akan timbul sebuah keselarasan antara pekerja dan pekerjaan yang dilakukan. Jadi, ergonomi adalah penyesuaian kondisi tubuh manusia terhadap pekerjaan dan kondisi lingkungan pekerjaan untuk mengurangi resiko kerja terhadap pekerja.

E. Pengertian Antropometri

(*Yohanes & Nugroho, 2018*) Antropometri adalah metode yang digunakan untuk mengukur fisik tubuh seseorang yang meliputi dimensi berat, dan *Volume*. Kata ini berasal dari Bahasa Yunani yaitu *Anthropos* (manusia) dan *Metron* (pengukuran). Data antropometri digunakan untuk mengetahui dimensi alat, ruang atau lainnya yang sering digunakan manusia sebagai aktifitas sehari – hari agar terjadi kesesuaian antara manusia dan alat, untuk memastikan terhindarnya ketidakcocokan antara dimensi alat dengan dimensi pengguna.

1. Sumber variabilitas antropometri:

a. Umur

Sebuah rancangan yang akan nyaman digunakan jika sesuai dengan pengguna. Rancangan peralatan untuk anak – anak akan berbeda dengan rancangan orang dewasa. Dengan demikian umur merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan peralatan dikarenakan variabilitas dimensi tubuh yang salah satunya dipengaruhi oleh umur.

b. Jenis kelamin

Selain factor umur, variabilitas dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh factor jenis kelamin. Secara kodrati tinggi badan laki – laki dewasa berbeda dengan dimensi tubuh perempuan dewasa.

c. Suku atau Ras

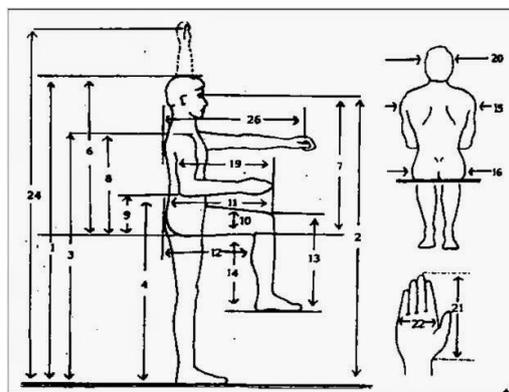
Variabilitas dimensi tubuh juga dipengaruhi oleh faktor perbedaan ras dan kelompok etnis. Perpindahan penduduk baik tetap maupun sementara dari Negara satu ke Negara lainnya seringkali menimbulkan masalah terutama jika bersangkutan dengan masalah pekerjaan.

d. Jenis pekerjaan atau profesi

Perbedaan dimensi tubuh dapat dilihat pada jenis pekerjaan atau profesi yang dilakukan. Seorang petani akan mempunyai lengan lebih besar daripada seorang pegawai negeri sipil dikarenakan petani sebagian besar bekerja menggunakan lengan tangan untuk bekerja missal mencangkul. Perbedaan ini dikarenakan tuntutan profesi yang bertujuan untuk memberi kenyamanan dan keamanan dalam menggunakan peralatan yang ada.

2. Dimensi Antropometri

Hal yang dapat diketahui dari pengukuran antropometri adalah tinggi badan, berat badan dan ukuran badan aktual seseorang. Pengukuran antropometri ialah pengukuran terhadap bagian tubuh seseorang yang bersumber terhadap tulang, otot, dan lemak yang menentukan tipe – tipe tubuh seseorang, pertumbuhan dan perkembangan manusia. Gambar 2.3 berikut adalah dimensi antropometri.



Gambar 2. 3 Dimensi antropometri

Sumber: Nurmiyanto

Keterangan :

- a. Tinggi tubuh posisi berdiri
- b. Tinggi mata
- c. Tinggi bahu
- d. Tinggi siku
- e. Tinggi genggam tangan (*Knuckle*) pada posisi relaks ke bawah
- f. Tinggi badan pada posisi duduk
- g. Tinggi mata pada posisi duduk
- h. Tinggi bahu pada posisi duduk
- i. Tinggi siku pada posisi duduk
- j. Tebal paha
- k. Jarak dari pantat ke lutut
- l. Jarak dari lipat lutut (*Popliteal*) ke pantat
- m. Tinggi lutut
- n. Tinggi lipat lutut (*Popliteal*)
- o. Lebar bahu (*Bideltoid*)
- p. Lebar panggul
- q. Tebal dada
- r. Tebal perut
- s. Jarak siku ke ujung jari
- t. Lebar kepala
- u. Panjang tangan
- v. Lebar tangan
- w. Jarak bentang dari ujung tangan kanan ke kiri
- x. Tinggi pegangan tangan (*Grip*) pada posisi tangan vertikal ke atas & berdiri tegak
- y. Tinggi pegangan tangan (*Grip*) pada posisi tangan vertikal ke atas & duduk
- z. Jarak genggam tangan (*Grip*) ke punggung pada posisi tangan ke depan (*Gorisontal*)

3. Persentil

Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sebuah kelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya: 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95% persentil, 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah 5 persentil, besarnya nilai dapat ditentukan dari table probabilitas distribusi normal. Tabel 2.2 adalah perhitungan persentil.

Tabel 2. 2 Perhitungan persentil

Persentil	Perhitungan
1 st	Rata rata - 2.325 σ_x
2.5 th	Rata rata - 1.960 σ_x
5 th	Rata rata - 1.645 σ_x
10 th	Rata rata - 1.280 σ_x
50 th	Rata rata
90 th	Rata rata + 1.280 σ_x
95 th	Rata rata + 1.645 σ_x
97.5 th	Rata rata + 1.960 σ_x
99 th	Rata rata + 2.325 σ_x

Sumber: (Nurmiyanto, 2008)

Rumus perhitungan:

$$P_i = X + K_i \cdot \sigma_x \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

X = rata rata

P_i = nilai persentil yang dihitung

K_i = faktor pengkali untuk persentil yang diinginkan

σ_x = simpangan baku atau standar deviasi

$$X = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots(2)$$

$\sum X$ = Jumlah keseluruhan data

N = Banyaknya data

$$\sigma_x = \frac{\sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2}}{n} \dots\dots\dots(3)$$

4. Pengambilan data antropometri

Data Antropometri pada penelitian diambil dari data yang sudah ditetapkan untuk standar antropometri tubuh orang Indonesia menurut Nurmiyanto 1996. Dengan table 2.3 Data Antropometri Standard Pekerja Indonesia sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Data Antropometri Standard Pekerja Indonesia (Nurmiyanto,1991)

