



universitas
MALIKUSSALEH

SKRIPSI

**PERANCANGAN ALAT BANTU PADA STASIUN KERJA
PEMOTONGAN TAHU DI INDUSTRI TAHU DI ACEH**

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Industri
Universitas Malikussaleh

Oleh:

**Al-Asral
NIM. 190130090**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2024**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Al-Asral

NIM : 190130090

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari skripsi, buku, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri. Apabila ternyata terdapat dalam skripsi saya bagian-bagian yang memenuhi standar penjiplakan maka saya menyatakan ketersediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Lhokseumawe, 07 Februari 2024

Saya yang membuat pernyataan,



Al-Asral

NIM. 190130090

LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Perancangan Alat Bantu Pada Stasiun Kerja
Pemotongan Tahu Di Industri Tahu Di Aceh
Nama Mahasiswa : Al-Asral
NIM : 190130090
Program Studi : Teknik Industri
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
PerguruanTinggi : Universitas Malikussaleh
Pembimbing Utama : Cut Ita Erliana, ST., MT. IPM
Pembimbing Pendamping : Syarifuddin, ST., MT. IPM
Ketua Penguji : Prof. Dr. M. Sayuti, ST., M.Sc. IPU
Anggota Penguji : Sri Meutia, ST., MT

Lhokseumawe, 07 Februari 2024

Penulis,



Al-Asral

NIM. 190130090

Menyetujui:

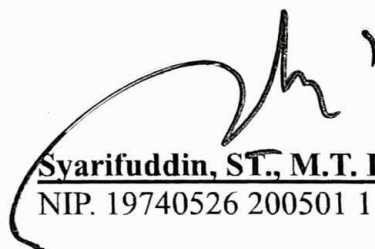
Pembimbingan Utama,

Pembimbing Pendamping,



Cut Ita Erliana, ST., MT. IPM

NIP.19811102 200812 2 002



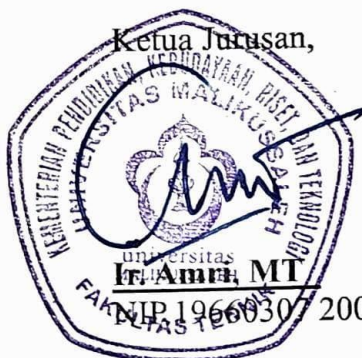
Syarifuddin, ST., M.T. IPM

NIP. 19740526 200501 1 001

Mengetahui:

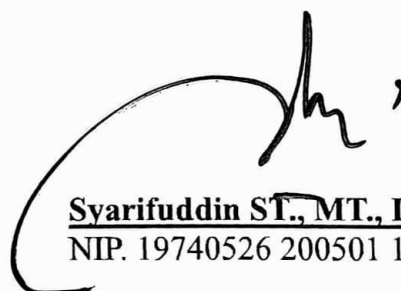
Ketua Jurusan,

Koordinator Program Studi,



Irfan, MT

NIP.19660307 200212 1 002



Syarifuddin ST., MT., IPM

NIP. 19740526 200501 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan proposal skripsi berjudul **“Perancangan Alat Bantu Pada Stasiun Kerja Pemotongan Tahu Di Industri Tahu Di Aceh”**. Laporan proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, MT., IPM., ASEAN. Eng selaku Rektor Universitas Malikussaleh
2. Dr. Muhammad Daud, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Industri Universitas Malikussaleh.
3. Ir.Amri., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
4. Defi Irwansyah, ST., M.Eng selaku sekretaris jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
5. Syarifuddin., S.T., M.T. IPM selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh dan Pembimbing II dalam Penyusunan Skripsi ini.
6. Cut Ita Erliana, ST., M.T. IPM selaku Dosen Pembimbing I dalam Penyusunan Skripsi Ini Di Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
7. Prof. Dr. M. Sayuti, ST., MT. IPM dan Sri Meutia, ST., MT sebagai penguji pada sidang skripsi ini.
8. Bapak dan ibu dosen program studi Teknik Industri Universitas Malikussaleh.
9. Pemilik dan pekerja UMKM tahu yang di kota Lhokseumawe dan kabupaten Aceh Utara yang telah meluangkan waktu untuk melancarkan penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.

10. Kedua orang tua tercinta saya Ayahanda Zulkifli, S.Pd Bin Hamid dan ibunda Junnatiah, A.Md.Keb Binti Ismail yang selama ini telah mengasahi, membimbing dan mendidik penulis hingga menjadi seperti sekarang ini.
11. Sibling Hiqmal Abrar dan Azzam Fariski yang walaupun kita tidak berbicara banyak tapi kehadiran kalian cukup membuat hidup penulis penuh harapan.
12. Kawan-kawan penelitian tahu Fanny Fadilah Nur, Nurul Agus Mustafa Solin, Rizky Maisaroh Rajagukguk, Khairani, dan Muhammad Uzair yang telah bersama-sama membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.
13. Kawan-kawan asisten laboratorium 2023 proses produksi yaitu, Muhammad Iqbal, M Rafiki Ihsan, Edi Amali Yunus, Doni Damara, Nurul Agus Mustafa Solin, dan Fanny Fadilah Nur yang telah memberikan semangat kepada penulis.
14. Kawan-kawan asisten laboratorium Terintegrasi 2023 yaitu, Nova Safarina, Mitha Mardhatillah, Ade Inriani, Muhammad Iqbal, Nikmaturrahmah, dan Nurul Agus Mustafa Solin yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan pengetahuan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif agar pada masa yang akan datang penulis dapat melakukan perbaikan untuk penulisan karya ilmiah lainnya.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca umumnya.

Lhokseumawe, 07 Februari 2024

Penulis

ABSTRAK

Proses produksi UMKM tahu yang ada di kabupaten Aceh Utara dan kota Lhokseumawe, pada umumnya masih menggunakan cara yang tradisional. Pada beberapa UMKM bahkan tidak adanya tempat khusus untuk pemotongan tahu, serta masih menggunakan pisau dan penggaris sebagai alat yang digunakan untuk memotong tahu dan masih banyak terjadi gerakan berulang pada saat pemotongan. Oleh karena itu proses pemotongan tahu memerlukan waktu yang lama dan kurang efektif. Hal itu juga menyebabkan hasil potongan tahu tidak seragam. Selain itu pemotongan yang dilakukan secara manual, tempat pemotongan juga tidak sesuai dengan tubuh pekerja menyebabkan pekerja harus membungkuk saat proses pemotongan tahu. Oleh Karena hal tersebut banyak pekerja mengeluhkan sakit pada bagian punggung. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini digunakan metode-metode untuk melihat keluhan-keluhan dengan menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) dan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) untuk menilai postur kerja pada proses pemotongan tahu. Hasil penilaian NBM menunjukkan dari 21 pekerja yang di analisis terdapat 4 pekerja menunjukkan tingkat risiko yang tinggi dan 17 lainnya dengan risiko yang sedang. Adapun untuk hasil penilaian postur dari 6 pekerja yang dinilai terdapat satu UMKM tahu dengan level risiko *very high* dengan *score* 7, satu UMKM tahu dengan level risiko *High* dengan *score* 5, dan empat lainnya dengan level risiko *moderate* dengan *score* 3 dan 4. Perancangan usulan untuk alat potong tahu yang ergonomis dengan dilakukan penyesuaian dengan ukuran tubuh pekerja yang membuat postur tubuh pekerja saat memotong tahu tidak membentuk postur yang tidak normal, dapat mengurangi waktu pemotongan, mengurangi repetisi, dan menghasilkan potongan yang lebih seragam. Rancangan alat potong tahu usulan dirancang menggunakan bahan *stainless steel* agar alat lebih tahan lama. Alat usulan juga telah dilakukan simulasi untuk analisis postur menggunakan metode RULA pada *software Catia V5* dan mendapatkan skor 3 yang relatif rendah dibandingkan dengan alat sebelumnya yang memiliki skor hingga 7 (sangat tinggi).

Kata Kunci: Perancangan, Ergonomi, Antropometri, Nordic Body Map, RULA, Catia V5.

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL	
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	
LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR RUMUS.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi.....	4
1.5.1 Batasan Masalah	4
1.5.2 Asumsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Ergonomi	5
2.1.2 Manfaat dan Tujuan Ergonomi	6
2.1.3 Postur Kerja	6
2.1.4 <i>Musculoskeletal Disorder</i> (MSDs)	8
2.1.5 <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA).....	9
2.1.6 <i>Nordic Body Map</i>	17
2.1.7 Perancangan Ulang Produk.....	19
2.1.8 Antropometri.....	21
2.1.9 <i>Software</i> Yang Digunakan Pada Perancangan	27
2.1.10 Pengujian Data.....	29
2.2 Penelitian Terdahulu	32
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	35
3.2 Objek Penelitian.....	35
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	36
3.4 Teknik Pengumpulan Data	36
3.5 Metode Analisis Hasil	37
3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.1.1 Gambaran Umum Proses Produksi Tahu	41
4.1.2 Penilaian <i>Nordic Body Map</i> (NBM)	45
4.1.3 Penilaian Postur Kerja Menggunakan Metode RULA	46
4.2 Pembahasan.....	47
4.2.1 Analisis Hasil Penilaian <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	47

4.2.2	Analisis Hasil Penilaian Metode RULA.....	47
4.3	Perancangan Alat	48
4.3.1	Perhitungan Antropometri.....	48
4.3.2	Perancangan Alat Bantu Pemotongan Tahu Usulan.....	57
4.3.3	Simulasi Hasil Perbandingan Rancangan Usulan.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN I

LAMPIRAN II

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Skor Pergerakan Lengan Atas	11
2.2	Skor Pergerakan Lengan Bawah	11
2.3	Skor Pergerakan Pergelangan Tangan	12
2.4	Skor Pergerakan Leher	13
2.5	Skor Pergerakan Batang Tubuh	13
2.6	Skor Postur Tubuh Kaki	14
2.7	Skor Postur Kelompok A	15
2.8	Skor Postur Kelompok B	15
2.9	Skor Pembebanan RULA	16
2.10	<i>Grand Score</i> RULA	17
2.11	Level Risiko dan Tindakan RULA	17
2.12	Klasifikasi Tingkat Risiko NBM	19
2.13	Dimensi Pengukuran Data Antropometri	24
2.14	Macam Persentil	32
3.1	Tabel UMKM Tahu di Aceh Utara dan Lhokseumawe	35
4.1	Rekapitulasi Hasil Kuesioner NBM UMKM Tahu	46
4.2	Rekapitulasi Penilaian Postur Kerja Pada UMKM Tahu	47
4.3	Data Antropometri Pekerja UMKM Tahu	48
4.4	Parameter Uji Keseragaman Data Tinggi Tubuh Berdiri (TBB)	49
4.5	Parameter Uji Keseragaman Data Tinggi Pinggul (TP)	51
4.6	Parameter Uji Keseragaman Data Jangkauan Horizontal Berdiri	53
4.7	Hasil Uji Kecukupan Data Dimensi Tubuh Pekerja	56
4.8	Persentil	57
4.9	Spesifikasi Produk	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 RULA <i>Assessment Worksheet</i>	10
2.2 Postur Tubuh Bagian Lengan Atas	11
2.3 Postur Tubuh Bagian Lengan Bawah	11
2.4 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan.....	12
2.5 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan.....	12
2.6 Postur Tubuh Pergerakan Leher	13
2.7 Pergerakan Leher Yang Diputar Atau Dibengkokkan	13
2.8 Pergerakan Batang Tubuh.....	14
2.9 Pergerakan Batang Tubuh Yang Di Putar dan Di Bengkokkan.....	14
2.10 Postur Tubuh Bagian Kaki.....	14
2.11 Kuesioner <i>Nordic Body Maps</i>	18
2.12 Vitruvius Man.....	22
2.13 Dimensi Pengukuran Data Antropometri	26
2.14 Fitur dan Modul Fusion 360	28
2.15 Kurva Distribusi Normal	30
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	39
4.1 Proses Pencucian Kacang Kedelai.....	41
4.2 Perendaman Kacang Kedelai.....	42
4.3 Proses Penggilingan Kacang Kedelai.....	42
4.4 Proses Penyaringan Bubur Kedelai	43
4.5 Proses Perebusan Saripati Kacang Kedelai	43
4.6 Pemberian Zat Asam.....	44
4.7 Proses Pencetakan dan Pengepresan	44
4.8 Proses Penyaringan Tahu Isi.....	45
4.9 Proses Pemotongan Tahu.....	45
4.10 Keseragaman Data Tinggi Tubuh Berdiri (TBB)	51
4.11 Keseragaman Data Tinggi Pinggul (TP).....	53
4.12 Keseragaman Data Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB).....	55
4.13 Alat Potong Tahu Usulan Tampak Luas	58
4.14 Alat Potong Tahu Usulan Tampak Atas.....	59
4.15 Alat Potong Tahu Usulan Tampak Depan	59
4.16 Ukuran Pisau	60
4.17 Hasil Simulasi Rancangan Usulan Alat Bantu Potong Tahu	60

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Nilai Rata-rata	30
2.2 Standar Deviasiasi	30
2.3 Batas Kontrol Atas (BKA).....	31
2.4 Batas Kontrol Bawah (BKB).....	31
2.5 Uji Kecukupan Data	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan yang sangat digemari masyarakat Indonesia, harganya yang murah, serta memiliki kandungan protein yang tinggi membuat tahu menjadi salah satu pilihan yang sangat sering dijadikan hidangan konsumsi rumah tangga. Tidak hanya untuk konsumsi rumah tangga, tahu juga menjadi salah satu bahan makanan untuk berbagai macam olahan lainnya. Tahu juga dijual pada usaha-usaha kecil yang menjual jajanan gorengan di Indonesia yang biasanya diolah menjadi tahu isi. Tahu merupakan olahan makanan dari kacang kedelai, yang merupakan tanaman pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung (Harsono dkk., 2021).

Tahu di produksi menggunakan bahan baku utama yaitu kacang kedelai, dan dalam proses juga ditambahkan cuka atau menggunakan nigrin (sari laut) untuk membuat sari kedelai bisa menggumpal. Di daerah kabupaten Aceh Utara dan kota Lhokseumawe terdapat dua jenis tahu yang biasanya di produksi, yaitu Tahu Sumedang dan Tahu Sayur. Tahu Sumedang merupakan jenis tahu yang paling banyak dijumpai di pasaran, hal ini dikarenakan tahu Sumedang lebih awet dibandingkan tahu Sayur. Tahu Sumedang bisa bertahan sampai 3 hari tanpa kulkas, sedangkan tahu Sayur hanya bisa bertahan selama 1 hari tanpa kulkas. Selain dari keawetan juga ada sedikit perbedaan dari cara pembuatan kedua tahu tersebut. Proses produksi tahu Sumedang, dimulai dari proses perendaman kedelai, proses penggilingan, proses perebusan, proses penyaringan, proses penggumpalan sari kedelai, proses pencetakan, dan proses pemotongan tahu. Sedangkan tahu sayur dimulai dari proses perendaman kedelai, proses penggilingan, proses penyaringan, proses perebusan, proses penggumpalan sari kedelai, proses pencetakan, dan proses pemotongan tahu. Serta sedikit berbeda juga dalam cara perebusan, yaitu untuk tahu Sumedang direbus dengan menggunakan uap, dan untuk tahu Sayur dengan cara dimasak.

Di Indonesia tahu biasanya di produksi oleh usaha-usaha kecil dan menengah, sehingga pabrik tahu tersebar di setiap daerah. Khususnya pada kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe pabrik tahu merupakan salah satu dari sedikit industri manufaktur yang ada dan masih berskala usaha mikro dan menengah.

Karena manufaktur skala kecil memiliki sumber daya yang terbatas, UMKM di Indonesia sering dihadapkan dengan masalah ergonomi. Karena kurangnya sumber daya, pengetahuan, dan kesadaran, UMKM di Indonesia juga kesulitan menerapkan konsep ergonomi. Padahal, produktivitas, kualitas produk, dan kenyamanan pekerja yang dapat timbul dari perbaikan kondisi ergonomi di UMKM tahu.

Proses produksi UMKM tahu yang ada di kabupaten Aceh Utara dan kota Lhokseumawe, pada umumnya masih menggunakan cara yang tradisional. Pada beberapa UMKM bahkan tidak adanya tempat khusus untuk pemotongan tahu, serta masih menggunakan pisau dan penggaris sebagai alat yang digunakan untuk memotong tahu dan masih banyak terjadi gerakan berulang pada saat pemotongan. Oleh karena itu proses pemotongan tahu memerlukan waktu yang lama dan kurang efektif. Hal itu juga menyebabkan hasil potongan tahu tidak seragam.

Selain itu pemotongan yang dilakukan secara manual, tempat pemotongan juga tidak sesuai dengan tubuh pekerja menyebabkan pekerja harus membungkuk saat proses pemotongan tahu. Oleh Karena hal tersebut banyak pekerja mengeluhkan sakit pada bagian punggung. Berdasarkan permasalahan tersebut, ada baiknya pabrik tahu menyediakan alat pemotongan khusus yang dapat memangkas waktu pemotongan dan alat yang sesuai dengan kaidah ergonomi, agar hasil pemotongan tahu dapat lebih konsisten dan dapat mengurangi risiko-risiko *muskuloskeletal disorder* (MSDs) pada pekerja, dan terhindar dari masalah-masalah jangka panjang pada kesehatan pekerja.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Perancangan Alat Bantu Pada Stasiun Kerja Pemotongan Tahu Di Industri Tahu Di Aceh”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas maka dapat disimpulkan perumusan masalah pada penelitian ini. Adapun rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penilaian postur pekerja pemotongan tahu menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)?
2. Bagaimana redesain alat potong tahu yang ergonomis?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diinginkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil penilaian postur pekerja pemotongan tahu menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA).
2. Untuk melakukan redesain alat potong tahu yang ergonomis.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
Untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kreativitas mahasiswa dalam perancangan alat-alat industri dengan menggunakan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa pendidikan.
2. Bagi UMKM Tahu di Aceh
Menjadi bahan referensi dan acuan dalam penerapan alat potong tahu supaya dapat meningkatkan produktivitas serta bisa berdampak pada perekonomian rakyat.
3. Bagi Jurusan
Menambah bahan referensi yang relevan untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan topik permasalahan pada penelitian ini di masa yang akan datang.

1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

1.5.1 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini dibuat supaya dalam pemecahan masalah nanti tidak menyimpang dan meluas dari lingkup yang telah ditentukan, maka penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Data yang diambil pada penelitian ini merupakan data UMKM tahu yang berada di kabupaten Aceh Utara dan kota Lhokseumawe.
2. Penelitian berfokus pada proses pemotongan tahu.
3. Data diperoleh dari UMKM tahu yang melakukan proses pemotongan langsung di pabrik.

