

**PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGURANGI
RISIKO KELUHAN *MUSCULOSKELETAL*
DISORDER BAGI PEKERJA
PERKANTORAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Livia Nathania

NPM : 6131801077



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

***DESIGN OF ASSISTIVE TOOLS TO REDUCE THE
RISK OF MUSCULOSKELETAL DISORDER FOR
OFFICE WORKERS***

THESIS

Submitted to fulfill one of the requirements to obtain
Industrial Engineering Bachelor's degree

Arranged by:

Name : Livia Nathania

NPM : 6131801077



**INDUSTRIAL ENGINEERING UNDERGRADUATE
STUDY PROGRAM
INDUSTRIAL ENGINEERING MAJOR
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
BANDUNG
2022**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Livia Nathania
NPM : 6131801077
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGURANGI
RISIKO KELUHAN *MUSCULOSKELETAL DISORDER*
BAGI PEKERJA PERKANTORAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 25 Juli 2022
**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Dr. Ceccilia Tesavrita, S.T., M.T.)

Pembimbing Tunggal

(Clara Theresia, S.T., M.T.)



PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Livia Nathania

NPM : 6131801077

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

**PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGURANGI RISIKO KELUHAN
MUSCULOSKELETAL DISORDER BAGI PEKERJA PERKANTORAN**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 14 Juli 2022

Livia Nathania

NPM : 6131801077

ABSTRAK

Setiap pekerjaan memiliki risiko kesehatan yang muncul secara langsung atau tidak langsung. *Musculoskeletal System Disorder* (MSDs) sering terjadi pada pekerjaan administratif perkantoran yang menggunakan laptop dalam durasi panjang dan posisi statis. Berbagai usaha seperti peregangan, pengadaan serta perbaikan stasiun kerja dilakukan. Namun, tetap terjadi peningkatan kasus keluhan nyeri atau cedera bagian tubuh atas pada leher, punggung atas dan bawah, pundak, dan pinggul di perkantoran setiap tahunnya. Maka, penelitian bertujuan untuk merancang alat bantu dalam mengurangi risiko keluhan MSDs bagi pekerja perkantoran.

Pengguna yang dituju yaitu pekerja perkantoran yang memiliki tugas administratif menggunakan laptop. Proses perancangan dimulai dari identifikasi kebutuhan, penentuan spesifikasi target, pembuatan konsep, pemilihan dan penilaian konsep, pembuatan *prototype*, *usability testing*, dan evaluasi. Seluruh proses dilakukan berdasarkan prinsip *User Centered Design* (UCD) dimana pengguna terlibat dalam seluruh tahapan dari pengembangan dan *Universal Design* (UD). Maka, pengguna dengan perbedaan karakteristik secara umum dan khusus terpenuhi kebutuhannya.

Dari hasil perancangan, alat bantu yang dibuat digunakan untuk menyimpan laptop sehingga dapat mendukung posisi bekerja duduk maupun berdiri. Alat bantu *adjustable*, mudah dibawa, serta dilengkapi dengan fitur *arm rest* dan *keyboard tray*. Pembuatan *prototype* dilakukan secara *analytical* dengan *Solidworks* dan *physical*. Selanjutnya, *usability testing* dilakukan untuk menguji *high-fidelity physical prototype* dengan kriteria *effectiveness*, *efficiency*, dan *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS). Berdasarkan *usability testing* didapatkan nilai *effectiveness* dan *efficiency* 88% dan *usability* pada skor SUS 75 yang artinya alat bantu baik (*good*) dan dapat diterima (*acceptable*) oleh pengguna. Namun, diperlukan adanya peninjauan lebih lanjut terkait apakah alat bantu dapat mengurangi keluhan MSDs pekerja di perkantoran.

ABSTRACT

Every job has health risk that arise directly or indirectly. Musculoskeletal System Disorder (MSDs) often occurs in office on administrative works that uses laptops in long durations and statics positions. Various efforts such as stretching, tools procurement, and workstation repairment were carried out. However, there is still increasing numbers in cases of complaints of upper body pain or injury to neck, upper and lower back, shoulders, and hips in offices every year. Thus, the study aims to design assistive tools to reduce the risk of MSDs complaints for office workers.

The intended user is office workers who has administrative task using laptops. The design process starts from identifying needs, determining target specifications, concept generations, concept selection and scoring, making prototypes, usability testing, and evaluations. The entire is conducted based on the principles of user centered design (UCD) where users are involved in all stages of development and Universal Design (UD). So, the user with the different characteristics in general and specifically to be met their needs.