No	Dimensi Tubuh	Pria				Wanita			
		5%	x	95%	SD	5%	x	95%	SD
1	Tinggi Tubuh Posisi Berdiri	1532	1632	1732	61	1464	1536	1662	60
2	Tinggi Mata	1425	1520	1615	58	1350	1446	1542	58
3	Tinggi Bahu	1247	1338	1429	55	1184	1272	1361	54
4	Tinggi Siku	932	1003	1074	543	886	957	1028	43
5	Tinggi Genggaman tangan pada posisis relax tangan kebawah	655	718	782	39	646	708	771	38
6	Tinggi badan posisi duduk	809	864	919	33	775	834	893	36
7	tinggi mata posisi duduk	694	749	804	33	666	721	776	33
8	Tinggi bahu posisi duduk	694	749	804	3	501	550	599	30
9	Tinggi siku posisi duduk	181	231	282	31	175	229	283	33
10	Tebal paha	117	140	163	14	115	140	165	15
11	Jarak dari pantat ke lutut	500	545	590	27	488	537	586	30
12	Jarak dari lipat lutut ke pantat	405	450	495	27	488	537	586	30
13	Tinggi lutut	448	496	544	29	428	472	516	27
14	Tinggi lipat lutut	361	403	445	26	337	382	428	28
15	Lebar bahu	382	424	466	26	342	385	428	36
16	lebar pinggul	291	331	371	24	298	345	392	29
17	Tebal dada	174	212	250	23	178	228	278	34
18	Tebal perut	174	228	282	33	175	231	287	34
19	Jarak siku ke ujung jari	405	439	473	21	374	409	287	34
20	Lebar kepala	140	150	160	6	135	146	157	7
21	Panjang tangan	161	176	191	9	153	168	183	9
22	Lebar tangan	71	79	87	5	64	71	78	4
23	jarak bentang dari ujung jari kanan	1520	1663	1806	87	1400	1523	1646	75
24	Tinggi pegangan tangan pada posisi tengah vertical keatas dan berdiri tegak	1795	1923	2051	78	1713	1841	1969	79
25	Tinggi pegangan tangan pada posisi tengah vertical keatas dan duduk	1065	1169	1273	63	945	1030	1115	52
26	Jarak genggaman tangan ke punggung pada posisi tangan kedepan	649	708	767	37	610	661	712	31

Sumber:Nurmiyanto, 2008

F. Nordic Body Maps

Nordic Body Map merupakan kuesioner yang berupa peta tubuh manusia yang digunakan untuk mengetahui keluhan apa saja yang

dikeluhkan oleh para pekerja. Kuesioner ini digunakan karena sudah tersusun rapi dan terstandarisasi (Kroemer, 1994).

Nordic Body Map meliputi 28 bagian otot *skeletal*. Pengukuran tingkat keparahan gangguan otot dalam kelompok kerja atau kelompok sampel setiap individu menggunakan NBM dengan cara kuesioner. Melalui kuisisioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari tidak sakit (1), agak sakit (2), sakit (3) dan sangat sakit (4) (Tarwaka, 2010). Tabel 2.4 dibawah ini adalah nilai skor NBM.

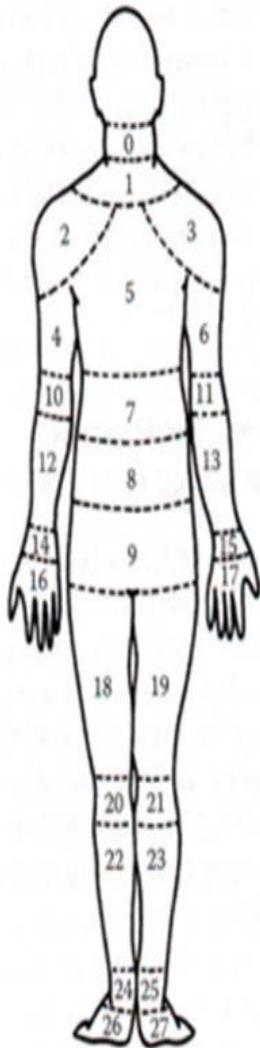
Tabel 2. 4 Skor NBM

Skor	Definisi Operasional
1	Tidak ada keluhan atau kenyarian atau tidak ada rasa sakit sama sekali yang dirasakan oleh pekerja (tidak sakit)
2	Dirasakan ada sedikit rasa keluhan atau kenyarian pada otot skeletal (agak sakit)
3	Adanya keluhan atau kenyarian atau sakit pada otot skeletal (sakit)
4	Keluhan sangat sakit atau sangat nyeri pada otot skeletal (sangat sakit)

Sumber: Tarwaka,dkk (2010)

Tabel 2.5 dibawah ini merupakan *Quisioner Nordic Body Maps* yang digunakan menilai keluhan sakit kepada *Operator*.

Tabel 2. 5 Quisioner Nordic Body Maps



No	Bagian Tubuh	Keseringan				Keparahan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
0	Leher bagian atas								
1	Leher bagian bawah								
2	Bahu kiri								
3	Bahu kanan								
4	Lengan atas bagian kiri								
5	Punggung								
6	Lengan atas bagian kanan								
7	Pinggang belakang								
8	Pinggul belakang								
9	Pantat								
10	Siku kiri								
11	Siku kanan								
12	Lengan bawah bagian kiri								
13	Lengan bawah bagian kanan								
14	Pergelangan tangan kiri								
15	Pergelangan tangan kanan								
16	Telapak tangan bagian kiri								
17	Telapak tangan bagian kanan								
18	Paha kiri								
19	Paha kanan								
20	Lutut kiri								
21	Lutut kanan								
22	Betis kiri								
23	Betis kanan								
24	Pergelangan kaki kiri								
25	Pergelangan kaki kanan								
26	Telapak kaki kiri								
27	Telapak kaki kanan								

Sumber: Tarwaka, dkk (2010)

G. Pengertian Sikap kerja

Sikap kerja adalah kecenderungan pikiran dan perasaan atau penilaian puas atau tidak puasnya terhadap suatu pekerjaan atau proses kerja yang sudah disesuaikan berdasarkan anatomi tubuh dan ukuran peralatan yang digunakan saat bekerja. Sikap tubuh dalam bekerja berhubungan dengan lingkungan dan perlengkapan kerja seperti tempat duduk, meja, luas pandangan, dan lain-lain. (Wiyatno, 2011) Sikap kerja yang dilakukan manusia pada dasarnya meliputi sikap kerja berdiri, duduk, dan membungkuk menyesuaikan dengan kondisi kerja di lapangan.