1.5.2 Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi tempat kerja tidak berubah selama proses penelitian dilakukan.
2. Alat potong yang digunakan merupakan alat potong yang sama dan tidak diganti selama proses penelitian.
3. Pekerja bekerja dengan keadaan kerja normal saat proses dokumentasi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari kata Yunani *ergon* yang berarti kerja, dan *nomos* yang berarti peraturan atau hukum. Ergonomi merupakan suatu aturan tentang cara kerja dan sikap kerja. Ergonomi adalah bidang keilmuan yang sistematis tentang sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja yang baik untuk mencapai tujuan melalui pekerjaan yang efektif, efisien, aman, dan nyaman. (Firmansyah, 2020).

Ergonomi adalah bidang ilmu yang mengkaji bagaimana manusia berinteraksi dengan komponen sistem lainnya. Ini juga merupakan profesi yang menggunakan data, teori, dan teknik desain untuk menciptakan solusi yang memaksimalkan kinerja sistem dan kesejahteraan manusia. Kajian, seni, dan penerapan teknologi yang disebut ergonomi digunakan untuk mencocokkan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental, dengan segala fasilitas yang dimanfaatkan untuk beraktivitas dan istirahat guna meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan.

Ergonomi berfokus pada bagaimana tiga elemen utama manusia, mesin, dan lingkungan berinteraksi satu sama lain. Suatu sistem kerja yang tidak dapat dipisahkan antara satu sama lain terbentuk sebagai hasil dari hubungan ini. Istilah "sistem kerja" mengacu pada hubungan ini. Dalam perancangan pekerjaan, pendekatan ergonomi juga disebut pendekatan biologis karena berfokus pada pergerakan tubuh karyawan. Perusahaan akan mempertimbangkan hubungan antara lingkungan fisik perusahaan dan atribut fisik tubuh pekerja dalam pendekatan ergonomi. Metode ini dimaksudkan untuk mengurangi ketegangan dan kelelahan yang dialami karyawan selama menjalankan pekerjaan mereka. Metode ergonomi bertujuan untuk mengurangi kelelahan fisik, rasa sakit, kecelakaan kerja, dan gangguan kesehatan. Produk yang diproses melalui teknik ergonomi akan memiliki

banyak keuntungan, seperti menjadi lebih aman untuk dioperasikan, lebih nyaman untuk digunakan, lebih sehat karena tidak menimbulkan sumber penyakit, dan lebih produktif karena tidak menghasilkan kelelahan dengan cepat (Nirwana, 2020).

2.1.2 Manfaat dan Tujuan Ergonomi

Ergonomi secara umum bermanfaat untuk mengoptimalkan hasil produksi, mencegah kecelakaan atau cedera terkait pekerjaan, dan menciptakan lingkungan dan peralatan kerja yang meningkatkan kenyamanan pekerja.

Adapun beberapa manfaat dari ergonomi (Pheasant, 2003), yaitu :

1. Peningkatan hasil produksi, sehingga menghasilkan profitabilitas ekonomi. Hal ini antara lain disebabkan oleh:
 - a. Peningkatan produktivitas kerja.
 - b. Pengerjaan yang ditingkatkan.
 - c. Mengurangi tingkat pergantian karyawan (*labour turnover*).
2. Menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan, yang berarti:
 - a. Dapat mengurangi biaya pengobatan yang tinggi.
 - b. Dapat mengurangi penyediaan layanan gawat darurat di perusahaan.
3. Dengan Antropometri hal-hal berikut dapat direncanakan atau didesain:
 - a. Pakaian kerja yang ergonomis dan aman untuk pekerjaan tertentu.
 - b. *Workspace* atau tempat kerja yang lebih efektif.
 - c. Lingkungan kerja yang lebih nyaman.
 - d. Peralatan dan mesin yang sesuai dengan ukuran tubuh pekerja.
 - e. Produk konsumen yang sesuai dengan keinginan pembeli dan ergonomis.

2.1.3 Postur Kerja

Postur kerja adalah posisi tubuh saat melakukan suatu pekerjaan di stasiun kerja. Menjaga kesehatan tulang belakang dan menurunkan risiko perkembangan masalah *musculoskeletal disorder* (MSDs) membutuhkan postur tubuh yang baik. Di sisi lain, postur tubuh yang buruk dapat menyebabkan sakit kepala, lesu, serta nyeri punggung dan leher. Faktor kunci dalam mengevaluasi keefektifan pekerjaan

adalah postur kerja. Dapat diperkirakan bahwa operator akan menghasilkan output berkualitas tinggi jika postur kerjanya nyaman dan ergonomis (Apriliansyah, 2022). Postur kerja yang normal dapat menurunkan risiko cedera dan rasa sakit yang disebabkan oleh duduk lama dengan mengembangkan praktik postur tubuh yang tepat, yang juga akan bermanfaat bagi kesehatan dan kesejahteraan umum mereka.

Postur kerja yang baik sangat ditentukan oleh pergerakan organ tubuh saat bekerja yang meliputi (Briansah, 2018):

1. *Flexion* adalah gerakan dimana sudut antara dua tulang terjadi pengurangan.
2. *Extension* adalah gerakan merentangkan (*stretching*) dimana terjadi peningkatan sudut antara dua tulang.
3. *Abduction* adalah pergerakan menyamping menjauhi dari sumbu tengah (*the median plane*) tubuh.
4. *Adduction* adalah pergerakan ke arah sumbu tengah tubuh (*the median plane*).
5. *Rotation* adalah gerakan perputaran bagian atas lengan atau kaki depan.
6. *Pronation* adalah perputaran bagian tengah (menuju ke dalam) dari anggota tubuh.
7. *Supination* adalah perputaran ke arah samping (menuju keluar) dari anggota tubuh.

Dalam ergonomi, postur kerja dibagi berdasarkan posisi dan pergerakan tubuh. Berdasarkan posisi tubuh, postur kerja dibagi menjadi (Bridger, 2003):

1. Postur Netral (*Neutral Posture*), yaitu suatu postur di mana seluruh tubuh berada dalam posisi yang tepat atau seharusnya dan otot tidak berkontraksi terlalu banyak sehingga bagian organ, saraf, jaringan lunak, dan tulang tidak bergeser, ditekan, atau kontraksi terlalu banyak.
2. Postur Janggal (*Awkward Posture*), yaitu postur mengacu pada posisi tubuh (termasuk kaki, persendian, dan punggung) yang menyimpang secara signifikan dari posisi netral saat melakukan suatu aktivitas. Penyimpangan ini terjadi karena tubuh manusia memiliki keterbatasan dalam menahan beban dalam jangka waktu lama. Posisi tubuh yang

janggal akan menyebabkan ketegangan biomekanik pada otot, ligamen, dan artikulasi, sehingga menimbulkan ketidaknyamanan pada otot rangka. Selain itu, posisi tubuh yang tidak nyaman memerlukan lebih banyak tenaga pada daerah otot tertentu, sehingga menambah beban kerja kardiovaskular dan pernafasan dalam menghasilkan energi. Terlibat dalam posisi tubuh yang tidak nyaman dalam waktu lama memerlukan pengeluaran energi yang lebih besar untuk mempertahankan keadaan ini, yang menyebabkan kerusakan pada sistem muskuloskeletal.

2.1.4 *Musculoskeletal Disorder (MSDs)*

Musculoskeletal Disorders (MSDs) merupakan salah satu penyakit akibat kerja di mana individu mengalami gangguan kronis pada otot, tendon, dan saraf karena postur yang tidak nyaman, durasi kerja, frekuensi, dan gerakan berulang. (Ginanjar dkk., 2018). Kerusakan pada otot dapat berupa ketegangan otot, peradangan, dan degenerasi otot, sementara kerusakan pada tulang dapat berupa memar, mikro fraktur, patah, atau terpelintir. (Kuarariska, 2018).

Musculoskeletal Disorders disebabkan oleh pekerjaan yang dilakukan dengan cara yang tidak tepat, bekerja dengan keadaan postur yang janggal, beban yang diangkat, dan repetisi, merupakan penyebab utama terjadinya *Musculoskeletal Disorders* pada pekerja.

Keluhan-keluhan *Musculoskeletal Disorders* yang dialami pekerja jika terus dibiarkan dapat berpeluang besar menyebabkan dislokasi bagian tulang punggung, dan bagian lainnya. Hal ini dapat menyebabkan nyeri dan bisa fatal dan *irreversible*. Rasa sakit yang mengganggu sistem muskuloskeletal saat bekerja dapat menyebabkan pecahnya lempeng dan bagian dalam menonjol keluar, menekan saraf di sekitarnya. hal-hal yang dapat menyebabkan cedera atau kelumpuhan. Selain itu, rasa nyeri pada tubuh memiliki efek psikologis, seperti mengurangi kewaspadaan dan kelelahan karena perubahan pada organ-organ di luar kesadaran yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dan penyakit. (Wulandari, 2017). Sedangkan pada aspek ekonomi, perusahaan akan berdampak pada banyaknya pengeluaran biaya dan tidak efektifnya proses produksi.

2.1.5 *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) adalah metode yang digunakan di tempat kerja untuk menilai ergonomi posisi tubuh bagian atas. Tujuannya adalah untuk mengukur tingkat risiko yang terkait dengan tugas pekerjaan tertentu dan menemukan area untuk perbaikan. RULA menilai postur kepala, leher, badan, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan tangan. Penilaian tersebut terdiri dari memberi masing-masing wilayah tubuh ini skor berdasarkan postur mereka dan jumlah kekuatan yang diperlukan untuk tugas tersebut. Skor tersebut kemudian ditambahkan bersama untuk menghitung tingkat risiko tugas secara keseluruhan. Hasil RULA dapat digunakan untuk mengidentifikasi area di mana perubahan ergonomis akan dilakukan.

Metode RULA dikembangkan pada tahun 1993 oleh Dr. Lynn McAtamney dan Dr. Nigel Corlett dari *University of Nottingham*, Inggris Raya. RULA merupakan metode yang sangat efektif untuk menilai tingkat risiko aktivitas yang didominasi oleh pergerakan anggota tubuh bagian atas, seperti tangan, lengan, bahu, leher, dan punggung. Metode RULA memberikan penilaian secara lengkap dan mendetail pada setiap bagian tubuh, yaitu kelompok A (*upper arm, lower arm, wrist, wrist twist*) dan kelompok B (*neck, trunk, dan legs*), penggunaan otot (statis atau repetitif), dan gaya. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh Dempsey, dkk pada tahun 2005, metode RULA paling banyak digunakan oleh para ahli ergonomi internasional karena prosedurnya yang sesuai dan mudah digunakan (Djiono & Noya, 2013). Berikut di bawah ini *worksheet* pengukuran RULA yang biasanya digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini:

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Score					
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist		
1	1	1	2	2	2	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3
1	3	2	3	3	3	3	4
1	4	2	3	3	3	3	4
2	1	2	3	3	3	3	4
2	2	2	3	3	3	3	4
2	3	2	3	3	3	3	4
2	4	2	3	3	3	3	4
3	1	3	3	4	4	4	5
3	2	3	4	4	4	4	5
3	3	3	4	4	4	4	5
3	4	3	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	4	4	5
4	2	4	4	4	4	4	5
4	3	4	4	4	4	4	5
4	4	4	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	5	6	6
5	2	5	5	5	5	6	6
5	3	5	5	5	5	6	6
5	4	5	5	5	5	6	6
6	1	6	6	6	6	7	7
6	2	6	6	6	6	7	7
6	3	6	6	6	6	7	7
6	4	6	6	6	6	7	7

Table B: Neck Posture Score

Neck Posture Score	Trunk Posture Score					
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	2	3	4	5	6
1	2	1	2	1	2	1
1	3	2	3	3	4	5
2	2	3	2	3	4	5
3	3	3	4	4	5	6
4	5	5	6	6	7	7
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Wrist / Arm Score	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	3	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

Scoring: (final score from Table C)
 1-2 = acceptable posture
 3-4 = further investigation, change may be needed
 5-6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Gambar 2.1 RULA Assessment Worksheet

(Sumber: Wijsman dkk., 2019)

Adapun tahapan penilaian data dari metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Postur Kerja.

Mengidentifikasi postur kerja adalah tahapan melihat dan mencocokkan data hasil dari penelitian dengan panduan-panduan sudut atau gerakan badan yang telah dikembangkan sebelumnya. Adapun panduan tersebut adalah sebagai berikut:

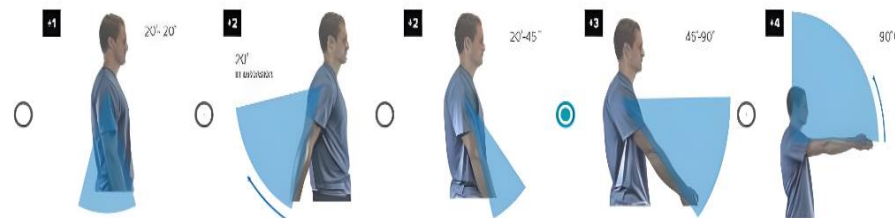
- a. Lengan Atas (*Upper Arm*)

Adapun pemberian skor pergerakan lengan atas dapat dilihat pada tabel 2.1 dan gambar 2.2 berikut ini:

Tabel 2.1 Skor Pergerakan Lengan Atas

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
20° <i>Extention</i> hingga 20° <i>Flexion</i>	1	+1 jika pundak/bahu ditinggikan
<i>Extention</i> lebih dari 20° atau 20°- 40° <i>Flexion</i>	2	+1 jika lengan atas <i>abductis</i>
45°- 90° <i>Flexion</i>	3	-1 jika operator bersandar
90° <i>Flexion</i> atau lebih	4	Atau bobot lengan ditopang

Sumber: Ariani, 2010

**Gambar 2.2 Postur Tubuh Bagian Lengan Atas**

(Sumber: Middlesworth, 2022)

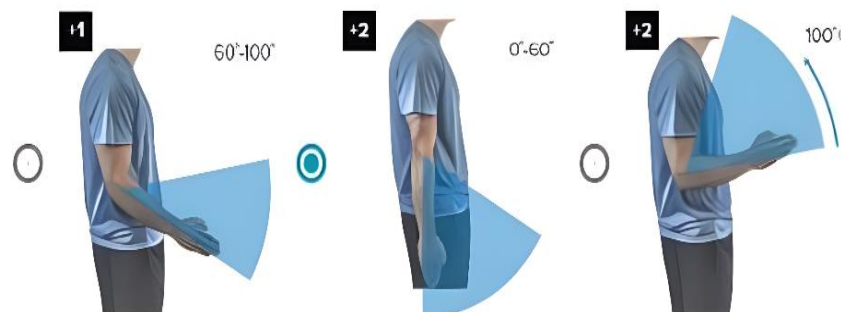
b. Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Adapun pemberian skor pergerakan bawah atas dapat dilihat pada tabel 2.2 dan gambar 2.3 berikut ini:

Tabel 2.2 Skor Pergerakan Lengan Bawah

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
60°- 100° <i>Flexion</i>	1	+1 jika lengan bekerja melintas garis tengah badan atau keluar dari sisi
Kurang dari 60° atau lebih dari 100° <i>Flexion</i>	2	

Sumber: Ariani, 2010

**Gambar 2.3 Postur Tubuh Bagian Lengan Bawah**

(Sumber: Middlesworth, 2022)

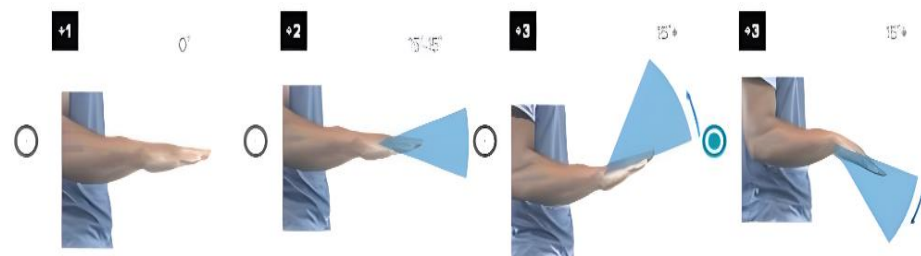
c. Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Adapun pemberian skor pergerakan bawah atas dapat dilihat pada tabel 2.3 dan gambar 2.4 berikut ini:

Tabel 2.3 Skor Pergerakan Pergelangan Tangan

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Posisi Netral	1	
0°- 15° <i>Flexion</i> maupun <i>Extention</i>	2	+1 jika pergelangan tangan menyimpang atau berputar
15° atau lebih <i>Flexion</i> maupun <i>Extention</i>	3	

Sumber: Ariani, 2010

**Gambar 2.4 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan**

(Sumber: Middlesworth, 2022)

Untuk putaran pergelangan tangan (Wrist Twist) pada posisi postur yang netral diberikan skor:

- + 1 Jika posisi tengah dari putaran.
- + 2 Jika posisi pada atau dekat putaran.

Adapun gambar dari *wrist twist* dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini.

**Gambar 2.5 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan**

(Sumber: Middlesworth, 2022)

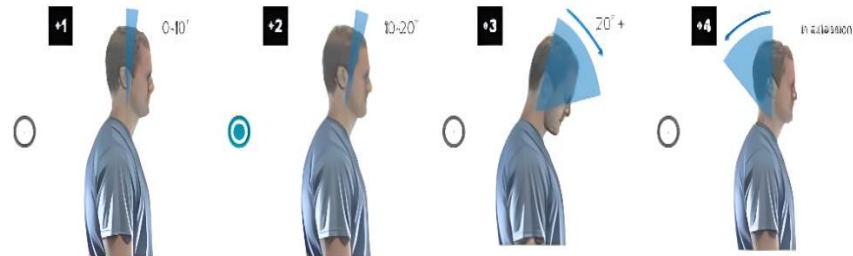
d. Leher (*Neck*)

Adapun pemberian skor pergerakan bawah atas dapat dilihat pada tabel 2.4 dan gambar 2.6 berikut ini:

Tabel 2.4 Skor Pergerakan Leher

Pergerakan	Skor
0°- 10° <i>Flexion</i>	1
10°- 20° <i>Flexion</i>	2
30° atau lebih <i>Flexion</i>	3
Jika dalam <i>Extention</i>	4

Sumber: Ariani, 2010

**Gambar 2.6 Postur Tubuh Pergerakan Leher**

(Sumber: Middlesworth, 2022)

Adapun jika leher yang diputar atau dibengkokkan ke kanan atau ke kiri maka skor di tambah 1 (Satu). Adapun putaran leher dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini.

