

**PERANCANGAN ALAT POTONG TANAMAN MENDONG YANG
ERGOMONIS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Lintang Zahrima Kalsum

No. Mahasiswa : 14 522 232

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya akui karya ini adalah hasil karya saya *sendiri kecuali* nukilan dan ringkasan setiap satuannya telah saya jelaskan sumbernya. Jika di kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 3 November 2018

Penulis

Lintang Zahrima Kalsum

NIM. 14 522 232

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa penelitian Saya tidak bertempat di sebuah perusahaan dan sebuah laboratorium karena merupakan penelitian dengan data berupa studi kasus bebas. Surat pernyataan ini dibuat sebagai pengganti surat keterangan selesai penelitian yang digunakan sebagai syarat pendaftaran *online* untuk ujian pendadaran di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 4 November 2018

Pembuat pernyataan,

Lintang Zahrima Kalsum

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**PERANCANGAN ALAT POTONG TANAMAN MENDONG YANG
ERGONOMIS**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Lintang Zahrima Kalsum

No. Mahasiswa : 14 522 232

Fakultas/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Yogyakarta, 3 November 2018
Dosen Pembimbing
Hartomo, S.T., M.Sc., PhD

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN ALAT POTONG TANAMAN MENDONG YANG ERGONOMIS

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Lintang Zahrима Kalsum

No. Mahasiswa : 14 522 232

Fakultas/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 7 Desember 2018

Tim Penguji

Hartomo, S.T., M.Sc., PhD

Ketua

Sri Indrawati, S.T., M.Eng

Anggota I

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahillobbilamin

*Kupersembahkan karya ini kepada Kedua Orangtuaku tercinta
(Bapak Drs. Sumadi dan Ibu Barkah Saras Wibawati, S.T.P)
yang tiada henti mengirimkan doa, dukungan, dan motivasi untuk Ananda*

*Teruntuk kedua Simbah Putri (Siti Suyatni dan Sudi Pawiro)
yang telah merawat Ananda selama di Jogja dengan penuh kasih sayang*

*Teruntuk kedua Adikku (Karima Maduningrum dan Hakim Pitutur), dan
Keluarga Besar Simbah Untung dan Simbah Sudi*

*Teruntuk Guru-guruku yang telah memberikan ilmu-ilmu yang sangat berharga.
Semoga dibalas oleh Allah.swt dan diberkahi di dunia dan akhirat*

*Teruntuk sahabat, teman dan orang-orang menakjubkan yang di kirim Allah dalam
kehidupanku sejak TK dan SD di Banten sampai SMP, SMA, dan Kuliah di Yogyakarta.*

*Teruntuk semua yang terlibat dalam masa perkuliahan di UII diantaranya AKSI TI
2014, AKSI TI 2015 dan AKSI TI 2016 terkhusus Steering Committee dan Komisi C,
HMTI terkhusus bidang Infokom masa periode 2015/2016 dan Bidang Litbang masa
periode 2016/2017, Entrepreneur Class terkhusus Bidang Perlengkapan dan Divisi
Sales dan Para Calon Istri Hebat (teman sedari awal kuliah di kelas B) juga kepada
semua teman-teman baik Ananda yang tidak bisa disebutkan satu persatu*

*Terima kasih atas semangat, doa, dukungan, pengalaman berteman dalam menjalin
silaturahmi bersama kalian semua. Semoga keberkahan Allah.swt selalu bersama
kalian semua hingga surga.*

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ١

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang

Lakukan apa yang sudah kamu pilih dan bertanggungjawablah untuk itu
-Lintang Zahrima Kalsum-

Pendidikan bukan hanya soal juara dan tidak, tapi bisa dewasa atau tidak
-Drs. Sumadi-

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ٥ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ٦ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ٧ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ٨

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (5). Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (6). Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain (7). Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap (8).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah.swt atas berkat dan rahmatNya. Shalawat dan salam sennatiasa tercurah kepada Nabi Muhammad.saw beserta keluarga dan para sahabatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Alat Potong Tanaman Mendong yang Ergonomis.

Penelitian Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi penulis untuk mendapatkan gelar strata-1 di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penulisan ini, dengan penuh syukur penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah.swt yang selalu melimpahkan rahmat kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penelitian ini
2. Bapak Dekan Fakultas Teknologi Industri UII
3. Bapak Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Teknik Industri FTI UII
4. Bapak Hartomo., S. T., M.Sc., PhD selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penulisan penelitian ini.
5. Kedua Orangtua Bapak Drs. Sumadi dan Ibu Barkah Saras Wibawati, S.T.P serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, doa dan kasih sayang tiada henti
6. Seluruh teman-teman Jurusan Teknik Industri Angkatan 2014 yang sudah sukses dan sedang berjuang, semoga keberkahan selalu bersama kalian

Tanpa dukungan berbagai pihak, penulis tidak akan mampu menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Untuk itu dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah.swt dengan melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua. Aamiin.

Tidak dipungkiri penelitian ini pun masih sangat jauh dari kesempurnaan oleh karena itu kritik serta saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga penelitian ini juga dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 3 November 2018
Penulis

Lintang Zahrima Kalsum

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4.1 Asumsi.....	3
1.4.2 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II.....	5
KAJIAN LITERATUR.....	5
2.1 Kajian Empiris	5
2.2 Kajian Teoritis.....	8
2.2.1 Postur Kerja.....	8
2.2.2 <i>Work-related Musculoskeletal Disorders</i>	9
2.2.3 Perancangan Alat Bantu Pekerjaan	10
2.2.4 Antropometri	11
2.2.5 Ergonomi	11
BAB III.....	13
METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Obyek dan Subjek Penelitian	13
3.2 Jenis data	13
3.2.1 Data Primer	13
3.2.2 Data Sekunder	14
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	14
3.3.1 Observasi Langsung dan Dokumentasi	14
3.3.2 Wawancara	14
3.4 Metode Pengolahan Data	15
3.4.1 <i>Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method</i>	15
3.4.2 <i>Participatory Ergonomi (PE) Method</i>	16
3.4.3 Uji Kecukupan Data	17
3.4.4 Uji Keseragaman Data	17

3.4.5 Uji Kenormalan Data	18
3.4.6 Perhitungan Persentil.....	18
3.4.7 <i>Kruskal-wallis Non-parametrik Test</i>	18
3.5 Alat Yang Diperlukan	19
3.5.1 <i>Camera</i>	19
3.5.2 Kuesioner	19
3.5.3 Alat Ukur (Meteran).....	20
3.5.4 Busur Derajat.....	20
3.5.5 <i>Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)</i>	20
3.5.6 <i>Solidwork</i>	20
3.6 <i>Framework</i> Penelitian	20
3.7 Diagram Alir Penelitian	21
BAB IV.....	25
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	25
4.1 Dokumentasi Postur Kerja	25
4.2 <i>Nordic Body Map Questionnaire</i>	26
4.3 Sudut Postur Kerja	28
4.4 Perhitungan REBA.....	29
4.5 Uji Data Antropometri	32
4.5.1 Uji Keseragaman Data	32
4.5.2 Uji Kecukupan Data	33
4.5.3 Uji Kenormalan Data	33
4.7 Diskusi.....	34
4.7.1 Diskusi Tahap Satu.....	34
4.7.2 Diskusi Tahap Dua	35
4.7.3 Diskusi Evaluasi.....	36
4.8 Hasil Perancangan.....	37
4.9 Validasi Desain	40
BAB V.....	41
PEMBAHASAN	41
5.1 Analisis Keluhan Pekerja	41
5.2 Perhitungan REBA.....	42
5.3 Analisa Postur Kerja	44
5.4 Data Antropometri	50
5.5 Pengujian Data Antropometri	50
5.5.1 Uji Keseragaman Data	50
5.5.2 Uji Kecukupan Data	51
5.5.3 Uji Kenormalan Data	52
5.5.4 Persentil.....	53
5.6 Perancangan Alat Potong	54
5.6.1 <i>Customer Voice</i>	54
5.6.2 Diskusi Tahap Satu.....	55
5.6.3 Diskusi Tahap Dua	57
5.6.4 Evaluasi Tahap Satu	57
5.7 Hasil Konsep Perancangan.....	59
5.8 Konsep Rancangan.....	59
BAB VI.....	64
KESIMPULAN DAN SARAN	64
6.1 Kesimpulan	64

6.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Identifikasi Proses Pemotongan Tanaman Mendong	26
Tabel 4. 2 Score Group A	29
Tabel 4. 3 Score Beban Berat Angkat.....	29
Tabel 4. 4 Score A	29
Tabel 4. 5 Score Group B	30
Tabel 4. 6 Score Coupling	30
Tabel 4. 7 Score B.....	30
Tabel 4. 8 Tabel C.....	30
Tabel 4. 9 Score C.....	31
Tabel 4. 10 Score Aktivitas.....	31
Tabel 4. 11 Score REBA.....	31
Tabel 4. 12 Level Risiko dan Tindakan	31
Tabel 4. 13 Customer Voice	34
Tabel 4. 14 Hasil Diskusi Tahap Satu dengan Ahli Ergonomi 1	34
Tabel 4. 15 Hasil Diskusi Tahap Satu dengan Ahli Mesin	35
Tabel 4. 16 Hasil Diskusi Tahap Dua dengan Ahli Mesin	35
Tabel 4. 17 Hasil Evaluasi Tahap Satu dengan Ahli Ergonomi 1	36
Tabel 4. 18 Hasil Evaluasi Tahap Satu dengan Ahli Ergonomi 2	36
Tabel 4. 19 Hasil Evaluasi Tahap Satu dengan Ahli Mesin	36
Tabel 4. 20 Hasil Konsep Perancangan	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Tanaman Mendong (<i>Fimbristylis Globulosa</i>).....	1
Gambar 3. 1 Framework Penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 4. 1 Proses Pemotongan Tanaman Mendong.....	25
Gambar 4. 2 Grafik Akumulasi Nordic Body Map Questionnaire Kategori A (Tidak Terasa Sakit).....	26
Gambar 4. 3 Grafik Akumulasi Nordic Body Map Questionnaire Kategori B (Sedikit Sakit).....	27
Gambar 4. 4 Grafik Akumulasi Nordic Body Map Questionnaire Kategori C (Sakit) ..	27
Gambar 4. 5 Grafik Akumulasi Nordic Body Map Questionnaire Kategori D (Sangat Sakit).....	28
Gambar 4. 6 Sudut Postur Kerja	28
Gambar 4. 7 Output Uji Keseragaman Data Dimensi Tsb	32
Gambar 4. 8 Output Uji Keseragaman Data Dimensi Tbb	32
Gambar 4. 9 Output Uji Normalitas Data Dimensi Tsb	33
Gambar 4. 10 Output Uji Normalitas Data Dimensi Tbb	33
Gambar 4. 11 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong dengan Keterangan Nama Part.....	37
Gambar 4. 12 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Sisi Diagonal Beserta dengan Ukurannya	38
Gambar 4. 13 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Samping	38
Gambar 4. 14 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Depan	39
Gambar 4. 15 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Belakang	39
Gambar 4. 16 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Atas	40
Gambar 4. 17 Output Uji Kruskal-wallis.....	40
Gambar 5. 1 Anatomi Punggung Manusia.....	45
Gambar 5. 2 Anatomi Leher Manusia	46
Gambar 5. 3 Anatomi Kaki Manusia	47
Gambar 5. 4 Anatomi Lengan Atas Manusia	48
Gambar 5. 5 Anatomi Lengan Bawah Manusia.....	48
Gambar 5. 6 Anatomi Pergelangan Tangan Manusia	49

ABSTRAK

Perkembangan Usaha Kecil Menengah (UKM) saat ini sudah sangat pesat. Hal ini menyebabkan pihak supplier bahan baku juga harus meningkatkan produksi mereka. Peningkatan produksi sangat berkaitan dengan jadwal produksi dan shift kerja karyawan yang jika tidak diatur dengan baik akan berdampak pada kesehatan pekerja. Studi lapangan di kegiatan pemenuhan bahan baku kerajinan tanaman mendong menunjukkan tingginya risiko bahaya cedera akibat kerja yaitu work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) berada pada level 3 dengan score 9 yang berarti memiliki risiko tinggi dan perlu segera dilakukan tindakan perbaikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi postur kerja kegiatan memotong tanaman mendong menggunakan metode rapid entire body assessment (REBA) dibantu dengan kuesioner nordic body map kemudian mengidentifikasi kebutuhan pengguna desain alat potong, menentukan spesifikasi desain alat potong, dan memvalidasi desain yang dikembangkan menggunakan metode participatory ergonomic berdasar antropometri pekerja. Hasil penelitian berupa rancangan visual 3D yang telah tervalidasi oleh stakeholder yang terlibat dan disertai video simulasi alat bantu potong tanaman mendong dengan sistem mesin yang dikendalikan menggunakan tombol control panel. Mesin terdiri dari pisau yang digerakan menggunakan motor listrik dan bergerak menggunakan sistem pneumatic yang bersumber tenaga tekanan udara dari compressor.

Kata Kunci: *Tanaman Mendong, Work-related Musculoskeletal Disorders, REBA, Participatory Ergonomic*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang Masalah



Gambar 1. 1 Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*)

Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) adalah salah satu tanaman khas daerah Kecamatan Minggir, Sleman Yogyakarta. Mendong terbesar di beberapa wilayah Indonesia seperti Tasikmalaya, Malang dan sebagainya. Mendong termasuk ke dalam jenis tanaman rumput. Mendong biasa hidup di rawa atau daerah berlumpur dengan kadar air tinggi (akuatik). Masyarakat Minggir rata-rata menggantungkan hidupnya sebagai petani tanaman mendong meski banyak juga yang menjadi petani tanaman padi. Tanaman mendong biasanya digunakan untuk kerajinan seperti tikar, dompet, tas, kotak tisu, sandal, dan berbagai kerajinan lainnya. Dalam upaya pemenuhan permintaan pasar terhadap kerajinan mendong maka para usaha kecil menengah (UKM) memerlukan bahan baku berupa tanaman mendong yang cukup. Dalam upaya pemenuhan bahan baku ada

berbagai macam proses yang harus dilalui, mulai dari menanam tanaman mendong itu sendiri di sawah, kemudian dipanen, dijemur, lalu di ikat sebanyak *mo limo* (5 satuan) dan dipotong untuk merapikan permukaannya yang bertujuan agar panjang tanaman mendong yang digunakan sama sehingga memudahkan proses produksi.

Dari proses yang harus dilalui, proses pemotongan atau perapihan tersebut sering menimbulkan keluhan dari pekerja. Dengan keadaan sistem kerja dan alat yang digunakan masih manual dalam proses pemotongan hal ini menimbulkan keluhan sakit pada bagian tubuh para pekerja pengumpul mendong. Hasil survei yang didapatkan *nordic body map questionnaire* bahwa sebesar 60% responden merasakan sangat sakit pada pantat (atas), pergelangan tangan kanan, dan tangan kiri. Sebesar 50% responden merasakan sangat sakit pada tangan kanan. Sebesar 30% responden merasa sangat sakit pada lutut kiri, lutut kanan, betis kiri dan betis kanan. Sebesar 20% merasakan sangat sakit pada punggung dan lengan kanan atas. Sebesar 10% merasakan sangat sakit pada bagian leher bawah, bahu kiri, bahu kanan, pantat (bawah), lengan kiri bawah, lengan kanan bawah, pergelangan tangan kiri, pergelangan kaki kiri, pergelangan kaki kanan, kaki kiri dan kaki kanan.

Menurut Istighfaniar dan Mulyono (2016) bahwa gangguan sistem *muskuloskeletal* merupakan penyebab utama ketidakhadiran pekerja. Menurut *The Labour Force Survey* bahwa sekitar setengah dari kasus penyakit akibat kerja adalah *musculoskeletal disorders* (LFS U.K tahun 2014 dalam Istighfaniar dan Mulyono (2016)). Menurut *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (2011) gerakan membungkuk dan gerakan ekstrem lainnya tidak berbahaya dalam kehidupan sehari-hari, yang membuat menjadi bahaya adalah karena pengulangan yang terus-menerus ditambah dengan kecepatan gerakan dan kurangnya waktu pemulihan.

Indikasi bahaya cedera akibat kerja yaitu *work-related musculoskeletal disorders* pada bagian-bagian tubuh yang dikeluhkan dalam proses pemotongan dapat terjadi karena keadaan postur kerja yang salah. Postur yang salah ini dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu panjang. Perlu diketahui bahwa proses pemotongan dilakukan dengan mengikat tanaman mendong terlebih dahulu kemudian dilakukan proses pemotongan di ujung-ujung ikatannya. Kondisi saat dilakukan pemotongan yaitu tangan

kiri pekerja memegang ikatan tanaman mendong untuk menjaga tanaman mendong tidak bergerak, posisi pekerja membungkuk sekitar 90° bersamaan dengan posisi tangan kanan yang memegang alat potong (arit) untuk memotong dan meratakan permukaan ikatan tanaman mendong (Gambar 4.1).

Keadaan postur membungkuk yang dilakukan berulang terbukti memiliki *score* REBA yang berada pada level risiko tinggi dan cara memegang alat potong tradisional yang menimbulkan risiko berbahaya bagi pekerja adalah hal yang menginspirasi penulis untuk meneliti kemungkinan risiko cedera akibat kerja yaitu *work-related musculoskeletal disorders* melalui evaluasi postur kerja dan merancang alat potong tanaman mendong untuk mengurangi risiko cedera akibat kerja yaitu *work-related musculoskeletal disorders*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah disampaikan di atas maka rumusan masalahnya adalah “Bagaimana rancangan alat potong tanaman mendong yang ergonomis?”

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi postur kerja kegiatan memotong tanaman mendong menggunakan metode REBA
2. Mengidentifikasi kebutuhan pengguna desain alat potong dengan metode *participatory ergonomic*
3. Menentukan spesifikasi desain alat potong dengan metode *participatory ergonomic*
4. Memvalidasi desain yang dikembangkan untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

1.4.1 Asumsi

Penelitian dilakukan terhadap pekerja dengan kondisi tubuh normal (tidak cacat fisik atau cacat mental).

1.4.2 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian hanya dilakukan pada proses pemotongan tanaman mendong
2. Penelitian hanya berupa desain rancangan alat potong visual 3D dan video simulasi konsep kerja alat

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan rasa nyaman dan aman terhadap pekerja saat proses bekerja memotong tanaman mendong, meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja serta mengurangi kecelakaan kerja pada pengguna.

1.6 Sistematika Penelitian

Bab I Pendahuluan berisi penjelasan latar belakang dilakukannya penelitian, kemudian rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian. Bab II Kajian Literatur berisi kajian empiris dan kajian teoritis. Kajian empiris berisi penelitian-penelitian sebelumnya yang serupa atau dapat mendukung penelitian yang akan dilakukan. Kajian teoritis berisi teori-teori yang mendukung penelitian yang akan dilakukan. Bab III Metodologi Penelitian berisi metode penelitian mulai dari metode observasi lapangan hingga metode pengolahan data.

Bagian-bagian dari Bab III adalah obyek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, metode pengumpulan data, alat yang diperlukan, metode pengolahan data, *framework* penelitian dan diagram alur penelitian. Bab IV berisi pengolahan dan perhitungan data mulai dari evaluasi postur, hasil dikusi dengan *participatory ergonomic*, perhitungan antropometri yang dibutuhkan untuk merancang alat potong (keseragaman data, kecukupan data dan normalitas data) hingga hasil uji validasi rancangan. Bab V berisi pembahasan mengenai hasil perhitungan dan pengolahan data di Bab IV yang menghasilkan suatu alat potong. Bab VI berisi kesimpulan pengolahan dan pembahasan data.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Empiris

Setiadi et al., (2013) menyatakan otot yang menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Pekerja dapat mengalami masalah *musculoskeletal disorders* dari berbagai macam faktor antara lain postur kerja, kerja statis yang terlalu lama, hingga proses pengangkatan atau pemindahan barang yang salah dan dilakukan secara berulang dan terus menerus. Menggunakan metode analisa postur kerja dengan metode REBA dan pendekatan biomekanika dengan metode RWL, LI, dan MPL didapatkan hasil yaitu aktivitas tersebut tergolong ke dalam tingkatan risiko sangat tinggi. Permasalahan MSDs tersebut dipecahkan dengan memberikan usulan alat bantu pemindahan batako yang dirancang secara ergonomis. Alat bantu yang diusulkan berupa *trolley* dan *pallet* batako.