1. Sikap kerja berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan sikap kerja yang posisi tulang belakang vertikal dan berat badan tertumpu secara seimbang pada dua kaki. Sikap kerja berdiri dapat menimbulkan keluhan subjektif dan juga kelelahan bila sikap kerja ini tidak dilakukan bergantian dengan sikap kerja duduk. Bekerja dengan posisi berdiri dalam waktu yang lama sangat mungkin akan mengakibatkan penumpukan darah dan berbagai cairan tubuh pada kaki. (W. Anggraini & Pratama, 2012)

2. Sikap kerja duduk

Pekerjaan sejauh mungkin harus dilakukan sambil duduk karena posisi kerja duduk merupakan sikap kerja dimana kaki tidak terbebani dengan berat tubuh dan posisi stabil selama bekerja. Posisi duduk memerlukan lebih sedikit *Energi* daripada berdiri karena hal itu dapat mengurangi banyaknya beban otot statis pada kaki. Kegiatan bekerja sambil duduk harus dilakukan secara ergonomi sehingga dapat memberikan kenyamanan dalam bekerja. (W. Anggraini & Pratama, 2012)

3. Sikap kerja membungkuk

Membungkuk merupakan salah satu sikap kerja yang tidak nyaman. Kestabilan tubuh pada sikap kerja membungkuk tidak terjaga pada saat bekerja. Nyeri pada bagian bawah punggung akan dirasakan oleh pekerja (*low back pain*) jika dilakukan secara berulang dengan periode yang lama. Pada saat membungkuk tulang punggung bergerak ke sisi depan tubuh. Otot bagian perut dan sisi depan *Invertebratal Disk* pada bagian lumbar mengalami penekanan. Pada bagian ligamen sisi belakang dari *Invertebratal Disk* justru mengalami peregangan atau pelenturan. Kondisi ini akan menyebabkan rasa nyeri pada punggung bagian bawah. Sikap kerja membungkuk dapat menyebabkan "*Slipped Disks*", bila dibarengi dengan pengangkatan beban berlebih. Prosesnya sama dengan sikap kerja membungkuk, tetapi akibat tekanan yang berlebih menyebabkan ligamen pada sisi belakang lumbar rusak dan penekanan pembuluh syaraf. Kerusakan ini disebabkan oleh keluarnya material pada *Invertebratal Disk* akibat desakan tulang belakang bagian

lumbar. (W. Anggraini & Pratama, 2012) Kuantitas pesanan dihitung dari setiap waktu perilsan pesanan (Heizer dan Render, 2015).

H. Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) adalah sebuah metode untuk menilai sikap, gaya, dan gerakan suatu aktivitas kerja yang berkaitan dengan penggunaan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*). Metode ini untuk menyelidiki risiko kelainan yang akan dialami oleh seorang pekerja dalam melakukan aktivitas kerja yang memanfaatkan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*) (Andrian, 2013).

Metode RULA adalah suatu alat untuk untuk menganalisis seberapa jauh risiko pekerja yang dipengaruhi oleh faktor-faktor penyebab cedera, misalnya sikap tubuh, kontraksi otot statis, gerakan repetitif, dan pergerakan tenaga dan pembebanan. Untuk pengaplikasian metode RULA juga mempunyai keterbatasan, metode ini hanya berfokus pada risiko-risiko terpilih tidak mempertimbangkan faktor risiko pada keadaan seperti waktu kerja tanpa istirahat; variasi individu seperti umur, pengalaman, ukuran tubuh, kekuatan atau sejarah kesehatan; faktor lingkungan kerja; dan faktor psiko-sosial (Arifati, 2018).

Metode RULA dilakukan dengan membagi anggota tubuh ke dalam dua (2) segmen yaitu meliputi grup A dan Grup B. Grup A meliputi anggota tubuh atas (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan) sedangkan Grup B meliputi kaki, badan (*trunk*) dan leher. Skor A dan B dihitung dengan menggunakan tabel dan memasukkan skor masing-masing sikap tubuh. Selanjutnya skor tubuh A dan B dimodifikasi tergantung jenis aktivitas yang dilakukan, terakhir skor final didapat dari total nilai akhir.

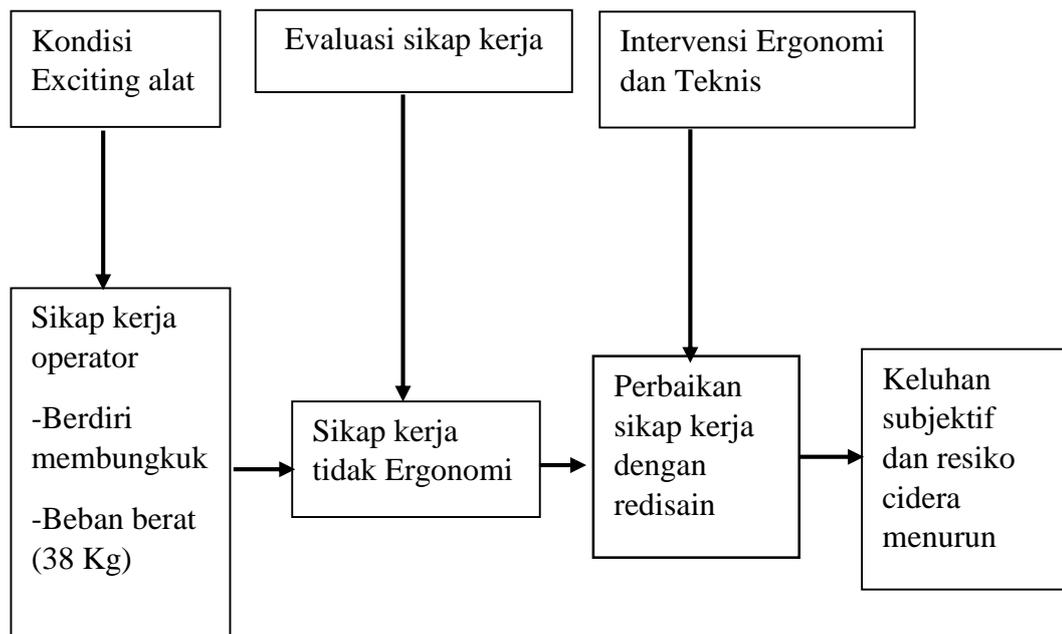
I. Metode Fisiologi

Faktor fisiologi merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja dan kelelahan selama otot bekerja. Dengan diketahuinya fisiologi pekerja, diharapkan mampu mengurangi beban kerja dan meningkatkan produktivitas kerja. Penelitian untuk dapat mengidentifikasi beban kerja serta mengukur dan menganalisis tingkat kelelahan dengan pendekatan ergonomis menggunakan metode fisiologis kerja dengan beban kerja.

Pengukuran beban kerja secara fisiologis dapat dilakukan dengan pengukuran secara tidak langsung dengan variabilitas denyut jantung selama bekerja untuk menilai *cardiovascular strain* (%CVL), maupun pengukuran secara langsung dengan mengukur konsumsi oksigen yang dikeluarkan (*energy expenditure*), semakin berat beban kerja maka semakin banyak energi yang dikeluarkan (Nugraha et al., 2020). Pengukuran denyut jantung dilakukan untuk mengetahui beban kerja, dapat dilakukan saat istirahat, bekerja maupun setelah melakukan kegiatan. Diharapkan hasil dari pengukuran denyut jantung ini dapat mengetahui apakah pekerjaan yang dilakukan masih dalam batas aman. Metode *cardiovascular load* (%CVL) digunakan untuk mengklasifikasi beban kerja yang terjadi.

J. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2. 4 Konsep penelitian

BAB III

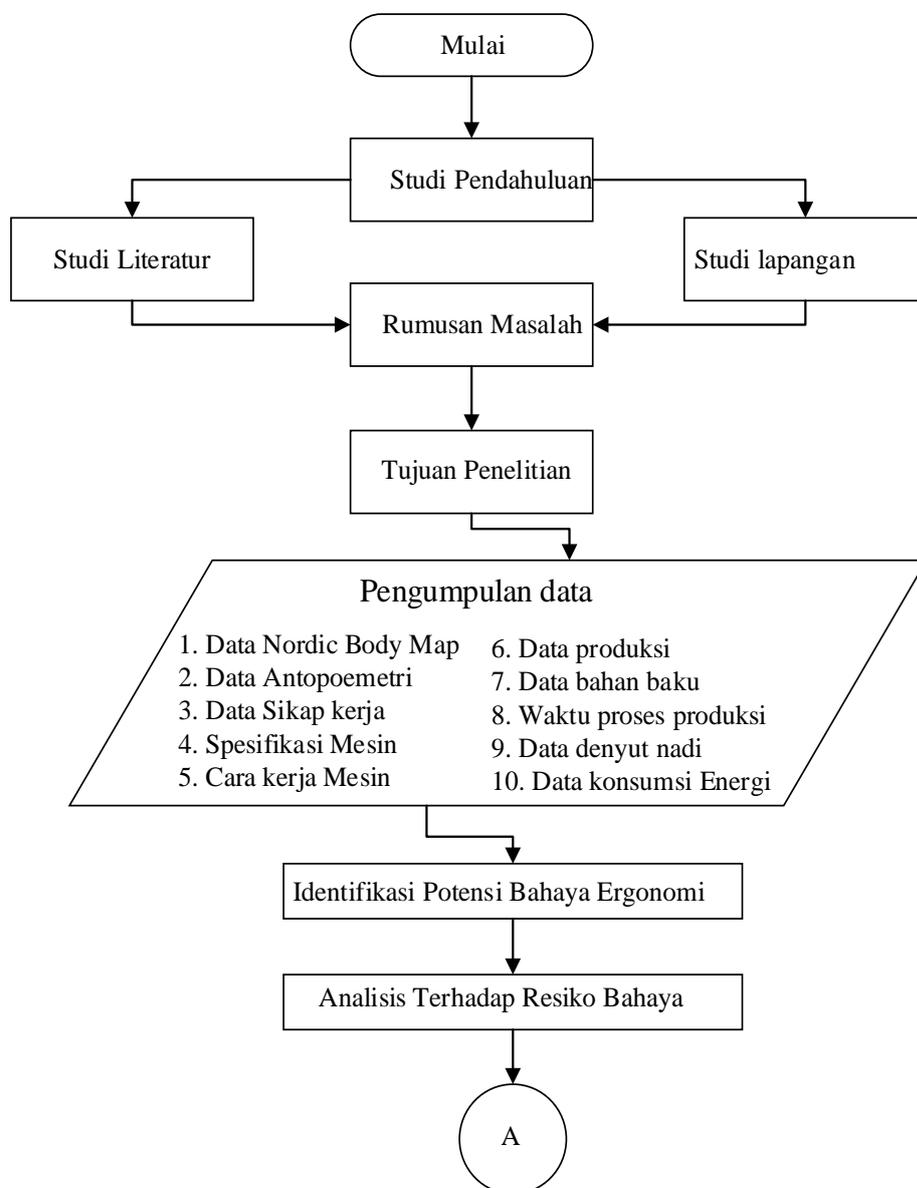
METODE PENELITIAN

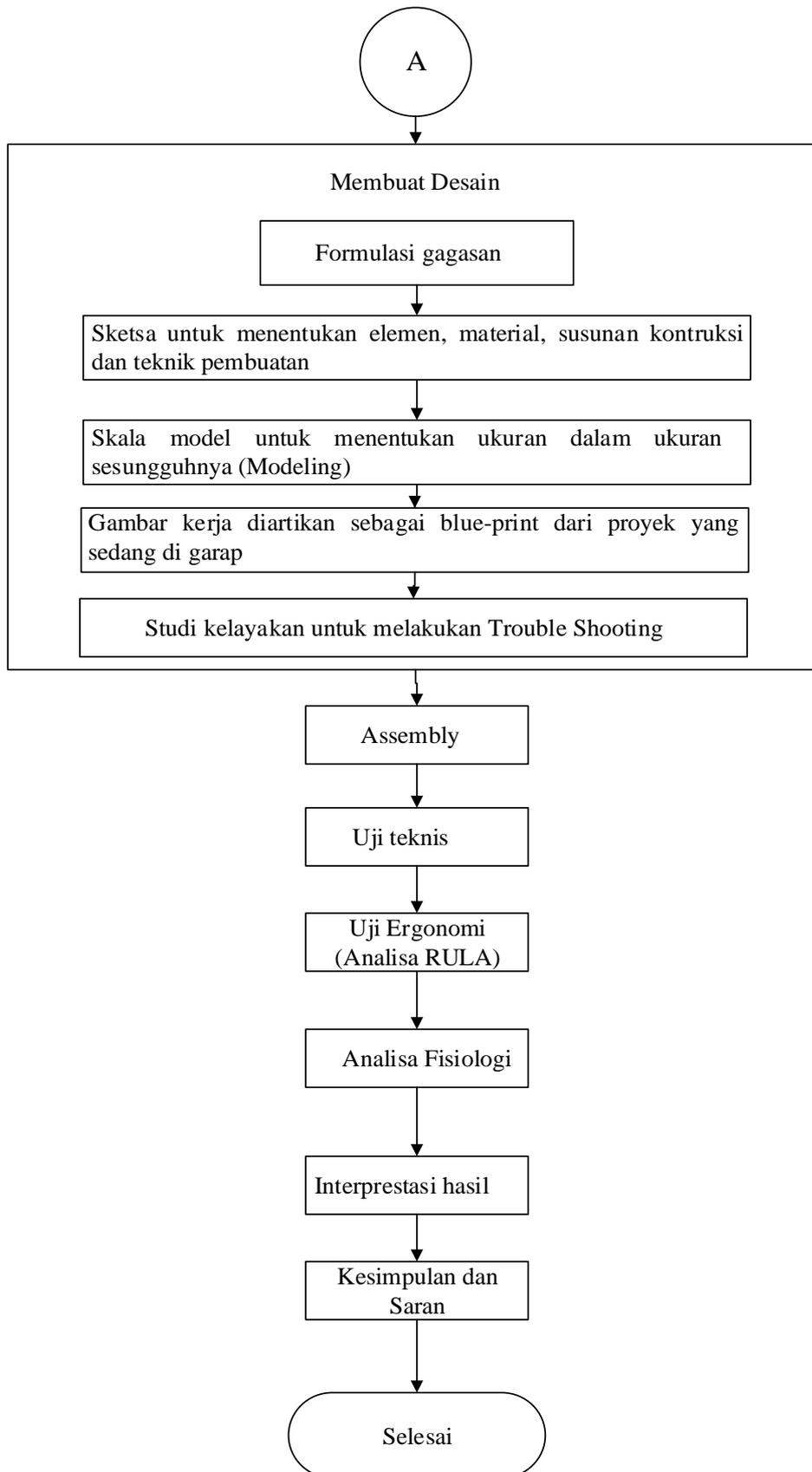
A. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di industri rumah tangga pengrajin gula kelapa tepatnya di Posko PKK, Dusun Tempursari, Kabupaten Magelang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2023 sampai selesai.