**Gambar 2.7 Pergerakan Leher Yang Diputar Atau Dibengkokkan**

(Sumber: Middlesworth, 2022)

e. Batang Tubuh (*Trunk*)

Adapun pemberian skor pergerakan bawah atas dapat dilihat pada tabel 2.5 dan gambar 2.8 berikut ini:

Tabel 2.5 Skor Pergerakan Batang Tubuh

Pergerakan	Skor
Ketika sudut ditopang dengan baik pada sudut 90° atau lebih	1
0°- 20° <i>Flexion</i>	2
20°- 60° <i>Flexion</i>	3
60° atau lebih <i>Flexion</i>	4

Sumber: Ariani, 2010



Gambar 2.8 Pergerakan Batang Tubuh
 (Sumber: Middlesworth, 2022)

Adapun jika punggung diputar atau dibengkokkan, adapun jika punggung diputar maka skor ditambah 1 (satu) yang dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut ini:

- +1, jika tubuh diputar.
- +1, jika tubuh miring ke samping.



Gambar 2.9 Pergerakan Batang Tubuh Yang Diputar dan dibengkokkan
 (Sumber: Middlesworth, 2022)

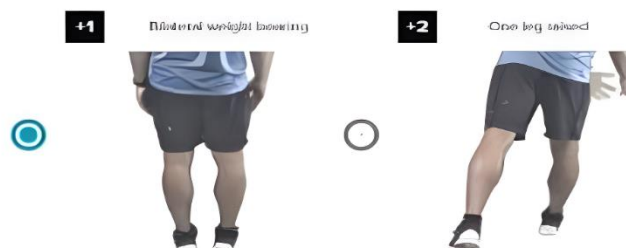
f. Kaki (*Legs*)

Adapun pemberian skor pergerakan bawah atas dapat dilihat pada tabel 2.6 dan gambar 2.10 berikut ini:

Tabel 2.6 Skor Postur Tubuh Kaki

Pergerakan	Skor
Posisi normal/seimbang	1
Tidak seimbang	2

Sumber: Ariani, 2010



Gambar 2.10 Postur Tubuh Bagian Kaki
 (Sumber: Middlesworth, 2022)

2. Memberikan Skor Postur Kerja.

Pemberian skor RULA dilakukan dengan melihat tabel pengelompokan bagian tubuh, yaitu bagian tubuh A yang meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan putaran pergelangan tangan. Kemudian skor tersebut dimasukkan ke tabel A yang dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7 Skor Postur Kelompok A

Lengan Atas	Lengan Bawah	Pergelangan Tangan							
		1		2		3		4	
		<i>Wrist Twist</i>		<i>Wrist Twist</i>		<i>Wrist Twist</i>		<i>Wrist Twist</i>	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	2	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	7
6	1	7	7	7	7	7	8	8	8
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Sumber: Siska & Angrayni, 2018

Adapun untuk bagian kelompok B yang meliputi leher, batang tubuh, dan kaki, skor tersebut dimasukkan ke tabel B yang dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2.8 Skor Postur Kelompok B

Leher	Punggung											
	1		2		3		4		5		6	
	<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	3	3	3	4	5	5	6	6	7	7

Tabel 2.8 Skor Postur Kelompok B (Lanjutan)

Leher	Punggung											
	1		2		3		4		5		6	
	<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>		<i>Legs</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Sumber: Siska & Angrayni, 2018

Sistem pemberian skor dilanjutkan dengan melibatkan otot dan juga beban yang di pegang oleh pekerja. Adapun untuk skor durasi postur tubuh pada saat tertentu adalah :

- +1, jika postur statis (dipertahankan dalam waktu 1 menit) atau penggunaan postur tersebut berulang lebih dari 4 kali dalam 1 menit.

Adapun untuk penggunaan beban skornya dapat dilihat pada tabel 2.9 berikut ini:

Tabel 2.9 Skor Pembebanan RULA

Beban	Skor
Pembebanan sesekali atau tenaga kurang dari 2 Kg	0
Jika beban sesekali 2 – 10 Kg	1
Jika beban 2 – 10 Kg bersifat statis atau berulang	2
Jika beban sesekali lebih dari 10 Kg	2
Jika beban lebih dari 10 Kg dialami secara statis atau berulang	3
Jika beban dialami dengan sentakan cepat	4

Sumber: Ariani, 2010

Setelah dilakukan penilaian pada kelompok A dan penilaian kelompok B, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus berikut:

- Kelompok A = Skor postur kelompok A + beban
- Kelompok B = Skor postur kelompok B + beban

Selanjutnya dilakukan pemberian *grand* skor, yang nilainya 1 sampai 7.

Adapun tabel *grand* skor dapat dilihat pada tabel 2.10 berikut ini:

Tabel 2.10 Grand Score RULA

Skor Kelompok A	Nilai Akhir (<i>Grand Score</i>)								
	Skor Kelompok B								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Sumber: Siska & Angrayni, 2018

3. Mengidentifikasi Kategori Tindakan RULA.

Adapun untuk tabel level tindakan (*action levels*) dapat dilihat pada tabel 2.11 berikut ini:

Tabel 2.11 Level Risiko dan Tindakan RULA

Poin RULA	Level Risiko	Tindakan
1 - 2	<i>Low</i>	Diterima secara ergonomi tidak memerlukan perubahan.
3 - 4	<i>Moderate</i>	Diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan.
5 - 6	<i>High</i>	Diperlukan perbaikan dalam waktu dekat.
7	<i>Very High</i>	Diperlukan perbaikan sekarang juga

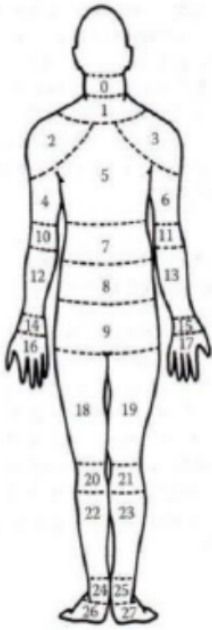
Sumber: Ariani, 2010

2.1.6 *Nordic Body Map*

Nordic Body Map ditujukan untuk mendapatkan pemahaman lebih lanjut tentang bagian tubuh mana yang mengalami rasa sakit atau ketidaknyamanan saat bekerja. Dengan NBM, mereka dapat menemukan dan menilai keluhan sakit mereka, karena kuesioner NBM sudah terstruktur dan terstandarisasi, kuesioner *Nordic Body Map* merupakan kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan karyawan. *Nordic Body Map* (NBM) merupakan kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh, Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada tidaknya gangguan pada bagian area tubuh tertentu (Dewi,

2020). Kuesioner *Nordic Body Map* digunakan untuk menilai persepsi subjek tentang ketidaknyamanan muskuloskeletal sebelum dan sesudah penyelesaian tugas (Zadry dkk, 2017).

Untuk pengisian *Nordic Body Map*, responden diminta untuk menilai area tubuh mana yang merasa sakit saat melakukan tugas kerja menggunakan skala *likert* yang telah ditentukan. Setelah responden mengisi kuesioner NBM, mereka memberi skor berdasarkan keterangan yang mereka rasakan saat bekerja, tidak sakit (tidak merasakan gangguan pada bagian tertentu) dengan skor 1, agak sakit (merasakan sedikit gangguan atau rasa nyeri pada bagian tertentu) dengan skor 2, sakit (merasakan ketidaknyamanan pada bagian tubuh tertentu) dengan skor 3, dan sangat sakit (merasakan ketidaknyamanan pada bagian tubuh tertentu dengan intensitas yang tinggi) dengan skor 4. (Dewi, 2020). Adapun kuesioner NBM dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut ini:

Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>						
Nama : _____						
Umur : _____ Tahun						
Lama Bekerja : _____ Tahun						
Anda diminta untuk menilai apa yang anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada tabel dan gambar di bawah ini						
Pilih tingkat kesakitan yang anda rasakan dengan memberikan tanda <input type="checkbox"/> pada kolom pilihan anda						
No.	Jenis Kekuhan	Tingkat Kekuhan				Peta Bagian Tubuh
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit	
0	Sakit/kaku di leher bagian atas					
1	Sakit/kaku di leher bagian bawah					
2	Sakit di bahu kiri					
3	Sakit di bahu kanan					
4	Sakit pada lengan atas kiri					
5	Sakit di punggung					
6	Sakit pada lengan atas kanan					
7	Sakit pada pinggang					
8	Sakit pada bokong					
9	Sakit pada pantat					
10	Sakit pada siku kiri					
11	Sakit pada siku kanan					
12	Sakit pada lengan bawah kiri					
13	Sakit pada lengan bawah kanan					
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri					
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan					
16	Sakit pada tangan kiri					
17	Sakit pada tangan kanan					
18	Sakit pada paha kiri					
19	Sakit pada paha kanan					
20	Sakit pada lutut kiri					
21	Sakit pada lutut kanan					
22	Sakit pada betis kiri					
23	Sakit pada betis kanan					
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri					
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan					
26	Sakit pada kaki kiri					
27	Sakit pada kaki kanan					

Gambar 2.11 Kuesioner *Nordic Body Maps*

(Sumber: Dewi, 2020)

Setelah responden mengisi kuesioner, maka jumlah skor tersebut akan di jumlahkan dan hasilnya akan menunjukkan tingkat risiko. Di bawah ini tabel 2.12 merupakan tabel klasifikasi tingkat risiko NBM adalah sebagai berikut:

Tabel 2.12 Klasifikasi Tingkat Risiko NBM

Skala Likert	Total Skor	Tingkat Risiko	Tindak Perbaikan
1	28 – 49	Rendah	Belum ditemukan adanya tindakan perbaikan
2	50 – 70	Sedang	Mungkin diperlukan, tetapi tidak dalam waktu dekat
3	71 – 90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	92 - 122	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber: Dewi, 2020

2.1.7 Perancangan Ulang Produk

Perancangan ulang atau redesain produk adalah proses perancangan ulang produk yang sudah ada sebelumnya. Redesain dilakukan untuk memenuhi tujuan tertentu yang mana dilakukan karena produk yang sudah ada tidak memenuhi kriteria tertentu. Pada kasus ini redesain dilakukan karena produk yang sudah tidak ergonomis dan tergolong masih sangat sederhana. Desain produk yang ergonomis merupakan langkah penting dalam menciptakan pengalaman kerja yang baik. Produk dirancang secara ergonomis dengan mempertimbangkan kebutuhan fisik dan kenyamanan pengguna, sekaligus meminimalkan tekanan yang tercipta saat digunakan. Dalam desain ini, setiap detail produk diperhatikan dengan seksama, termasuk bentuk, ukuran dan bahan yang digunakan. Bentuk produk menyesuaikan dengan bentuk dan gerakan alami tubuh pengguna. Redesain produk yang ergonomis digolongkan ke dalam rancangan teknik (*Engineering Design*) yang mana memperhatikan ukuran tubuh dan juga postur kerja, serta juga dilakukan analisis pada risiko MSDs, oleh karena itu redesain produk dilakukan dengan menggunakan data Antropometri dan hasil analisa risiko MSDs pada pekerja.

Aktivitas perancangan produk sangat penting dan mutlak untuk dilakukan sebelum proses produksi dilakukan karena dalam tahapan perancangan akan diperoleh informasi terkait deskripsi secara rinci dari benda yang akan dibuat

(Rahmayanti dkk., 2018). Pada umumnya dalam menciptakan sebuah produk akan melalui tahapan sebagai berikut:

1. *Market Research* dan *Feasibility Study*.
Pada umumnya bertujuan untuk mengetahui apa yang menjadi keinginan pasar.
2. *Brainstorming*
Adalah aktivitas mengumpulkan ide-ide untuk menemukan solusi atau jalan keluar dari suatu permasalahan. Proses ini nantinya memperoleh garis besar barang apa yang akan dibuat, cara kerja, komponen yang akan dipakai, dan lain sebagainya.
3. Menentukan Tujuan dan Batasan Produk
Hal ini bertujuan untuk mendapatkan secara detail atau rinci mengenai komponen-komponen dan material apa saja yang akan dipakai serta dalam merancang produk tersebut tidak berlebihan yang akan berakibat pada mahalnya harga jual ke konsumen.
4. Merancang atau Menggambar Produk
Menggambar produk bersandar pada dimensi komponen-komponen yang telah ditentukan pada tahap ke-2 di atas, dan akan mendapatkan ilustrasi produk jadi. Produk dapat digambar dalam dua dimensi atau tiga dimensi dengan menggunakan *software* tertentu seperti *Fusion 360*.
5. *Review* Produk.
Bertujuan untuk mengevaluasi apakah ada kekurangan pada rancangan yang sudah dibuat desainnya sampai tahap gambar.
6. Membuat *Prototype*/Sample
Prototype atau sampel barang merupakan model dari produk yang nantinya akan diproduksi secara masal.
7. Uji coba.
Uji coba dilakukan untuk menguji apakah barang yg kita buat ini benar-benar handal atau tidak sebelum dipasarkan.

8. Produksi Masal

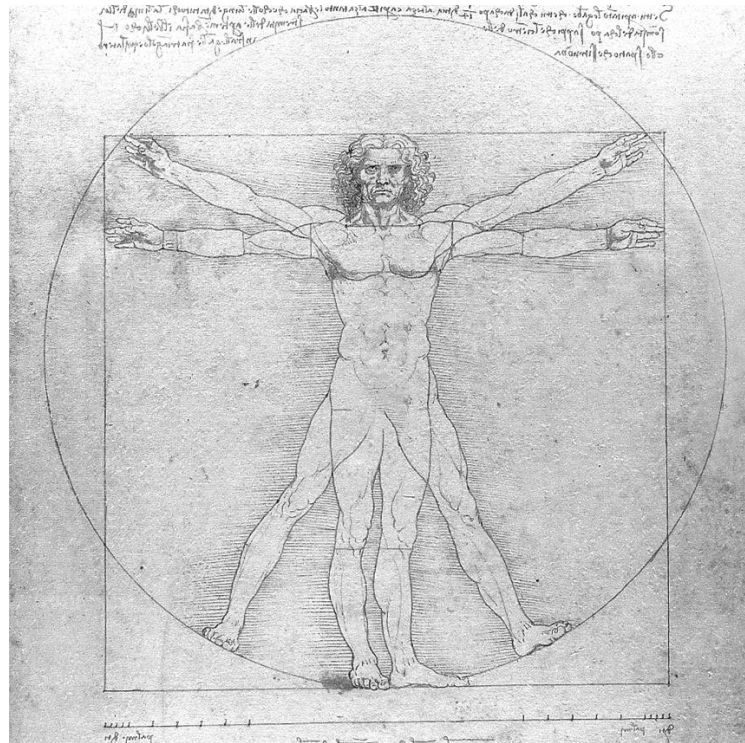
Dalam melakukan produksi masal perlu dilakukan kontrol kualitas untuk menghindari konsumen tidak sampai menerima barang yang rusak.

9. Garansi

Garansi adalah layanan yang diberikan oleh perusahaan kepada konsumen untuk membuat produk tersebut agar konsumen tenang jika sewaktu-waktu ada terjadi kerusakan pada produk.

2.1.8 Antropometri

Antropometri berasal dari kata-kata Latin "*anthropos*" yang berarti manusia, dan "*metron*", yang berarti pengukuran. Oleh karena itu, Antropometri mengacu pada tindakan mengukur tubuh manusia. Dengan mendapatkan pengukuran yang akurat dari fisik pekerja, hal ini memungkinkan untuk merancang peralatan kerja, stasiun kerja, dan barang yang disesuaikan dengan dimensi tubuh pekerja. Ini memastikan kenyamanan kerja optimal, kesehatan, dan keamanan. Pertimbangan proporsi tubuh manusia telah hadir untuk waktu yang signifikan, termasuk beberapa abad di masa lalu. Orang-orang Indonesia telah mengintegrasikan pertimbangan Antropometri dalam konstruksi peralatan kerja, perumahan, dan fasilitas lainnya, memastikan bahwa mereka disesuaikan dengan ukuran tubuh manusia. Misalnya, implementasi pertanian dan perabotan rumah secara khusus disesuaikan untuk memenuhi proporsi pengguna, berfokus hanya pada elemen fungsional dan estetika dari pada pertimbangan metrologi. Tempat-tempat ibadah kuno, seperti kuil-kuil Yunani, dirancang oleh upaya kolaboratif yang melibatkan filsuf, pelukis, dan arsitek yang memperhitungkan proporsi tubuh manusia. Selain itu, seniman terkenal Leonardo da Vinci menghasilkan gambar-gambar manusia yang dipengaruhi oleh ide-ide yang diusulkan oleh Vitruvius, seorang filsuf Romawi yang hidup sekitar abad ke-1 SM (Purnomo, 2013). Adapun gambar Vitruvius man dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut ini:



Gambar 2.12 Vitruvius Man

(Sumber: Campbell, 2016)

Merancang peralatan merupakan suatu tantangan karena perbedaan yang melekat pada tubuh manusia. Ketika membangun fasilitas kerja, penting untuk mempertimbangkan komponen manusia. Premis ini berakar pada pengakuan bahwa manusia memiliki bentuk dan dimensi tubuh yang berbeda. Misalnya, rata-rata tinggi badan laki-laki melebihi perempuan sekitar 13 cm. Oleh karena itu Variabilitas dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Purnomo, 2013) :

1. Umur

Desain yang sesuai usia memastikan kenyamanan pengguna. Desain perlengkapan untuk anak-anak akan berbeda dengan perlengkapan untuk orang dewasa. Oleh karena itu, usia merupakan isu penting yang harus dipertimbangkan ketika melakukan perancangan, karena usia secara langsung mempengaruhi kisaran proporsi tubuh manusia. Perkembangan manusia dimulai saat lahir dan berlanjut hingga dewasa, dan akan berhenti pada usia tertentu. Ada batasan pertumbuhan yang jelas bagi pria dan

wanita, dimana pria biasanya berhenti bertambah tinggi badannya pada usia dua puluhan. Sebaliknya, perempuan akan terhenti lebih awal dibandingkan laki-laki.

2. Jenis Kelamin

Selain usia, variabilitas dimensi tubuh manusia juga dipengaruhi oleh jenis kelamin. Biasanya, pria dewasa memiliki rata-rata tinggi fisik yang lebih besar dibandingkan wanita dewasa. Jika seorang perempuan memiliki proporsi tubuh yang lebih besar daripada laki-laki, penting untuk mempertimbangkan asal usul perempuan tersebut, karena ada kemungkinan bahwa dia berasal dari negara lain, yang dapat dianggap sebagai anomali.

3. Ras Asli

Perbedaan ras dan etnis juga berkontribusi terhadap variasi dimensi tubuh manusia. Migrasi individu, baik permanen maupun sementara, dari suatu negara ke negara lain sering kali menimbulkan tantangan dalam hal pengorganisasian dan pelaksanaan infrastruktur kerja, terutama yang berkaitan dengan urusan ketenagakerjaan. Penduduk Indonesia yang bekerja di industri di Amerika dan Eropa mempunyai dampak yang signifikan terhadap desain fasilitas kerja, khususnya terkait dengan variasi Antropometri antara penduduk Amerika, Eropa, dan Indonesia..