From the results of the design, the tools were made used to store the laptop so that it can support sitting and standing work positions. The tool is adjustable, easy to carry, and equipped with arm rest and keyboard tray features. Prototype making is carried out analytically with Solidworks and physical. Furthermore, usability testing is carried out to test the high-fidelity physical prototype with the criteria of effectiveness, efficiency, and usability using the System Usability Scale (SUS). Based on usability testing, an effectiveness and efficiency value of 88% and usability with SUS score of 75 were obtained, which means that the tool is good and acceptable by users. However, further review is needed regarding whether the assistive tool can reduce complaints of MSDs of workers in the office.

KATA PENGANTAR

Hormat dan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGURANGI RISIKO KELUHAN *MUSCULOSKELETAL DISORDER* BAGI PEKERJA PERKANTORAN” dengan baik. Adapun tujuan adanya penelitian ini dilakukan dalam rangka pemenuhan syarat mendapatkan gelar sarjana Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penelitian, penulis menerima banyak sekali masukan berupa bimbingan, bantuan, kritik, dan saran dari berbagai pihak. Berkat seluruh masukan tersebut, maka laporan skripsi dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Clara Theresia, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi yang terutama telah memberikan kesempatan dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, masukan, dan dukungan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
2. Bapak Dr. Ir. Thedy Yogasara, S.T., M.Eng.Sc., selaku dosen penguji pertama pada sidang proposal dan skripsi yang telah memberikan saran, masukan, dan kritik dalam penelitian ini.
3. Bapak Marihot Nainggolan, S.T., M.T., M.S., selaku dosen penguji kedua pada sidang proposal yang telah memberikan saran, masukan, dan kritik dalam penelitian ini.
4. Bapak Dr. Daniel Siswanto, S.T., M.T., selaku dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan saran, masukan, dan kritik dalam penelitian ini.
5. Orang tua dan adik penulis yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Stefanie Anggreani, Christian Chandra, Xena Gunawan, dan Michelle Suryadibrata selaku responden yang memberikan dukungan, bantuan,

dan juga kesempatan untuk kunjungan kantor untuk pengambilan data selama penelitian berlangsung.

7. Seluruh responden pada tahap identifikasi kebutuhan hingga *usability testing* yang telah bersedia untuk meluangkan waktunya melakukan pengisian kuesioner, wawancara, hingga *usability testing*.
8. Debora Angela, Cornelius, Sherly Putri Dewi, Aubrey Dimitri, Sylviana Gunawan, dan Dian Putrawangsa selaku teman penulis yang terus memberikan semangat, dukungan, dan hiburan selama penyusunan skripsi.
9. Steven Wirajaya, Ivana Sanata, Jazlyn, Daniel Kurniawan, dan Arbert Wijaya, selaku teman penulis yang memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
10. Pihak ahli dan peserta *design workshop* dalam proses identifikasi kebutuhan hingga tahap pembuatan *prototype* fisik yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan ilmu kepada penulis selama penyusunan skripsi.
11. Seluruh dosen Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu bagi penulis selama perkuliahan.
12. Pihak-pihak lain yang belum sempat disebutkan, terima kasih atas dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.

Akhir kata, penulis juga ingin mengucapkan permohonan maaf apabila terdapat kekurangan, kesalahan, dan kata-kata yang kurang tepat untuk disampaikan. Penulis juga sangat menerima kritik dan saran terhadap berbagai kekurangan agar dapat menjadi bahan refleksi dan perbaikan pada penelitian selanjutnya. Penulis berharap agar hasil dari penelitian ini dapat berguna bagi pembaca maupun penelitian serupa ke depannya

Bandung, 25 Juli 2022

Livia Nathania

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-5
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-16
I.4 Tujuan Penelitian	I-16
I.5 Manfaat Penelitian	I-17
I.6 Metodologi Penelitian	I-17
I.7 Sistematika Penulisan	I-21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Ergonomi	II-1
II.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	II-1
II.3 Antropometri	II-2
II.4 Biomekanika Kerja.....	II-3
II.5 <i>Nordic Body Map</i>	II-5
II.6 <i>Computer Workstation Ergonomic</i>	II-6
II.7 <i>User-Centered Design</i>	II-8
II.8 <i>Universal Design</i>	II-9
II.9 Pengembangan Produk.....	II-10
II.9.1 Pengembangan Konsep.....	II-11
II.9.2 Spesifikasi Target.....	II-13
II.9.3 Pembangkitan Konsep	II-14
II.9.4 Pemilihan Konsep	II-14
II.9.5 <i>Prototyping</i>	II-17