Sukania et al., (2013) menyatakan posisi berdiri merupakan postur alami manusia yang tidak menimbulkan bahaya kesehatan namun jika hal tersebut dilakukan dalam jangka waktu lama akan mempengaruhi kondisi tubuh. Masalah-masalah lain seperti punggung yang terlalu membungkuk juga mengakibatkan nyeri pada punggung pekerja. Perbaikan yang mungkin untuk dilakukan mulai dari memperbaiki metode kerja yaitu melakukan teknik angkat angkut yang benar, pengaturan jam kerja dan istirahat yang tepat serta perbaikan stasiun kerja dan penambahan alat bantu kerja. Disimpulkan bahwa

perancangan *pallet* baru sangat diperlukan karena *pallet* yang ada belum ergonomis yaitu terlalu rendah sehingga mengakibatkan pekerja harus bekerja dalam posisi menunduk. Setiawan et al., (2014) membuktikan dengan metode REBA bahwa postur kerja operator sangat menimbulkan ketidaknyamanan bagi operator. *Score* REBA menunjuk level interval sangat tinggi yang mengindikasikan bahwa diperlukan perbaikan saat ini juga. *Standard nordic questionnaire* (SNQ) yang disebar juga membuktikan adanya keluhan dari pekerja.

Dengan keadaan postur kerja yang tidak sesuai maka diperlukan perancangan *material handling* yang tepat bagi operator *loading* sehingga dapat mengurangi level risiko MSDs. *Material handling* yang dirancang berupa *trolley* terbuka dengan kemampuan dapat digunakan untuk kapasitas besar karena dapat digunakan pada saat *box* sayuran dalam keadaan ditumpuk. Perhitungan nilai REBA setelah perancangan *material handling* dengan mensimulasikan gerakan operator dalam menggunakan *material handling* menggunakan *software* Manne Quin PRO versi 10.2. Hasil skor REBA yang didapatkan setelah dilakukan simulasi sebesar 2. Sehingga kemungkinan *musculoskeletal disorder* pada pekerja sebesar 2 yang sebelumnya sangat tinggi sebesar 12.

Farhadi et al., (2014) menyatakan hasil *nordic questionnaire* dan alat penilaian ergonomis menunjukkan bahwa gejala punggung bawah dan pergelangan tangan adalah tanda *musculoskeletal* paling umum pada pekerja dan kelainan *musculoskeletal* memiliki prevalensi yang tinggi di antara pekerja di pembangkit tenaga air maka diperlukan tindakan pengendalian untuk meminimalkan paparan kerja terhadap faktor risiko gangguan *musculoskeletal* terkait pekerjaan. Aznam et al., (2017) menyatakan bahwa risiko MSDs yang terjadi pada para operator adalah gangguan kesehatan yang mempengaruhi dan mengganggu aktivitas para operator baik dalam pekerjaan maupun di luar pekerjaan, menurut studi pustaka bahwa jenis kelamin dan usia di bawah 35 tahun tidak mempengaruhi kemungkinan MSDs namun kebiasaan merokok memiliki kemungkinan berpengaruh pada gejala MSDs.

Aznam et al., (2017) menambahkan bahwa perbaikan postur kerja saat melakukan *manual material handling* merupakan salah satu solusi untuk mengurangi risiko WMSDs. Widodo dan Astuti (2015) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa untuk

memperbaiki sikap kerja maka dirancang alat bantu *flexible framework* yang merupakan suatu trobosan baru dalam serta memberikan kemudahan saat melakukan aktivitas memelitur. Pengujian analisis metode REBA menunjukkan penurunan level tindakan yang signifikan dari *scoring* 10 turun menjadi 5 yang berarti dapat menurunkan level tindakan dari level risiko tinggi.

Yohanes (2015) menyatakan perancangan produk yang telah dibuat berupa alat pengepresan jenang ternyata menghasilkan, pekerja menjadi lebih nyaman dalam menggunakan alat tersebut untuk produksi jenang, karena untuk pengepresan jenang tidak lagi harus ditekan-tekan dengan menggunakan centong nasi, sehingga dapat mengurangi kelelahan pekerja serta waktu produksi lebih optimal. Menggunakan metode pengukuran antropometri pekerja di berbagai macam anggota tubuh dengan persentil tertentu didapatkan hasil berupa rancangan alat pengepresan jenang lengkap dengan dimensi ukuran dan material yang digunakan.

Penelitian oleh Fahma et al., (2014) mengenai alat potong kunyit simplisia di sebuah klaster biofarma yang terletak di Karanganyar belum memenuhi standar pasar industri jamu PT Sidomuncul sehingga perlu dilakukan pengembangan alat potong yang sesuai. Pengembangan dilakukan menggunakan metode TRIZ dan menghasilkan alat dengan konsep alat potong berupa piringan putar. Alat potong terdapat 3 bagian utama berupa bagian alas, pemotong dan bagian loading. Pada bagian pemotong terdapat piringan putar, pisau dan *handle* sedangkan di bagian loading terdapat wadah dan pendorong kunyit.

Gasni (2007) menyatakan pemotongan umbi talas yang masih dilakukan secara manual dengan memakai tenaga manusia menimbulkan efisiensi dalam proses produksi terutama kapasitas pemotongan menjadi rendah dan biaya produksi yang cukup besar, sehingga direalisasikan dengan merancang mesin pemotong umbi talas dengan menggunakan mekanisme engkol peluncur dan menghasilkan putaran poros engkol ada diantara 165 sampai 205 rpm, mata pisau pada sudut putaran batang 2 sebesar 60° (maju) dan 210° (mundur), dan kapasitas pemotongan jauh lebih meningkat sebesar 134,6% untuk putaran 213 rpm jika dibandingkan dengan manual.

Nofirza dan Syahputra (2012) menyatakan pemotongan nenas sebagai bahan baku keripik nenas masih bersifat manual. Alat potong yang sudah tersedia belum mampu memenuhi standar pemotogan nenas, sehingga dirancang alat pemotong nenas agar sesuai dengan standar keripik nenas. Perancangan dilakukan dengan mengukur antropometri pekerja yaitu antropometri berdiri dan antropometri tangan sebanyak 13 dimensi tubuh. Hasil dari perancangan alat yaitu efisiensi meningkat dari 43,87 detik menjadi 15,76 detik, operator dapat duduk normal, alat dilengkapi dengan tenaga motor penggerak, efektivitas meningkat dari 14,65 kg/jam menjadi 40,11 kg/jam dan produktivitas meningkat 9,14%.

Qomaruddin dan Darmanto (2016) menyatakan perusahaan penampung limbah gelas plastik bekas hanya mau menerima gelas plastik bekas yang sudah dipotong dan dibuang bagian atasnya dengan alasan bahan tersebut yang dapat dijadikan biji plastik untuk kemasan makanan dan minuman, sedangkan bagian atas yang menyerupai gelang akan diolah menjadi barang-barang kemasan non makanan. Sehingga dirancang mesin yang berguna untuk memotong bagian atas geas plastik dan menghasilkan mesin berupa mesin yang dapat memotong dengan kecepatan 1120 rpm pada sudut baji 60°.

2.2 Kajian Teoritis

2.2.1 Postur Kerja

Susihono dan Prasetyo (2012) menyatakan faktor risiko sikap kerja terhadap gangguan *musculoskeletal* adalah sikap kerja yang sering dilakukan oleh manusia dalam melakukan pekerjaan, posisi tersebut antara lain berdiri, duduk, membungkuk, jongkok, berjalan dan lain-lain. Sikap kerja tersebut dilakukan tergantung dari kondisi dalam sistem kerja yang ada. Jika kondisi sistem kerjanya yang tidak sehat akan menyebabkan kecelakaan kerja, karena pekerja melakukan pekerjaan yang tidak aman. Jika pekerja melakukan pekerjaan dengan sikap kerja yang salah, canggung dan diluar kebiasaan akan menambah risiko cedera pada bagian tubuh tertentu yang terindikasi risiko *musculoskeletal* (Bridger, 1995 dalam Susihono dan Prasetyo, 2012).

Dewi (2016) menyatakan pekerja industri kecil makanan khususnya di Provinsi Yogyakarta mengalami postur kerja yang buruk, postur kerja buruk tersebut

menyebabkan pembebanan statis secara kontinyu, sehingga berpotensi terjadi gangguan *musculoskeletal* dan dapat berdampak pada performansi dan produktivitas pekerja. Menggunakan *nordic questionnaire* untuk mengambil data pemetaan karakter keluhan *musculoskeletal* didapatkan hasil studi yaitu 100% pekerja mengalami keluhan *musculoskeletal* dalam 12 bulan terakhir dan 89% mengalami keluhan dalam 7 hari terakhir. Pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja, baik itu postur kerja berdiri, duduk maupun postur kerja lainnya. Pada beberapa jenis pekerjaan, pekerja yang mengalami *musculoskeletal disorders* cenderung membiarkan hal ini terjadi dalam waktu yang lama dan cenderung membiarkan walaupun hal tersebut menimbulkan ketidaknyamanan dalam bekerja. Hal ini akan mengakibatkan keluhan sakit pada bagian tubuh, cacat produk bahkan cacat tubuh.

Taha dan Majid (2008) menyatakan sebagai operator tiap individu akan merasakan ketidaknyamanan yang berbeda, evaluasi tentang efek bekerja pada postur berdiri harus dibuat atas dasar individu masing-masing operator. Hal ini bertujuan untuk menilai risiko nyata berdiri di tempat kerja ke titik bagian tubuh tertentu. Pada saat yang sama, penilaian individu akan membantu meringankan efek buruk dan tindakan dapat dilakukan untuk membuat penyesuaian yang diperlukan untuk postur kerja.

2.2.2 *Work-related Musculoskeletal Disorders*

Singh (2010) menyatakan kemampuan kerja angkatan kerja yang menua adalah masalah yang menjadi perhatian utama di banyak negara sehingga selama tiga dekade terakhir beberapa penelitian telah dilakukan pada terkait kesehatan dan gangguan muskuloskeletal (MSD). Salah satu studi tentang pekerja perempuan di sebuah pabrik tekstil wol menemukan bahwa rasa sakit dan kelelahan adalah masalah utama bagi perempuan di bagian pemintalan. Studi ini merekomendasikan bahwa faktor ergonomis seperti penyediaan sandaran dan periode istirahat yang sering dapat meredakan gejala *musculoskeletal*.

Jalajuwita et al., (2015) menyatakan keluhan penyakit yang sering diderita oleh pekerja adalah WMSDs (*work-related musculoskeletal disorders*), hal tersebut salah

satunya dipengaruhi adanya posisi kerja. Qutubuddin et al., (2013) menyatakan gangguan *musculoskeletal* yang berhubungan dengan pekerjaan (WMSDs) adalah perhatian utama dalam industri yang juga dapat mempengaruhi daya saing karena biaya yang berkaitan dengan kompensasi pekerja, perputaran tenaga kerja, ketidakhadiran, kualitas yang buruk dan produktivitas yang berkurang.

Di Eropa pada tahun 2005 dinyatakan bahwa *work-related musculoskeletal disorders* merupakan masalah besar dalam kesehatan dan biaya untuk menanggung itu selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hampir semua sektor pekerjaan dipengaruhi oleh penyakit MSDs. Postur tubuh yang paling dominan penyebab MSDs di Eropa adalah postur mengangkat dan gerakan yang berulang. Berdasar data survei di Eropa sebanyak 24,7% mengeluh sakit punggung, 22,8% mengeluh nyeri otot dan 45,5% pekerja melaporkan pekerjaan mereka dalam posisi menyakitkan dan melelahkan. Dalam penelitian yang menyatakan gejala *musculoskeletal* umum terjadi pada komunitas dewasa. Gangguan pada sistem *musculoskeletal* adalah penyakit yang paling sering dilaporkan pada 1995, survei rumah tangga umum yang dilakukan membuktikan dengan tingkat 159 per 1000 wanita dewasa dan 143 per 1000 pria dewasa mengalami *musculoskeletal*. Diperkirakan bahwa 15% dari konsultasi dokter umum adalah untuk masalah *musculoskeletal* (Urwin et al., 1998).

2.2.3 Perancangan Alat Bantu Pekerjaan

Mas'idah et al., (2009) menyatakan risiko *musculoskeletal disorders* dari proses pengangkatan beban yang terlalu berat dan dilakukan terus menerus dapat dihindari dengan menggunakan alat bantu mekanis berupa kereta dorong yang dapat membuat pekerja lebih efektif, efisien dan aman sehingga cedera tulang belakang dapat diminimumkan. Pranajaya et al., (2014) menyatakan perancangan adalah dimana suatu proses yang bertujuan untuk menganalisa, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik secara fisik maupun non fisik. Hal tersebut dilakukan untuk jangka waktu mendatang dengan memanfaatkan informasi perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah-langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode Merris Asimow.

Metode Merris Asimow menerangkan perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju ke arah tujuan pemenuhan kebutuhan manusia. Yohanes (2015) menyatakan perancangan produk adalah sesuatu yang dirancang atau diproyeksikan dan diselesaikan dalam bentuk gambar dengan memperhatikan kualitas desain yang eksklusif dan representatif sehingga produk yang dihasilkan memiliki daya tarik dan daya saing tinggi. Desain produk yang baik adalah dengan memperhatikan sisi kenyamanan dengan mengacu pada pendekatan antropometri dan ergonomi.

2.2.4 Antropometri

Menurut Surya et al., (2013) antropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan tubuh manusia, yaitu ukuran, bentuk dan kekuatan penerapan data ini adalah untuk penanganan masalah desain peralatan maupun ruang kerja. Mehrparvar et al., (2015) menyatakan penting untuk mengukur dimensi antropometri sebagai langkah kunci untuk proses desain. Variabel seperti usia, jenis kelamin, dan etnisitas mempengaruhi dimensi ini, jadi sangat penting untuk pertimbangan variabel-variabel ini untuk persiapan antropometrik database. Menurut Setiawan dan Parwati (2015) redesain alat bantu seharusnya disesuaikan dengan kebutuhan manusia, sehingga untuk tujuan redesain, yang digunakan sebagai dasar ukuran adalah dimensi tubuh manusia. Hal-hal yang berkaitan dengan dimensi manusia meliputi keadaan, frekuensi dan kesulitan sikap badan, syarat-syarat untuk memudahkan bergerak. Dilengkapi oleh Soebroto (2000) bahwa dengan memiliki data antropometri yang tepat, maka seorang perancang produk ataupun fasilitas kerja akan mampu menyesuaikan bentuk dan geometris ukuran dari produk rancangannya dimana bentuk-bentuk maupun ukuran segmen-segmen bagian tubuh yang nantinya akan mengoperasikan produk tersebut.

2.2.5 Ergonomi

Wauben et al., (2006) menyatakan kata *ergonomic* berasal dari kata Yunani “*ergon*” (tenaga kerja) dan “*nomos*” (hukum), yang menunjukkan pengetahuan tentang hukum kerja manusia kemudian dikombinasikan dengan produk pengembangan dan evaluasi produk, ini mengarah pada prinsip kerja para desainer ruang operasi yang seharusnya menyesuaikan lingkungan dengan para pekerja namun sebagai gantinya mengadaptasi

para pekerja ke lingkungan mereka. Pontonnier et al., (2014) menyatakan studi dalam ergonomi dapat dipisahkan menjadi dua kategori, yang pertama menyangkut sudut pandang pengguna dan harus memiliki kemampuan untuk menggunakan suatu produk dan yang kedua menyangkut sudut pandang pekerja dan kapasitasnya untuk tampil, tanpa tambahan risiko, perakitan produk serta tugas-tugas yang terkait ke *workstation*-nya.

Ikonne (2014) menyatakan faktor ergonomi yang dapat menimbulkan kepuasan kerja dapat berasal dari berbagai masalah yang berasal dari tempat kerja. Misalnya, jika lingkungan kerja dirancang dengan buruk, itu dapat menghambat atau memperlambat kinerja karyawan di ruang kerja, dan ini akhirnya bisa menyebabkan frustrasi yang, pada gilirannya, mempengaruhi pekerjaan kepuasan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek dan Subjek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah alat potong tanaman mendong. Fitriantoro (2009) menyebutkan 4 tingkatan dalam karir menjadi *exploration*, *establishment*, *maintenance* dan *decline*. Pada kondisi *establishment* seorang pekerja berada pada kondisi *growth* akan pembentukan dimana pekerja mulai lebih tenang dan menunjukkan kebutuhannya akan kedekatan. Kondisi *establishment* berada di usia rentang 25 sampai 49 tahun sehingga subyek dalam penelitian ini adalah pekerja di Yogyakarta dengan keadaan normal (tidak cacat dan cacat fisik) yang berada pada usia produktif kerja di usia 25 sampai 49 tahun.

3.2 Jenis data

3.2.1 Data Primer

Ong (2013) menyatakan data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh organisasi atau perorangan langsung dari objeknya, misalnya suatu perusahaan ingin mengetahui konsumsi rata-rata suatu produk terhadap penduduk disuatu daerah dengan cara melakukan wawancara langsung kepada penduduk setempat. Data primer dalam penelitian ini antara lain data keluhan pekerja yang didapatkan dari wawancara langsung kepada pekerja, data hasil kuesioner *nordic body map* pekerja, data postur pekerja yang

diambil dalam bentuk foto dan video, data antropometri pekerja di Yogyakarta pada usia produktif kerja, data hasil diskusi dengan para ahli (*expert*)/*stakeholder*, dan data hasil kuesioner uji validasi rancangan alat potong.

3.2.2 Data Sekunder

Ong (2013) menyatakan data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk jadi dan telah diolah oleh pihak lainnya, biasanya data sekunder ini dalam bentuk publikasi. Data sekunder dalam penelitian ini antara lain data teori mengenai postur kerja, *work-related musculoskeletal disorders*, data seputar tanaman mendong di Yogyakarta, data cara perhitungan metode reba, data alur penerapan metode *participatory ergonomic*, dan data mengenai metode uji- uji dalam statistika.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Observasi Langsung dan Dokumentasi

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi, yaitu meneliti langsung dan menganalisa pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja. Dalam observasi langsung ini, dilakukan pengambilan foto dan/atau video selama pekerja melakukan pekerjaan memotong tanaman mendong. Data yang diperoleh berupa foto dan/atau video kegiatan.

3.3.2 Wawancara

Wawancara dilakukan pada pekerja pengepul tanaman mendong yang didalamnya terdapat aktivitas memotong tanaman mendong. Data yang didapat berupa data masalah kesehatan (keluhan) yang pernah atau sering dialami pekerja yang kemungkinan disebabkan karena pekerjaan yang dilakukan.

3.3.3 Survei

Dalam metode survei ini menggunakan alat kuesioner *nordic body map* yang berisi tentang berbagai pertanyaan mengenai *mapping* keluhan sakit yang dialami pekerja

selama bekerja maupun setelah bekerja akibat pekerjaan yang mereka lakukan. Data yang diperoleh berupa data transkrip kuesioner keluhan pada bagian-bagian tubuh yang dialami pekerja. Pengambilan data validasi desain rancangan alat potong diakhir penelitian juga menggunakan kuesioner. Pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner dibuat oleh penulis yang mengacu kepada aspek-aspek desain perancangan. Data yang diperoleh berupa data dalam *range 7* skala likert yang dihasilkan dari para ahli dan *stakeholder* yang terlibat dalam penelitian.

3.3.4 Pengukuran

Metode pengukuran langsung dilakukan untuk mendapatkan data antropometri. Pengukuran dilakukan kepada pekerja di Yogyakarta pada usia produktif kerja yaitu usia 25 sampai 49 tahun. Data yang diperoleh berupa data ukuran tubuh antropometri. Bagian tubuh yang diukur adalah jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan bawah pada saat tangan tergantung wajar (Tsb) dan jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol saat subyek berdiri (Tbb).

3.3.5 Kajian Literatur

Hasil dari kajian literatur terdiri adalah referensi mengenai part-part dan spesifikasinya yang diperlukan pada desain rancangan alat potong seperti jenis motor listrik yang diperlukan, jenis *pneumatic* dan jenis *compressor*.