4. Variabilitas Jenis Pekerjaan Atau Profesi

Variasi dalam proporsi tubuh terlihat jelas dalam tugas atau pekerjaan tertentu yang dilakukan seseorang. Seorang tukang bangunan atau petani yang melakukan tugas mencangkul biasanya memiliki lengan yang lebih berotot dibandingkan dengan pegawai kantoran. Kesenjangan muncul karena persyaratan pekerjaan. Oleh karena itu, pekerjaan sering kali memerlukan ukuran tubuh yang spesifik. Hal ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan dan menjamin keselamatan pekerja saat mengoperasikan peralatan yang sudah ada. Seorang pilot harus memenuhi kriteria postur tubuh proporsional. Ketinggian merupakan kriteria penting

karena perlu disesuaikan agar sesuai dengan fasilitas kerja pesawat terbang.

5. Lingkungan Daerah

Lingkungan geografis atau tempat tinggal juga akan ikut mempengaruhi karakteristik fisik individu, sehingga menimbulkan variasi antara individu yang tinggal di daerah perbukitan, daerah pesisir, dan daerah perkotaan. Penduduk pedesaan umumnya menunjukkan indeks massa tubuh yang lebih rendah dibandingkan penduduk perkotaan.

6. Tingkat Sosial dan Status Nutrisi

Status sosial dan keadaan gizi juga berperan dalam mempengaruhi variasi proporsi tubuh manusia. Peningkatan status sosial seseorang akan sangat mempengaruhi kemampuannya dalam mengakses dan mempertahankan pola makan yang cukup dan berkualitas. Akibatnya, individu yang memiliki status sosial ekonomi rendah dan kesehatan gizi buruk akan memiliki proporsi fisik yang lebih kecil dibandingkan dengan mereka yang memiliki kesehatan gizi tinggi. Kelompok kontemporer memiliki tinggi badan dan ukuran tubuh keseluruhan yang lebih besar dibandingkan generasi sebelumnya. Hal ini disebabkan karena kebutuhan pangan generasi sekarang sudah terpenuhi.

2.1.8.1 Pengukuran Antropometri

Terdapat 36 pengukuran data Antropometri yang dilambangkan dengan D1 sampai dengan D36. Adapun untuk pengukuran data dimensi Antropometri dapat dilihat pada tabel 2.13 sebagai berikut:

Tabel 2.13 Dimensi Pengukuran Data Antropometri

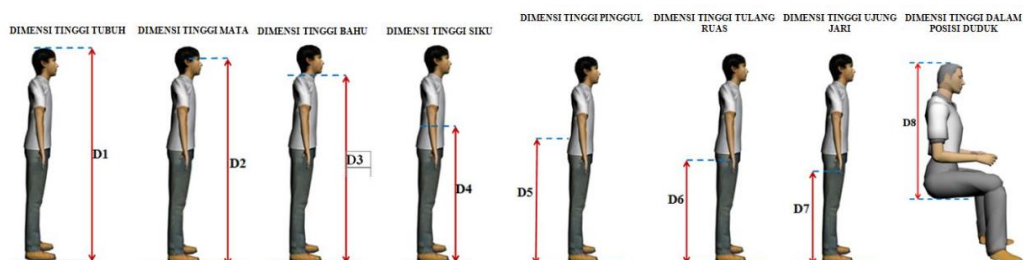
Kode	Dimensi
D1	Tinggi Tubuh
D2	Tinggi Mata
D3	Tinggi Bahu
D4	Tinggi Siku
D5	Tinggi Pinggul
D6	Tinggi Tulang Ruas
D7	Tinggi Ujung Jari
D8	Tinggi Dalam Posisi Duduk

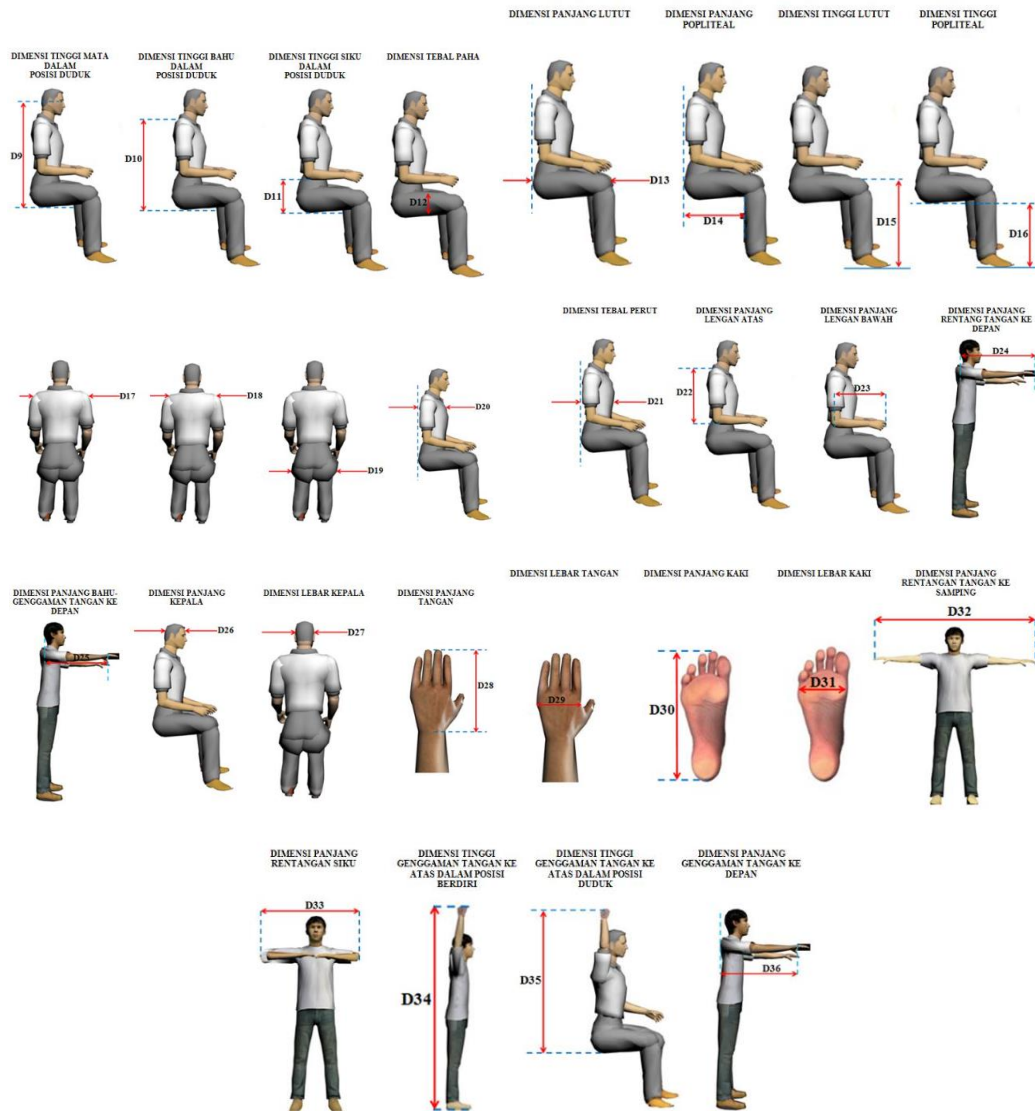
Tabel 2.13 Dimensi Pengukuran Data Antropometri (Lanjutan)

Kode	Dimensi
D9	Tinggi Mata Dalam Posisi Duduk
D10	Tinggi Bahu Dalam Posisi Duduk
D11	Tinggi Siku Dalam Posisi Duduk
D12	Tebal Paha
D13	Panjang Lutut
D14	Panjang Popliteal
D15	Tinggi Lutut
D16	Tinggi Popliteal
D17	Lebar Sisi Bahu
D18	Lebar Bahu Bagian Atas
D19	Lebar Pinggul
D20	Tebal Dada
D21	Tebal Perut
D22	Panjang Lengan Atas
D23	Panjang Lengan Bawah
D24	Panjang Rentang Tangan Ke Depan
D25	Panjang Bahu-Genggaman Tangan Ke Depan
D26	Panjang Kepala
D27	Lebar Kepala
D28	Panjang Tangan
D29	Lebar Tangan
D30	Panjang Kaki
D31	Lebar Kaki
D32	Panjang Rentangan Tangan Ke Samping
D33	Panjang Rentangan Siku
D34	Tinggi Genggaman Tangan Ke Atas Dalam Posisi Berdiri
D35	Tinggi Genggaman Ke Atas Dalam Posisi Duduk
D36	Panjang Genggaman Tangan Ke Depan

Sumber: Suhardi, 2015

Adapun untuk gambar pengukuran dimensi-dimensi Antropometri dapat dilihat pada gambar 2.13 sebagai berikut:





Gambar 2.13 Dimensi Pengukuran Data Antropometri

(Sumber: Suhardi, 2015)

2.1.8.2 Penerapan Data Antropometri

Terdapat beberapa prosedur yang dapat diikuti dalam penerapan data Antropometri untuk proses perancangan, hal-hal tersebut yaitu (Purnomo, 2013):

1. Hitung populasi rencana produk atau stasiun kerja. Individu yang termasuk dalam kelompok umur yang berbeda akan menunjukkan atribut dan persyaratan fisiologis yang berbeda. Hal serupa juga berlaku pada kelompok gender, ras, kelompok etnis, serta populasi sipil atau militer.

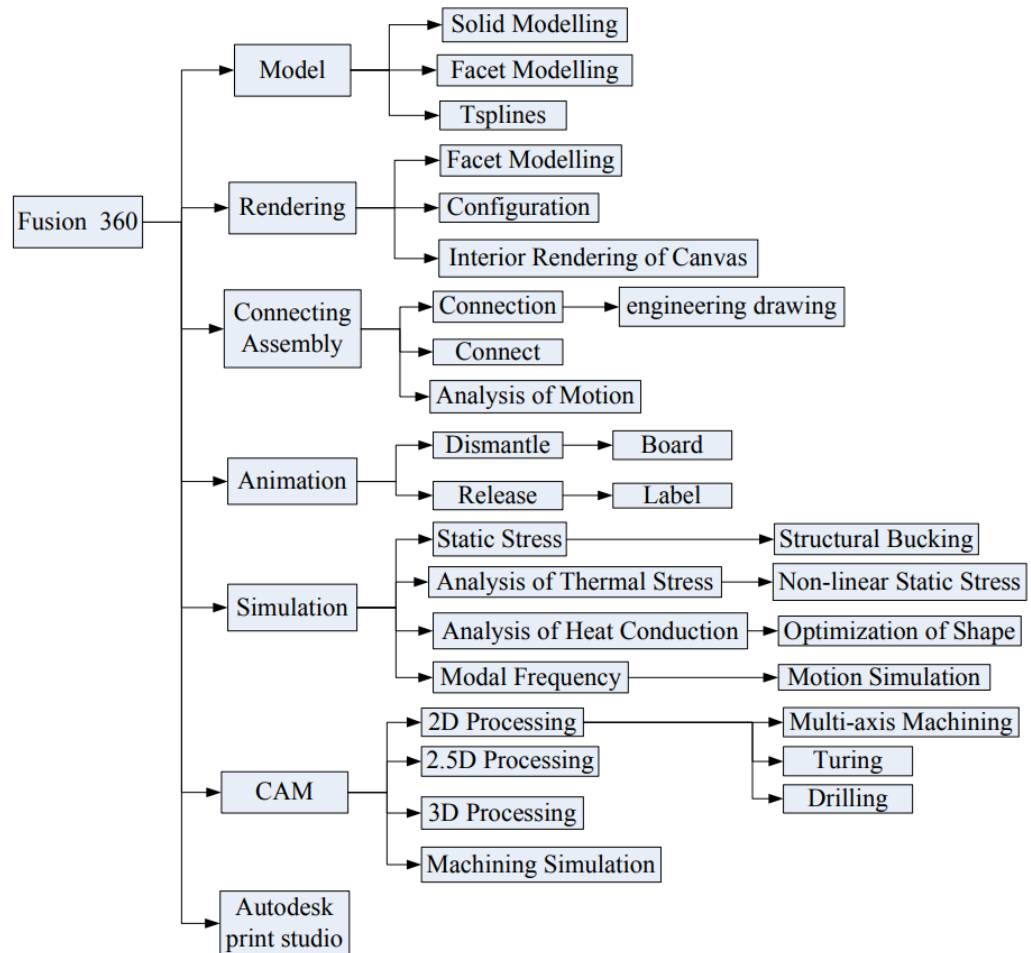
2. Identifikasi ukuran tubuh krusial yang dianggap penting dalam proses desain, seperti tinggi mata saat duduk, tinggi badan saat berdiri atau duduk, lebar pinggul, dan tinggi punggung atau lutut. Misalnya saat merancang pintu masuk, penting untuk memperhitungkan tinggi pengguna dan lebar maksimum bahu mereka. Contoh lainnya seperti, pengaturan tempat duduknya harus bisa sesuai dengan lebar pinggul pengguna.
3. Hitung proporsi populasi yang akan dimasukkan dalam desain. Karena kesenjangan anggaran dan ekonomi serta keterbatasan desain, tidak mungkin suatu desain dapat melayani seluruh komunitas pengguna dengan akurasi 100%.
4. Untuk memastikan nilai persentil yang sesuai untuk setiap dimensi tubuh, gunakan tabel Antropometri. Jika nilai persentil tidak tersedia dalam tabel, gunakan nilai rata-rata dimensi dari data Antropometri.
5. Jika diperlukan, berikan kelonggaran pada data yang ada. Salah satu contoh hal yang harus dipertimbangkan saat mencari kelonggaran adalah pakaian. Perlengkapan seperti sepatu, sarung tangan, masker, dan penutup kepala juga harus dipertimbangkan.
6. Manfaatkan maket atau simulasi untuk tujuan mengevaluasi dan menilai desain. Desainer harus menilai apakah desainnya memenuhi persyaratan atau tidak. Untuk menguji desain, Anda dapat menggunakan maket atau simulasi dengan menggunakan sampel pengguna untuk melakukan simulasi.

2.1.9 Software Yang Digunakan Pada Perancangan

Adapun *software* atau perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan perancangan alat usulan serat untuk melakukan simulasi untuk analisis postur kerja dengan metode RULA adalah sebagai berikut ini:

1. *Fusion 360*
Fuison 360 adalah produk yang diperkenalkan oleh Autodesk dan mengintegrasikan desain industri, desain struktural, simulasi mekanis, dan CAM, *Fusion 360* merupakan platform desain yang mendukung kolaborasi

dan berbagi baik lintas platform dan melalui *cloud*. Fusion 360 terdiri dari beberapa fitur dan modul seperti, pemodelan, pencetakan, penambalan permukaan, *rendering*, animasi, simulasi, CAM, gambar dan sebagainya. Fitur dan modul Fusion 360 dapat dilihat pada gambar 2.14 berikut ini (Song dkk., 2018):



Gambar 2.14 Fitur dan Modul Fusion 360

(Sumber: Song dkk., 2018)

2. *Catia V5*

Sistem CAD CATIA V5 dilengkapi dengan fitur canggih untuk studi pemodelan manusia dan ergonomi. Oleh karena itu, produk yang dirancang di meja kerja *Part Design* dapat secara langsung dinilai sesuai dengan pengguna dengan mempertimbangkan persyaratan ergonomi. *Workbench Ergonomics Design* dan *Analysis* mencakup beberapa fungsi, termasuk *Human Builder*, *Human Activity Analysis*, *Human Posture*

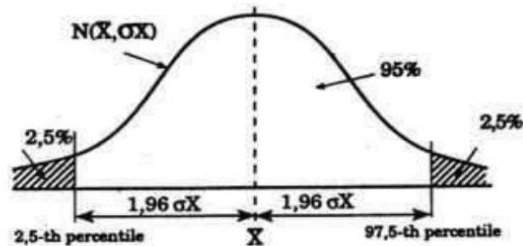
Analysis dan Human Measurements Editor (Yogasara, 2004). CATIA V5 memfasilitasi pencapaian posisi tubuh ergonomis melalui dua alat perangkat lunak utama. Alat perangkat lunak awal, yang dikenal sebagai editor pengukuran manusia, digunakan untuk menghasilkan representasi digital yang komprehensif dari model manusia untuk studi mendalam. Ini dapat menghasilkan manekin manusia dengan menggunakan urutan yang canggih dari alat antropomorfik canggih dan dengan menyesuaikan serangkaian karakteristik esensial yang terbatas. Perangkat lunak CATIA V5 mencakup *toolkit builder* manusia yang canggih yang dirancang khusus untuk membuat model digital manusia, yang dikenal sebagai manekin. Fitur-fitur ini memungkinkan manipulasi manekin dan penyelidikan interaksi mereka dengan produk. Manekin dapat digunakan untuk menciptakan desain yang estetis, fungsional, dan nyaman. Selain alat-alat yang disebutkan di atas, CATIA V5 sekarang menawarkan kemampuan untuk menganalisis perakitan stasiun kerja. Dua modul perangkat lunak lainnya telah dikembangkan untuk melayani fungsi, yaitu analisis aktivitas manusia dan analisis postur manusia. *Software* analisis aktivitas manusia dapat menganalisis interaksi antara manusia dan objek di ruang kerja, serta konsekuensi dari turun, mengangkat, menekan, dan menarik. Perangkat lunak ini dapat mengevaluasi beberapa aspek kinerja manusia dengan menganalisis kedua postur statis dan kegiatan rumit selama pelaksanaan tugas. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan efisiensi dengan menggunakan berbagai alat untuk analisis ergonomis. Ini melibatkan mengevaluasi interaksi yang rumit antara manekin dan item di dunia virtual (Kamat dkk., 2017).