B. Jalannya Penelitian

Jalannya penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 *Flowchart* penelitian

C. Tahapan Penelitian

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan cara mengamati objek penelitian. Studi ini dilakukan untuk mengetahui mengenai masalah alat yang digunakan pekerja. Kemudian menyampaikan maksud dan tujuan mengenai penelitian alat tersebut kepada para pekerja. Studi pendahuluan meliputi :

a. Studi pustaka

Merupakan kegiatan awal dari proses pencocokan data sementara dengan referensi dari data-data yang akan diolah untuk penelitian. Semua itu didapat dari buku buku terkait, jurnal dan artikel artikel ilmiah.

b. Studi lapangan

Merupakan salah satu kegiatan pendahuluan sebelum melakukan pengumpulan data yang digunakan sebagai proses pengumpulan data sementara yang akan diperlukan untuk penelitian.

2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan garis besar permasalahan yang diangkat sebagai obyek penelitian untuk nantinya dijadikan sebagai bahan penentuan yang akan dicari solusinya.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan usaha dari kegiatan untuk merealisasikan dari perumusan masalah yang ada.

D. Pengumpulan dan Pengolahan Data

1. Metode Pengumpulan Data

Dalam kegiatan pengumpulan data, data yang dihasilkan harus *Valid* agar memberikan hasil yang baik pada jalannya pengolahan data. Pada penelitian peneliti menggunakan metode pengumpulan data secara observasi, *Interview*, studi kepustakaan dan dokumentasi, penjelasannya

sebagai berikut :

a. Observasi

Metode observasi merupakan metode yang digunakan dengan cara pengamatan dan pencatatan data secara sistematis terhadap kondisi yang ada pada tempat produksi PKK Candimulyo.

b. *Interview*

Interview atau wawancara, dilakukan untuk memperoleh informasi di tempat penelitian. *Interview* yang dilakukan untuk memperoleh data produksi dan keluhan-keluhan yang dialami pekerja pada operator mesin pengaduk adonan gula dengan menggunakan kuesioner NBM (*Nordic Body Map*).

c. Studi Kepustakaan

Merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperoleh landasan teori mengenai planning dan implementasinya mengenai literatur, laporan – laporan, makalah, jurnal, catatan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada serta berguna bagi penyusun skripsi.

2. Jenis Data

a. Data primer

Data premier merupakan data yang diperoleh secara langsung dari pihak terkait atau narasumber. Data premier yang digunakan diperoleh dengan cara observasi dan wawancara di lingkungan kerja.

1) Data keluhan pekerja NBM (*Nordic Body Map*)

2) Data produksi

3) Profil perusahaan

4) Data bahan baku

5) Spesifikasi mesin

6) Konsumsi Energi

7) Waktu Produksi

8) Cara kerja mesin

9) Data denyut nadi

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh baik mencatat , ataupunmengutip data yang berkaitan dengan objek.

1) Data Antropometri

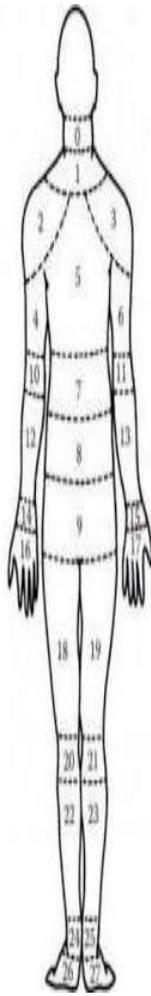
3. Metode Pengolahan Data

a. Langkah Pengukuran Data Antropometri

Antropometri berguna agar rancangan alat yang dibuat dapat sesuai dengan postur tubuh para pekerja. Data antropometri yang diperlukan pada redesain alat pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis adalah tinggi tubuh dalam keadaan tegak, tinggi siku dalam kondisi berdiri tegak, tinggi tulang ruas. Alat ukur yang digunakan adalah roll meter.

b. Data Nordic Body Maps

Data kuisisioner nordic body map didapatkan dengan cara memberikan kuisisioner *Nordic Body Map* terhadap 6 orang pekerja, serta pendampingan dalam pengisian data tersebut. Kuisisioner berisi tentang keluhan-keluhan yang dirasakan para pekerja. *Quisioner Nordic Body Map* dapat dilihat pada Gambar 3.2 peta *Quisioner Nordic Body Map* berikut:



Sumber: (Wilson, J.R & Corlett E.N, 1995)

No	Bagian Tubuh	Keseringan				Keparahan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
0	Leher bagian atas								
1	Leher bagian bawah								
2	Bahu kiri								
3	Bahu kanan								
4	Lengan atas bagian kiri								
5	Punggung								
6	Lengan atas bagian kanan								
7	Pinggang belakang								
8	Pinggul belakang								
9	Pantat								
10	Siku kiri								
11	ku kanan								
12	Lengan bawah bagian kiri								
13	Lengan bawah bagian kanan								
14	Pergelangan tangan kiri								
15	Pergelangan tangan kanan								
16	Telapak tangan bagian kiri								
17	Telapak tangan bagian kanan								
18	Paha kiri								
19	Paha kanan								
20	Lutut kiri								
21	Lutut kanan								
22	Betis kiri								
23	Betis kanan								
24	Pergelangan kaki kiri								
25	Pergelangan kaki kanan								
26	Telapak kaki kiri								
27	Telapak kaki kanan								

Gambar 3. 2 Peta Nordic Body Map

Skor pada tingkat keluhan ditampilkan pada Tabel 3.1 Tingkat keparahan dan keseringan berikut.