3.4 Metode Pengolahan Data

3.4.1 *Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method*

Menurut Qutubuddin et al., (2013) *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* adalah alat analisis untuk memberikan pengamatan terhadap postur kerja yang cepat dan mudah, selain itu REBA juga merupakan alat analisis untuk kegiatan statis dan dinamis serta dapat memberikan tingkat tindakan resiko terhadap keluhan *musculoskeletal*. Menurut Saptadi dan Wijanarko (2008) metode REBA digunakan untuk mengukur postur, kekuatan aktivitas, faktor *coupling* dan pergerakan yang berhubungan dengan pekerjaan

manual material handling (MMH). Menurut Hignett (2000) pengembangan REBA bertujuan untuk:

- a. Mengembangkan sistem analisis postural yang sensitif terhadap risiko *musculoskeletal* dalam berbagai tugas.
- b. Membagi tubuh menjadi segmen untuk dikodekan secara individual, dengan mengacu pada pergerakan plan.
- c. Memberikan sistem penilaian untuk aktivitas otot yang disebabkan *bystatic*, *dynamic*, perubahan cepat atau postur yang tidak stabil.
- d. Ingat bahwa *coupling* penting dalam penanganan beban tetapi tidak selalu melalui tangan.
- e. Berikan tingkat tindakan dengan indikasi urgensi.
- f. Minta peralatan minimal pena dan metode kertas

Tahapan dalam proses perhitungan REBA adalah sebagai berikut (Saptadi dan Wijanarko, 2008):

- a. Tahap 1: Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto
- b. Tahap 2: Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja
- c. Tahap 3: Penentuan berat benda yang diangkat, *coupling* dan aktivitas pekerja
- d. Perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan

3.4.2 *Participatory Ergonomi (PE) Method*

Participatory ergonomi adalah suatu metode yang efektif dan efisien untuk meningkatkan kepedulian karyawan terhadap kecelakaan kerja sehingga mampu bekerja lebih produktif (Sukapto, 2015). Bernardes et al., (2012) menyatakan *participatory ergonomic* telah digunakan untuk mengurangi tuntutan pekerjaan fisik dan mencegah *work-related musculoskeletal disorder* (WMDs) dan *participatory ergonomic* sebagai strategi untuk menerapkan tindakan ergonomis, telah direkomendasikan oleh *European Agency for Safety and Health at Work* (NIOSH) dan *European Agency for Safety and Health at Work* (EASHW) sebagai metode penting untuk mengendalikan WMSD dan memulai program ergonomis. *Participatory ergonomic* adalah metode peningkatan yang semakin digunakan dalam aspek ergonomis kerja dan tempat kerja, terdiri dalam keterlibatan aktif pekerja dalam prosesnya mengidentifikasi faktor-faktor risiko di tempat kerja, dan untuk

memilih solusi yang paling tepat untuk risiko ini, didukung oleh atasan dan manajer mereka, dalam rangka meningkatkan kondisi kerja mereka.

3.4.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk memvalidasi jumlah pengukuran data, dimana tujuannya untuk membuktikan bahwa data yang telah diambil telah cukup untuk melakukan penelitian. Jika data tersebut belum lolos uji kecukupan data, maka perlu dilakukan pengambilan data lagi (Nurhasanah et al., 2014).

Rumus untuk menguji kecukupan data adalah:

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

Keterangan:

N' = Jumlah data yang sebenarnya

N = Jumlah data aktual

s = Tingkat ketelitian, penyimpangan maksimum hasil peramalan dari data sebenarnya
(untuk $k = 95\%$ dan $s = 5\%$; $k/s = 40$)

k = Tingkat keyakinan, besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian

3.4.4 Uji Keseragaman Data

Menurut Setyabudhi et al., (2017) keseragaman data berfungsi untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah seragam atau belum, yang ditandai dengan tidak adanya data yang keluar dari batasan (*out of control*). Dilengkapi oleh Didik dan Amelia (2000) bahwa fungsi uji keseragaman data juga berfungsi untuk menguji apakah data-data yang telah didapat telah layak untuk dipakai. Data akan dikatakan seragam apabila data berada di antara batas bawah ($x - 2s$) dan batas atas ($x + 2s$). Selain itu data dikatakan tidak seragam dan harus diabaikan.

$$BKA = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{N}}$$

$$BKB = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{N}}$$

3.4.5 Uji Kenormalan Data

Menurut Nurhasanah et al., (2014) uji kenormalan data dilakukan untuk menguji ketepatan suatu fungsi dengan uji Kolmogorov Smirnov menggunakan Minitab. Langkah-langkah perhitungannya adalah:

- Penentuan Hipotesis (H0 dan H1)
- Penentuan nilai alfa (α)
- Penentuan p-value pada minitab tidak digunakan statistik hitung dibanding dengan statistik. Akan tetapi digunakan statistik yang lebih mudah yaitu p-value
- Kesimpulan jika p-value < α , maka tolak H0 Jika p-value $\geq \alpha$, maka terima H0

3.4.6 Perhitungan Persentil

Menurut Nofirza dan Syahputra (2012) ada dua konsep persentil yang perlu dipahami. Pertama, persentil Antropometri pada individu hanya didasarkan pada satu ukuran tubuh saja, seperti tinggi berdiri atau tinggi duduk. Kedua, tidak ada orang yang disebut sebagai orang persentil ke-90 dan orang persentil ke-5. Agustina dan Maulana (2012) menyatakan ukuran persentil digunakan agar ukuran yang dipakai dalam perancangan dapat mencakup populasi manusia yang akan menggunakan hasil rancangan fasilitas dengan dimensi ukuran yang sama maupun lebih kecil dari ukuran persentil.

3.4.7 *Kruskal-wallis Non-parametrik Test*

Berdasar *Handbook of Biological Statistic Second Edition* karya John H. Mc Donald (2009) bahwa tes *kruskal-wallis* paling sering digunakan ketika ada satu nominal variabel

dan satu variabel pengukuran, dan variabel pengukuran tidak memenuhi asumsi normalitas dari anova. Ini adalah analog *non-parametrik* dari anova satu arah. Anova satu arah dapat menghasilkan perkiraan nilai P yang tidak akurat ketika data sangat jauh dari distribusi normal. Tes *kruskal-wallis* tidak membuat asumsi tentang normalitas. Seperti kebanyakan tes non-parametrik, itu dilakukan pada data peringkat, sehingga pengamatan pengukuran dikonversi ke mereka peringkat dalam kumpulan data keseluruhan: nilai terkecil mendapat peringkat 1, terkecil berikutnya mendapat peringkat 2, dan seterusnya. Hilangnya informasi yang terlibat dalam menggantikan jajaran untuk nilai-nilai asli dapat membuat tes ini kurang kuat daripada anova, jadi anova harus digunakan jika data memenuhi asumsi. Jika kumpulan data asli sebenarnya terdiri dari satu variabel nominal dan satu peringkat variabel, Anda tidak dapat melakukan anova dan harus menggunakan uji *kruskal-wallis*.

3.5 Alat Yang Diperlukan

3.5.1 Camera

Camera digunakan untuk mengambil foto dan video pekerja saat melakukan pekerjaan memotong tanaman mendong.

3.5.2 Kuesioner

Kuesioner yang digunakan adalah *nordic body map questionnaire* dan kuesioner validasi (dibuat oleh penulis). *Nordic body map questionnaire* digunakan untuk mengambil data keluhan yang dialami pekerja. Menurut Sukania et al., (2013) *nordic body map questionnaire* adalah alat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sistem kerja. Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui ketidaknyaman pada para pekerja. Kuesioner ini menggunakan gambar manusia yang sudah dibagi beberapa bagian yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan, pinggang/pantat, lutut, tumit, kaki dan dengan analisa maka akan diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot *skeletal* yang dirasakan oleh pekerja (Sukania et al., 2013). Kuesioner validasi digunakan untuk uji validasi kepada *stakeholder* yang terlibat dalam proses pembuatan desain rancangan.

3.5.3 Alat Ukur (Meteran)

Meteran digunakan untuk mengambil data antropometri obyek penelitian.

3.5.4 Busur Derajat

Busur derajat digunakan untuk menghitung sudut-sudut pekerja dalam melakukan kegiatan memotong tanaman mendong.

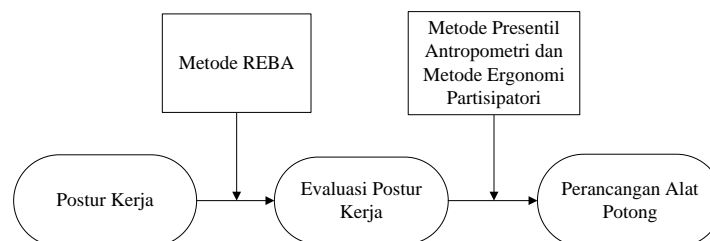
3.5.5 *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*

Software SPSS digunakan untuk melakukan uji kecukupan data, uji normalitas data dan uji keseragaman data dari data antropometri yang telah diperoleh. *Software SPSS* juga digunakan untuk uji *kruskal-wallis* data kusioner validasi yang dilakukan oleh seluruh *stakeholder* yang terlibat.

3.5.6 *Solidwork*

Software solidwork digunakan untuk mendesain rancangan alat potong tanaman mendong yang bersifat visual 3 dimensi dan membuat video simulasi konsep kerja alat potong.

3.6 *Framework Penelitian*



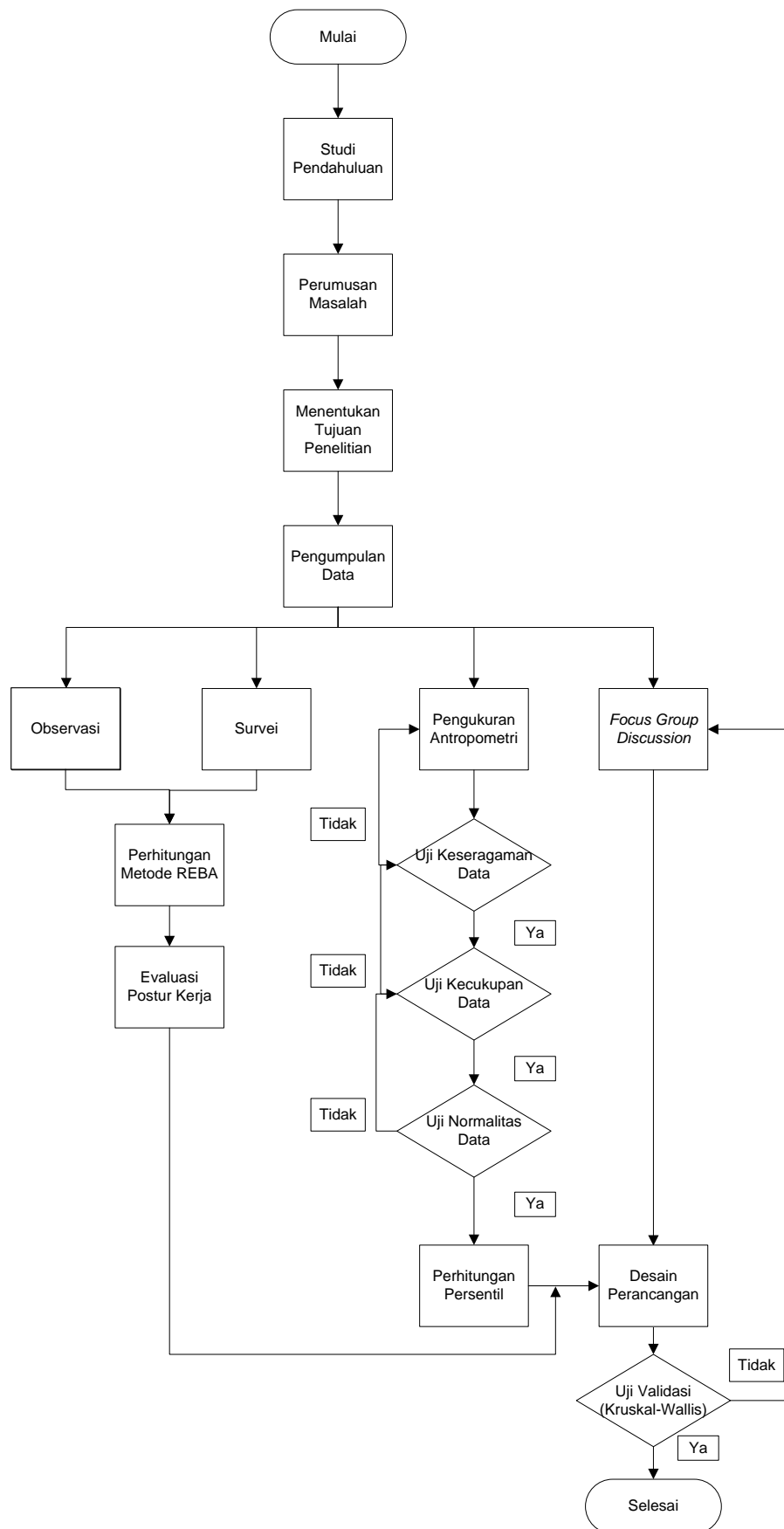
Gambar 3. 1 *Framework Penelitian*

Framework dimulai dari mengevaluasi postur kerja pekerja yang akan menghasilkan analisa postur kerja dengan metode REBA. Kemudian data antropometri yang telah didapat akan diolah dengan menentukan persentil untuk alat potong dan partisipasi dari para *stakeholder* melalui metode *participatory ergonomic*. Alat bantu potong dibuat

berdasar dasar-dasar ergonomi yang tertuang dalam spesifikasi alat. Gambaran *framework* penelitian telah jelaskan dalam gambar 3.1.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini direpresentasikan dalam diagram gambar 3.2 berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir penelitian (Gambar 3.2):

1) Studi pendahuluan

Dalam tahap ini dilakukan tahap mencari teori tentang tanaman mendong hingga bagaimana pengolahan tanaman mendong mulai panen hingga menjadi bahan baku anyaman

2) Perumusan masalah

Tahap ini merupakan tahapan untuk mencari permasalahan utama dalam penelitian ini. Rumusan masalah adalah bagaimana merancang alat potong tanaman mendong yang ergonomis

3) Tujuan penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk menjawab rumusan masalah yang telah disusun dan tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi postur kerja kegiatan memotong tanaman mendong menggunakan metode REBA, mengidentifikasi kebutuhan pengguna desain alat potong dengan metode *participatory ergonomic*, menentukan spesifikasi desain alat potong dengan metode *participatory ergonomic*, dan memvalidasi desain yang dikembangkan untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna

4) Pengumpulan data

Tahap ini dilakukan dilakukan dengan berbagai cara diantaranya observasi, survei, pengukuran antropometri, dan *focus group discussion*. Melalui observasi akan didapatkan keluhan pekerja dan *customer voice*, sedangkan melalui survei dengan bantuan alat *nordic body questionnaire* akan didapatkan hasil data titik rasa sakit pada bagian tubuh pekerja. Dalam pengukuran data antropometri akan didapatkan data ukuran tubuh responden yang akan digunakan untuk merancang alat dan dari *focus group discussion* akan didapatkan berupa kriteria alat yang berasal dari para ahli serta penilaian alat yang sudah didesain untuk memenuhi kriteria yang sebelumnya sudah disepakati. Di akhir perancangan dilakukan pengumpulan data berupa data kuesioner validasi desain dari para ahli yang terlibat dalam penelitian

5) Pengujian Data

Pengujian data antropometri yang dilakukan diantaranya uji keseragaman data, uji kecukupan data, dan uji normalitas data. Pengujian keseragaman data dan kenormalan data dilakukan menggunakan *software SPSS* sedangkan pengujian kecukupan data dilakukan dengan perhitungan manual dibantu dengan *software microsoft excel*

6) Perhitungan Persentil

Perhitungan persentil dilakukan untuk mendapatkan ukuran dimensi yang akan digunakan untuk merancang produk. Perhitungan persentil dilakukan dengan perhitungan manual dibantu dengan *software microsoft excel*

7) Desain Alat Potong

Perancangan alat potong dilakukan dengan *software solidwork*. Alat yang dirancang berupa visual 3 dimensi

8) Validasi Desain

Validasi desain diuji menggunakan uji statistik non-parametrik *kruskal-wallis*. Jika hasil uji dinyatakan valid maka penelitian selesai, jika tidak maka kembali kepada diskusi bersama *stakeholder* yang terlibat dalam penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Dokumentasi Postur Kerja



Gambar 4. 1 Proses Pemotongan Tanaman Mendong

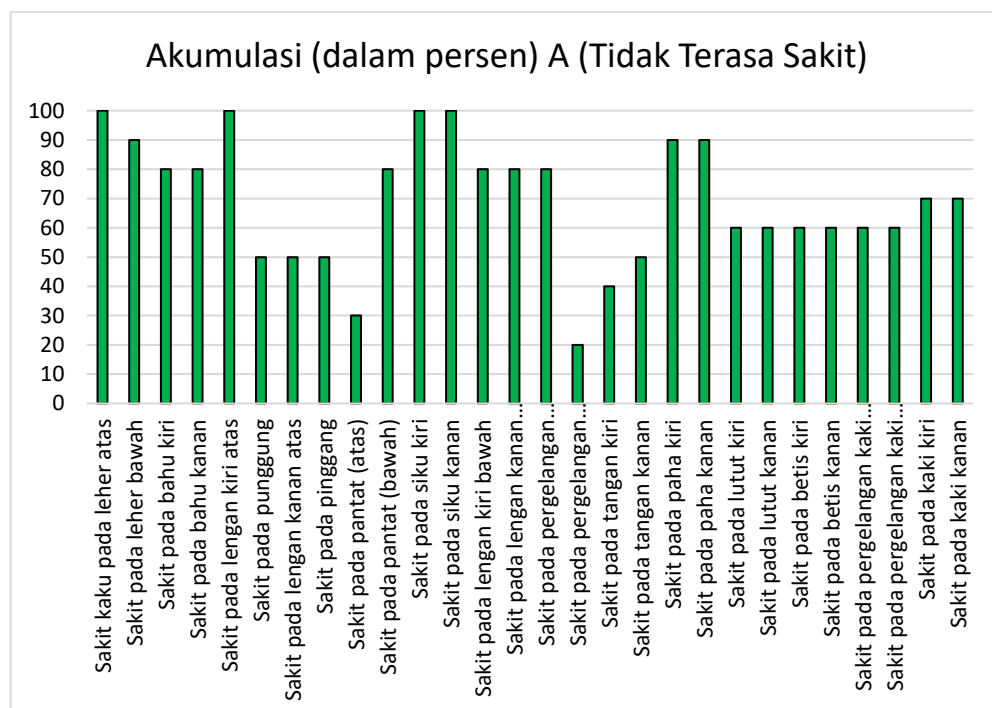
Dalam proses pemotongan tanaman mendong, hasil identifikasi proses pemotongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Identifikasi Proses Pemotongan Tanaman Mendong

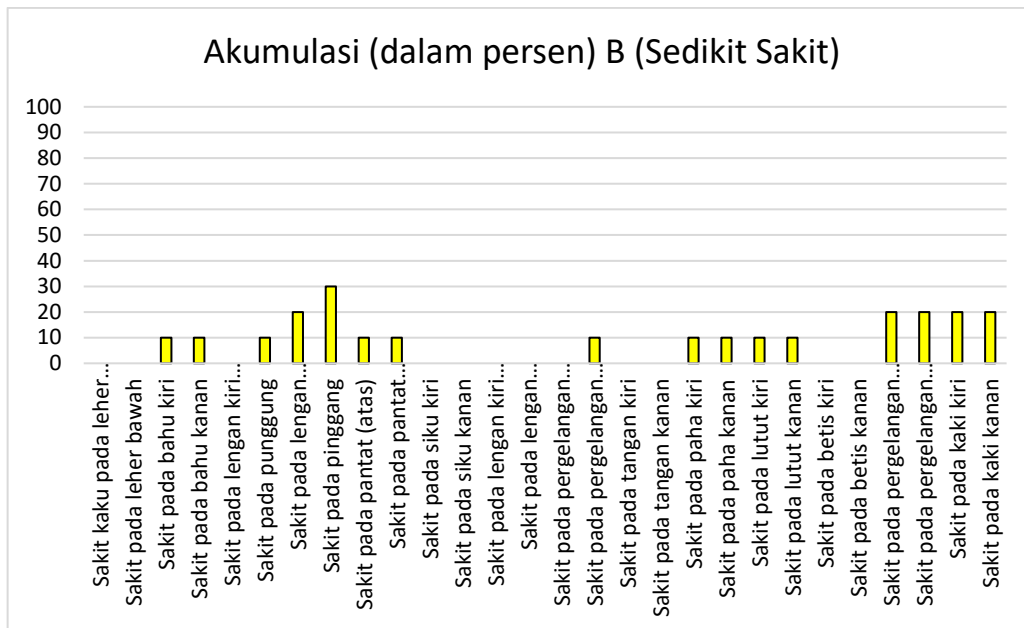
Nama	Keterangan
Waktu	60 detik
Proses	Kedua kaki mencengkram tanaman mendong bersamaan dengan tangan kiri yang memegang agar tanaman tidak bergerak dan tangan kanan memotong
Cara memotong	Memotong dengan menggunakan arit (alat potong tradisional)
Kapasitas	1 ikat