2.1.10 Pengujian Data

2.1.10.1 Penggunaan Distribusi Normal

Salah satu distribusi normal yang paling umum digunakan dalam analisis statistik adalah distribusi normal. Selain itu, distribusi normal juga dikenal sebagai

kurva lonceng atau kurva Gauss, karena bentuk grafik dari fungsi kepekatan probabilitas mirip dengan kurva lonceng. Adapun gambar kurva lonceng atau Gauss dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut ini:



Gambar 2. 15 Kurva Distribusi Normal
(Sumber: Hayati, 2020)

Banyak pengujian hipotesis biasanya mengambil data dengan distribusi normal. Ini juga berlaku untuk analisis statistik yang menggunakan data Antropometri. Nilai simpang baku dan rata-rata adalah dua parameter penting distribusi normal. dimana jumlah ukuran dimensi tubuh dibagi dengan jumlah responden menghasilkan nilai rata-rata. Nilai rata-rata dihitung dengan rumus berikut (Purnomo, 2013):

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \dots\dots\dots \text{Pers.(2.1)}$$

Dimana:

X = Dimensi Tubuh Yang di Ukur

N = Jumlah Data

Standar deviasi, juga dikenal sebagai simpang baku, adalah akar kuadrat variansi, yang merupakan bilangan tak-negatif. Simpang baku adalah variasi sebaran data. Nilai simpang baku kecil menunjukkan variasi data hampir sama, dan nilai simpang baku besar menunjukkan variasi data lebih besar. Sebagai contoh, simpang baku diformulasikan sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots \text{Pers.(2.2)}$$

Dimana:

σ = Standar Deviasi (Simpangan Baku)

x_i = Setiap Nilai Dari Pupulasi

\bar{X} = Nilai Rata-rata Populasi

N = Jumlah Pengamatan

2.1.10.2 Uji Keseragaman Data

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dapat digunakan untuk menguji keseragaman data dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% (Alfatiyah & Marthin, 2017). Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah dikumpulkan seragam. Jika hasil perhitungan menunjukkan bahwa data melebihi batas atas dan bawah, maka data tidak dapat digunakan. Adapun rumus batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma \dots\dots\dots \text{Pers.(2.3)}$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma \dots\dots\dots \text{Pers.(2.4)}$$

2.1.10.3 Uji Kecukupan Data

Sebelum uji kecukupan data, derajat ketelitian adalah 5% ($s = 0,05$), yang menunjukkan penyimpangan maksimum dari hasil penelitian. Selain itu, tingkat kepercayaan 95% ditentukan dengan $k = 2$, menunjukkan seberapa besar keyakinan pengukur akan ketelitian data Antropometri. Jika banyaknya pengamatan yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat ($N' \leq N$), maka pengamatan tambahan tidak harus dilakukan kembali, tetapi Jika N' lebih besar dari N ($N' \geq N$), maka banyaknya pengamatan yang sudah dilakukan belum memenuhi syarat dan harus dilakukan pengamatan tambahan (Suirta, 2020). Adapun rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{n} \right] \dots\dots\dots \text{Pers.2.5}$$

2.1.10.4 Persentil

Persentil adalah konsep statistik yang menjelaskan posisi relatif suatu nilai dalam kumpulan data. Persentil digunakan untuk menghitung persentase titik data yang berada di bawah atau di atas ambang batas tertentu. Persentil membantu dalam membandingkan dan memahami posisi nilai dalam distribusi data. Pemakaian nilai-nilai yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data Antropometri.

Persentil penting dalam Antropometri, persentil digunakan untuk mengevaluasi dan mengklasifikasikan individu berdasarkan sifat fisiknya. Persentil Antropometri adalah cara sistematis untuk menilai dan membandingkan parameter tubuh seperti tinggi badan, berat badan, lingkar kepala, dan indeks massa tubuh (BMI). Persentil ini menunjukkan di mana pengukuran individu berada dalam kaitannya dengan populasi referensi. Persentil Antropometri memungkinkan peneliti dan desainer untuk mengamati pola pertumbuhan, mendeteksi *outlier*, dan membuat keputusan yang tepat tentang kesehatan, nutrisi, ukuran pakaian, desain ergonomis, dan lainnya. Adapun macam-macam persentil dapat dilihat pada tabel 2.14 berikut ini:

Tabel 2.14 Macam Persentil

Persentil	Perhitungan
Ke - 1	$-2.325 \sigma x$
Ke - 2,5	$-1.96 \sigma x$
Ke - 5	$-1.645 \sigma x$
Ke - 10	$-1.28 \sigma x$
Ke - 50	X
Ke - 90	$+1.28 \sigma x$
Ke - 95	$+1.645 \sigma x$
Ke - 97,5	$+21.96 \sigma x$
Ke - 99	$+2.325 \sigma x$

Sumber : (Suhardi, 2015)

2.2 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dan dijadikan referensi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Benedikta Anna Haulian Siboro, dkk pada tahun 2018 dengan judul “*Design of Tofu Cutting Tools to Improve Repetitive Tasks Using OCRA*”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko pekerjaan repetitif pada proses pemotongan tahu dan merancang alat potong tahu untuk mengurangi risiko bahaya pekerjaan yang repetitif tanpa mengurangi kualitas tahu dengan menggunakan metode *Occupational of Repetition Activities* (OCRA) dan Antropometri yang dilakukan pada dua pabrik tahu di Batam (Tahu Pak Joko dan Tahu Pak Udin. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa didapatkan skor OCRA 3,8 – 4,48 yang

mana dalam kategori risiko sedang. Selain itu perancangan alat potong tahu yang didesain secara ergonomis menggunakan data Antropometri tangan pekerja dapat mengurangi gerakan berulang pada proses pemotongan tahu. Dan setelah di analisis ulang menggunakan OCRA di dapat hasil skor 1,5 yang masuk ke dalam kategori risiko kecil.

2. Penelitian Dwi Nurul Izzati pada tahun 2010 dengan judul “Pengembangan Alat Pemotong Tahu Yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode RULA”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang alat potong tahu yang ergonomis menggunakan data hasil dari analisis menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Hasil dari penelitian ini di dapatkan *Grand Score* RULA sebesar 4 yang berarti perubahan mungkin perlu dilakukan. Luaran yang di hasilkan pada penelitian ini adalah perancangan alat potong tahu sederhana, murah, dan mampu diaplikasikan guna meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil produksi.
3. Penelitian Andi Nirwana pada tahun 2020 dengan judul “Modifikasi Dan Pengujian Alat Pemotong Tahu Dengan Pendekatan Ergonomi”. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi alat potong tahu dan menguji secara teknis ergonomis alat pemotong tahu menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa hasil perancangan alat potong tahu baru meningkatkan efisiensi operator satu sebesar 74% dan operator dua sebesar 61%, serta hasil analisis skor REBA menunjukkan skor 3 yang mana masuk ke dalam kategori tindakan 1 yaitu mungkin perlu tindakan.
4. Penelitian Herdi Susanto pada tahun 2020 dengan judul “Rancangan Alat Potong Tahu Tradisional untuk Industri Rumahan di Kabupaten Nagan Raya”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat potong tahu yang disesuaikan dengan kebutuhan industri rumahan pada industri tahu di kabupaten Nagan Raya. Alat potong tahu dirancang menggunakan bahan *stainless* dengan spesifikasi, *Main Frame Stainless* panjang 100 cm lebar

1 cm dan tinggi 5 cm, dan kapasitas produksi tahu per dua kali potong sebanyak 256 dan waktu kecepatan potong 150 detik.

5. Penelitian Benedikta Anna Haulian Siboro pada tahun 2017 dengan judul “Perancangan Alat Pemotong Tahu Untuk Mengurangi Gerak Dengan Metode *Motion Time Measurement* (MTM) - *Motion Time Study* (Studi Kasus Pabrik Tahu Pak Joko). Penelitian ini bertujuan untuk dapat meminimalisir pergerakan tangan saat proses pemotongan tahu. Penelitian ini menggunakan metode *Motion Time Measurement* (MTM) untuk menganalisis waktu pemotongan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perubahan pada waktu pemotongan setelah menggunakan alat baru.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UMKM tahu yang berada di Aceh. Penelitian dilakukan dalam jangka waktu beberapa bulan yang dimulai dari bulan April 2023 dan akan terus di teliti secara berkala sampai dengan selesainya penulisan karya ini.

3.2 Objek Penelitian

Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah berupa pekerja pada bagian pemotongan tahu di UMKM tahu di Aceh. Adapun data UMKM tahu dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Data Pabrik Tahu di Wilayah Kabupaten Aceh Utara Dan Kota Lhokseumawe

No.	Nama Industri Tahu	Alamat	Jumlah Operator
1	Tahu Manaf	Bangka	3
2	Jeumpa Putih	Batuphat	3
3	Muktar Zakaria	Blang Mangat	4
4	Ilhamsyah	Blang Pulo	3
5	Majid Tahu	Cunda	2
6	Murni Gizi	Kota Lhokseumawe	4
7	Muslim	Kota Lhokseumawe	4
8	Zamzami	Kota Lhokseumawe	5
9	Sumber Wahyu	Kota Lhokseumawe	4
10	Putra Aceh	Kota Lhokseumawe	4
11	Usaha Tahu Zaitun	Kota Lhokseumawe	3
12	Jafar Tahu	Kota Lhokseumawe	5
13	Jailani Tahu	Kota Lhokseumawe	5
14	Murni Jalil	Kota Lhokseumawe	4
15	Tahu Asoy	Kota Lhokseumawe	4
16	Agus Tahu	Lhoksukon	3
17	Tahu Darsiah	Muara Dua	5
18	Tahu Palda	Paloh Lada	3
19	Doa Ibu	Peunteut	2
20	Tahu Safarinah	Peunteut	3
21	Tahu Bandung Diah	Peunteut	4
Total			77

Sumber: Pengumpulan Data

3.3 Jenis dan Sumber Data

Adapun jenis dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari observasi langsung ke UMKM tahu yang ada di Aceh; ini termasuk wawancara, hasil kuesioner, analisis di tempat produksi, dan foto dan video dokumentasi.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti buku, internet, dan jurnal terkait.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik-teknik pengumpulan data yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi atau Pengamatan

Observasi atau pengamatan mengacu pada tindakan dengan metode yang jelas dan terperinci untuk secara langsung menyaksikan dan memeriksa suatu fenomena atau peristiwa. Selama proses observasi, peneliti atau pengamat secara aktif mengumpulkan dan mendokumentasikan informasi yang berkaitan dengan subjek atau item yang diamati. Tujuan dari observasi adalah untuk mengumpulkan data yang akurat dan tidak bersalah tentang perilaku, interaksi, kondisi fisik, atau atribut individu yang diamati. Untuk penelitian ini, pengamatan langsung dilakukan di fasilitas UMKM yang berlokasi di Aceh yang mengkhususkan diri dalam proses pemotongan.

2. Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner adalah bentuk pengumpulan data yang sering digunakan dalam penelitian dan survei. Pendekatan ini melibatkan presentasi peserta dengan urutan pertanyaan yang dirancang untuk mengumpulkan data tentang subjek penelitian tertentu. Keuntungan utama dari distribusi kuesioner adalah efektivitasnya dalam pengumpulan data dari sejumlah besar

peserta secara bersamaan. Pada penelitian ini kuesioner yang disebar adalah kuesioner *Nordic Body Maps* (NBM).

3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah metodologi pengumpulan data yang penting dalam penelitian ini. Posisi tubuh pekerja akan didokumentasikan melalui video dan gambar, yang akan berfungsi sebagai bahan referensi untuk pengolahan data.

4. Wawancara

Wawancara adalah jenis pengumpulan data yang interaktif di mana responden mengajukan pertanyaan kepada responden untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan tujuan penelitian. Para peneliti memperoleh wawasan yang komprehensif tentang sikap manusia, pendapat, pengalaman, dan pemahaman yang berkaitan dengan subjek yang diselidiki melalui penggunaan wawancara. Studi ini melibatkan wawancara dengan pekerja yang terlibat dalam proses pemotongan pada UMKM tahu di Aceh.

3.5 Metode Analisis Hasil

Metode penelitian yang akan digunakan untuk menganalisis data yang telah dikumpulkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis *Nordic Body Maps* (NBM)

Nordic Body Maps (NBM) adalah alat visual yang digunakan dengan memberikan kuesioner kepada pekerja untuk mengetahui letak keluhan muskuloskeletal pekerja pada proses pemotongan tahu.

2. Analisis Postur Menggunakan Metode *Rapid Upper Limb Assessment*

Analisis menggunakan metode RULA dilakukan dengan cara menganalisis bentuk tubuh pekerja saat melakukan pekerjaan. Adapun postur yang di analisis adalah sebagai berikut:

- a. Analisis tangan dan pergelangan tangan.
- b. Analisis leher, badan, dan kaki.
- c. Menambahkan skor untuk otot yang digunakan saat bekerja.
- d. Menambahkan beban yang di gunakan saat bekerja.

- e. Menganalisis menggunakan *Software ErgoFellow* untuk mendapatkan skor akhir.

3. Perhitungan Antropometri

Perhitungan Antropometri merupakan perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui ukuran alat yang akan di rancang. Adapun untuk pengukuran dan perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran dimensi tubuh pekerja proses pemotongan tahu
- b. Tabulasi data Antropometri
- c. Menentukan jumlah kelas dari data Antropometri
- d. Menentukan panjang kelas atau *Range (R)* dari data Antropometri
- e. Menentukan Interval Kelas (I)
- f. Membuat tabel distribusi
- g. Menentukan nilai Rata-rata
- h. Menentukan *standart deviasi (Sd)*
- i. Melakukan uji keseragaman data
- j. Melakukan uji kecukupan data
- k. Uji statistik
- l. Menghitung nilai persentil

4. Mendesain Produk

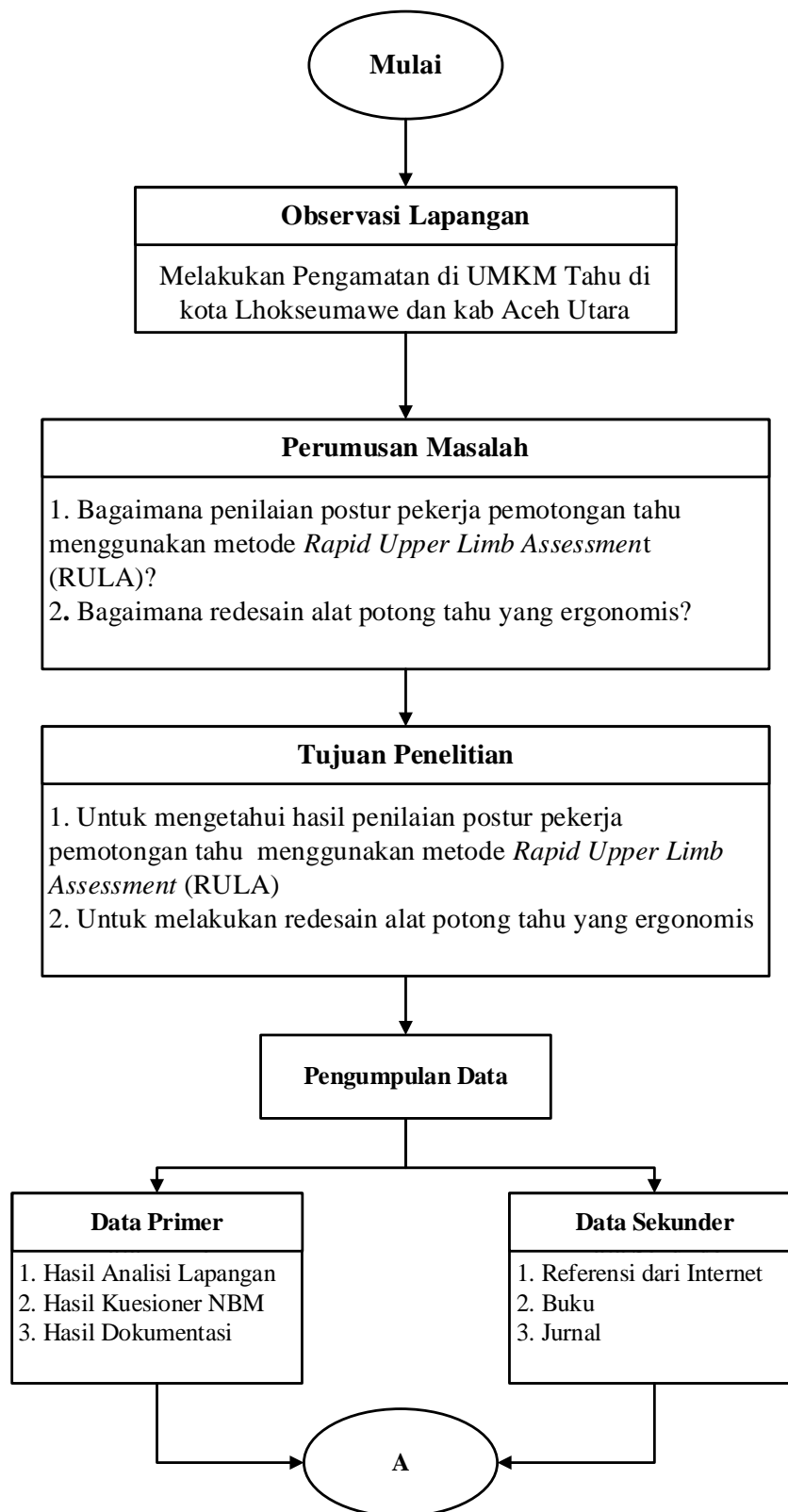
Setelah dilakukan analisis dan perhitungan Antropometri, maka selanjutnya produk akan di desain menggunakan *software* Fusion 360 dan akan menjadi penyelesaian masalah dalam penelitian ini.

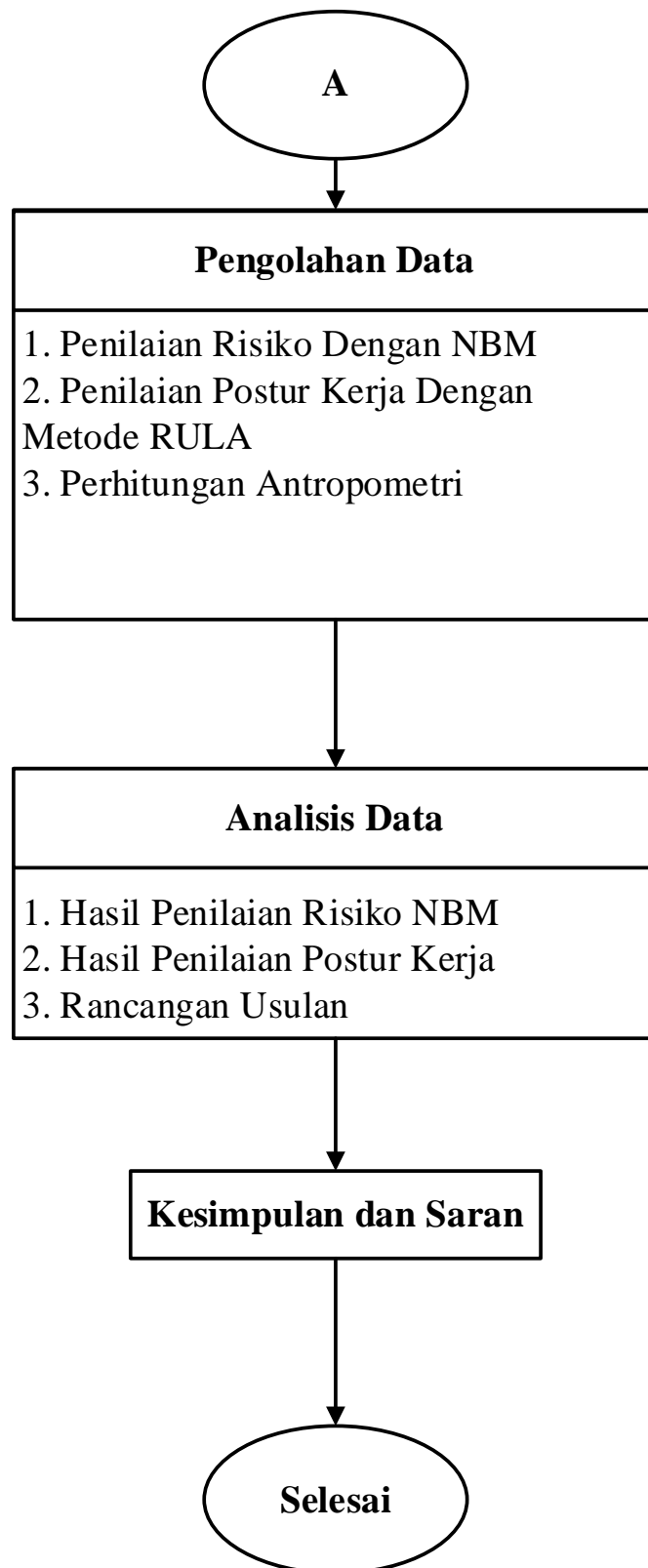
5. Melakukan Simulasi Analisis Postur Dengan *Software Catia V5*

Setelah membuat desain 3D, maka selanjutnya dilakukannya simulasi untuk melihat bagaimana hasil analisis postur dari desain baru menggunakan metode RULA dengan bantuan *software Catia V5*.