Tabel 3. 1 Tingkat keparahan dan keseringan

keparahan	Keterangan	Keseringan	Keterangan
1	Tidak terasa sakit	1	Tidak pernah
2	Cukup sakit	2	jarang
3	Sakit	3	kadang-kadang
4	Menyakitkan	4	sering

Sumber: (Wilson, J.R & Corlett E.N, 1995)

- 1) Selanjutnya melakukan perhitungan tingkat *severity index* dan *frekuensiindex* dengan rumus di bawah ini:

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i \cdot x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} (100\%)$$

Keterangan:

A_i = konstanta penilaian

X_i = Frekuensi Responden

$I = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, n$

X_0, X_1, X_2, X_3, X_4 , adalah responden probabilitas

$a_0=0, a_1=1, a_2=2, a_3=3, a_4=4$

a_0 = probabilitas responden „sangat kecil“ dari survey, maka $a_0=0$

x_1 = probabilita responden “rendah/kecil” dari survey, maka $a_1 = 1$

x_2 = probabilita responden “cukup tingi” dari survey, maka $a_2 = 2$

x_3 = probabilita responden “tinggi/besar” dari survey, maka $a_3 = 3$

x_4 = probabilita responden “sangat tingi” dari survey, maka $a_4 = 4$

- 2) Selanjutnya nilai *Severity index* dan *Frekuensi Index* ini dikonversikanterhadap skala penilaian. Ditampilkan pada tabel 3.2 *Severity index* dan *Frekuensi index* sebagai berikut:

Tabel 3. 2 *Severity index* dan *Frekuensi Index*

Sangat Jarang	(1)	= < 20%
Jarang	(2)	= >20% - 40%
Cukup	(3)	= >20% - 60%
Sering	(4)	= >60% - 80%
Sangat Sering	(5)	= >80% - 100%

- 3) Setelah perhitungan *Severity Index* (SI) maka dilakukan perhitunganpengukuran nilai tingkat risiko dengan rumus:

$$R = P \times L$$

Keterangan:

R= Tingkat resiko

P= Kemungkinan (probability) risiko yang terjadi

I = Tingkat dampak (impact) risiko yang terjadi

Skor penilaian dipetakan dalam matriks probabilitas dan dampak. Ditampilkan pada tabel 3.3 Matriks probabilitas dan dampak sebagai berikut

Tabel 3. 3 Matriks Probabilitas dan Dampak

Probability	5	10	15	20	25
	4	8	12	16	20
	3	6	9	12	15
	2	4	6	8	10
	1	2	3	4	5
Impact					

Sumber: (Sandyavitri, A, 2009)

Tiap skor matrik memiliki kategori resiko sebagai berikut. Pada tabel 3.4 skor matriks

Tabel 3. 4 Skor matriks

Skor	Resiko
1-6	Low
7-10	Moderate
11-25	High

- c. Penilaian sikap kerja menggunakan metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Metode RULA digunakan karena pada operasional alat pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis didominasi penggunaan tubuh bagian atas yang meliputi punggung, tangan atas, tangan bawah, sampai pergelangan tangan. Penilaian dilakukan dengan menghitung sudut dan beban saat pekerja menggunakan alat pengaduk adonan kelapa semi otomatis. Kemudian dari angka tersebut dimasukkan ke dalam tabel A dan B, kemudian hasil angka tersebut dimasukkan ke dalam tabel C pada metode RULA untuk meningkatkan besarnya risiko tindakan. Penilaian skor dari penilaian postur tubuh dapat dilihat dibawah:

- Skor A + *Muscle Use Score* + *Force Score*
- Skor B + *Muscle Use Score* + *Force Score*

Keterangan :

- a. Untuk muscle use score (+1 = Skor ini diberikan jika postur tubuh statik (Tidak bergerak) atau jika kegiatan dilakukan selama 4 menit atau lebih (Pengulangan)).
- b. Untuk *Force score/Load Score*
- 1) Jika beban kurang dari 2 Kg = 0
 - 2) Jika beban antara 2 Kg hingga 10 Kg = + 1
 - 3) Jika beban antara 2 Kg hingga 10 Kg (Statik atau berulang-ulang) = + 2
 - 4) Jika beban lebih dari 10 Kg dan berulang = + 3 Setelah dilakukan perhitungan, maka hasil tersebut di masukkan ke dalam tabel C RULA. Ditampilkan pada tabel 3.5 Grand skor perhitungan RULA sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Grand Skor Perhitungan RULA

Tabel C		Skor Grup B						
		1	2	3	4	5	6	7+
Skor Grup A	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	+8	5	5	6	7	7	7	7

Skor dari hasil kombinasi postur kerja tersebut diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori level resiko. Ditampilkan pada tabel 3.2 kategori tindakan resiko sebagai berikut:

Tabel 3. 6 Kategori Tindakan Risiko

Kategori Tindakan	Level Resiko	Tindakan
1-2	Minimum	Aman
3-4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu ke depan
5-6	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
7	Tinggi	Tindakan sekarang juga

E. Redesain Alat

1. Membuat desain

Tahapan desain sebagai berikut:

a. Formulasi gagasan

Pada tahap ini, formulasi gagasan dilakukan berdasarkan informasi yang didapat dari lokasi penelitian, yaitu meliputi kondisi mesin existing, operator, tempat produksi, peralatan penunjang dan perkakas lainnya.

b. Membuat sketsa

Pada tahap ini yaitu membuat perencanaan strategi untuk mewujudkan gagasan tersebut. Ada beberapa hal yang menjadi pertimbangan pada tahapan ini, diantaranya adalah pertimbangan fungsional, pertimbangan keamanan, pertimbangan ekonomis dan pertimbangan estetis

c. Modeling

modeling yang dilakukan disini adalah dengan menggunakan bantuan software AutoCad.

d. Gambar kerja

Gambar kerja yang digunakan adalah hasil desain di AutoCad dalam tampilan 2D beserta keterangan ukuran, material yang digunakan dan bentuk. Ditampilkan gambar tampak samping, depan, atas dan isometric.

e. Studi kelayakan

Sebelum desain diaplikasikan pada alat, maka dilakukan Trouble-shooting terlebih dahulu. Trouble-shooting meliputi seluruh aspek desain, dengan tujuan hasil akhir dari desain tersebut sudah sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Aspek yang diperhatikan dalam studi kelayakan desain meliputi ketersediaan material, keuangan, teknis operasional dan estetis.

2. Assembly

Assembly dilakukan menggunakan material sesungguhnya. Assembly alat berpedoman pada desain yang dibuat.

F. Analisis Teknis

Tahap ini dilakukan evaluasi kinerja alat pada proses pengadukan adonan gula kelapa. Kemudian akan dilakukan redesain. Redesain dilakukan untuk mempermudah *Operator* mengangkat tuas pengaduk. Untuk melakukan analisa teknis, dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\tau = l \cdot F$$

T = Torsi

F = Gaya

l = Lengan Gaya

G. Analisis Ergonomi

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian sikap kerja menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) setelah alat tersebut jadi dan membandingkan apakah dengan adanya redesain alat akan memperbaiki sikap kerja pada operator alat pengaduk adonan gula kelapa.

H. Analisis Fisiologi

1. Pengukuran Denyut Jantung

Pengukuran denyut jantung dilakukan untuk mengetahui beban kerja, dapat dilakukan saat istirahat, bekerja maupun setelah melakukan kegiatan. Diharapkan hasil dari pengukuran denyut jantung ini dapat mengetahui apakah pekerjaan yang dilakukan masih dalam batas aman. Metode *cardiovascular load* (%CVL) digunakan untuk mengklasifikasi beban kerja yang terjadi. Tabel 3.7 adalah klasifikasi CVL.