4.2 Nordic Body Map Questionnaire

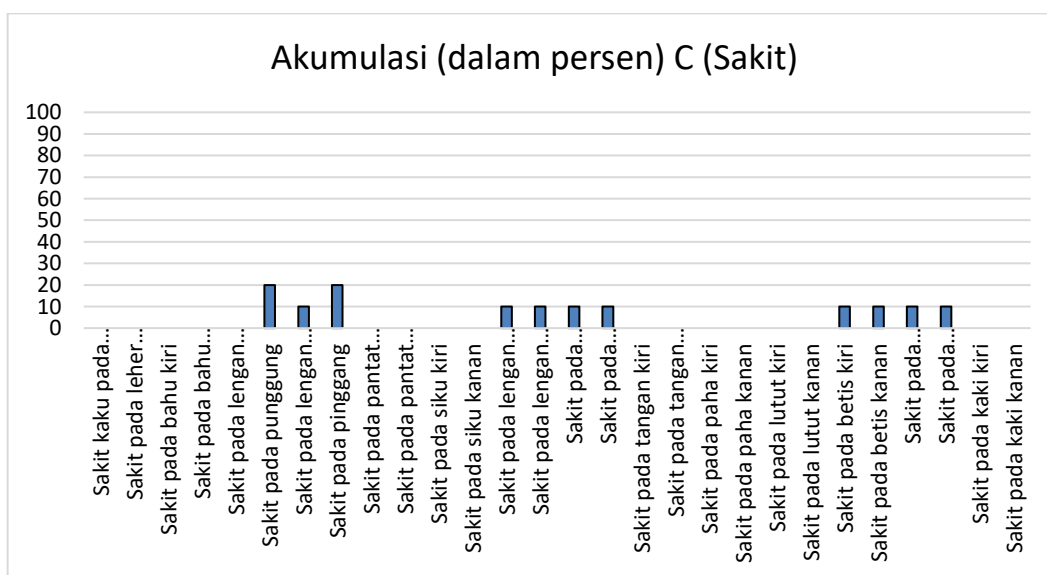
Berikut ini adalah akumulasi data *nordic body map questionnaire* yang telah disebar kepada seluruh pekerja pengumpul tanaman mendong di wilayah Desa Sendangsari, Minggir Sleman Yogyakarta dalam bentuk grafik:



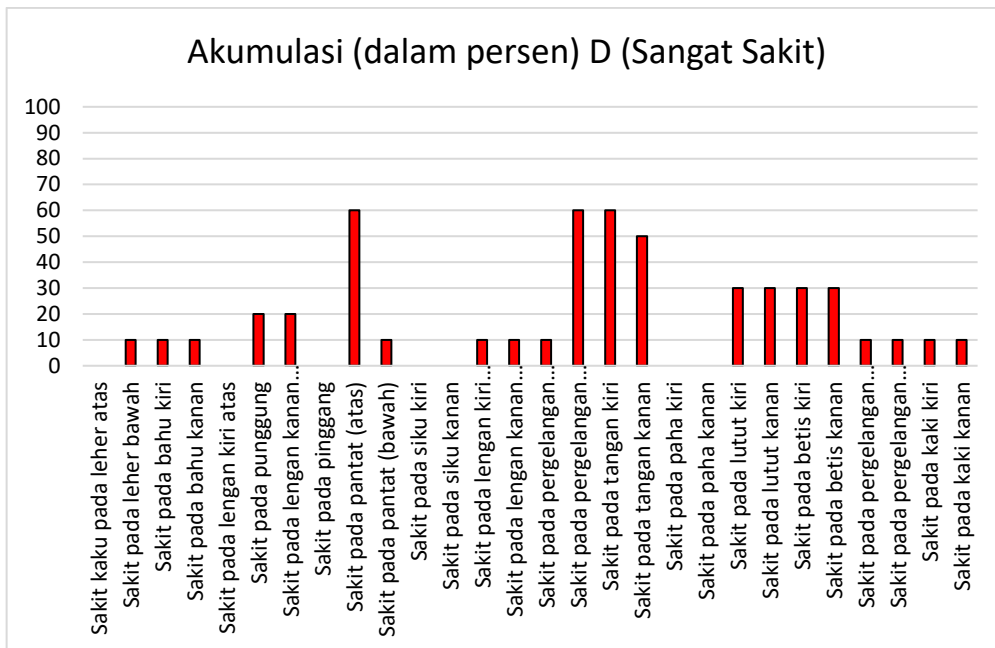
Gambar 4. 2 Grafik Akumulasi *Nordic Body Map Questionnaire* Kategori A (Tidak Terasa Sakit)



Gambar 4. 3 Grafik Akumulasi *Nordic Body Map Questionnaire* Kategori B (Sedikit Sakit)

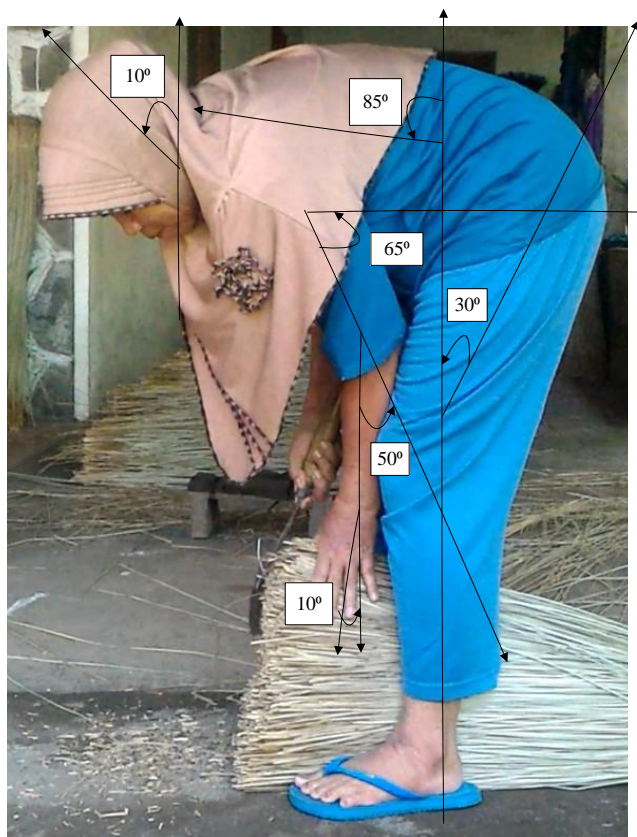


Gambar 4. 4 Grafik Akumulasi *Nordic Body Map Questionnaire* Kategori C (Sakit)



Gambar 4. 5 Grafik Akumulasi *Nordic Body Map Questionnaire* Kategori D (Sangat Sakit)

4.3 Sudut Postur Kerja



Gambar 4. 6 Sudut Postur Kerja

Gambar 4.6 di atas merupakan sudut-sudut gerakan pekerja dalam melakukan proses memotong tanaman mendong. Sudut-sudut diukur menggunakan alat busur derajat.

4.4 Perhitungan REBA

Hasil analisis pengukuran sudut postur pekerja dimasukkan ke dalam perhitungan REBA untuk memperoleh skor REBA. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan REBA:

Tabel 4. 2 *Score Group A*

<i>Score Group A</i>		Punggung				
		1	2	3	4	5
Leher 1	Kaki					
	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
Leher 2	Kaki					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Leher 3	Kaki					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	7
	3	5	6	7	8	8
	4	6	7	8	9	9

Tabel 4. 3 *Score Beban Berat Angkat*

<i>Score Beban Yang Diangkat</i>			
0	1	2	1+
<5kg	5 - 10 kg	> 10 kg	Penambahan beban yang secara tiba-tiba atau secara cepat

Tabel 4. 4 *Score A*

<i>Score A</i>	
<i>Score Grup A</i>	5
<i>Score Berat Beban</i>	2
<i>Score A</i>	7

Tabel 4. 5 *Score Group B*

Score Group B		Lengan Atas					
		1	2	3	4	5	6
Lengan Bawah = 1	Pergelangan						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
Lengan Bawah = 2	Pergelangan						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	6	7	8	9

Tabel 4. 6 *Score Coupling*

Score Coupling			
0	1	2	3
<i>Good</i>	<i>Fair</i>	<i>Poor</i>	<i>Unacceptabel</i>

Tabel 4. 7 *Score B*

Score B	
<i>Score Grup B</i>	3
<i>Score Coupling</i>	1
<i>Score B</i>	4

Tabel 4. 8 *Tabel C*

Score C													
<i>Score A</i>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Score B</i>	1	1	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	4	6	7	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	9	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Tabel 4. 9 *Score C*

<i>Score</i>	Nilai
<i>Score A</i>	7
<i>Score B</i>	4
<i>Score C</i>	7

Tabel 4. 10 *Score Aktivitas*

<i>Score Aktivitas</i>	
1+	1 atau lebih bagian tubuh statis, ditahan lebih dari 1 menit
2+	penanggulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)
3+	gerakan menyebabkan perubahan atas pergeseran postur yang cepat dari posisi awal

Tabel 4. 11 *Score REBA*

<i>Score REBA</i>	
<i>Score C</i>	7
<i>Score Aktivitas</i>	2
<i>Score REBA</i>	9

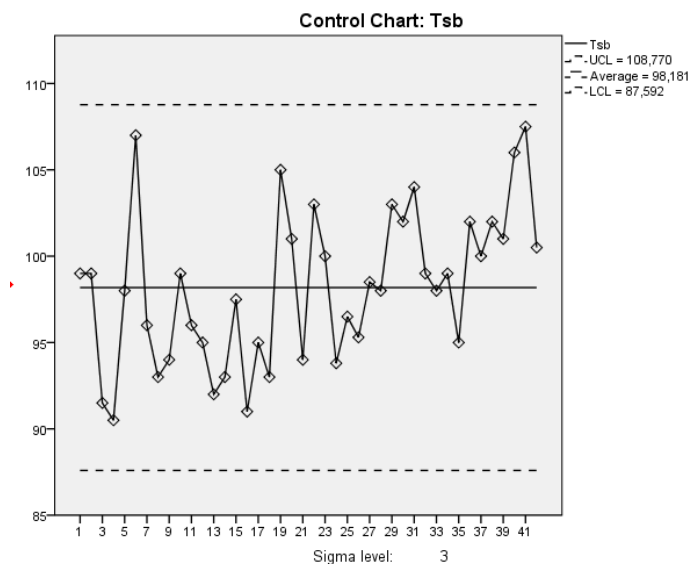
Tabel 4. 12 Level Risiko dan Tindakan

Tabel Level Risiko dan Tindakan			
Level Aksi	<i>Score REBA</i>	Level/Risiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bila diabaikan	Tidak perlu
1	2 sampai 3	Rendah	Mungkin Perlu
2	4 sampai 7	Sedang	Perlu
3	8 sampai 10	Tinggi	Perlu Segera
4	11 sampai 15	Sangat tinggi	Perlu saat ini juga

4.5 Uji Data Antropometri

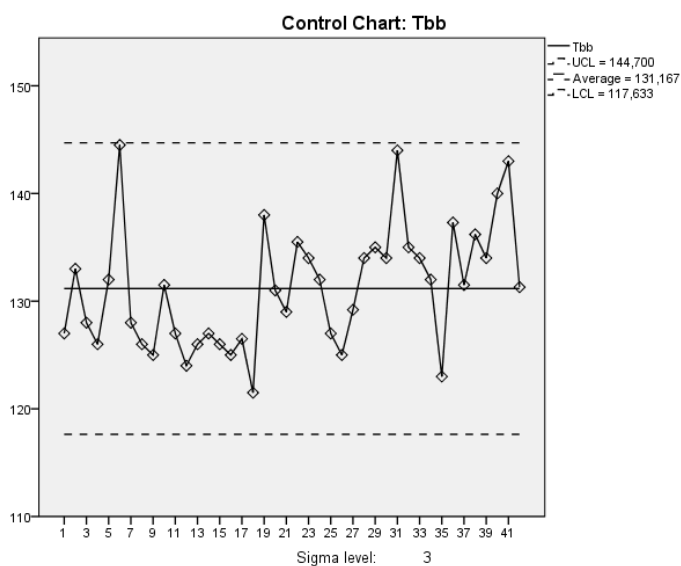
4.5.1 Uji Keseragaman Data

1. Uji Keseragaman Data Dimensi Tsb



Gambar 4. 7 Output Uji Keseragaman Data Dimensi Tsb

2. Uji Keseragaman Data Dimensi Tbb



Gambar 4. 8 Output Uji Keseragaman Data Dimensi Tbb

4.5.2 Uji Kecukupan Data

Berikut ini hasil perhitungan uji kecukupan data antropometri responden:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum_{i=1}^n X^2 - (\sum_{i=1}^N X)^2}}{\sum_{i=1}^N X} \right]^2$$

Perhitungan uji kecukupan data dimensi Tsb:

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{42 \times 405666,2817004076,96}}{4123,6} \right]^2$$

$$N' = 3,19046$$

Perhitungan uji kecukupan data dimensi Tbb:

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{42 \times 723913,56 - 30349081}}{5509} \right]^2$$

$$N' = 2,9148$$

4.5.3 Uji Kenormalan Data

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tsb	.075	42	.200 [*]	.976	42	.507

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 9 *Output Uji Normalitas Data Dimensi Tsb*

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tbb	.126	42	.091	.952	42	.076

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 10 *Output Uji Normalitas Data Dimensi Tbb*

Hipotesis:

H_0 : sig (p) >0,05, maka H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh yang signifikan antara satu variabel independen terhadap variabel dependen

H_1 : sig (p) <0,05, maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh yang signifikan antara satu variabel independen terhadap variabel dependen

4.6 Customer Voice

Customer Voice adalah data permintaan pengguna terhadap alat yang akan dirancang. Hal ini biasa disebut sebagai spesifikasi *participatory* yang berasal dari pengguna. Data wawancara terhadap 10 *customer* tertuang dalam lampiran dan hasil wawancara direkap dalam spesifikasi *customer voice* berikut ini:

Tabel 4. 13 *Customer Voice*

Spesifikasi
Nyaman
Aman
Efektif dan Efisien
Mudah digunakan

4.7 Diskusi

4.7.1 Diskusi Tahap Satu

Tabel 4. 14 Hasil Diskusi Tahap Satu dengan Ahli Ergonomi 1

Kategori	Saran	Bentuk
Membungkuk	Disesuaikan ukuran dalam jumlah banyak	Meja kerja
Sistem kerja alat	Perhatikan <i>handtools</i> , jarak alat potong dengan operator dan sebagainya	Listrik/manual
Sistem kerja alat	<i>Control display</i>	Listrik/manual
APD	Memberi rekomendasi APD	APD

Kategori	Saran	Bentuk
Berdiri terlalu lama	Perbaiki postur berdiri terlalu lama	Meja kerja
	<i>Shift</i> kerja	-

Tabel 4. 15 Hasil Diskusi Tahap Satu dengan Ahli Mesin

Spesifikasi	Saran	Bentuk
Tidak membungkuk	Area alat potong sejajar dengan postur berdiri manusia normal	Meja kerja
Lutut tidak sakit	Alat potong di desain dalam posisi duduk atau jika tetap dalam kondisi berdiri namun dalam waktu singkat	Meja kerja
Bekerja cepat/praktis	Alat potong tidak manual (mesin) dan berkapasitas besar	Meja kerja ukuran disesuaikan
Tangan tidak pegal	Alat potong tidak berat dan mudah digunakan	Meja kerja statis
Tidak berdiri lama	Alat potong dapat bekerja cepat dan berkapasitas besar	Gerinda berjalan
Tangan tidak terluka	Tidak menyentuh atau membuat jarak tangan dan pisau potong	Listrik/manual (aman dipegang)

4.7.2 Diskusi Tahap Dua

Tabel 4. 16 Hasil Diskusi Tahap Dua dengan Ahli Mesin

Kategori	Bentuk	Saran
Berdiri terlalu lama dan membungkuk	Tabung kerja	Sesuaikan ukuran mendong dalam jumlah banyak
		Sesuaikan dengan lebar tabung
Sistem alat	Gerinda	Digerakan dengan motor (proses memangkas)
		Digerakan dengan <i>pneumatic</i> (proses naik turunnya)
	Bahan bakar	<i>Compressor</i> (Tekanan Udara)

Kategori	Bentuk	Saran
		Dijalankan dengan tombol

4.7.3 Diskusi Evaluasi

Tabel 4. 17 Hasil Evaluasi Tahap Satu dengan Ahli Ergonomi 1

Kategori	Bentuk	Saran
Pemotongan	Pisau pemotong	Diberi <i>cover</i> (pelindung) Hindari pisau rotasi
Wadah tanaman	Tabung	Berikan batas ukur tanaman
<i>Control</i>	Tombol saklar mesin	Berikan 2 tombol <i>control</i>

Tabel 4. 18 Hasil Evaluasi Tahap Satu dengan Ahli Ergonomi 2

Kategori	Bentuk	Saran
Pemotongan	Pisau pemotong	Pisau rotasi diganti dengan sistem gergaji mesin
Bahan bakar	<i>Compressor</i>	Percobaan motor listrik tanpa <i>compressor</i>
Mekanisme	Gerak alat	Kaji ulang mengenai kerja dan kemampuan <i>pneumatic</i>

Tabel 4. 19 Hasil Evaluasi Tahap Satu dengan Ahli Mesin

Kategori	Bentuk	Saran
Pemotongan	Pisau pemotong	Diberi <i>cover</i> seklaigus tempat sampah sisa potongan
		Ganti menjadi pisau seperti gergaji mesin
		Pilih pisau ringan agar <i>pneumatic</i> tidak bekerja berat
		Tetap gunakan motor agar pisau bekerja ringan
<i>Control</i>	Tombol	Dekatkan ke alat agar operator bisa memantau hasil potongan

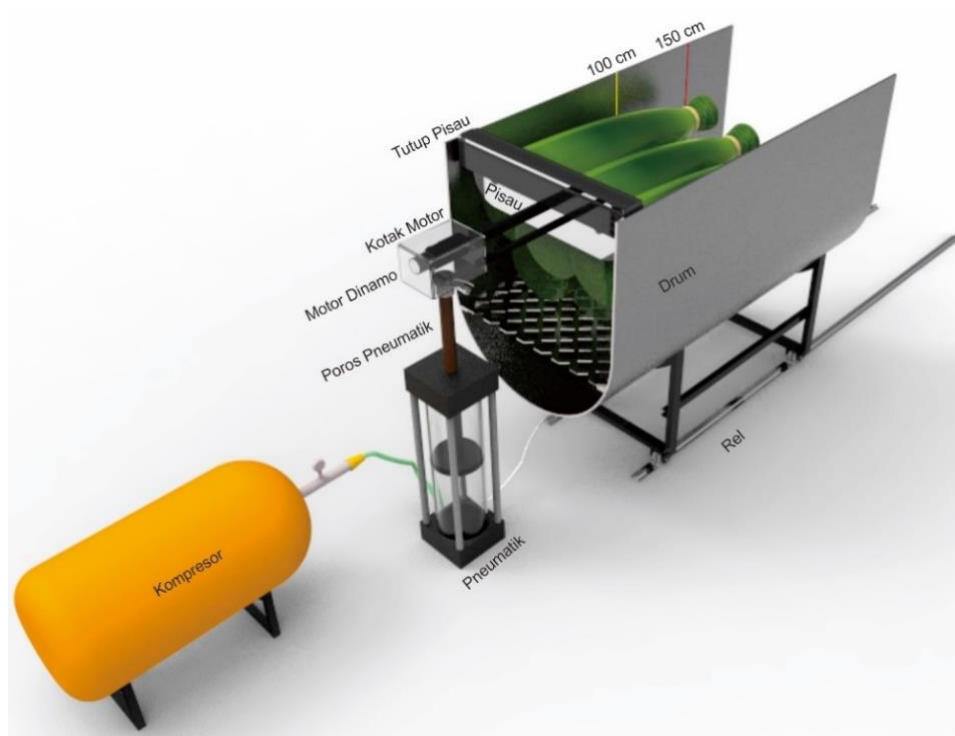
Tabel 4. 20 Hasil Konsep Perancangan

Kategori	Parameter Perancangan
Aman	Menggunakan sistem mesin otomatis (bukan <i>manual handling</i>)