3.6 *Flowchart* Penelitian

Adapun untuk flowchart pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini:





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian
(Sumber: *Software Visio*)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Gambaran Umum Proses Produksi Tahu

Proses Produksi tahu pada umumnya memiliki 6 stasiun kerja yang terdiri dari stasiun perendaman, penggilingan, perebusan, penyaringan, pencetakan, dan pemotongan. Dengan jumlah pekerja dalam satu pabrik berkisar 2 sampai 5 orang maka setiap stasiun tidak memiliki pekerja tetap, maka cara kerja yang digunakan yaitu bergantian untuk setiap prosesnya. Peralatan yang digunakan dalam melakukan proses pada umumnya sama yaitu peralatan konvensional atau tradisional, seperti alat saring bubur kedelai, loyang cetakan tahu, pengepresan, dan pemotongan.

Tahu yang diproduksi di wilayah Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe terbagi menjadi dua jenis yaitu Tahu Sayur dan Tahu Isi. Proses produksi Tahu Sayur dan Tahu Isi tidak banyak perbedaan. Proses produksi pembuatan Tahu Sayur dimulai pada pukul 21:00 sampai 05:00. Adapun proses produksi pembuatan Tahu Sayur, yaitu sebagai berikut:

1. Pencucian

Untuk hasil yang bagus dan bersih dilakukanlah pencucian terhadap kacang kedelai dari sisa-sisa kulit dan debu yang menempel pada kacang sebelum dilakukan proses penggilingan. Adapun proses pencucian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Proses Pencucian Kacang Kedelai

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

2. Perendaman

Setelah dicuci dilanjutkan proses perendaman guna melunakkan kacang kedelai selama 3 jam. Adapun proses perendaman kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Perendaman Kacang Kedelai

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

3. Penggilingan

Guna mendapatkan sari pati kacang kedelai dilakukan proses penggilingan. Proses penggilingan dilakukan menggunakan mesin dengan memasukkan kacang kedelai yang sudah direndam dengan bantuan air agar bubur kedelai dapat keluar dengan lancar. Adapun proses penggilingan dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Proses Penggilingan Kacang Kedelai

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

4. Penyaringan

Setelah kacang kedelai digiling selanjutnya dilakukan penyaringan guna mengeluarkan sari pati. Proses penyaringan menggunakan kain belacu yang sudah didesain seperti kantung. Bubur kacang kedelai dimasukkan kedalam kantung kain belacu kemudian dilakukan penekanan terhadap kain. Adapun

untuk proses penyaringan bubur kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Proses Penyaringan Bubur Kedelai

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

5. Perebusan

Setelah saripati terkumpul dalam wadah kemudian dilakukan perebusan agar sari pati matang. Proses perebusan dilakukan dalam tungku yang dipanaskan oleh kayu bakar. Adapun proses perebusan saripati kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Proses Perebusan Saripati Kacang Kedelai

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

6. Pemberian Zat Asam

Pemberian zat asam digunakan untuk menggumpalkan sari pati kacang kedelai sehingga terpisah dengan air. Zat asam yang digunakan dapat berupa Cuka ataupun Biang Garam. Adapun proses pemberian zat asam dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut:



Gambar 4.6 Pemberian Zat Asam

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

7. Cetak dan Press

Proses pencetakan dilakukan guna membentuk tahu. Agar tahu terpisah oleh air maka setelah bubur tahu dimasukkan ke dalam cetakan kemudian dilakukan pengepresan. Untuk pengepresan digunakan batu dengan berat 10-20 kg yang diletakkan di atas cetakan tahu. Adapun proses pencetakan dan pengepresan tahu dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Proses Pencetakan dan Pengepresan

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

Proses produksi pembuatan Tahu Isi dimulai pada pukul 08:00 sampai 20:00. Proses produksi pembuatan Tahu Isi tidak begitu berbeda dengan Tahu Sayur. Pembuatan Tahu Sayur dilakukan dengan merebus bubur kedelai terlebih dahulu setelah di giling kemudian dilakukan penyaringan. Alat saring yang digunakan dalam pembuatan Tahu Isi berbeda dengan Tahu Sayur. Adapun proses penyaringan dalam pembuatan Tahu Isi dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut:



Gambar 4.8 Proses Penyaringan Tahu Isi

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

Untuk langkah selanjutnya sama dengan pembuatan Tahu Sayur namun ditambah dengan pemotongan tahu di tempat oleh pekerja. Adapun proses pemotongan dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Proses Pemotongan Tahu

Sumber: Hasil Observasi Pabrik Tahu

Adapun untuk proses pembuatan tahu yang berada di kabupaten Aceh Utara dan kota Lhokseumawe dapat dilihat dengan jelas pada peta proses operasi pada lampiran I.

4.1.2 Penilaian *Nordic Body Map* (NBM)

Adapun keluhan *muskuloskeletal* biasanya diketahui dari hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Adapun hasil rekapitulasi kuesioner *Nordic Body Map* pada UMKM tahu yang berada di kota Lhokseumawe dan kabupaten Aceh Utara dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Rekapitulasi Kuesioner *Nordic Body Map* UMKM Tahu di Kab Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe

No.	Nama Industri Tahu	TS	AS	S	SS	Skor	Tingkat Risiko
1	Tahu Manaf	4	12	12	0	64	Sedang
2	Jeumpa Putih	6	7	12	3	68	Sedang
3	Muktar Zakaria	2	21	3	2	61	Sedang
4	Ilhamsyah	3	10	13	2	70	Sedang
5	Majid Tahu	12	6	5	5	59	Sedang
6	Murni Gizi	5	14	7	2	62	Sedang
7	Muslim	13	8	3	4	54	Sedang
8	Zamzami	9	10	5	4	60	Sedang
9	Sumber Wahyu	7	8	10	3	65	Sedang
10	Putra Aceh	7	6	11	4	68	Sedang
11	Usaha Tahu Zaitun	5	10	9	4	68	Sedang
12	Jafar Tahu	4	8	9	7	75	Tinggi
13	Jailani Tahu	7	9	6	6	67	Sedang
14	Murni Jalil	4	15	8	1	62	Sedang
15	Tahu Asoy	5	11	8	4	78	Tinggi
16	Agus Tahu	5	7	13	3	70	Sedang
17	Tahu Darsiah	4	9	10	5	72	Tinggi
18	Tahu Palda	2	9	16	1	72	Tinggi
19	Doa Ibu	4	10	10	4	70	Sedang
20	Tahu Safarinah	3	13	10	2	64	Sedang
21	Tahu Bandung Diah	4	10	12	2	56	Sedang

Sumber : Pengumpulan Data

Keterangan :

- TS : Tidak Sakit
- AS : Agak Sakit
- S : Sakit
- SS : Sakit Sekali

4.1.3 Penilaian Postur Kerja Menggunakan Metode RULA

Penilaian postur kerja menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui posisi postur kerja. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan skor postur tubuh pekerja saat proses pemotongan tahu. Adapun gambar proses pemotongan dan analisis menggunakan *software* Ergofellow dapat dilihat pada lampiran II.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Hasil Penilaian *Nordic Body Map* (NBM)

Berdasarkan rekapitulasi kuesioner *Nordic Body Map* yang telah dilakukan pada 21 pekerja proses pemotongan tahu, dihasilkan kategori agak sakit merupakan kategori yang paling banyak terisi di kuesioner, diikuti dengan kategori sakit, tidak sakit, dan sakit sekali. Adapun untuk total skor skala likert di dapatkan dari 21 pekerja 19 berisiko sedang dan 3 orang berisiko tinggi, dengan skor rata-rata dari 21 UMKM tahu sebesar 65,95. Oleh karena itu, bisa dibayangkan pada saat bekerja pekerja mengalami banyak keluhan pada bagian-bagian tubuh tertentu, hal ini tidak baik untuk kesehatan pekerja apalagi pekerjaan yang dilakukan selama 8 jam serta berulang-ulang dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan otot skeletal para pekerja proses pemotongan tahu.

4.2.2 Analisis Hasil Penilaian Metode RULA

Dari hasil analisis postur tubuh pekerja dengan menggunakan *software ErgoFellow* yang telah dilakukan menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) di dapat *grand* skor dari hasil pengukuran dapat di lihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Penilaian Postur Kerja Pada UMKM Tahu

No	UMKM Tahu	<i>Grand Score</i>	<i>Action Level</i>	<i>Action</i>
1	Safarina Peunteut	7	4	Diperlukan perbaikan sekarang juga
2	Murni Gizi	4	2	Diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan
3	Zaitun	3	2	Diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan
4	Muslim	5	3	Diperlukan perbaikan dalam waktu dekat
5	Ridho	4	2	Diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan
6	Agus Lhoksukon	4	2	Diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan

Sumber: Rapid Upper Arms Assessment

Berdasarkan dari hasil rekapitulasi pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa dari enam UMKM tahu yang di analisis terdapat satu UMKM tahu yang mendapatkan

grand score 7 berarti harus dilakukan perbaikan sekarang juga, sedangkan 4 UMKM tahu lainnya mendapatkan *grand score* 4 atau 3 yang berada pada *action level* 2, dan UMKM Muslim mendapatkan *grand score* 5 yang berada pada level 3. Dari hasil yang didapatkan maka bisa dikatakan perancangan alat potong baru sebaiknya dilakukan untuk mengantisipasi adanya risiko terjadinya sakit skeletal yang terjadi saat bekerja di masa yang akan datang, serta untuk penerapan ergonomi pada UMKM tahu sehingga bisa memberikan perubahan yang baik dari hasil penelitian ini.

4.3 Perancangan Alat

4.3.1 Perhitungan Antropometri

Adapun perhitungan Antropometri dilakukan untuk menentukan ukuran, bentuk dan dimensi dari alat yang akan di desain, supaya sesuai dengan fisik pengguna alat dan sesuai dengan kaidah ergonomi. Adapun data Antropometri yang akan digunakan yaitu tinggi tubuh berdiri (TTB), tinggi pinggul (TP), dan jangkauan horizontal berdiri (JHB). Data Antropometri dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3 Data Antropometri UMKM Tahu

Pekerja	Pengukuran		
	Tinggi Tubuh Berdiri (TTB)	Tinggi Pinggul (TP)	Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)
1	168	87	69
2	173	90	71
3	170	89	71
4	180	96	75
5	165	87	69
6	177	94	74
7	160	83	66
8	175	92	74
9	177	94	74
10	176	96	75
11	174	91	71
12	160	83	66
13	175	92	74

Tabel 4.3 Data Antropometri UMKM Tahu (Lanjutan)

Pekerja	Pengukuran		
	Tinggi Tubuh Berdiri (TTB)	Tinggi Pinggul (TP)	Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)
14	160	83	66
15	175	92	74
16	176	96	75
17	165	87	69
18	170	89	71
19	160	83	66
20	170	89	71
21	162	87	68
Rata-rata	170,3	89,4	70,9

Sumber: Pengolahan Data

4.3.1.1 Uji Keseragaman Data Antropometri

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data tersebut ada di dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Adapun uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

1. Uji Keseragaman Data Antropometri Tinggi Tubuh Berdiri (TBB)

Adapun pengukuran data Antropometri tinggi tubuh berdiri dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4.4 Parameter Uji Keseragaman Tinggi Tubuh Berdiri (TBB)

Pekerja	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	168	28224	-2,3	5,2
2	173	29929	2,7	7,4
3	170	28900	-0,3	0,1
4	180	32400	9,7	94,4
5	165	27225	-5,3	27,9
6	177	31329	6,7	45,1
7	160	25600	-10,3	105,8
8	175	30625	4,7	22,2
9	177	31329	6,7	45,1
10	180	32400	9,7	94,4
11	174	30276	3,7	13,8
12	160	25600	-10,3	105,8
13	175	30625	4,7	22,2
14	160	25600	-10,3	105,8
15	175	30625	4,7	22,2
16	180	32400	9,7	94,4
17	165	27225	-5,3	27,9

**Tabel 4.4 Parameter Uji Keseragaman Tinggi Tubuh Berdiri (TBB)
(Lanjutan)**

Pekerja	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
18	170	28900	-0,3	0,1
19	160	25600	-10,3	105,8
20	170	28900	-0,3	0,1
21	162	26244	-8,3	68,7
Total	3576	609956		1014,3

Sumber: Pengolahan Data

Untuk menguji keseragaman data dimensi tinggi tubuh berdiri pekerja, maka harus dicari nilai rata-rata, standar deviasi, batas kontrol atas (BKA), dan batas kontrol bawah (BKB) sebagai berikut:

1) Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{3576}{21}$$

$$\bar{X} = 170,3$$

2) Standar Deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{1014,4}{21-1}}$$

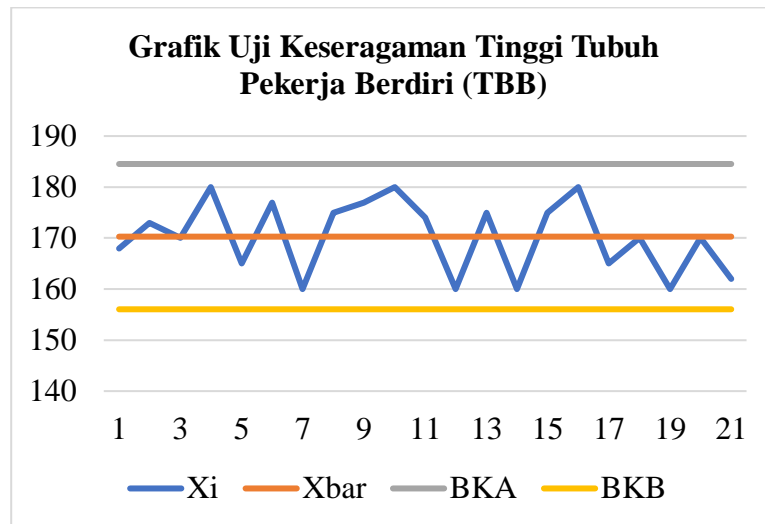
$$\sigma = 7,1$$

3) Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah, $k-95\% = 2$

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\ &= 170,3 + 2 \times 7,1 \\ &= 184,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\ &= 170,3 - 2 \times 7,1 \\ &= 156,0 \end{aligned}$$

Maka berdasarkan perhitungan rata-rata, standar deviasi, BKA dan BKB dapat dilihat secara grafik seperti pada gambar 4.10 di bawah ini:



Gambar 4.10 Keseragaman Data Tinggi Tubuh Berdiri (TBB)

Sumber: Pengolahan Data

Dari gambar 4.10 bisa dilihat bahwa dari data Antropometri tinggi tubuh berdiri (TBB) berada dalam batas kontrol, yang mana batas kontrol bawahnya 156 cm, batas kontrol atas 184,3 cm, dan rata-rata 170,3 cm.

2. Uji Keseragaman Data Antropometri Tinggi Pinggul (TP)

Adapun pengukuran data Antropometri tinggi pinggul dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5 Parameter Uji Keseragaman Tinggi Pinggul (TP)

Pekerja	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	87	7569	-2,4	5,9
2	90	8100	0,6	0,3
3	89	7921	-0,4	0,2
4	96	9216	6,6	43,2
5	87	7569	-2,4	5,9
6	94	8836	4,6	20,9
7	83	6889	-6,4	41,3
8	92	8464	2,6	6,6
9	94	8836	4,6	20,9
10	96	9216	6,6	43,2
11	91	8281	1,6	2,5
12	83	6889	-6,4	41,3
13	92	8464	2,6	6,6
14	83	6889	-6,4	41,3
15	92	8464	2,6	6,6
16	96	9216	6,6	43,2
17	87	7569	-2,4	5,9
18	89	7921	-0,4	0,2

Tabel 4.5 Parameter Uji Keseragaman Tinggi Pinggul (TP) (Lanjutan)

Pekerja	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
19	83	6889	-6,4	41,3
20	89	7921	-0,4	0,2
21	85	7225	-4,4	19,6
Total	1878	168344		397,1

Sumber: Pengolahan Data

Untuk menguji keseragaman data dimensi tinggi pinggul pekerja, maka harus dicari nilai rata-rata, standar deviasi, batas kontrol atas (BKA), dan batas kontrol bawah (BKB) sebagai berikut:

1) Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1878}{21}$$

$$\bar{X} = 89,4$$

2) Standar Deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{397,1}{21-1}}$$

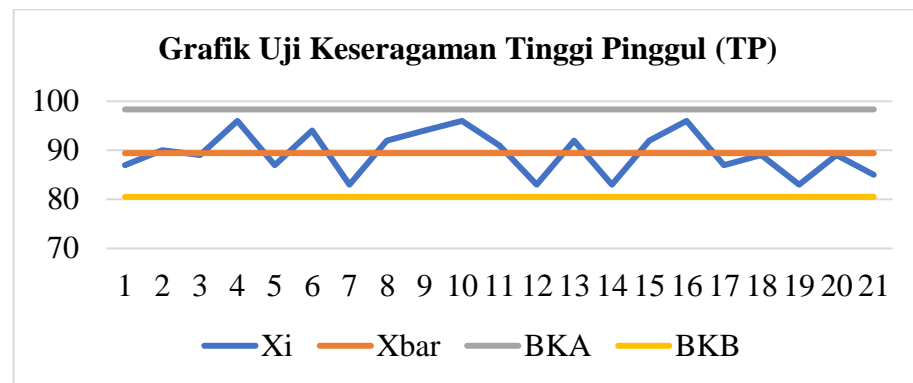
$$\sigma = 4,5$$

6. Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah, $k-95\% = 2$

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\ &= 89,4 + 2 \times 4,5 \\ &= 98,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\ &= 89,4 - 2 \times 4,5 \\ &= 80,5 \end{aligned}$$

Maka berdasarkan perhitungan rata-rata, standar deviasi, BKA dan BKB dapat dilihat secara grafik seperti pada gambar 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.11 Keseragaman Data Tinggi Pinggul (TP)

Sumber: Pengolahan Data

Dari gambar 4.11 bisa dilihat bahwa dari data Antropometri tinggi pinggul (TP) berada dalam batas kontrol, yang mana batas kontrol bawahnya 80,5 cm, batas kontrol atas 98,3 cm, dan rata-rata 89,4 cm.