Tabel 3. 7 Detak Jantung Per Menit

Umur	Jumlah detak per menit
Bayi baru lahir	120 – 160
Anak usia 1 – 10 tahun	80 – 120
Anak usia > 10 dan dewasa	60 – 80

Sumber: (Isyanto & Jaenudin, 2017)

Berdasarkan tabel 3.12 didapatkan detak jantung dibedakan berdasarkan umur manusia. Dapat diketahui bahwa bayi baru lahir memiliki denyut jantung sebesar 120 sampai 160 per menit. Anak usia 1

hingga 10 tahun memiliki denyut jantung sebesar 80 sampai 120. Umur 10 tahun hingga dewasa memiliki denyut jantung sebesar 60 sampai 80 per menit.

$$\%HR = \frac{\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat}}{\text{denyut nadi maksimal} - \text{denyut nadi istirahat}} \times 100$$

Sumber: (Nugraha et al., 2020)

Dalam menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi dapat dihitung dengan rumus (cardiovascular atau % CVL) sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimal} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

Sumber: (Nugraha et al., 2020)

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya, tabel 3.12 cardiovascular load (%CVL) adalah rincian dalam melakukan perhitungan beban kerja yang dilakukan. Nilai %CVL didapatkan dari denyut nadi kerja – denyut istirahat dan di kali 100, kemudian dibagi dengan denyut nadi maksimal 220 untuk laki-laki dan 200 untuk perempuan dikurangi dengan denyut istirahat, maka akan mendapatkan nilai %CVL dari hasil perhitungan tersebut. Ditampilkan pada tabel 3.8 klasifikasi CVL sebagai berikut.

Tabel 3. 8 Klasifikasi CVL

%CVL	Klasifikasi % CVL
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 % ≤ 60 %	Diperlukan perbaikan
60 % ≤ 80 %	Kerja dalam waktu singkat
80 % ≤ 100 %	Diperlukan tindakan segera
≥ 100 %	Tidak diperbolehkan beraktifitas

Sumber: (Nugraha et al., 2020)

2. Pengukuran Oksigen

Oksigen yang dikonsumsi memiliki hubungan dengan denyut jantung. Menurut (Nurmianto., 2000) jika satu liter oksigen yang dikonsumsi tubuh, maka tubuh akan mendapatkan 4,48 Kkal energi. Berikut merupakan perhitungan energi:

$$Y = 1,80 - 0,22(x) + (4,71 \times 10^{-4}) (x^2)$$

Keterangan:

Y = Energi (Kilokalori/menit)

X = Kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

Kemudian menghitung konsumsi energi dari kegiatan yang dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KE = Et - Ei$$

Keterangan:

KE = Konsumsi energi untuk kegiatan tertentu (Kkal/mnt)

Et = Pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (Kkal/mnt)

Ei = Pengeluaran energi pada waktu istirahat (Kkal/mnt)

Sumber: (Martyaningsih, 2003)

Retno Megawati (2003) mengutip dari Grandjean (1988) menyatakan pengeluaran energi untuk metabolisme basal selama waktu istirahat dan konsumsi energi untuk keperluan pribadi adalah sekitar 2000 – 2300 Kkal. Ini berarti dalam bekerja rata-rata dikeluarkan energi sebesar 4,5 – 5 Kkal/menit. Untuk menjaga kebugaran fisik, setiap hari harus dicukupi kebutuhan energi minimal 3000 Kkal untuk pria dan 2400 Kkal untuk wanita. DR. Lucien Broucha telah membuat tabel klasifikasi beban kerja dalam reaksi fisiologi, untuk menentukan berat ringannya pekerjaan. Tabel 3.9 berikut adalah klasifikasi beban kerja.

Tabel 3. 9 Klasifikasi Beban Kerja

Work Load	Oxygen consumption	Energi Expenditure	Heart Rate during Work
	(liter/min)	(cal/min)	(Beats/min)
Light	0.5 – 1.0	2.5 – 5.0	60 – 100
Moderate	1.0 – 1.5	5.0 – 7.5	100 – 125
Heavy	1.5 – 2.0	7.5 – 10.0	125 – 150
Very Heavy	2.0 – 2.5	10.0 – 12.5	150 – 175

Sumber: (Retno Megawati, 2003)

I. Hasil Pembahasan

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai hasil dan pembahasan. Meliputi penilaian sikap kerja, analisis resiko, dan teknis alat.

J. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini akan diambil kesimpulan dari hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian, serta memberi saran - saran yang terkait dengan hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada *Operator* alat pengaduk adonan gula kelapa semi otomatis di industri rumah tangga PKK Desa Tempursari, bahwa:

1. Kondisi alat pengaduk adonan gula kelapa di industri rumah tangga PKK Desa tempursari sebelum dilakukan redisain, *Operator* bekerja dengan postur kerja yang tidak alamiah cenderung membungkuk. Hal ini disebabkan karena kondisi alat pengaduk adonan gula kelapa yang terlalu rendah. Dimensi alat tersebut dengan panjang 80 cm, lebar 60 cm dan tinggi 80 cm. Setelah dilakukan redisain, postur kerja *Operator* pada alat pengaduk adonan gula kelapa menjadi berdiri tegak alamiah. Hal ini disebabkan karena ada perubahan pada dimensi alat tersebut, menjadi panjang 80 centimeter, lebar 60 centimeter, dan tinggi 120 centimeter. Maka redesain alat pengaduk adonan gula kelapa dapat memperbaiki sikap kerja menjadi ergonomis.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keluhan yang sering terjadi terdapat pada pinggang, keluhan pada punggung, keluhan pada tangan kanan, keluhan pada tangan kiri dan lengan atas kiri. keluhan disebabkan karena posisi punggung cenderung membungkuk yang pada akhirnya keluhan sakit menyebar ke pinggang, tangan kanan, tangan kiri dan lengan atas kiri. Hal ini diperkuat dengan menggunakan kuesioner Nordic Body Map.
3. Redesain alat pengaduk adonan gula kelapa dibuat berdasarkan pada data antropometri para pekerja perempuan Indonesia dengan spesifikasi ukuran yaitu 111 Centimeter untuk tinggi tuas ayun dongkrak, dan tinggi meja 80 Centimeter. Redesain yang dilakukan berhasil menurunkan beban pada tuas pengaduk yang sebelumnya ketika akan diangkat memerlukan momen Gaya 141 Newton/meter dan setelah dilakukan redesain diperlukan momen Gaya 48,5 Newton/meter.

B. Saran

Perlu dilakukan pengembangan pada alat pengaduk adonan gula kelapa yaitu pada saat selesai pengadukan. Proses percetakan masih menggunakan cara manual dengan cara menuangkan adonan pada cetakan yang terbuat dari batok kelapa. Dari kondisi tersebut untuk dilakukan perbaikan pada proses percetakan.