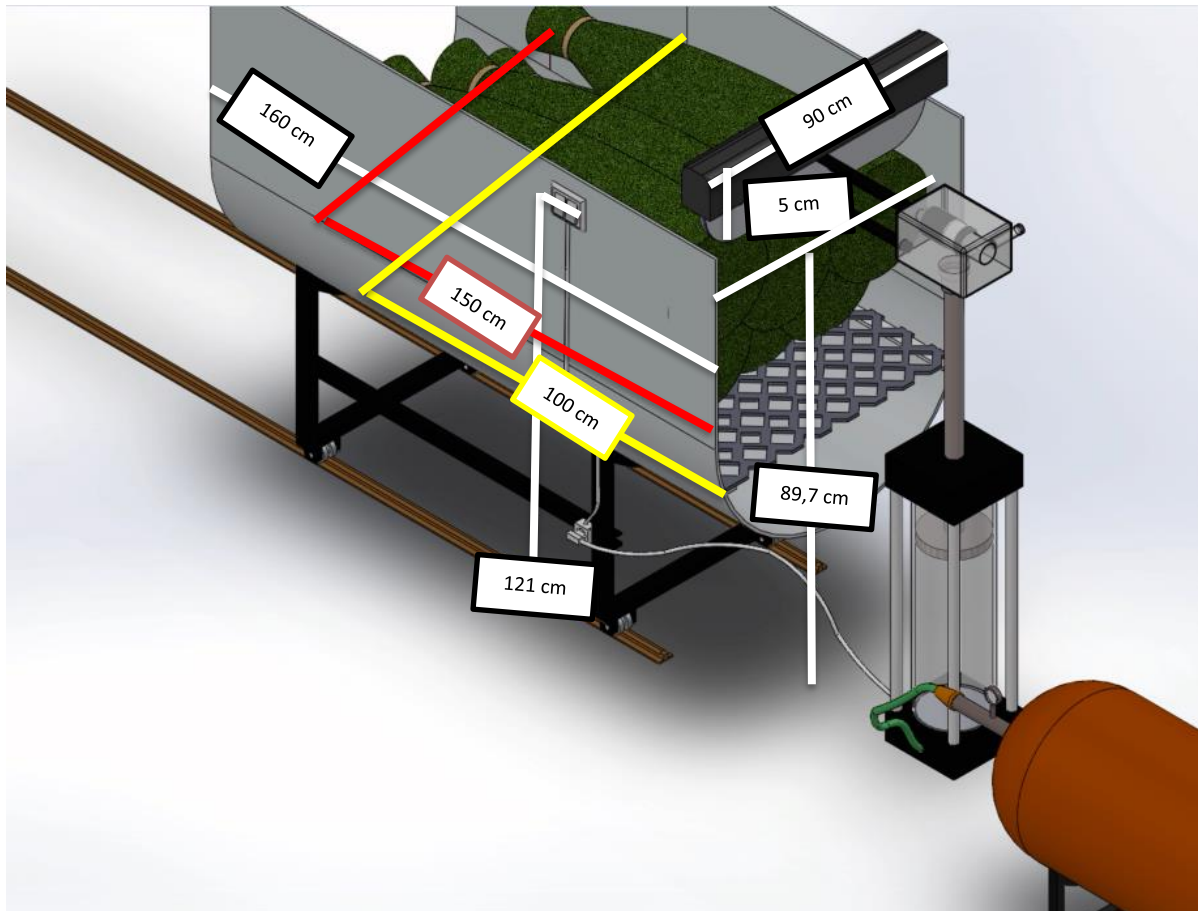
Kategori	Parameter Perancangan
Nyaman	Pengoperasian alat tidak membutuhkan waktu lama sehingga meminimalisir kontak fisik dengan operator
Efektif dan efisien	Alat berkapasitas besar dengan daya tampung 6 kali lipat dan efisiensi
Mudah digunakan	Pengoperasian alat dengan sistem tombol

4.8 Hasil Perancangan

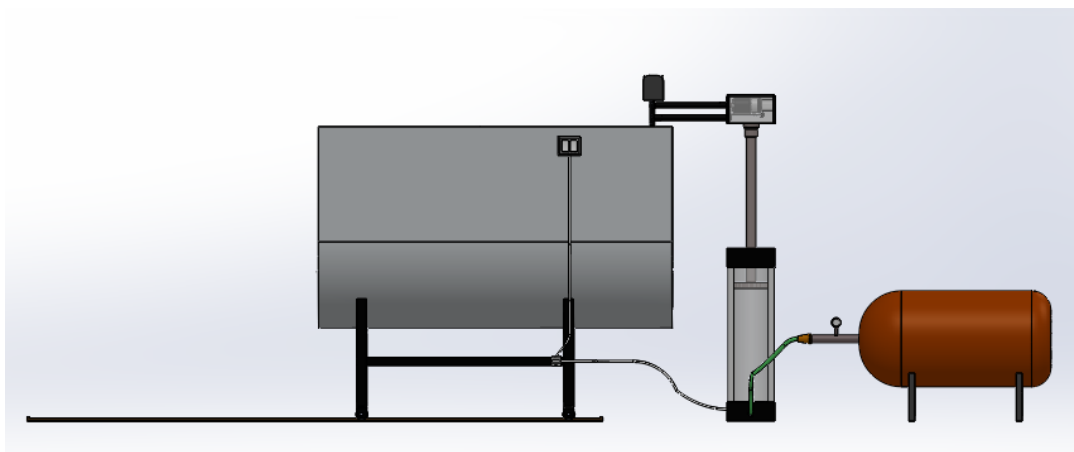
Hasil diskusi bersama para ahli yang dipilih menghasilkan rancangan alat potong tanaman mendong sebagai berikut:



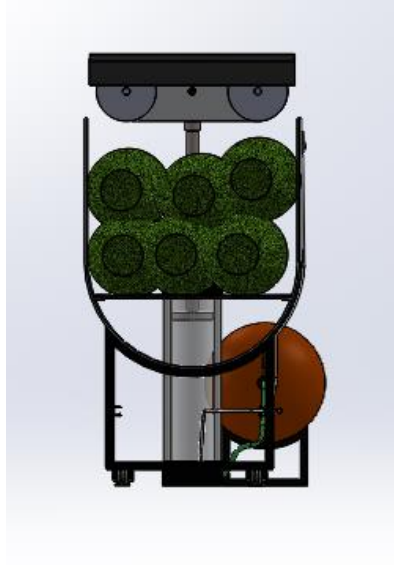
Gambar 4. 11 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong dengan Keterangan Nama Part



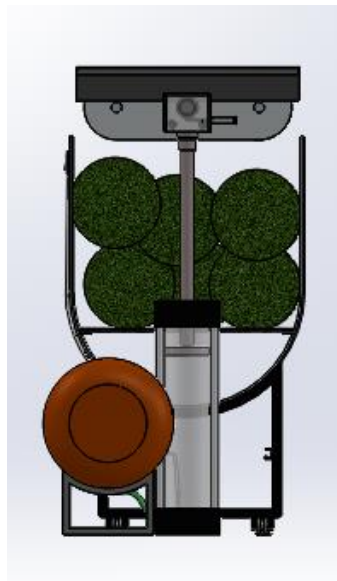
Gambar 4. 12 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Sisi Diagonal Beserta dengan Ukurannya



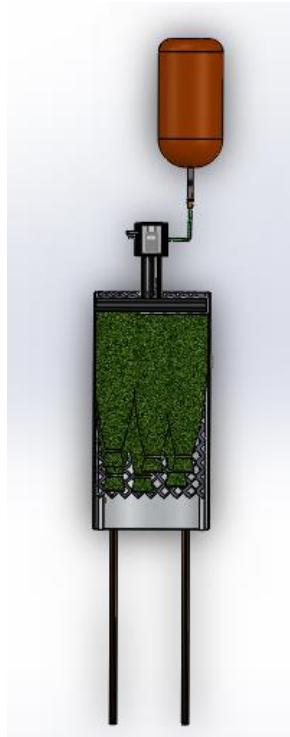
Gambar 4. 13 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Samping



Gambar 4. 14 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Depan



Gambar 4. 15 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Belakang



Gambar 4. 16 Desain Alat Bantu Potong Tanaman Mendong Tampak Atas

4.9 Validasi Desain

Hasil uji *kruskal-wallis* menggunakan *software* SPSS mendapatkan hasil berikut ini:

Test Statistics^{a,b}

	Jawaban. Kuesioner
Chi-Square	5.425
df	4
Asymp. Sig.	.246

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Subyek

Gambar 4. 17 Output Uji *Kruskal-wallis*

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Keluhan Pekerja

Nordic body map questionnaire dibagikan kepada pekerja pengumpul tanaman mendong yang melakukan aktivitas pemotongan tanaman mendong. Rata-rata usia pekerja pemotong mendong berada di usia antara 40-99 tahun. Perlu diketahui dengan usia para pekerja yang sudah berada di usia *pasca* produktif kerja, hal ini sangat mempengaruhi kesehatan para pekerja secara pribadi. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa dengan pekerjaan yang demikian dalam kurun waktu lama ternyata menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja. Ditambah lagi dengan beban pekerjaan yang bukan hanya memotong tanaman mendong, melainkan seluruh rangkaian proses pengolahan tanaman mendong sehingga dimungkinkan rasa sakit yang diderita oleh pekerja merupakan akumulasi dari semua kegiatan yang dilakukan dalam proses pengolahan tanaman mendong menjadi siap pakai.

Grafik kategori A (Gambar 4.2) yaitu kategori tidak terasa sakit yang dirasakan oleh pekerja memiliki nilai tertinggi 100% yaitu bagian-bagian tubuh dari total responden yang tidak terasa sakit adalah bagian leher atas, lengan kiri atas, siku kiri, dan siku kanan. Kategori tidak terasa sakit ini diasumsikan bahwa pekerja sama sekali tidak merasakan rasa sakit (abnormal) pada bagian tubuhnya. Kategori ini mengasumsikan yang dirasakan pekerja pada rentan waktu dalam satu minggu masa produktif kerja. Grafik kategori B

yaitu kategori sedikit sakit (Gambar 4.3) dengan persentase tertinggi sebesar 30% yaitu pada bagian pinggang kemudian disusul dengan persentase sebesar 20% responden merasa sedikit sakit di bagian lengan kanan atas, pergelangan kaki kiri, pergelangan kaki kanan, kaki kiri, dan kaki kanan.

Sedikit sakit ini diasumsikan dalam jangka waktu satu minggu pada masa produktif kerja. Sedikit sakit ini diasumsikan bahwa pekerja mengalami sedikit gangguan pada bagian-bagian tubuhnya yang tidak normal namun masih masuk dalam kategori ringan, seperti pegal, kram, dan sebagainya. Pada grafik kategori C (Gambar 4.4) yaitu sakit sebesar 20% responden merasakan sakit pada bagian punggung dan pinggang. Asumsi sakit ini dalam waktu satu minggu pada masa produktif kerja. Sakit yang dirasakan ini juga diasumsikan ke dalam rasa sakit tetapi masih bisa ditahan dan pekerja masih bisa melanjutkan aktivitasnya.

Meskipun cukup terganggu dengan rasa sakit ini, namun pekerja tidak sampai pada tahap cedera dan butuh waktu istirahat untuk pengobatan. Grafik akumulasi rasa sangat sakit yang dialami pekerja (Gambar 4.5) memiliki persentase terbesar 60% pekerja yang merasa sangat sakit di bagian tubuh pantat (atas), pergelangan tangan kanan, dan tangan kiri. Persentase terbesar kedua yaitu 50% merasa sangat sakit pada bagian tangan kanan kemudian persentase 30% pekerja merasa sangat sakit pada bagian lutut kiri, lutut kanan, betis kiri, dan betis kanan. Kategori sangat sakit ini juga diasumsikan dalam satu minggu dalam waktu produktif kerja.

5.2 Perhitungan REBA

Perhitungan REBA dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi postur kerja (Gambar 4.6) yang dilakukan oleh pekerja pemotong mendong. Dari analisa sudut yang telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut:

- Sudut punggung 85° *flexion* = score 4
- Sudut leher adalah 10° *flexion* = score 1
- Sudut kaki adalah 30° *flexion* = score 2
- Sudut lengan atas adalah 65° *flexion* = score 3
- Sudut lengan bawah 50° *flexion* = score 1

- Sudut pergelangan tangan 10° flexion = score 1

Di dalam tabel *score group A* (Tabel 4.2) dimasukkan dalam kolom punggung bernilai 4, kemudian leher di baris bernilai 1 dan kaki di baris bernilai 2, sehingga menghasilkan *score grup A* sebesar 5. Dalam tabel *score* beban berat angkat (Tabel 4.3) yang diinput adalah nilai 2 karena rata-rata berat mendong adalah sebesar 30 kg dalam satu ikat *mo limo* (1 ikat yang terdiri dari 5 ikatan kecil) sehingga masuk dalam kategori berat beban >10 kg. *Score A* (Tabel 4.4) merupakan akumulasi dari hasil dari tabel *score group A* dan hasil dari tabel *score* berat beban angkat, sehingga nilai 5 dari hasil tabel *score group A* dan nilai 2 dari hasil tabel *score* berat beban angkat dijumlahkan dan menghasilkan nilai *score A* sebesar 7. Dalam tabel *score group B* (Tabel 4.5) diinputkan nilai lengan atas di kolom bernilai 3 kemudian lengan bawah di baris bernilai 1 dan pergelangan di baris bernilai 1 sehingga mendapatkan nilai 3.

Dalam tabel *score coupling* (Tabel 4.6) diinputkan dalam kategori *fair* yaitu pegangan tangan bisa diterima namun tidak ideal atau *coupling* lebih sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh sehingga *coupling* bernilai 1. Tabel *score B* (Tabel 4.7) merupakan akumulasi dari *score group B* yang bernilai 5 ditambah dengan *score coupling* yang bernilai 1 sehingga didapatkan *score B* senilai 6. Tabel C (Tabel 4.8) merupakan akumulasi dari *score A* dan *score B*. *Score A* sebesar 7 dan *score B* sebesar 4. Kedua *score* diinput ke dalam tabel *score C* dan menghasilkan nilai sebesar 7. Tabel *score C* (Tabel 4.9) merupakan akumulasi dari *score A* dan *score B* yang telah didapatkan. *Score A* mendapatkan nilai sebesar 7 dan *score B* mendapatkan nilai sebesar 4. Kedua *score* dijumlahkan dan menghasilkan *score C* sebesar 7. *Score* aktivitas (Tabel 4.10) merupakan nilai beratnya aktivitas yang membebani operator.

Dalam hal ini *score* aktivitas diberi nilai 2 karena bagian kaki dan punggung yang membungkuk ditahan untuk menopang tubuh operator selama proses pemotongan dan gerakan untuk merapikan ujung-ujung tanaman dilakukan secara berulang-ulang. Setelah mendapatkan *score C* (Tabel 4.9) yang merupakan akumulasi dari *score A* dan *score B*. Untuk mendapatkan *score REBA* (Tabel 4.11), *score C* bernilai 7 yang telah didapatkan dijumlahkan dengan *score* aktivitas sebesar 2 dan menghasilkan *score REBA* sebesar 9. *Score REBA* yang didapatkan senilai 9. Pada tabel level risiko dan tindakan (Tabel 4.12)

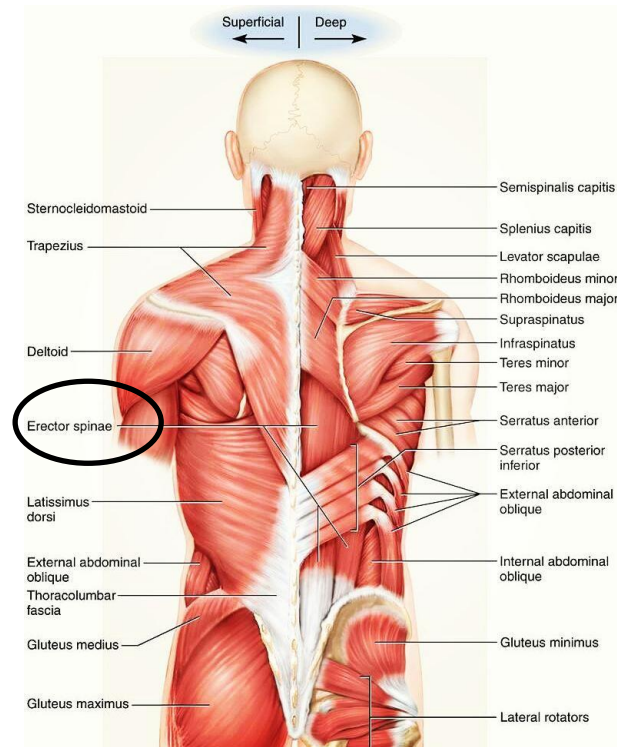
nilai REBA 9 berada pada level aksi 3 yaitu berada pada *score* 8 sampai 10. Level aksi 3 memiliki level risiko tinggi terhadap risiko cedera akibat pekerjaan yaitu *work-related musculoskeletal disorders* dan perlu segera dilakukan tindakan perbaikan untuk pekerjaan tersebut.

5.3 Analisa Postur Kerja

Investigasi yang dilakukan mengenai keluhan yang dirasakan oleh pekerja bahwa keluhan tertinggi rata-rata yang dialami oleh pekerja di bagian punggung yang dirasa sakit setelah membungkuk cukup lama, keluhan lain dibagian kaki baik bagian lutut atau bagian betis yang dirasa pegal-pegal karena harus menopang tubuh dalam keadaan membungkuk dan waktu cukup lama. Keluhan lain adalah bagian pergelangan tangan akibat memegang alat potong yang harus dikendalikan cukup lama dan dengan pergerakan yang berulang-ulang (Gambar 4.6). Rata-rata pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja untuk 1 ikat (berisi 5 ikatan kecil) dibutuhkan waktu sekitar 40-60 detik. Sedangkan pekerja dapat mengerjakan proses ini selama berjam-berjam dalam sehari dan dalam waktu panen dapat mengerjakannya selama sehari-hari. Adapun penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada saat proses pemotongan adalah:

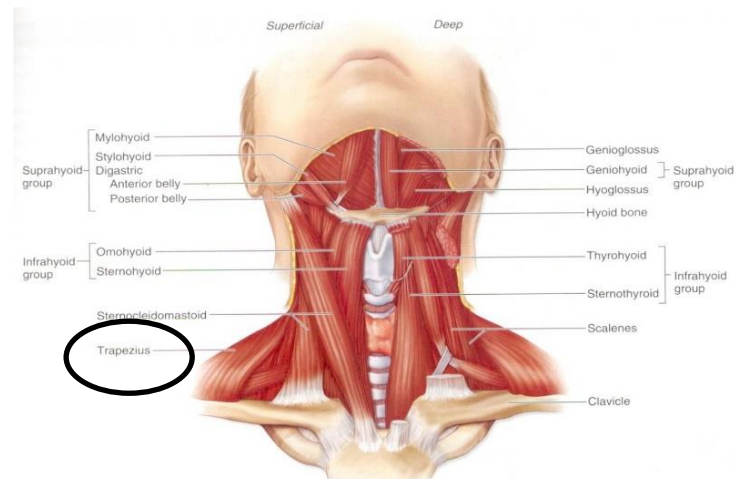
1. Menekuk punggung (badan) sampai membungkuk
2. Menekuk lutut kaki sebagai penopang badan yang membungkuk
3. Menekuk lengan atas sampai tegak lurus dengan badan yang membungkuk
4. Menekuk siku tangan sebagai poros pergerakan tangan untuk memotong

Pengukuran postur kerja dilakukan kepada seluruh responden yang bekerja memotong mendong, namun yang digunakan untuk proses analisa adalah responden yang memiliki postur kerja paling *esktrem*. Hal ini dimaksudkan untuk mencari risiko terbesar dari pekerjaan tersebut.



Gambar 5. 1 Anatomi Punggung Manusia
Sumber: Google

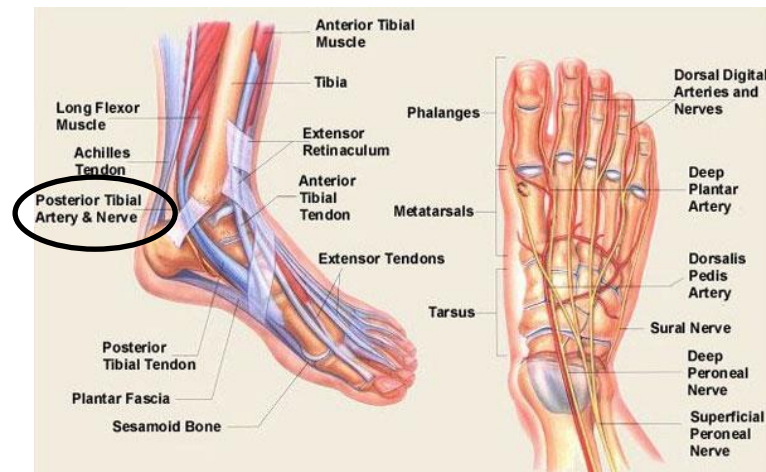
Sudut punggung menyimpang sebesar 85° (Gambar 4.6) didapatkan dari keadaan postur yang memaksa pekerja untuk membungkuk dalam kondisi statis karena memotong dengan alat potong tradisional (Arit) sehingga tanaman mendong harus diletakkan di bawah yang membuat pekerja membungkuk. Posisi membungkuk menyebabkan otot *erector spinae* (Gambar 5.1) yang menegang sehingga untuk beberapa waktu akan menyebabkan kelelahan otot. Jimenez (2018) dalam website resminya menyatakan rasa sakit dan ketidaknyamanan punggung bawah merupakan gejala yang paling umum dikarenakan fleksibilitas dan mobilitas tulang belakang lumbar hilang dan rasa sakit sering kali dapat memancar sampai ke bokong dan kaki karena pembengkakan dan peradangan di sekitar sendi *facet* yang terkena.