3. Uji Keseragaman Data Antropometri Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)
Adapun data pengukuran jangkauan horizontal berdiri guna melakukan pengujian keseragaman data dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Parameter Uji Keseragaman Jangkauan Horizontal Berdiri

Pekerja	Xi	Xi ²	Xi - \bar{X}	(Xi - \bar{X}) ²
1	69	4761	-1,9	3,6
2	71	5041	0,1	0,0
3	71	5041	0,1	0,0
4	75	5625	4,1	16,8
5	69	4761	-1,9	3,6
6	74	5476	3,1	9,6
7	66	4356	-4,9	24,1
8	74	5476	3,1	9,6
9	74	5476	3,1	9,6
10	75	5625	4,1	16,8
11	71	5041	0,1	0,0
12	66	4356	-4,9	24,1
13	74	5476	3,1	9,6
14	66	4356	-4,9	24,1
15	74	5476	3,1	9,6
16	75	5625	4,1	16,8
17	69	4761	-1,9	3,6
18	71	5041	0,1	0,0
19	66	4356	-4,9	24,1
20	71	5041	0,1	0,0
21	68	4624	-2,9	8,4
Total	1489	105791		213,8

Sumber: Pengolahan Data

Untuk menguji keseragaman data dimensi jangkauan horizontal berdiri, maka dicari nilai Rata-rata, Standar Deviasi, Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) sebagai berikut:

1) Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1489}{21}$$

$$\bar{X} = 70,9$$

2) Standar Deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{213,8}{21-1}}$$

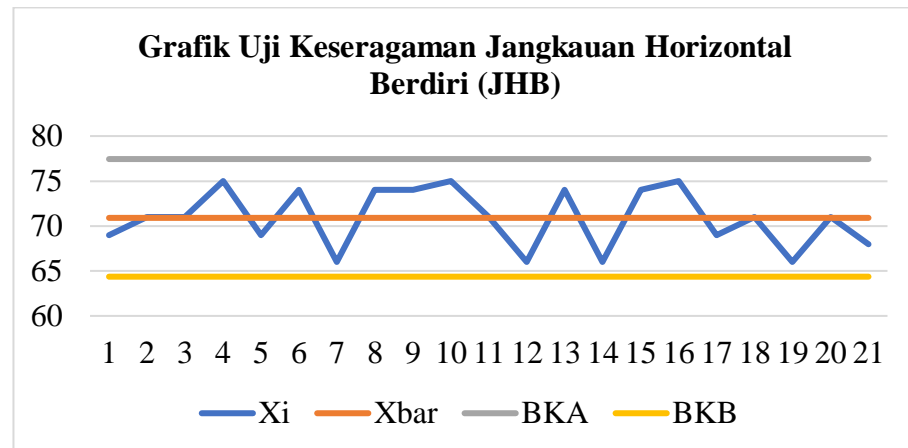
$$\sigma = 3,3$$

3) Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah, $k-95\% = 2$

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\ &= 70,9 + 2 \times 3,3 \\ &= 77,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\ &= 70,9 - 2 \times 3,3 \\ &= 64,4 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan Rata-rata, Standar Deviasi, BKA dan BKB, maka dapat di representasikan secara grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut:



Gambar 4.12 Keseragaman Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

Sumber: Pengolahan Data

Dari gambar 4.12 bisa dilihat bahwa dari data Antropometri jangkauan horizontal berdiri (JHB) berada dalam batas kontrol, yang mana batas kontrol bawahnya 64,4 cm, batas kontrol atas 77,4 cm, dan rata-rata 70,9 cm.

4.3.1.2 Uji Kecukupan Data Antropometri

Adapun uji kecukupan data dilakukan pada data Antropometri dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan tingkat ketelitian 5% ($S = 0,05$). Ini untuk menunjukkan sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari data yang diukur memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%. Data dikatakan cukup apabila N' lebih kecil dari N atau jumlah pekerja ($N' < N$). Adapun uji kecukupan data tiap dimensi yang diukur adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Tubuh Berdiri (TTB)

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

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{21(609956) - (1278776)^2}}{3576} \right]^2$$

$$N' = 2,6$$

2. Tinggi Pinggul (TP)

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

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{21(168344) - (3526884)^2}}{1878} \right]^2$$

$$N' = 3,8$$

3. Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

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

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{21(105791) - (2217121)^2}}{1489} \right]^2$$

$$N' = 3,2$$

Adapun rekapitulasi hasil dari uji kecukupan data untuk setiap dimensi yang diukur dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini:

Tabel 4.7 Hasil Uji Kecukupan Data Dimensi Tubuh Pekerja

No	Dimensi Tubuh	N	N'	Keterangan
1	Tinggi Tubuh Berdiri (TTB)	21	2,3	Cukup
2	Tinggi Pinggul (TP)	21	3,8	Cukup
3	Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)	21	3,2	Cukup

Sumber: Pengolahan Data

4.3.1.3 Nilai Persentil

Nilai persentil digunakan dalam mendesain suatu alat untuk menyesuaikan dengan dimensi tubuh pengguna. Nilai persentil yang biasanya digunakan adalah persentil 5% untuk ukuran terkecil, persentil 50% untuk ukuran rata-rata, dan persentil 95% untuk ukuran terbesar. Adapun persentil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P5 = \bar{X} - 1,645 SD$$

$$P50 = \bar{X}$$

$$P95 = \bar{X} + 1,645 SD$$

Adapun perhitungan nilai persentil dari setiap dimensi yang diukur dapat dilihat pada tabel 4.8 di bawah ini:

Tabel 4.8 Persentil

No	Dimensi Tubuh	Persentil		
		5%	50%	95%
1	Tinggi Tubuh Berdiri (TTB)	158,6	170,3	182
2	Tinggi Pinggul (TP)	82,1	89,4	96,8
3	Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)	65,5	70,9	76,3

Sumber: Pengolahan Data

4.3.2 Perancangan Alat Bantu Pemotongan Tahu Usulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta telah dilakukannya pengolahan data secara teknis yang melibatkan ukuran tubuh pekerja dan perhitungan Antropometri. Maka alat potong tahu akan dilakukan perancangan dengan menggunakan data Antropometri yang pada persentil 50%.

Pada perancangan alat potong tahu ukuran yang akan digunakan adalah ukuran sebagai berikut:

1. Tinggi Tubuh Berdiri (TTB)

Pengukuran tinggi tubuh dalam perancangan alat potong tahu ini bertujuan untuk dapat mengetahui tinggi alat yang akan dirancang supaya sesuai dengan tinggi tubuh pengguna alat. Di sini akan digunakan ukuran 170,3 cm.

2. Tinggi Pinggul (TP)

Pengukuran ini dilakukan bertujuan untuk menentukan tinggi alat supaya sesuai dengan pinggul pekerja agar tidak membuat pekerja membungkuk, ukurannya yaitu 89,4 cm.

3. Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

Pengukuran rentang tangan ke depan dilakukan untuk menentukan ukuran alat agar sesuai dengan rentang tangan pekerja, ukurannya yaitu 70,9 cm.

Hasil pengukuran Antropometri yang telah dilakukan akan digunakan untuk merancang alat, dengan harapan sesuai dengan kaidah ergonomi dan bisa mengurangi risiko MSDs. Alat yang akan di desain akan menggunakan bahan

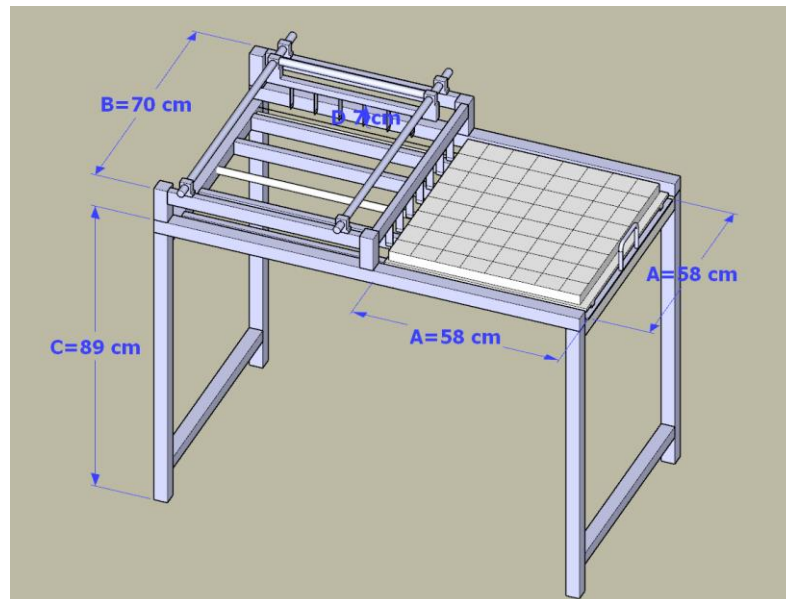
Stainless Steel. Adapun desain dan spesifikasi alat dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9 Spesifikasi Produk

Kode	Komponen	Ukuran
A	Tempat Nampan	58 cm, 58 cm
B	Lebar Meja	70 cm
C	Tinggi Meja	89 cm
D	Ukuran Pisau	7 cm

Sumber: Pengolahan Data

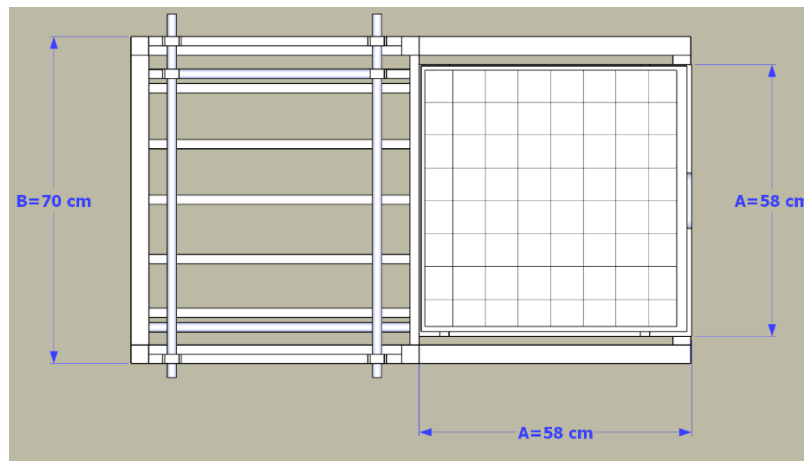
Adapun hasil desain dari alat yang sudah disesuaikan dengan ukuran Antropometri pekerja dan kode-kode tiap masing-masing ukuran dapat dilihat pada gambar 4.13 sebagai berikut:



Gambar 4.13 Alat Potong Tahu Usulan

Sumber: Hasil Perancangan

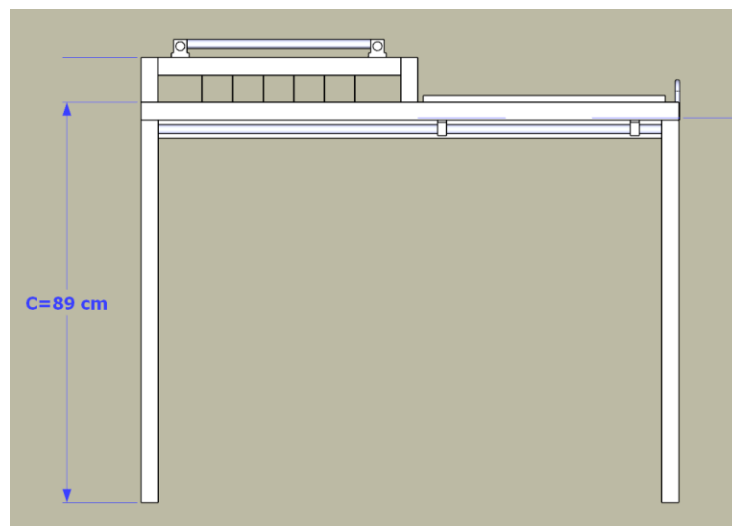
Adapun untuk hasil persancangan dari perspektif lain, yaitu tampak atas dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut ini:



Gambar 4.14 Tampak Atas

Sumber: Hasil Perancangan

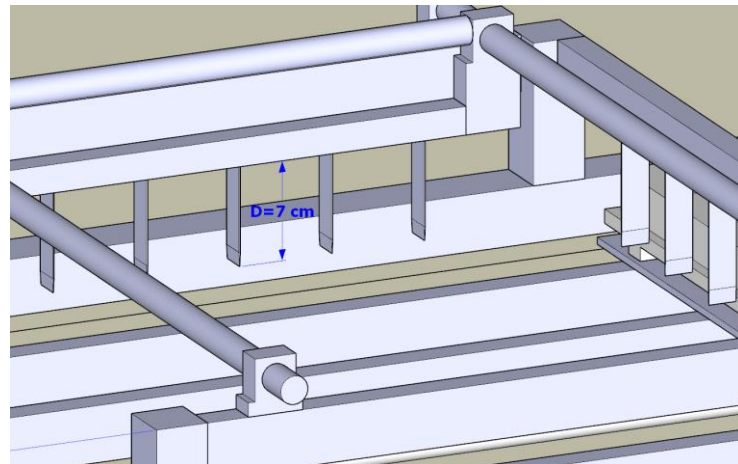
Adapun untuk hasil persancangan dari perspektif lain, yaitu tampak depan dapat dilihat pada gambar 4.15 berikut ini:



Gambar 4.15 Tampak Depan

Sumber: Hasil Perancangan

Adapun untuk hasil persancangan dari perspektif lain, yaitu tampak atas dapat dilihat pada gambar 4.16 berikut ini:

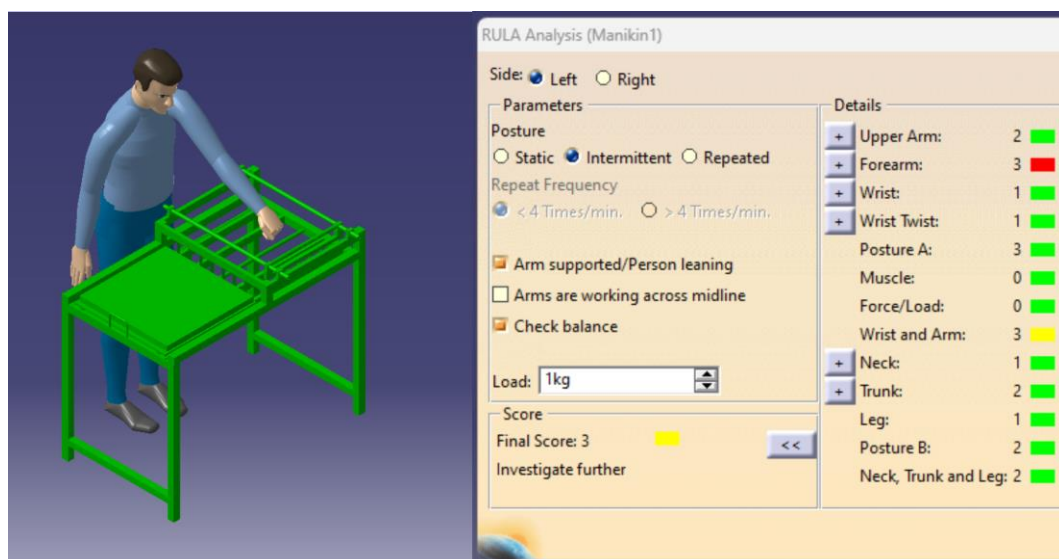


Gambar 4.16 Ukuran Pisau

Sumber: Hasil Perancangan

4.3.3 Simulasi Hasil Perbandingan Rancangan Usulan

Untuk hal terakhir yang dilakukan untuk dapat melihat apakah hasil desain sesuai dengan keinginan maka hasil dari desain harus dilakukan pengujian dengan simulasi. Untuk simulasi perbandingan hasil yang dilakukan menggunakan *software* Catia V5 pada alat bantu pemotongan tahu yang sudah di desain sesuai dengan hasil perhitungan data Antropometri 21 pekerja proses pemotongan tahu pada industri tahu di Aceh dapat dilihat pada gambar 4.17 di bawah ini:



Gambar 4.17 Hasil Simulasi Rancangan Usulan Alat Bantu Potong Tahu

Sumber : Software Catia v5

Dari hasil analisis RULA yang dilakukan pada hasil perancangan dengan menggunakan *software* Catia V5 menunjukkan *grand score* 3 dimana ini berarti

berada pada level *moderate* yang diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan. Hasil ini dititik beratkan pada lengan bagian bawah yang memiliki *score* 3 seperti ditunjukkan pada gambar 4.17.

Dari hasil analisis dengan menggunakan metode RULA dapat dilihat adanya perbedaan dari cara pemotongan menggunakan alat pisau dan penggaris dengan alat usulan. Dengan menggunakan alat potong tahu usulan, postur pekerja tidak lagi membentuk postur yang tidak normal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari penilaian postur yang telah dilakukan pada para pekerja proses pemotongan tahu pada UMKM tahu di Aceh, bahwa dari enam UMKM tahu yang di analisis terdapat satu UMKM tahu yang mendapatkan skor total 7 (Sangat Tinggi) yang berarti harus dilakukan perbaikan sekarang juga, sedangkan 5 UMKM tahu lainnya mendapatkan *grand score* 4 dan 3 (Sedang) yang berarti diperlukan perbaikan dalam beberapa waktu ke depan. Dari hasil yang didapatkan maka bisa dikatakan perancangan alat potong baru dilakukan untuk mengantisipasi adanya perubahan tempat kerja pada masa yang akan datang, serta untuk penerapan ergonomi pada UMKM tahu sehingga bisa memberikan perubahan.
2. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan maka didapatkan rancangan usulan untuk alat potong tahu yang ergonomis dengan dilakukan penyesuaian dengan ukuran tubuh pekerja yang membuat postur tubuh pekerja saat memotong tahu tidak membentuk postur yang tidak normal, dapat mengurangi waktu pemotongan, mengurangi repetisi, dan menghasilkan ukuran potongan yang lebih seragam. Rancangan alat potong tahu usulan ini menggunakan mekanisme geser dan dirancang menggunakan bahan *stainless steel* yang membuat alat yang lebih tahan lama. Selain dari penerapan fungsi alat usulan ini juga telah dilakukan simulasi untuk analisis postur menggunakan metode RULA dan mendapatkan skor RULA 3 (Sedang) merupakan skor yang relatif rendah dibandingkan dengan alat sederhana sebelumnya yang memiliki skor hingga 7 (Sangat Tinggi).