Daftar Pustaka

- Anggraini, D. A., & Bati, N. C. (2016). Analisa Postur Kerja Dengan Nordic Body Map & Reba Pada Teknisi Painting Di PT. Jakarta Teknologi Utama Motor Pekanbaru. 7(1).
- Anggraini, W., & Pratama, A. M. (2012). Analisis Postur Kerja Dengan Menggunakan Metode Ovako Working Analysis System (OWAS) Pada Stasiun Pengepakan Bandela Karet (Studi Kasus di PT. Riau Crumb Rubber Factory Pekanbaru). *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 10(1), 10–18.
- Arifati, R. (2018). ANALISIS ERGONOMI PADA PROSES PEMBUATAN TAHU UNTUK MENGURANGI RESIKO CIDERA MUSCULOSKELETAL DISORDER (MSDS). *Nurfajriah Dan Rifa Arifati / Tekmapro Vol.13, No.2, Tahun 2018 2, 13(02)*.
- Aryanto, P. D. (2008). 24 Gambaran risiko..., Pongki Dwi Aryanto, FKM UI, 2008. 24–61.
- BAPPENAS. (2017). Siaran Pers Bonus Demografi 2030-2040 : Strategi Indonesia Terkait. Kementerian PPN. https://www.bappenas.go.id/index.php/download_file/view/26355/8804/
- Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Indonesia 2018. 28 Agustus 2018. <https://www.bps.go.id/publication/2018/07/03/5a963c1ea9b0fed6497d0845/statistik-indonesia-2018.html>. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2022.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Magelang. (2017). Kecamatan Candimulyo dalam Angka 2017. 28 Agustus 2018. <https://magelangkab.bps.go.id/publication/2017/09/20/3e2bcf3b4322bd3357b394f8/kecamatan-candimulyo-dalam-angka-2017.html>. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2022.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Magelang. (2016). Luas Panen Tanaman Perkebunan Rakyat Menurut Kecamatan, 2012-2015. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://magelangkab.bps.go.id/statictable/2016/11/04/231/luas-panentanaman-perkebunan-rakyat-menurut-kecamatan-2012-2015-.html>. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2022.
- DIWANTARI, W. P. (2016). ANALISIS EKONOMI TEKNIK INVESTASI PROYEK (Studi Kasus Pada Hotel Zodiak Lampung). 3(1), 56. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- Hanafi, M. (2010). Perancangan Ulang Fasilitas Kerja Alat Pembuat Gerabah Dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomi (Studi Kasus : Sentra Industri Gerabah, Bayat, Klaten). 110.
- Isyanto, H., & Jaenudin, I. (2017). Monitoring Dua Parameter Data Medik Pasien (Suhu Tubuh Dan Detak Jantung) Berbasis Arduino Nirkabel. *ELEKTUM*, 15(1), 19–24.

- Kerja, K. (2019). PENERAPAN ALAT PEMBELAH BUAH PINANG MANUAL YANG ERGONOMIS DI DESA KAYU RAJA-KABUPATEN INHIL-RIAU. 1(2), 1–11.
- Manopo, S. F. J. (2013). Analisis Biaya Investasi pada Perumahan Griya Paniki Indah. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5), 377–381.
- Martono, Iswahyudi, & Handoko, A. (2017). Topeng Etnik Nusantara Dalam Perkembangan Budaya Global. *Jurnal Mudra*, 32(1), 123–130.
- Nugraha, A. E., Sari, R. P., Industri, T., Karawang, U. S., & Kerja, F. (2020). IDENTIFIKASI BEBAN KERJA MELALUI PENERAPAN FISIOLIGIS KERJA PADA PEKERJA SENTRA INDUSTRI SEPATU. *STRING, (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 5(1).
- Nurrohman, A. Y. (2017). METODE ANTROPOMETRI DAN ERGONOMI (STUDI KASUS DI UKM AGAPE PEMALANG) Industrirumahtangga yang bergerak pada UKM AGAPE dengan produk jenang di Dusun Seri RT / RW Desa Widodaren Kecamatan Petarukan Kabupaten Pemalang dalam pembuatannya masih menggunakan alat sederhana. 9–17.
- Nursalam, 2016, metode penelitian. (2013). Hubungan Antara Postur Kerja Berdiri Dengan Nyeri Kaki Pada Pekerja Aktivitas Mekanik Section Welding. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Pendistribusian, D., Apel, S., Mkp, P. T., Industri, T., & Pengantar, K. (2018). *Vehicle Routing Problem Multiple Depots*.
- Prasetyo, W., & Mariawati, A. S. (2013). Redesain Alat Pemipihan Biji Melinjo Dengan Pendekatan Metode Antropometri Di UD. SARTIKA. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 8, 1–8. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Regina, O., & Nugraha, P. (2020). *Work Physiology Report (Work Design and Ergonomic Laboratory)*. 3(February). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28775.60326>
- Restuputri, D. P. (2017). Metode REBA Untuk Pencegahan Musculoskeletal Disorder Tenaga Kerja. *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 19. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol18.no1.19-28>
- Richo, Y. (2021). *pengantar desain produk*. November.
- Salindri, A. (2018). BAB II Tinjauan Pustaka Anemia. Universitas Pasundan, 11–29. [http://repository.unpas.ac.id/37105/1/BAB II.pdf](http://repository.unpas.ac.id/37105/1/BAB%20II.pdf)
- UNCTAD. (2008). Creative Economy Report 2008. The Challenge of Assessing the Creative Economy: towards Informed Policy-making. In *Harvard Business Review* (Vol. 8, Issue 9). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.04.009>

- Wakhid, M. (2015). ANALISIS POSTUR KERJA PADA AKTIVITAS PENGANGKUTAN BUAH KELAPA SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN METODE RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA). 1–12.
- Waryanto. (2013). Teori Produktivitas. UIN Sunan Ampel Surabaya, 53(9), 1689– 1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wiyatno, T. H. (2011). Hubungan Antara Beban Kerja dan Sikap Kerja dengan Keluhan Muskuloskeletal pada Buruh Panggul di Kawasan Industri Candi Kota Semarang. Under Graduates Thesis, Universitas Negeri Semarang, 1–105.
- Yohanes, A., & Nugroho, A. D. (2018). PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN MESIN PERONTOK BULU AYAM SEMI OTOMATIS DENGAN METODE REBA (RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT) DIDESA BANDAR Seiring meningkatnya jumlah penduduk Indonesia , maka semakin meningkat pula kebutuhan bahan pangan , terutama bahan pang. XI(1), 48–58.
- Yudanto, A., Kusnayat, A., & Rahayu, M. (2018). Perancangan Alat Pencuci Galon Menggunakan Pendekatan Reverse Engineering & Redesign Methodology Di Cv. Barokah Abadi. *EProceedings of Engineering*, 5(1), 1208–1213.
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6174>
- Yulianto, I., Rispianda, R., & Prasetyo, H. (2014). Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas pada Proses Injection Molding. *Reka Integra*, 2(3), 140–151.