Gambar 5. 2 Anatomi Leher Manusia
Sumber: Google

Sudut leher menyimpang sebesar 10° *extension* (Gambar 4.6) dari postur normal karena pekerja harus menunduk untuk memperhatikan proses pemotongan tanaman mendong. Posisi pemotongan yang berada di bawah lutut mengharuskan leher pekerja untuk *extensi* dengan sudut demikian. Keabnormalan leher dalam jangka panjang dapat menyebabkan *cervical syndrome*. Fitriani (2012) menyatakan *cervical syndrome* bermula dari otot seperti *muscle levator scapulae* dan *muscle upper trapezius* (Gambar 5.2) yang tertekan akibat tertarik, dapat berupa juga spasme otot-otot dan keterbatasan gerak leher yang meliputi gerak *flexi*, *ekstensi*, rotasi kanan dan kiri, *lateral flexi* kanan dan kiri.

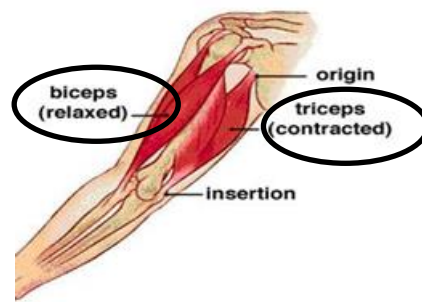
Menurut Joseph (2018) dalam web Hallo Sehat menyatakan bahwa *cervical disc* adalah kondisi yang disebabkan oleh perubahan degeneratif (kerusakan terhadap jaringan di dalam tubuh) yang normal terjadi pada saat usia bertambah tua, juga postur yang buruk dan kerja terlalu keras, seperti sering mengangkat beban contohnya, dapat memperburuk kondisi leher atau bagian tulang belakang. Diskus secara perlahan menjadi usang, lebih berisi, dan rata. Ketika ruang diskus menyempit sehingga *vertebrae* menyatu, tulang mungkin mulai menekan sumsum tulang atau akar saraf. Karena saraf tertekan, akhirnya terjadi iritasi. Tak jarang rasa sakit, kesemutan, mati rasa, atau lemah lesu mungkin muncul.



Gambar 5. 3 Anatomi Kaki Manusia
Sumber: Google

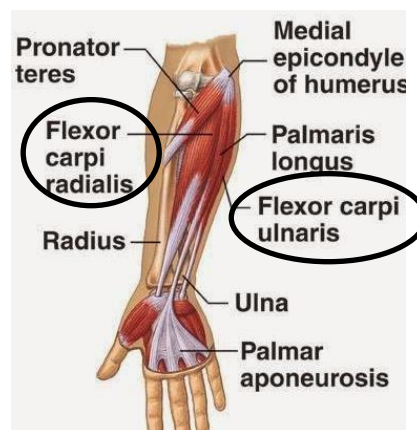
Sudut kaki menyimpang selebar 30° (Gambar 4.6) didapatkan karena keadaan kaki yang harus menahan tanaman mendong agar tidak bergerak saat dipotong sehingga hal tersebut memaksa pekerja untuk menekuk kaki selebar 30° pada titik lutut pekerja. Menurut Budhidarmaja dilansir dari *Microsoft Network* (2017) menyatakan terlalu lama berdiri yang paling berdampak pada tubuh adalah pada sendi lutut dan ankle, karena menopang sekitar 90 persen berat masa tubuh, terlebih pada orang yang *overweight* atau obesitas. *Canadian Centre Occupational Health and Safety* (CCOHS) (2011) menyatakan bahwa berdiri terlalu lama dapat menyebabkan kaki sakit, pembengkakan kaki, varises, kelelahan otot, nyeri punggung bawah, kaku leher dan bahu. Menurut

American Journal of Epidemiology berdiri terlalu lama memiliki kemungkinan risiko dua kali lebih besar terserang penyakit jantung dibanding dengan kerja dengan posisi duduk. Posisi berdiri terlalu lama menyebabkan telapak kaki terpaksa harus menahan beban tubuh. Sehingga tumpuan berada di telapak kaki, sedangkan pada saat telapak kaki menumpu beban terlalu lama akan menghambat sirkulasi darah bahkan hingga radang pembuluh darah pada *posterior tibial artery* di telapak kaki menuju tubuh bagian atas termasuk lutut dan punggung (Gambar 5.3). Darah hanya akan menumpuk di kaki dan tidak mengalir ke seluruh tubuh membuat jantung harus memompa darah lebih berat, dalam jangka Panjang juga dapat menyebabkan degenerative pada tendon dan ligament yang kemudian disebut rematik.



Gambar 5. 4 Anatomi Lengan Atas Manusia
Sumber: Google

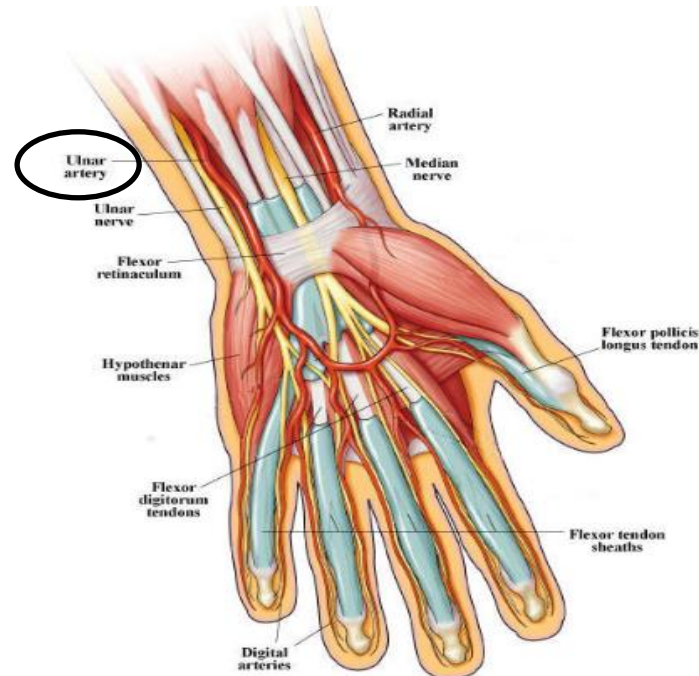
Sudut lengan atas menyimpang sebesar 65° (Gambar 4.6) dari postur normal dikarenakan tangan digunakan untuk memegang tanaman mendong yang akan dipotong. Tubuh pekerja yang membungkuk sebesar 85° (Gambar 4.6) menyebabkan lengan atas pekerja juga harus menyimpang sebesar 65° . Pergerakan tangan yang memotong mendong sangat mempengaruhi otot *biceps* dan *triceps* menegang (Gambar 5.4). Dalam jangka panjang otot yang menegang akan mengalami kelelahan otot. Kelelahan otot inilah yang menimbulkan rasa sakit yang dirasakan oleh pekerja.



Gambar 5. 5 Anatomi Lengan Bawah Manusia
Sumber: Google

Sudut lengan bawah menyimpang sebesar 50° (Gambar 4.6) karena lengan bawah sebagai tumpuan untuk memegang tanaman mendong. Otot yang terdapat di lengan bawah yaitu *flexor carpi radialis* dan *flexor carpi ulnaris* sangat mudah tertekan di sepanjang jalan dalam melakukan perjalanan mulai dari leher hingga ke tangan (Gambar 5.5). Segala hal yang terjadi di saraf pada lengan bagian bawah dapat disebabkan karena

perpaduan nyeri di leher, siku dan tangan. Sehingga nyeri pada lengan bawah yang dirasakan 10% dari responden dapat disebabkan karena nyeri yang terdapat di leher.



Gambar 5. 6 Anatomi Pergelangan Tangan Manusia
Sumber: Google

Pergelangan tangan menyimpang sebesar 10° (Gambar 4.6) dari postur normal karena sebagai penggerak atau acuan alat potong tanaman mendong bergerak untuk memotong. Responden yang merasakan nyeri pada pergelangan tangan sebesar 60% diakibatkan karena *ulnar artery* (Gambar 5.6) yang merupakan lanjutan dari tangan bawah yang bertugas mengalirkan darah mendapatkan tekanan besar dari lengan kanan atas yang sudah dirasakan nyeri oleh 20% responden sehingga terjadi hambatan dalam aliran darah menuju pergelangan tangan. Penyimpangan tersebut jika terus menerus dilakukan dalam waktu cukup lama akan menyebabkan *intersection syndrome*. Menurut *Memorial Healthcare System* (2006) *intersection syndrome* adalah penyakit yang sering disebabkan oleh atletik atau kegiatan lain yang melibatkan *fleksi* dan *ekstensi* pergelangan tangan berulang.

5.4 Data Antropometri

Data antropometri dalam penelitian ini adalah data antropometri manusia dari usia 25 sampai 49 tahun. Usia ini merupakan jumlah angkatan kerja paling tinggi di Indonesia pada Februari 2018 menurut Badan Pusat Statistik Indonesia. Sebanyak 14.874.877 pekerja pada usia 25 sampai 29 tahun. Angka ini merupakan yang tertinggi dibanding pekerja usia 30 sampai 34 tahun, pekerja usia 35 sampai 39 tahun, pekerja usia 40 sampai 44 tahun, dan pekerja usia 45 sampai 49 tahun. Data antropometri diambil dari manusia (masyarakat Yogyakarta) dari usia 25 sampai 49 tahun.

Antropometri tidak dapat dilakukan terhadap para pekerja pemotong tanaman mendong karena skala penelitian yang kecil yaitu jumlah dan keadaan pekerja yang tidak memungkinkan jumlahnya untuk diambil datanya, terlebih keadaan tubuh pekerja yang rata-rata besar sudah tidak normal sempurna yaitu bungkuk, kaki menekuk dan sebagainya karena rata-rata pekerja sudah mencapai usia 60 tahun lebih. Dimensi tubuh yang diukur adalah jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan bawah pada saat tangan tergantung wajar yaitu tinggi siku berdiri (Tsb) dan jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subyek berdiri yaitu tinggi bahu berdiri (Tbb). Pengukuran tinggi siku berdiri (Tsb) dilakukan sebagai acuan pengukuran untuk menentukan tinggi alat potong yang akan dirancang.

Tinggi alat potong akan disesuaikan dengan tinggi rata-rata kerja tangan pengoperasian pekerja. Pengukuran Tbb dilakukan untuk acuan perancangan tombol *control panel* pengguna dalam mengoperasikan alat potong yang akan dibuat. Tinggi bahu berdiri dipilih karena merupakan tinggi yang sama dengan tinggi saat tangan direntangkan ke depan, sehingga diasumsikan tombol *control panel* yang akan dibuat setinggi dengan rata-rata air pekerja ketika tangan direntangkan.

5.5 Pengujian Data Antropometri

5.5.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk membuktikan data yang diambil memiliki karakteristik yang sama karena data yang diambil merupakan data antropometri

masyarakat yang berdomisili di Yogyakarta. Menurut Nuhasanah et al., (2014) keseragaman data dapat dilihat dengan melakukan pemetaan data dalam peta kontrol, yang di dalamnya terdapat Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Jika dari pemetaan tersebut terdapat data yang keluar batas kontrol, maka data tersebut harus dibuang, karena data tersebut disebabkan oleh kondisi yang berbeda. *Output* hasil uji keseragaman data dimensi Tsb menunjukkan bahwa nilai *Upper Control Limit* (UCL) sebesar 108,770 dan *Lower Control Limit* (LCL) sebesar 87,592 sehingga data dinyatakan sudah seragam karena seluruh data yang berjumlah 42 data berada di batas antara UCL dan LCL (tidak melebihi kedua batas tersebut).

Batas UCL dan LCL menjadi batas maksimum dan minimum data sehingga jika seluruh data berada di antara UCL dan LCL maka artinya memiliki kemiripan dimasing-masing data dengan data lainnya. *Output* hasil uji keseragaman data dimensi Tbb menunjukkan bahwa nilai UCL sebesar 144,700 dan LCL sebesar 117,633 sehingga data dinyatakan sudah seragam karena seluruh data yang berjumlah 42 data berada di batas antara UCL dan LCL (tidak melebihi kedua batas tersebut). Batas UCL dan LCL menjadi batas maksimum dan minimum data sehingga jika seluruh data berada di antara UCL dan LCL maka artinya memiliki kemiripan yang masing-masing data tidak berbeda jauh dengan data yang lainnya.

5.5.2 Uji Kecukupan Data

Menurut Nurhasanah et al., (2014) bahwa uji kecukupan data digunakan untuk memvalidasi jumlah pengukuran data, dimana tujuannya untuk membuktikan bahwa data yang telah diambil telah cukup untuk melakukan penelitian. Jika data tersebut belum lolos uji kecukupan data, maka perlu dilakukan pengambilan data lagi. Jika N' (jumlah data ekspektasi/teoritis) $> N$ (jumlah data realita yang ada) maka data tidak lolos uji kecukupan data, namun jika $N' \leq N$. Hasil dari pengujian kecukupan data dihasilkan bahwa data yang ada menunjukkan sudah cukup, ditunjukkan dengan nilai hasil N' sebesar 3,19046 untuk Tsb dan 2,9148 untuk Tbb yang kedua nilai tersebut lebih kecil dibanding dengan nilai N yaitu jumlah data sebesar 42. N' adalah jumlah data teoritis yaitu jumlah data yang seharusnya dilakukan dan N adalah jumlah data aktual yang diambil oleh penulis sehingga jika $N' < N$ mengindikasikan bahwa jumlah data aktual yang diambil oleh

penulis sudah melebihi N' sehingga data dinyatakan cukup. Data dinyatakan cukup karena jumlah data realita yang berjumlah 42 data sudah melebihi jumlah data yang seharusnya ada yaitu sebesar 3,19046 untuk dimensi Tsb dan 2,9148 untuk dimensi Tbb. Kecukupan data berarti data sudah mampu mewakili populasi dari jumlah data yang seharusnya diambil (N') dengan demikian maka data yang ada bisa dijadikan dasar dalam ukuran perancangan alat potong.

5.5.3 Uji Kenormalan Data

Menurut Nurhasanah et al., (2014) bahwa uji kenormalan data digunakan untuk mengecek apakah data penelitian kita berasal dari populasi yang sebarannya normal. Uji ini perlu dilakukan karena semua perhitungan statistik parametrik. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dari hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak. Data berdistribusi normal yaitu bahwa data akan mengikuti bentuk distribusi normal, dimana data memusat pada nilai rata-rata dan median. Data yang membentuk distribusi normal bila jumlah data di atas dan di bawah rata-rata adalah sama, demikian juga simpangan bakunya. Hasil uji kenormalan data dapat dilihat di kolom *shapiro-wilk* karena *shapiro-wilk* akan tetap stabil untuk sampel 30 sampai sampel 50, namun mendadak probabilitasnya meningkat tajam setelah 50 sampel sampai 200 sampel kemudian cenderung stagnan pada probabilitas 1 mulai sampel 300 sampai 2000. Anderson Darling sedikit menyerupai *shapiro-wilk*, meningkat tajam setelah 50 sampel dan stagnan pada probabilitas 1 sejak sampel 400 (Hidayat, 2014). Sehingga yang dilihat adalah kolom *shapiro-wilk*.

Hasil dari uji kenormalan data ditunjukkan bahwa pada tabel *Test of Normality* nilai signifikansi pada *shapiro-wilk* dimensi Tsb sebesar 0,507 dan nilai *shapiro-wilk* dimensi Tbb sebesar 0,076. Kedua nilai tersebut $> 0,05$ yang berarti H_0 diterima yaitu tidak ada pengaruh yang signifikan antara satu variabel independen terhadap variabel dependen sehingga data dinyatakan normal. Tidak ada pengaruh yang signifikan antara satu variabel independen terhadap variabel dependen dimaksudkan bahwa data yang ada (aktual) adalah data yang sesuai dengan data normal baku yang ada (masuk dalam batas baku). Nilai 0,05 dipilih karena penulis meyakini seluruh data yang diambil memiliki toleransi kesalahan sebesar 5%, nilai ini diyakini karena data diambil secara langsung

dengan kemampuan ukur antropometri penulis yang memiliki tingkat ketelitian rendah karena hanya menggunakan alat ukur berupa meteran manual (bukan digital). Kenormalan data yang didapat menjadi tolak ukur bahwa data sejumlah 42 dapat digunakan sebagai acuan ukuran dalam perancangan alat potong.

5.5.4 Persentil

Metode persentil digunakan untuk menentukan persentil yang akan digunakan untuk merancang alat berdasar data antropometri yang sudah di dapatkan. Ukuran persentil berguna untuk menentukan ukuran paling efektif yang dapat diterapkan pada alat sehingga pekerja merasa nyaman saat menggunakan alat potong karena ukuran yang telah disesuaikan. Pada ukuran antropometri yang diambil yaitu Tsb yang digunakan sebagai acuan untuk penentuan tinggi alat potong yang dirancang (ukuran pengguna dalam *me-loading*-kan tanaman mendong) ditetapkan persentil 5 perempuan yaitu sebesar 89,7 cm dari lantai.

Mengingat pengguna yang terdiri dari laki-laki dan perempuan sehingga ditetapkannya persentil demikian dimaksudkan agar pengguna dengan tinggi tubuh paling pendek dapat menggunakan dengan nyaman dan bagi pengguna dengan tinggi tubuh rata-rata dan tertinggi tetap dapat menggunakannya tanpa kesulitan dalam proses *loading* tanaman mendong. Antropometri Tbb digunakan untuk penentuan tinggi *control panel* pengguna (saklar pengoperasian alat) ditetapkan persentil 5 perempuan yaitu sebesar 121 cm dari lantai dimaksudkan agar pengguna dengan tinggi tubuh terpendek dapat menjangkau saklar pengoperasian alat tanpa perlu tambahan *tools* yang disebabkan kurang terjangkaunya saklar dan pengguna dengan tinggi tubuh rata-rata bahkan tertinggi tetap dapat menjangkau saklar yang lebih rendah dari jangkauan rata-ratanya.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurjannah dan Purnomo (2018) bahwa pada perancangan dimensi gagang setrika pegas digunakan diameter genggam maksimum dengan persentil 5 yang sangat sesuai untuk pengguna dengan diameter genggam kecil dan tidak jadi masalah jika digunakan oleh manusia yang memiliki diameter genggam ukuran rata-rata maupun ukuran besar.

5.6 Perancangan Alat Potong

Hasil *score* REBA menunjukkan nilai 9 yang berarti pada level risiko tinggi dan level tindakan untuk segera dilakukan tindakan. Tindakan yang mungkin untuk dilakukan adalah dengan memperbaiki postur kerja. Perbaikan postur kerja dapat berupa perbaikan sistem kerja seperti mengatur *shift* kerja, merancang tata letak fasilitas dan merancang alat bantu. Alat bantu yang akan dibuat adalah berupa alat potong yang dirancang untuk menghilangkan posisi membungkuk statis pada pekerja. Hal ini dimaksudkan karena risiko terbesar cedera akibat pekerjaan pada pekerjaan tersebut berasal dari postur membungkuk statis. Sangat berkemungkinan besar jika pekerja mengalami *work-related musculoskeletal disorders*. Alat bantu harus mampu meminimasi postur membungkuk pada pekerja dan lebih lanjut lagi alat potong juga harus mampu meminimasi kesalahan postur statis yang lain.

Dalam merancang alat potong akan melibatkan ahli-ahli yang sesuai bidangnya. Perancangan produk dimulai dengan memilih ahli yang sesuai dengan kebutuhan alat potong yang akan di desain. Ahli yang dipilih antara lain meliputi ahli ergonomi sebanyak dua orang, ahli mesin sebanyak satu orang dan pemakai alat/pengguna (pekerja pengumpul mendong) sebanyak 1 orang. Karena keadaan ahli yang sulit untuk bertemu melakukan diskusi dalam satu tempat maka peneliti melakukan diskusi meliputi wawancara kepada masing-masing ahli dengan melaporkan hasil diskusi dengan ahli yang lain.

5.6.1 *Customer Voice*

Pada bulan Juni sampai Juli 2018 penulis melakukan wawancara kepada pengguna mengenai spesifikasi alat potong yang diinginkan oleh pengguna berdasar permasalahan yang mereka alami akibat kegiatan memotong tanaman mendong.

Berikut ini adalah penjelasan dari tiap-tiap spesifikasi *customer voice*:

1. Nyaman

Alat yang akan dirancang harus mampu mengurangi rasa sakit pada tangan, lutut, dan pantat. Upaya lebih yang akan dilakukan adalah meminimasi postur berdiri terlalu lama dan posisi membungkuk. Posisi berdiri lama dan membungkuk menyebabkan operator

cepat merasakan lelah sehingga operator merasa tidak nyaman bekerja dalam keadaan tubuh yang mudah lelah.

2. Aman

Untuk spesifikasi aman akan diupayakan dapat mengurangi kecelakaan kerja seperti beberapa operator yang terkena pisau potong pada tangan mereka akibat tidak adanya alat pelindung diri dan sistem alat tradisional yang memiliki risiko kecelakaan tinggi. Alat tradisional memiliki risiko kecelakaan tinggi karena tidak adanya panduan penggunaan alat, tidak adanya alat pelindung diri dan sistem alat yang dipegang manual dengan sistem kerja yang membahayakan pekerja.