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk masukan terhadap UMKM tahu yang berada di kabupaten Aceh Utara dan kota Lhokseumawe pada proses pemotongan tahu adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan untuk pemilik dari UMKM tahu dapat lebih memperhatikan kondisi kerja para karyawan dengan meminimalisir kondisi postur kerja yang tidak ergonomis, sehingga risiko untuk terjadinya sakit otot skeletal dan gangguan kesehatan lainnya dapat dikurangi.
2. Untuk UMKM tahu diharapkan juga untuk mengadopsi rancangan usulan yang telah di desain sesuai dengan kaidah ergonomi. Hal ini diharapkan dapat membuat produktivitas produksi meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

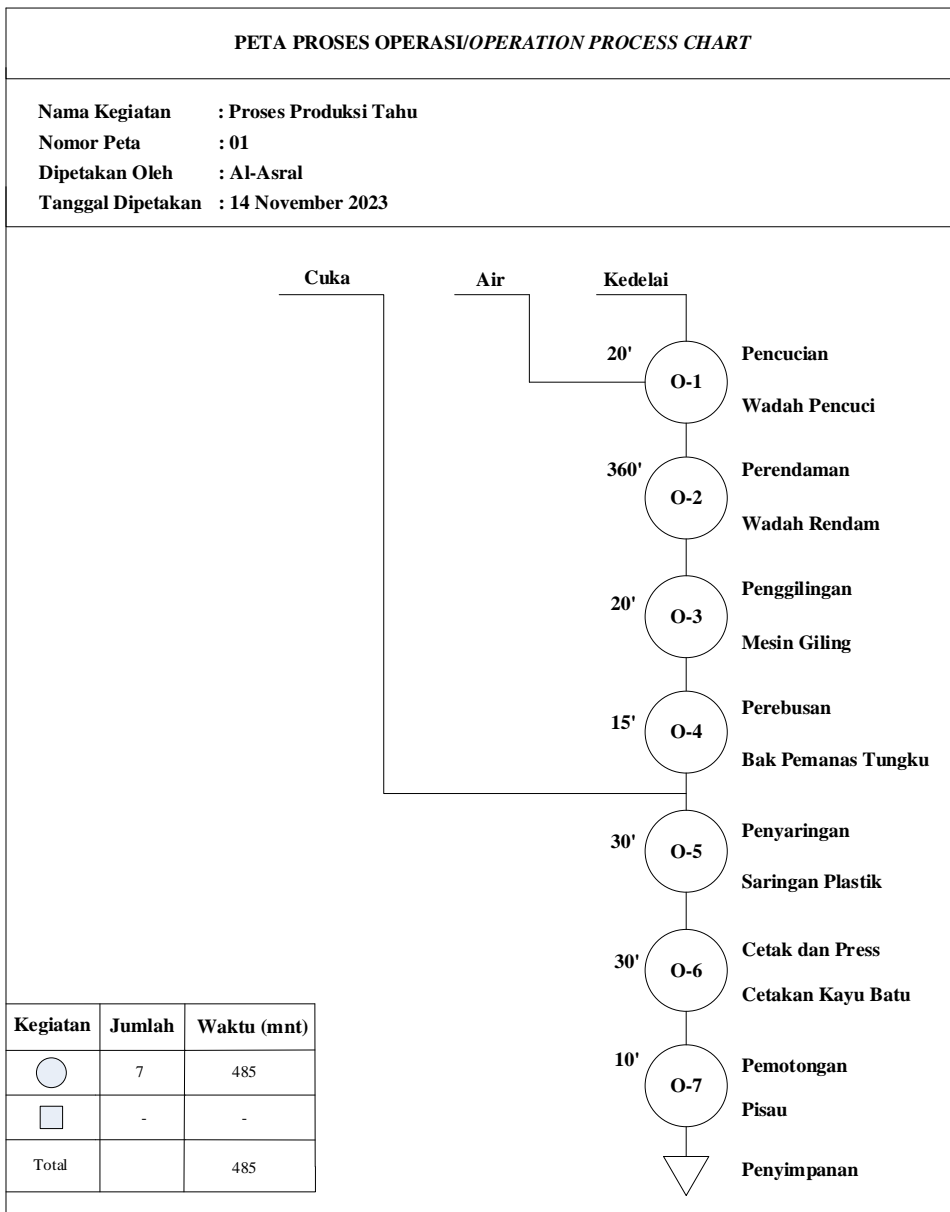
- Alfatiyah, R., & Marthin, W. (2017). REDESIGN KURSI DAN MEJA PERKULIAHAN DENGAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) SECARA ERGONOMIS DI PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS PAMULANG. *Prosiding Seminar Nasional : Membangun Paradigma Melalui Multidisiplin Ilmu*, 76–88.
- Apriliansyah Rifki, & Suryoputro Ragil Muhammad. (2022). The Effect of Work Posture on Work Fatigue in the Metal Moulding Department of XYZ Company. *International Journal of Business and Technology Management*. <https://doi.org/10.55057/ijbtm.2022.4.3.12>
- Ariani, F. (2010). ANALISIS POSTUR KERJA DALAM SISTEM MANUSIA MESIN UNTUK MENGURANGI FATIGUE AKIBAT KERJA PADA BAGIAN AIR TRAFFIC CONTROL (ATC) DI PT. ANGKASA PURA II POLONIA MEDAN. Dalam *Jurnal Dinamis: Vol. II* (Nomor 6).
- Briansah, O. A. (2018). *ANALISA POSTUR KERJA YANG TERJADI UNTUK AKTIVITAS DALAM PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN DENGAN METODE RULA DI CV. BASANI*. Universitas Islam Indonesia.
- Campbell, S. (2016). *Leonardo Da Vinci's Life*.
- Dewi, N. F. (2020). IDENTIFIKASI RISIKO ERGONOMI DENGAN METODE NORDIC BODY MAP TERHADAP PERAWAT POLI RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2), 15.
- Djiono, Y. K., & Noya, D. S. (2013). WORKING POSTURE ANALYSIS AND DESIGN USING RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT) METHOD IN PRODUCTION PROCESS AT PT. INDANA PAINT. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(2), 111–125.
- Firmansyah, G. C. (2020). *STUDI LITERATUR PENGGUNAAN KURSI ERGONOMI UNTUK MENURUNKAN KELUHAN OTOT RANGKA DAN KELELAHAN*. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
- Ginangjar, R., Fathimah, A., & Aulia, R. (2018). ANALISIS RISIKO ERGONOMI TERHADAP KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PEKERJA KONVEKSI DI KELURAHAN KEBON PEDES KOTA BOGOR TAHUN 2018. *PROMOTOR Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 1(2). <https://doi.org/doi.org/10.32832/pro.v1i2.1598>
- Harsono, A., Harnowo, D., Ginting, E., & Adi Anggraeni Elisabeth, D. (2021). Soybean in Indonesia: Current Status, Challenges and Opportunities to Achieve Self-Sufficiency. *Legume Research*, 1. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101264>

- Hayati, I. (2020). PERANCANGAN KURSI KERJA PADA STASIUN PENGUPASAN PISANG MENGGUNAKAN METODE ANTROPOMETRI DI IKM KERIPIK PISANG CIPAKU-CIAMIS. *1*(1).
- Kamat, S. R., Md Zula, N. E. N., Rayme, N. S., Shamsuddin, S., & Husain, K. (2017). The ergonomics body posture on repetitive and heavy lifting activities of workers in aerospace manufacturing warehouse. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *210*(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/210/1/012079>
- Kuatariska, D. (2018). *Pengaruh Latihan Peregangan Terhadap Penurunan Keluhan Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Batik Di Sokaraja*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Middlesworth, M. (2022, Mei 27). *A step-by-step guide to the Rula Assessment Tool*. ErgoPlus.
- Nirwana, A. (2020). *MODIFIKASI DAN PENGUJIAN ALAT PEMOTONG TAHU DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI*. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Pheasant, S. (2003). *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (Second Edition). Taylor & Francis.
- Purnomo, H. (2013). *ANTROPOMETRI DAN APLIKASINYA*. Graha Ilmu.
- Rahmayanti, D., Meilani, D., Zadry, H. R., & Saputra, D. A. (2018). *Perancangan Produk dan Aplikasinya*.
- Siska, M., & Angrayni, S. A. (2018). Analisis Postur Kerja Manual Material Handling pada Aktivitas Pemindahan Pallet Menggunakan Rappid Upper Limb Activity (RULA) di PT. Alam Permata Riau. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, *15*(2), 77–86.
- Song, P. P., Qi, Y. M., & Cai, D. C. (2018). Research and Application of Autodesk Fusion360 in Industrial Design. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *359*(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/359/1/012037>
- Suhardi, B. (2015). *PERANCANGAN SISTEM KERJA* (First Edition). UNS Press. <https://www.researchgate.net/publication/333225397>
- Suirta, I. P. R. A. (2020). *PERANCANGAN MEJA BELAJAR MULTIFUNGSI YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUCTION DEPLOYMENT*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Wijsman, P. J. M., Molenaar, L., van't Hullenaar, C. D. P., van Vugt, B. S. T., Bleeker, W. A., Draaisma, W. A., & Broeders, I. A. M. J. (2019). Ergonomics in handheld and robot-assisted camera control: a randomized controlled trial. *Surgical Endoscopy*, *33*(12), 3919–3925. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06678-1>

Wulandari, R. (2017). Hubungan Faktor Pekerjaan dan Faktor Individu dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDS) pada Pekerja Antar Jemput Galon DAMIU di Wilayah Kerja Puskesmas Ulak Karang Padang Tahun 2016. Universitas Andalas.

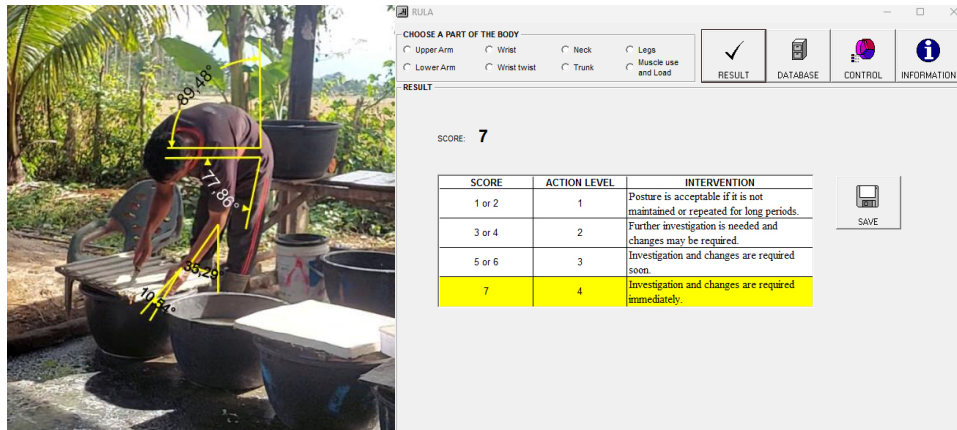
Yogasara, T. (2004). THE USE OF COMPUTER AIDED DESIGN (CATIA V5 R8) FOR ERGONOMICS ANALYSIS. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi 2*, 356–364.

LAMPIRAN I. Peta Proses Operasi Pembuatan Tahu



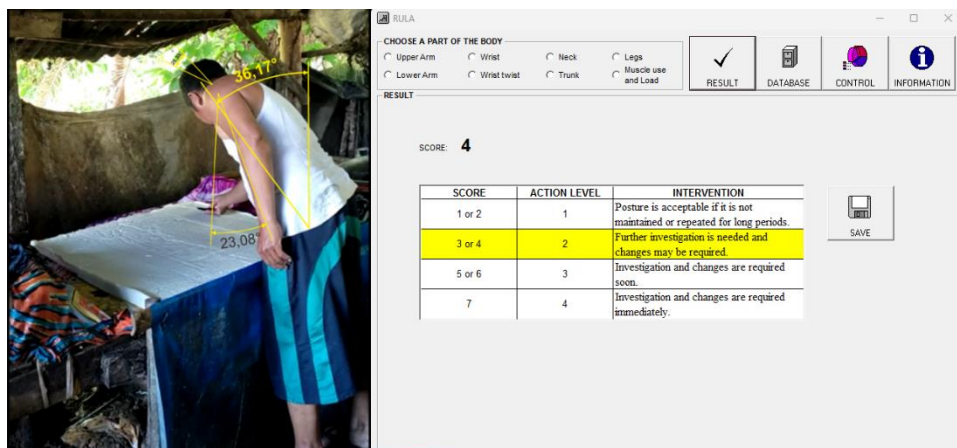
LAMPIRAN II. Penilaian Postur Kerja Dengan *Software* ErgoFellow

1. UMKM Tahu Safarina Peunteut



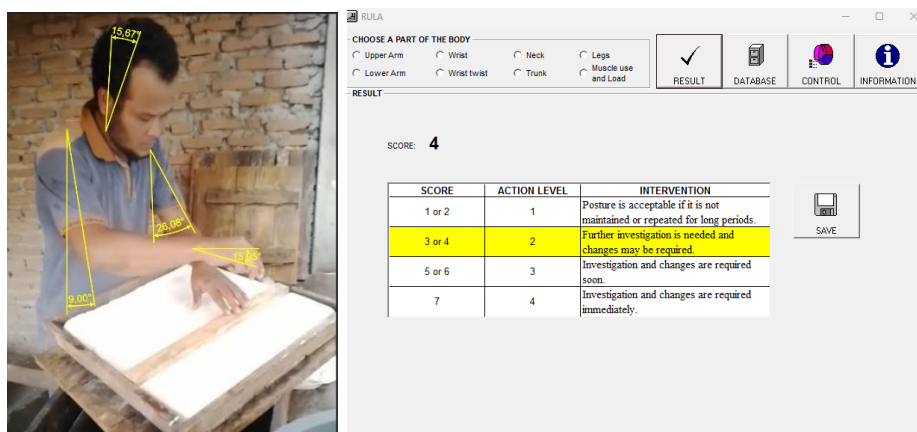
Sumber: Penilaian Postur Kerja RULA (Ergofellow)

2. UMKM Tahu Murni Gizi



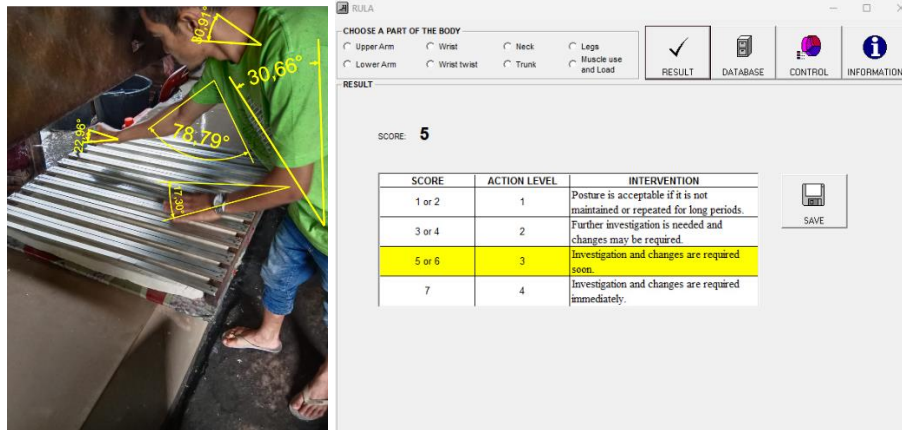
Sumber: Penilaian Postur Kerja RULA (Ergofellow)

3. UMKM Tahu Zaitun



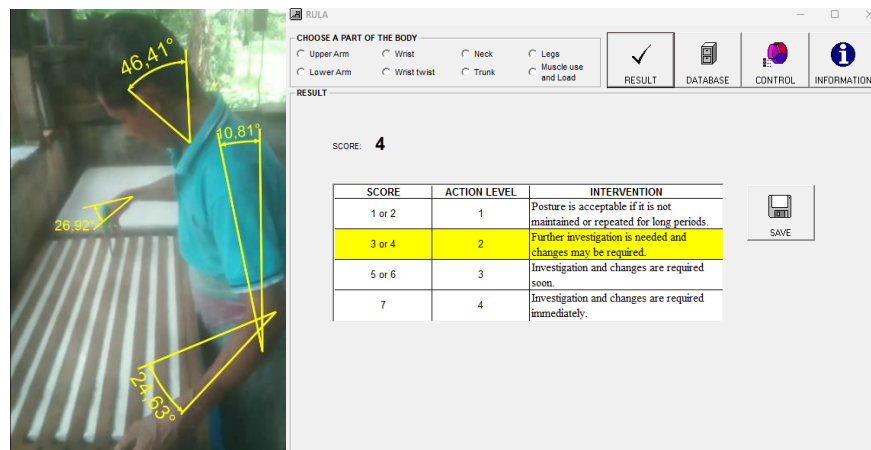
Sumber: Penilaian Postur Kerja RULA (Ergofellow)

4. UMKM Tahu Muslim



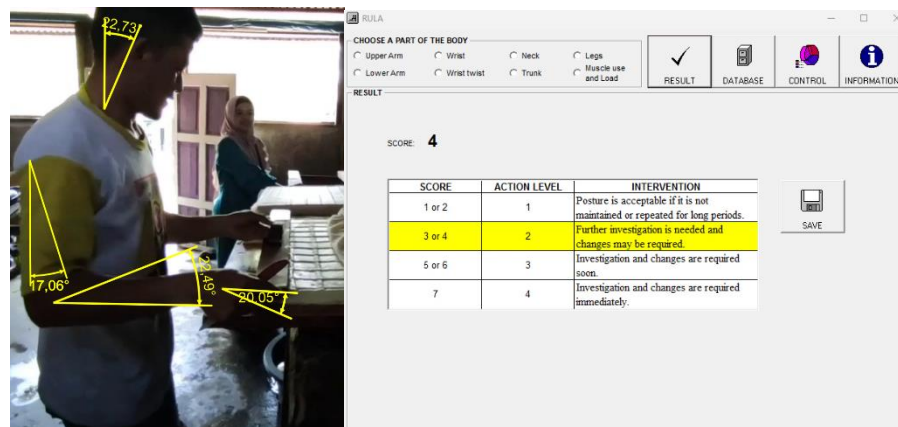
Sumber: Penilaian Postur Kerja RULA (Ergofellow)

5. UMKM Tahu Ridho



Sumber: Penilaian Postur Kerja RULA (Ergofellow)

6. UMKM Tahu Agus Lhoksukon



Sumber: Penilaian Postur Kerja RULA (Ergofellow)