3. Efektif dan efisien

Alat yang dirancang harus bekerja dengan cepat, mampu memotong dalam jumlah yang banyak dan tidak membutuhkan area yang besar untuk meletakkan alat potong. Mempercepat proses pemotongan dan menambah kapasitas pemotongan merupakan salah satu upaya mengurangi risiko sakit pada pekerja karena dengan proses yang cepat akan meminimalisir pekerja dalam merasakan sakit dalam jangka waktu lama sedangkan alat yang tidak membutuhkan area kerja yang luas juga akan lebih menghemat tempat dan mempermudah proses perawatan.

4. Mudah digunakan

Alat yang dirancang harus memiliki kemudahan dalam pengoperasiannya. Alat tradisional yang digunakan memang mudah, namun memiliki risiko kecelakaan yang tinggi sehingga dalam perancangan alat harus mengedepankan kemudahan penggunaannya. Hal ini bertujuan agar operator dapat lebih mudah menyesuaikan diri dengan alat baru dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam mengoperasikan alat tersebut.

5.6.2 Diskusi Tahap Satu

Dalam diskusi tahap satu bersama ahli ergonomi menghasilkan diskusi awal untuk menjawab permasalahan dan *customer voice* kategori nyaman yaitu mengurangi posisi membungkuk pada pekerja alat yang dirancang harus disesuaikan dengan tinggi operasi kerja pekerja pada posisi normal. Posisi normal ini direpresentasikan dalam ukuran setinggi titik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah/Tsb karena tinggi ini dapat

meminimalisir posisi membungkuk pada pekerja. Posisi normal ini diwujudkan dalam bentuk meja kerja setinggi jarak antara lengan atas dan lengan bawah/Tsb. Tinggi ini diasumsikan nyaman karena setinggi dengan rata-rata tinggi lengan kerja operator. Sistem kerja alat yang utama adalah *material handling* yang aman bagi pekerja dengan catatan harus memperhatikan jarak alat dengan *handling* yang nanti akan dilakukan oleh pekerja. Hal ini diwujudkan dengan sistem listrik sehingga pekerja tidak perlu melakukan *manual handling*. *Manual handling* dihindari karena asumsi *manual handling* untuk proses pemotongan dengan kapasitas besar akan menimbulkan kesulitan pada proses pemotongan. Selain itu mengingat beberapa operator yang mengalami kecelakaan kerja dan berakibat pada tangan yang terkena pisau potong karena *manual handling* maka ahli ergonomi menyarankan untuk merekomendasikan alat pelindung diri yang dapat melindungi pekerja dari kecelakaan pada tangan pekerja.

Mengurangi sikap berdiri terlalu lama juga merusak salah satu tujuan utama dirancangnya alat potong ini, sehingga untuk mencapai hal tersebut ahli ergonomi menyarankan untuk dilakukan perbaikan sistem kerja, salah satunya *shift* kerja sehingga ada rotasi jadwal pekerja untuk meminimalisir pekerja yang berdiri dalam jangka waktu lama. Kemudian diskusi kedua dilakukan dengan ahli mesin yang mendapatkan hasil ada beberapa hal yang sesuai dengan pendapat ahli ergonomi yaitu pembuatan meja kerja untuk mengurangi posisi membungkuk dan berdiri terlalu lama. Meja kerja dimaksudkan mengurangi posisi membungkuk karena akan disesuaikan dengan posisi normal pekerja. Sedangkan ada tambahan pada spesifikasi alat harus bekerja cepat diwujudkan dalam alat yang berupa mesin berkapasitas besar yang setidaknya dapat menampung beberapa kali lipat dibanding dengan cara manual.

Alat dengan mekanisme mesin dapat dirancang dengan kapasitas lebih banyak daripada sistem manual karena bentuk penampung potongannya dapat disesuaikan dalam jumlah banyak. Pada permasalahan pekerja yang merasakan sakit ditangannya diwujudkan dengan alat yang ringan dalam pengoperasiannya sehingga tenaga yang dikeluarkan pekerja untuk memotong tidak besar. Alat dengan sistem mesin akan lebih ringan digunakan karena menggunakan sistem otomatis dengan sumber energi listrik sehingga sumber terbesar bukan pada pekerja namun pada arus listrik. Pendapat lain mengenai upaya pencegahan kecelakaan kerja pada pekerja dari perspektif mesin dengan

membuat jarak antara operator mesin dengan pisau potongnya. Jarak antara operator dengan mesin perlu diberikan sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja, dengan adanya jarak akan membuat operator terhindar dari mesin potong dalam jarak tertentu.

5.6.3 Diskusi Tahap Dua

Diskusi tahap dua dilakukan hanya bersama ahli mesin karena ada proses peninjauan kembali sebelum perancangan desain alat potong. Hasil diskusi tahap dua dengan ahli mesin menghasilkan evaluasi terhadap bentuk meja kerja menjadi tabung kerja untuk lebih meminimalisir area kerja yang besar sebab meja kerja membutuhkan tempat yang lebih besar mengingat kapasitas mesin yang dibutuhkan. Hal ini sesuai dengan *customer voice* yang menginginkan area kerja tidak terlalu luas karena keterbatasan tempat sehingga meja kerja yang membutuhkan area besar diganti menjadi tabung dengan sistem *vertical*.

Sistem alat yang diwujudkan untuk menyelesaikan permasalahan pekerja adalah dengan merancang pisau berbentuk gerinda yang sanggup berotasi dengan tenaga motor listrik. Gerinda merupakan pisau potong dengan kemampuan rotasi sehingga dapat memotong dengan kecepatan tinggi. Gerak perpindahan posisi gerinda yang bergerak dari atas ke bawah menggunakan sistem *pneumatic*. *Pneumatic* adalah sistem pegas dengan sumber penggerak tekanan udara yang ditiupkan sehingga tabung *pneumatic* bisa bergeser. Pisau dan *pneumatic* digerakan dengan tenaga tekanan udara bersumber *compressor*.

5.6.4 Evaluasi Tahap Satu

Evaluasi tahap satu merupakan diskusi evaluasi pertama setelah desain pertama dibuat. Evaluasi ini dilakukan untuk memastikan hasil desain yang dibuat sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah disepakati dalam diskusi pada tahap sebelumnya. Dalam evaluasi tahap satu bersama ahli ergonomi 1 disarankan untuk memberikan *cover* pada pisau potong sehingga lebih memenuhi aspek aman bagi operator. Alat potong yang tidak terlindungi dapat membahayakan operator karena dapat berkemungkinan terlontar (lepas dari porosnya) atau menciderai pekerja karena tanpa sengaja melintas di area potong. Ahli

ergonomi 1 juga berpendapat bahwa pisau berotasi masih menimbulkan risiko bahaya bagi operator sehingga desain pisau gerinda diganti dengan pisau pipih agar meminimasi risiko terlemparnya pisau rotasi ke arah luar area mesin. Tabung dilengkapi dengan *display* batas ukuran tanaman yang akan dipotong untuk mempermudah operator dalam *loading* tanaman mendong. Saran lainnya adalah tombol *control* mesin dibuat dalam 2 tombol operasi sebagai upaya agar kedua tangan operator bekerja untuk mengoperasikan mesin. Hal ini ditinjau dari beberapa kasus kecelakaan kerja akibat tangan operator yang menganggur sehingga lalai ketika salah satu tangannya berada di lingkungan area potong.

Hasil evaluasi tahap satu dengan ahli ergonomi 2 mendapatkan hasil bahwa gerinda sebagai sistem potong rotasi dalam diskusi dengan ahli ergonomi 1 disarankan untuk diganti dengan sistem gergaji mesin. Gergaji mesin dengan sistem potong *circular* namun tidak berputar layaknya gerinda. Gergaji mesin memiliki gerigi yang berputar di tepi lempengan sehingga untuk segi risiko akan lebih kecil dibanding dengan gerinda. Sumber energi *compressor* dalam hal ini perlu dikaji ulang karena kekuatan *compressor* yang terbatas dikhawatirkan tidak mampu memberikan tekanan pada *pneumatic* untuk mengangkat pisau dan motor. Sehingga disarankan untuk mengganti *compressor* dengan motor listrik tanpa *compressor*. Evaluasi tahap satu bersama ahli mesin mendapatkan beberapa hasil diantaranya yang sama dengan ahli ergonomi, hanya konsep pisau potong yang semula gerinda diganti dengan bentuk pisau biasa tidak dapat mutlak diwujudkan karena ada keraguan terhadap kemampuan tenaga *pneumatic*, sehingga tetap perlu pisau dalam bentuk motor. Pisau ini kemudian diwujudkan dalam bentuk seperti gergaji mesin.

Berat pisau dan motor serta total tekannya juga akan disesuaikan dengan kemampuan tekanan *compressor* dan pengangkatan *pneumatic*. Saran mengenai tombol *control* harus didekatkan dengan area kerja. Hal ini dimaksudkan agar operator dapat memantau proses pemotongan dan dapat segera mematikan mesin apabila terjadi kesalahan dan gangguan dalam pemotongan dan kasus lainnya sehingga untuk tombol *control* digunakan ukuran dimensi antropometri Tbb yang dimaksudkan tinggi bahu berdiri adalah tinggi rata-rata tangan ketika tangan direntangkan ke depan sehingga hal ini dapat mengurangi postur membungkuk karena Tbb merupakan posisi untuk operator berdiri.

5.7 Hasil Konsep Perancangan

Konsep rancangan alat potong yang disepakati terdapat 4 spesifikasi. Spesifikasi aman bagi operator diwujudkan dalam alat potong berupa mesin otomatis yang memberi keringanan dalam pengoperasian alatnya. Sistem mesin memberikan kemudahan pengoperasian namun membutuhkan banyak tenaga lain seperti listrik dan sebagainya. Kategori nyaman diwujudkan dalam alat potong yang pengoperasiannya dalam waktu cepat sehingga mampu meminimalisir pekerja berada cukup lama di area kerja dan rekomendasi alat pelindung diri untuk menunjang kenyamanan dalam bekerja. Kategori efektif dan efisien diwujudkan dengan alat yang berkapasitas besar dengan daya tampung 6 kali lipat dan mampu bekerja cepat (sekali potong). Kategori mudah digunakan diwujudkan dalam alat yang pengoperasiannya cukup dengan menekan tombol *turn on* dan *turn off*.

5.8 Konsep Rancangan

Gambar 4.10 menunjukkan hasil rancangan desain alat bantu potong tanaman mendong yang merupakan hasil dari diskusi kepada *stakeholder* yang sudah dipilih. Desain rancangan alat potong yang berhasil dibuat berbentuk 3D dilengkapi dengan video simulasi yang dapat menggambarkan konsep kinerja alat. Alat potong yang dibuat memiliki spesifikasi antara lain ukuran tabung yang memiliki panjang 150 cm. Di area tabung terdapat 2 *display* garis acuan untuk meletakkan tanaman mendong sesuai dengan panjang potongan yang diinginkan. Ada 2 jenis ukuran mendong yang diinginkan oleh pengguna yaitu panjang 100 cm dan 150 cm, sehingga dibuat 2 garis acuan warna kuning untuk ukuran 100 cm dan garis merah untuk ukuran 150 cm. Hal ini dirancang untuk menunjang kenyamanan pengguna dalam penggunaan alat. Untuk menunjang kenyamanan juga disarankan penggunaan alat pelindung diri (APD).

Menurut McCullough dan Grasselli (1990) bahwa sistem kontrol keamanan sangat dibutuhkan terutama bagi peralatan yang dioperasikan menggunakan daya listrik, hal ini dapat menjamin keselamatan pekerja dari risiko kecelakaan seperti pisau pengupas daging, pemangkas daging atau poros pisau yang bergerigi dan jenis alat listrik lainnya. Untuk meminimalisir risiko kecelakaan kerja akibat tangan terpotong atau mengenai

terkena pisau potong, APD yang disarankan berupa sarung tangan berbahan kulit (*leather gloves*) bagi para pengguna, sarung tangan yang disarankan adalah tipe *leather gloves* karena pengguna tidak secara langsung memegang atau mengoperasikan pisau dengan cara bersentuhan langsung dengan pisau, sehingga untuk melindungi tangan sekaligus memudahkan kegiatan pengguna saat memindahkan tanaman ke dalam tabung tanaman lebih disarankan *leather gloves* daripada *metal mesh gloves*. *Metal mesh gloves* lebih disarankan bagi pengguna yang menggunakan alat (benda tajam) dengan pengoperasian langsung berupa kontak langsung antara tangan dengan pisau tersebut (memegang langsung tanpa perantara).

Garis *display* dirancang untuk memudahkan pengguna dalam proses *loading* tanaman mendong dan pengguna tidak akan kesulitan dalam proses *loading* untuk menentukan seberapa ukuran tanaman mendong yang akan dipotong. Di dalam area tabung terdapat plat berbentuk saringan lepas pasang yang berguna sebagai tempat penampungan sisa hasil potongan tanaman mendong. Plat ini dibuat lepas pasang dimaksudkan agar mempermudah proses pembersihan sisa potongan. Mengingat harus dilakukan *maintenance* yang rutin terhadap alat pembersihan sisa hasil potongan, maka plat yang mampu lepas pasang dapat memudahkan pengguna dalam proses pembersihan. Sistem tabung dibuat dapat bergerak maju dan mundur agar pada saat proses pembersihan sisa hasil potongan, pengguna aman karena jauh dari jangkauan pisau pemotong. Pergerakan tabung *dicontrol* oleh roda berjalan yang ditopang dengan tiang penyangga. Pergerakan tabung yang dapat bergerak maju dan mundur dapat menunjang aspek aman pada pengguna.

Spesifikasi lain (Gambar 4.10) dari alat berupa pisau potong yang dibentuk berdasar konsep pisau gergaji mesin dengan lempengan logam statis yang ditepinya terdapat gerigi sebagai pisau pemotong yang dapat berputar dengan tenaga motor listrik. Ukuran pisau dengan panjang 90 cm (sudah termasuk tepi kanan dan kiri *cover* pelindung), lebar 5 cm, tebal 0,3 cm dan memiliki berat 1,06 kg. Sistem pisau dibuat seperti gergaji mesin dapat menunjang keamanan pengguna karena meminimalisir pisau berbentuk rotasi yang sebelumnya terdapat dalam diskusi bersama ahli mesin. Dengan gerigi yang berputar pada sisi lempengan logam membuat gerakan potongan yang lebih cepat dan presisi karena dapat lebih meminimalisir tumpulnya mata pisau dengan satu mata sisi pisau saja. Untuk

berat motor listrik sebesar 1,5 kg. Kemampuan pisau selain dapat memotong dengan rantai pisau yang bergerak secara *circular* juga dapat bergerak secara vertikal yang dimaksudkan agar dapat memotong tumpukan tanaman mendong dari atas hingga tepi bawah penampang tanaman.

Lempengan logam pisau dibuat statis (paten) bertujuan agar pisau tidak terlontar pada saat melakukan gerakan vertikal. Sistem dan bentuk pisau dibuat demikian untuk menunjang aspek keamanan kerja pada pengguna pada saat mesin potong berjalan. Pergerakan vertikal ini dilakukan dengan sistem pegas *pneumatic double acting* yaitu *pneumatic* yang mempunyai silinder ganda *acting* yang membutuhkan tekanan udara untuk setiap gerakannya yaitu gerakan mundur dan maju. Silinder ini memiliki kekuatan pada kedua gerakannya. *Pneumatic* ini mampu bergerak vertikal dengan sumber daya dari *compressor*.

Udara yang didorong oleh *compressor* masuk ke pegas *pneumatic* dan mendorong pegas yang menopang motor dan pisau bergerak naik ke atas dan turun otomatis. *Compressor* yang digunakan adalah *compressor* piston kerja ganda yang memiliki silinder kompresi yang memiliki port inlet dan outlet pada kedua sisinya sehingga meningkatkan kinerja *compressor* dan menghasilkan udara bertekanan yang lebih tinggi daripada *compressor* piston kerja tunggal. Sumber daya *compressor* ini menunjang aspek mudah digunakan karena seluruh pengontrolan alat terdapat pada tombol.

Tombol kontrol alat ini menggunakan sistem saklar *on/off* yang terdapat 2 *control panel*. 1 *control panel* digunakan untuk kontrol pergerakan *circular* pisau dan 1 *control panel* digunakan untuk pergerakan naik-turun pegas. Sistem saklar ini mewujudkan kategori mudah digunakan pada alat. Dengan sistem saklar pengguna tidak perlu melakukan *set up* yang rumit pada alat. Total kapasitas hingga 6 kali lipat ikat tanaman mendong dalam 1 kali proses pemotongan dan mampu bekerja maksimal 10 detik untuk 1 kali proses pemotongan. Hal ini mampu mewujudkan kategori efektif dan efisien pada alat.

5.9 Validasi Konsep Rancangan

Berdasar *Cambridge Dictionaries Online* (2011) validasi bertujuan untuk membuat sesuatu yang resmi diterima atau disetujui, terutama setelah memeriksanya. Sehingga desain rancangan harus melalui proses validasi untuk membuktikan bahwa desain telah sesuai dengan hasil diskusi yang telah dilakukan bersama para ahli yang dipilih. Proses validasi dilakukan dengan merancang kuesioner bebas (terlampir) yang mengacu kepada pernyataan (disesuaikan dengan permasalahan yang terdapat dalam proses diskusi). Kuesioner dibagi ke dalam 4 kategori *customer voice* yaitu kategori aman, nyaman, efektif dan efisien serta mudah digunakan. Total dari seluruh pertanyaan dalam kuesioner terdapat 12 pertanyaan yang masing-masing pertanyaan diisi dalam skala likert 7 titik. Penggunaan 7 titik dalam skala likert disarankan oleh Budiaji (2013) bahwa skala likert yang disarankan adalah 7 titik respon karena lebih disukai responden dan mempunyai kriteria validitas, reliabilitas, kekuatan diskriminasi, dan stabilitas yang cukup baik. Kuesioner dibagikan kepada seluruh ahli dan *stakeholder* yang terlibat.

Pengujian hasil kuesioner untuk menyatakan kevalidan desain rancangan terhadap hasil diskusi menggunakan uji *kruskal-wallis* dibantu dengan alat *software* SPSS. Uji validasi desain dilakukan dengan uji *kruskal-wallis* karena data hasil rekap kuesioner termasuk dalam data komparasi yang tujuannya membandingkan jawaban antar sampel (ahli dalam penelitian), kemudian data merupakan data dengan jumlah sampel 5 (sesuai jumlah ahli yang terlibat dalam penelitian) dan hubungan antar sampel *independent* (tidak memiliki keterkaitan) dengan bentuk data ordinal. Setelah dilakukan uji normalitas data menunjukkan data tidak normal sehingga untuk uji dengan bentuk data ordinal dan data yang tidak normal dapat dilakukan menggunakan uji *non-parametrik*. Data hasil penilaian berupa skala likert dari para ahli yang tertuang dalam kuesioner validasi desain (terlampir).

Hasil uji (Gambar 4.17) didapatkan bahwa nilai *chi-square kruskal-wallis* sebesar 5,425 dengan derajat kebebasan (df) bernilai $k-1$ yaitu jumlah subyek-1 = 5-1 sebesar 4. Dengan mengacu kepada tabel *chi-square* (terlampir) bahwa derajat kebebasan sebesar 4 dan tingkat keyakinan 95% (probabilitas kesalahan 0,05) didapatkan nilai sebesar 9,49. Terbukti nilai *chi-square kruskal-wallis* hitung sebesar 5,425. Nilai tersebut lebih kecil

dari nilai *chi-square* tabel sebesar 9,49 maka dinyatakan H0 diterima yaitu tidak ada perbedaan yang signifikan mengenai jawaban dari para ahli di setiap pertanyaan dalam kuesioner validasi yang berarti jawaban dari para ahli adalah homogen atau sama menyatakan jika mereka (semua *stakeholder*) menyatakan bahwa desain rancangan yang dibuat sudah sesuai dengan hasil diskusi yang telah dilakukan dan desain dinyatakan valid berdasar data diskusi yang telah dilakukan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini adalah:

1. Indikasi bahaya cedera akibat pekerjaan yaitu *work-related musculoskeletal disorders* dapat terjadi pada pekerja pengumpul tanaman mendong yang melakukan pemotongan. Indikasi bahaya ditunjukkan dengan perhitungan menggunakan metode REBA. Menghasilkan *score* sebesar 9 yang menunjukkan berada di level risiko 3 dan memiliki risiko tinggi terhadap dan perlu segera dilakukan tindakan perbaikan.
2. Pengurangan risiko cedera akibat kerja untuk jangka panjang yaitu *work-related musculoskeletal disorders* dilakukan dengan merancang alat bantu potong tanaman mendong. Alat bantu potong memiliki spesifikasi nyaman, aman, efektif dan efisien serta mudah digunakan.
3. Desain alat potong berupa mesin potong otomatis (bukan manual) dengan kapasitas enam kali lipat lebih besar dan efisiensi kerja yang lebih besar. Konsep pemotongan adalah pisau potong yang bergerak otomatis dengan motor listrik dan digerakan vertikal dengan sistem pegas *penumatik* yang didorong oleh tekanan udara sumber daya *compressor*.
4. Hasil uji *kruskal-wallis* dinyatakan bahwa desain sudah homogen dengan nilai *chi-square* hitung sebesar 5,425 yang bernilai lebih kecil dari *chi-square* tabel sebesar 9,49.

6.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan melanjutkan penelitian dengan mewujudkan konsep desain rancangan dengan membuat *prototype*.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan menyempurnakan menjadi alat berbasis listrik.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan membuat desain yang multifungsi mulai dari proses panen hingga proses pemotongan ujung-ujung ikatan tanaman mendong.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F., & Maulana, A. (2012). Analisis Postur Kerja dengan Tinjauan Ergonomi di Industri Batik Madura. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 1(3), 167-171. Retrieved October 1, 2018
- Aznam, S. A., Safitri, D. M., & Anggraini, R. D. (2017). Ergonomi Partisipatif untuk Mengurangi Potensi Terjadinya *Work-Related Musculoskeletal Disorders*. *Jurnal Teknik Industri*, 7(2), 94-104.
- Bernardes, J. M., Wanderck, C., & Moro, A. R. (2012). *Participatory ergonomic intervention for prevention of low back pain: assembly line redesign case*. *International Energy Agency*, 5993-5998. doi:10.3233
- Budiaji, W. (2013). Skala Pengukuran dan Jumlah Respon Skala Likert. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(2), 127-133. Retrieved September 30, 2018
- Cambridge Dictionary*. (n.d.). Retrieved October 26, 2018, from *Dictionary Cambridge*: <http://dictionary.cambridge/dictionary/>
- DC, A. J. (2018, November 9). Nyeri *Kuadratus Lumborum*. Retrieved November 10, 2018, from *Dr. Alex Jimenez*.
- Dewi, L. T. (2016). Karakterisasi Keluhan Muskuloskeletal Akibat Postur Kerja Buruk Pada Pekerja Industri Kecil Makanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(2), 145-150. Retrieved September 15, 2018
- Education, E. I.* (2016, August 29). *Intersection Syndrome*. Retrieved October 3, 2018, from *Memorial Healthcare System*: <http://mhs.net>
- Fahma, F., Damayanti, R. W., & Fulani, D. M. (2014). Pengembangan Alat Pemotong Kunyit untuk Simplisia di Klaster Biofarmaka Karanganyar. *Seminar Nasional IENACO*, 55-63.
- Farhadi, R., Omid, L., Balabandi, S., Barzegar, S., Abbasi, A. M., & Karchani, M. (2014). *Investigation of Musculoskeletal Disorders and Its Relevant Factors Using Quick Exposure Check (QEC) Method Among Seymareh Hydropower Plant Workers*. *Journal and Research and Health*, 4(2), 714-720.
- Fitriani, D. (2012, July 23). Naskah Publikasi Ilmiah. Retrieved August 29, 2018, from *eprints ums*: <http://eprints.ums.ac.id>

- Fitriantoro, A. R. (2009, March 14). *USD Repository*. Retrieved September 23, 2018, from *Repository USD*: <http://respository.usd.ac.id>
- Gasni, D. (2007). Karakteristik Mesin Pemotong Ubi Talas dengan Mekanisme Engkol Peluncur. *Teknik A*, 2(27), 62-68.
- Health, D. (2011, April 23). Risiko di Balik Pekerjaan yang Menuntut Banyak Berdiri. Retrieved September 22, 2018, from *Detik Health*: <http://health.detik.com>
- Hidayat, A. (2014, August 6). Pilihan Uji Normalitas Berdasarkan Software-Jumlah Sampel. Retrieved October 5, 2018, from *Statistikian*: <https://www.statistikian.com>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). *Technical note Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. *Applied Ergonomics*, 201-205.
- Ikonne, C. N. (2014, September). *Influence of Workstation and Work Posture Ergonomics on Job Satisfaction of Librarians in the Federal and State University Libraries in Southern Nigeria*. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)*, 19(9), 78-84. Retrieved September 22, 2018
- Istighfaniar, K., & Mulyono. (2016). Evaluasi Postur Kerja dan Keluhan *Musculoskeletal* pada Pekerja Instalasi Farmasi. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(1), 81-90. Retrieved September 10, 2018
- Jalajuwita, R. N., & Paskarini, I. (2015). Hubungan Posisi Kerja dengan Keluhan Muskuloskeletal pada Unit Pengelasan PT X Bekasi. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 4(1), 33-42.
- Joseph, N. (2018, March 14). Apa itu *cervical disc syndrome*? Retrieved October 23, 2018, from *Hello Sehat*: <https://hellosehat.com>
- Mas'idah, E., Fatmawati, W., & Ajibta, L. (2009). Analisa Manual Material Handling (MMH) Dengan Menggunakan Metode Biomekanika Untuk Mengidentifikasi Risiko Cidera Tulang Belakang (*Musculoskeletal Disorders*) (Studi Kasus pada Buruh Pengangkat Beras di Pasar Jebor Demak). *Sultan Agung XLV*, 45(119), 37-56.
- McCullough, T. J., & Grasselli, A. (1990). *Safety Control for Power Operated Equipment*. *United States Patent*, 1-17. Retrieved September 30, 2018
- McDonald, J. H. (2009). *Handbook of Biological Statistics* (2 ed.). Maryland, Maryland, Baltimore: *Sparky House Publishing*. Retrieved October 25, 2018

- Mehrpourvar, A. H., Hafezi, R., Mirmohammadi, S. J., Mostaghaci, M., & Davari, M. H. (2015). *Anthropometry of Iranian Guidance School Students with Different Ethnicities: A Comparative Study*. Hindawi Publishing Corporation, 1-9. Retrieved October 10, 2018
- Msn. (2017, December 15). Banyak yang Tak Sadar, Terlalu Lama Berdiri Dalam Kereta Bisa Sebabkan Masalah Kesehatan Ini. Retrieved October 2, 2018, from msn: <http://msn.com>
- Nofirza, & Syahputra, D. (2012). Perancangan Alat Pemotong Nenas yang Ergonomis untuk Meningkatkan Produktivitas. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 11(1), 41-50. Retrieved September 22, 2018
- Nurhasanah, N., Haidar, F. Z., Hidayat, S., Hasanati, N., Listianingsih, A. P., & Agustini, D. U. (2014). Penjadwalan Produksi Industri Garmen Dengan Simulasi Flexim. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(3), 141-148.
- Nurjannah, A., & Purnomo, H. (2018). Rancang Desain Produk Setrika Pegas Menggunakan Metode Kano. *Jurnal Teknik*, 39(1), 9-15. Retrieved October 26, 2018
- Ong, J. O. (2013). Implementasi *Algoritma K-Means Clustering* untuk Menentukan *Strategi Marketing President University*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 10-20. Retrieved September 1, 2018
- Pontonnier, C., Dumont, G., Samani, A., Madeleine, P., & Badawi, M. (2014). *Designing and evaluating a workstation in real and virtual environment: toward virtual reality based ergonomic design sessions*. *J Multimodal User Interfaces*, 8, 199-208. doi:10.1007/s12193-013-0138-8
- Pranajaya, A., Widodo, L., & Sukania, I. W. (2014). Perancangan Panggung Penuangan yang Ergonomis untuk Mengurangi Waste Pada Proses Mixing dan Perancangan Wadah Bahan Baku pada PT. Elastis Reka Aktif. *Sinergi*, 18(3), 15-164.
- Qomaruddin, & Darmanto, E. (2016). Analisis Mesin Pemotong Bagian Atas Gelas Plastik. *Prosiding SNATIF Ke-3*, 429-436.
- S, Q. M., Hebbal, S. S., & Kumar, A. S. (2013). *An ergonomic study of work related musculoskeletal disorder risks in Indian Saw Mills*. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 7(5), 7-13.

- Saptadi, S., & Wijanarko, D. (2008, May). Perancangan Meja *Adjustable* Dengan Mempertahankan Postur Kerja Pekerja *Manual Material Handling* (Studi Kasus di PT. Coca – Cola Bottling Indonesia). *J@TI Undip*, 2(2), 49-61.
- Setiadi, M. Y., Poerwanto, & Anizar. (2013). Usulan Alat Bantu Pemindahan Batako untuk Mengurangi Risiko *Musculoskeletal Disorders* di PT XYZ. *e-journal Teknik Industri FT USU*, 1(3), 37-43.
- Setiawan, M. F., Anugraha, R. A., Doyoyekti, Y. N., & Dewi, N. Y. (2014). Usulan Perancangan Material Handling yang Ergonomis Bagi Operator Loading Sayuran Buncis dengan Menggunakan Metode Rasional (Studi Kasus di PT. Abo Farm Ciwidey). *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, 1(1), 8-12.
- Setiawan, T. A., Oesman, T. I., & Parwati, C. I. (2015). Redesain Alat Pengupas Biji Mete Berbasis Ergonomi Dan *Quality Function Deployment* (QFD) Guna Meningkatkan Kualitas Kesehatan Pekerja. *Jurnal Rekavasi*, 3(2), 117-125.
- Setyabudhi, A. L., Yasra, R., & Seruwanto, H. (2017). Analisis Waktu Standar Pelayanan dan Produktivitas Pegawai Menggunakan Metode *Work Sampling*. *Jurnal Kreatif Industri*, 1(1), 9-20.
- Singh, L. P. (2010, *October-December*). *Work Posture Assessment In Forging Industry: An Exploratory Study In India*. *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 1(3), 358-366. Retrieved October 12, 2018
- Statistik, B. P. (2018, July 30). Penduduk Berumur 15 Tahun Ke Atas Menurut Golongan Umur dan Jenis Kegiatan Selama Seminggu yang Lalu, 2008 - 2018. Retrieved October 3, 2018, from Data Sensus Badan Pusat Statistik: <http://www.bps.go.id>
- Sukania, I. W., Widodo, L., & Natalia, D. (2013). Identifikasi Keluhan Biomekanik dan Kebutuhan Operator Proses *Packing* di PT X. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6(1), 19-24.
- Sukpto, P., Djojotubroto, D. H., & Sudi, H. (2015). Penerapan Program *Participatory Ergonomics* Dalam Upaya Meningkatkan Kepedulian Terhadap Kecelakaan Kerja (Studi Kasus Pada Industri Sepatu. Seminar Nasional Teknik Industri SEMNASTI-MUSINDEEP 2015, 397-404.
- Surya, R. Z., Wardah, S., & Hasanah, H. (2013). Penggunaan Data Antropometri dalam Evaluasi Ergonomi Pada Tempat Duduk Penumpang Speed Boat Rute Tembilahan- Kuala Enok Kabupaten Indragiri Hilir Riau. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 2(1), 4-8.

- Susihono, W., & Prasetyo, W. (2012). Perbaikan Postur Kerja Untuk Mengurangi Keluhan *Muskuloskeletal* dengan Pendekatan Metode OWAS. *Spektrum Industri*, 10(1), 69-81.
- Taha, Z., & Majid, S. A. (2008, April 21). *Frequency and Level of Discomfort of Male Operators in Standing Work Posture. Proceedings of The 9th Asia Pasific Industrial Engineering & Management Systems Conference*, 99-104. Retrieved October 1, 2018
- Urwin, M., Symmons, D., Allison, T., Brammah, T., Busby, H., Roxby, M., . . . Williams, G. (1998). *Estimating the Burden of Musculoskeletal Disorders in the Community: The Comparative Prevalence of Symptoms at Different Anatomical Sites, and the Relation to Social Deprivation. Ann Rheum Dis*, 649-655.
- Wahjudi, D., & Amelia. (2000). Analisa Penjadwalan dan Biaya Perawatan Mesin *Press* untuk Pembentukan Kampas Rem. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 50-61. Retrieved September 1, 2018
- Wauben, L. S., Veelen, M. A., Gossot, D., & Goossens, R. H. (2006). *Application of Ergonomic Guidelines During Minimally Invasive Surgery: A Questionnaire Survey of 284 Surgeons. Springer Science+Business Media*, 1268-1274. doi:10.1007/s00464-005-0647-y
- Widodo, A. T., & Astuti, R. D. (2015). Perancangan Alat Bantu Untuk Memperbaiki Postur Kerja Pada Aktivitas Memelitur Dalam Proses Finishing. Seminar Nasional IENACO, 30-37.
- Wignjosoebroto, S. (2000). Prinsip-Prinsip Perancangan Berbasiskan Dimensi Tubuh (Antropometri) dan Perancangan Stasiun Kerja. *Jurnal Teknik Industri FTI-ITS*, 1-7.
- Yohanes, A. (2015, Juli). Perancangan Alat Pengepresan Jenang Dengan Metode Anthropometri Dan Ergonomi (Studi Kasus di UKM Agape Peralang). *Dinamika Teknik*, 9(2), 1-7. Retrieved October 2, 2018

LAMPIRAN

Tabel Rekap Wawancara *Customer Voice*

Pekerja	Spesifikasi Umum	Spesifikasi Khusus/Terjemahan
Widi Utomo	nyaman, aman	lutut tidak sakit, tangan tidak luka
Wardani	efektif, nyaman	bekerja cepat, tangan tidak pegal
Tus Fatimah	nyaman, aman, mudah	tidak pegal punggungnya, pantat tidak sakit, tidak membungkuk
Abu Jaddin	nyaman, aman, mudah	tangan tidak pegal, tidak berdiri lama
Jumali	nyaman, efisien, mudah	tidak berdiri lama, bisa muat banyak, praktis
Musrini	efektif, aman, efisien	bekerja cepat, tidak pegal, tidak makan tempat
Rohmat	efektif, mudah	bekerja cepat, praktis
Sarti	nyaman, aman	tidak membungkuk, tangan tidak pegal
Sumowijoyo	nyaman, aman, mudah	tidak membungkuk, tidak berdiri lama, ringan
Wandi Sucipto	nyaman, efektif, aman	tidak berdiri lama, bekerja cepat, tajam, tangan tidak luka, praktis

Sumber: Penulis

Tabel Data Antropometri

No	Nama Responden	Dimensi Antropometri	
		Tsb	Tbb
1	Rahma Rizqyani	99	127
2	Desy Riana	99	133
3	Sri Mujiatun	91,5	128
4	Mugi Lestari	90,5	126
5	Ari Nurul Ardzhiah	98	132
6	Suci Hartati	107	144,5
7	Sri Purwanti	96	128
8	Muji Lestari	93	126
9	Dina Astuti	94	125
10	Suprihatin	99	131,5
11	Suparmi	96	127
12	Sri Wahyuni	95	124
13	Surani	92	126
14	Wahyuni	93	127

No	Nama Responden	Dimensi Antropometri	
		Tsb	Tbb
15	Emy Rizka	97,5	126
16	Dwi Vita	91	125
17	Tutut Eka	95	126,5
18	Theresia Lendri	93	121,5
19	Rina Kurniawati	105	138
20	Rizka Wira	101	131
21	Navis Wulandari	94	129
22	Fani Fanayanti	103	135,5
23	Lisa Felics	100	134
24	Tumiur	93,8	132
25	Wening Ajityastuti	96,5	127
26	Nurul Amelia	95,3	125
27	Safierna Eka Putri	98,5	129,2
28	Agus Supriyanto	98	134
29	Urip Sungkono	103	135
30	Muri Joko Susilo	102	134
31	Didik Prihandono	104	144
32	Agung Wijanarko	99	135
33	Iwan Riswanto	98	134
34	Arif Muhammad	99	132
35	Agus Kurniawan	95	123
36	Nurcholis Majid	102	137,3
37	Muhammad Arif	100	131,5
38	Ilham Farih	102	136,2
39	Misbahudin	101	134
40	Herry Bre Manana Keliat	106	140
41	Harry Bre Manana Keliat	107,5	143
42	Yery Novianto	100,5	131,3

Sumber: Penulis

Tabel *Chi-Square*

Df	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001	df	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001
1	3,84	6,64	10,83	51	68,67	77,39	87,97
2	5,99	9,21	13,82	52	69,83	78,62	89,27
3	7,82	11,35	16,27	53	70,99	79,84	90,57
4	9,49	13,28	18,47	54	72,15	81,07	91,88
5	11,07	15,09	20,52	55	73,31	82,29	93,17
6	12,59	16,81	22,46	56	74,47	83,52	94,47
7	14,07	18,48	24,32	57	75,62	84,73	95,75

Df	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001	df	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001
8	15,51	20,09	26,13	58	76,78	85,95	97,03
9	16,92	21,67	27,88	59	77,93	87,17	98,34
10	18,31	23,21	29,59	60	79,08	88,38	99,62
11	19,68	24,73	31,26	61	80,23	89,59	100,88
12	21,03	26,22	32,91	62	81,38	90,80	102,15
13	22,36	27,69	34,53	63	82,53	92,01	103,46
14	23,69	29,14	36,12	64	83,68	93,22	104,72
15	25,00	30,58	37,70	65	84,82	94,42	105,97
16	26,30	32,00	39,25	66	85,97	95,63	107,26
17	27,59	33,41	40,79	67	87,11	96,83	108,54
18	28,87	34,81	42,31	68	88,25	98,03	109,79
19	30,14	36,19	43,82	69	89,39	99,23	111,06
20	31,41	37,57	45,32	70	90,53	100,42	112,31
21	32,67	38,93	46,80	71	91,67	101,62	113,56
22	33,92	40,29	48,27	72	92,81	102,82	114,84
23	35,17	41,64	49,73	73	93,95	104,01	116,08
24	36,42	42,98	51,18	74	95,08	105,20	117,35
25	37,65	44,31	52,62	75	96,22	106,39	118,60
26	38,89	45,64	54,05	76	97,35	107,58	119,85
27	40,11	46,96	55,48	77	98,49	108,77	121,11
28	41,34	48,28	56,89	78	99,62	109,96	122,36
29	42,56	49,59	58,30	79	100,75	111,15	123,60
30	43,77	50,89	59,70	80	101,88	112,33	124,84
31	44,99	52,19	61,10	81	103,01	113,51	126,09
32	46,19	53,49	62,49	82	104,14	114,70	127,33
33	47,40	54,78	63,87	83	105,27	115,88	128,57
34	48,60	56,06	65,25	84	106,40	117,06	129,80
35	49,80	57,34	66,62	85	107,52	118,24	131,04
36	51,00	58,62	67,99	86	108,65	119,41	132,28
37	52,19	59,89	69,35	87	109,77	120,59	133,51
38	53,38	61,16	70,71	88	110,90	121,77	134,74
39	54,57	62,43	72,06	89	112,02	122,94	135,96
40	55,76	63,69	73,41	90	113,15	124,12	137,19
41	56,94	64,95	74,75	91	114,27	125,29	138,45
42	58,12	66,21	76,09	92	115,39	126,46	139,66
43	59,30	67,46	77,42	93	116,51	127,63	140,90
44	60,48	68,71	78,75	94	117,63	128,80	142,12
45	61,66	69,96	80,08	95	118,75	129,97	143,32
46	62,83	71,20	81,40	96	119,87	131,14	144,55
47	64,00	72,44	82,72	97	120,99	132,31	145,78

Df	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001	df	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001
48	65,17	73,68	84,03	98	122,11	133,47	146,99
49	66,34	74,92	85,35	99	123,23	134,64	148,21
50	67,51	76,15	86,66	100	124,34	135,81	149,48

Sumber: Google

Tabel Kuesioner Validasi Desain

KATEGORI	MASALAH	SOLUSI	SKALA						
			STS	TS	ATS	N	AS	S	SS
			1	2	3	4	5	6	7
Nyaman	Keluhan cedera pada punggung akibat postur membungkuk	Merancang alat dengan ukuran antropometri pekerja untuk aktivitas postur berdiri normal dan rata-rata air tangan bekerja							
	Keluhan cedera pada kaki akibat postur berdiri statis dalam waktu >4 jam per hari	Merancang alat berkapasitas besar sehingga daya tampung besar dan mampu menghemat waktu							
Aman	Indikasi risiko cedera pada tangan akibat gerakan berulang	Merancang alat dengan sistem tombol <i>control panel</i>							
	Kecelakaan kerja pada tangan pekerja	Merancang alat dengan sistem tombol <i>control panel</i>							
	Indikasi risiko cedera pada kaki akibat postur berdiri statis	Merancang alat berkapasitas besar sehingga pekerjaan menjadi lebih cepat sebanyak sampai 6 kali lipat							