II.10	<i>Usability Testing</i>	II-17
II.11	Klasifikasi Material	II-21
BAB III	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1	Pengembangan Produk Alat Bantu	III-1
III.2	Penentuan Spesifikasi Target Alat Bantu.....	III-15
III.2.1	Mempersiapkan Daftar Metrik	III-16
III.2.2	Mengumpulkan Informasi Terkait Pesaing (<i>Benchmarking</i>).....	III-19
III.2.3	Menentukan Spesifikasi Target Final dari Alat Bantu	III-24
III.2.4	Pembuatan <i>House of Quality</i> Alat Bantu.....	III-27
III.3	Pembangkitan Konsep Alat Bantu.....	III-28
III.4	Pemilihan dan Penilaian Konsep Alat Bantu	III-34
III.5	Pembuatan <i>Prototype</i> Alat Bantu	III-38
III.6	Evaluasi Alat Bantu Berdasarkan <i>Usability Testing</i>	III-55
III.6.1	<i>Effectiveness</i>	III-56
III.6.2	<i>Efficiency</i>	III-58
III.6.3	<i>Usability</i>	III-59
III.7	Evaluasi dan Usulan Perbaikan Alat Bantu.....	III-63
BAB IV	ANALISIS	IV-1
IV.1	Analisis Proses Identifikasi Kebutuhan	IV-1
IV.2	Analisis Penentuan Spesifikasi Target	IV-4
IV.3	Analisis Pembangkitan Konsep dan Pemilihan Alternatif Alat Bantu.....	IV-5
IV.4	Analisis Pembuatan <i>Prototype</i> Alat Bantu.....	IV-7
IV.5	Analisis <i>Usability Testing</i> Alat Bantu	IV-8
IV.6	Analisis Evaluasi dan Usulan Perbaikan Alat Bantu	IV-11
IV.7	Analisis Pemilihan Metode Penelitian	IV-13
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Distribusi Tingkat Keluhan MSD Pengguna Laptop.....	I-3
Tabel I.2 Rangkuman Masalah Otot Rangka Responden	I-7
Tabel I.3 Rekapitulasi Hasil Wawancara Pendahuluan	I-9
Tabel II.1 Lembar <i>Computer Workstation Ergonomic: Self-Assessment Checklist</i>	II-7
Tabel II.2 <i>System Usability Scale</i>	II-21
Tabel III.1 <i>Mission Statement</i>	III-2
Tabel III.2 Contoh Penerjemahan <i>Customer Statement</i> Menjadi <i>Need Statement</i>	III-5
Tabel III.3 Rekapitulasi Jumlah <i>Need Statement</i> Teridentifikasi	III-6
Tabel III.4 Konsep Alat Bantu dari Fisioterapis	III-12
Tabel III.5 Rekapitulasi <i>Need Statement</i>	III-13
Tabel III.6 Pengelompokan Kebutuhan Alat Bantu	III-13
Tabel III.7 <i>Relative Importance</i> Kebutuhan Alat Bantu	III-15
Tabel III.8 Matriks <i>What</i> dan <i>Relative Importance</i> HOQ.....	III-16
Tabel III.9 Daftar Metrik	III-16
Tabel III.10 Daftar Jenis Material.....	III-17
Tabel III.11 Rekapitulasi Informasi <i>Benchmarking</i>	III-23
Tabel III.12 Spesifikasi Target Final Alat Bantu	III-24
Tabel III.13 Perhitungan <i>Technical Importance</i>	III-28
Tabel III.14 Susunan Alur <i>Design Workshop</i>	III-29
Tabel III.15 <i>Concept Scoring</i>	III-35
Tabel III.16 Data Atribut	III-39
Tabel III.17 Rincian Biaya Alat Bantu	III-54
Tabel III.18 Daftar <i>Task List</i> dan <i>Task Scenario</i>	III-55
Tabel III.19 Perhitungan <i>Effectiveness</i>	III-57
Tabel III.20 Perhitungan <i>Efficiency</i>	III-58
Tabel III.21 Rekapitulasi dan Perhitungan SUS	III-60
Tabel III.22 <i>Usability Problems</i>	III-61
Tabel III.23 Evaluasi Pemenuhan Kebutuhan	III-63

Tabel III.24 Rekapitulasi Pemenuhan Prinsip *Universal Design*III-66

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Profil Responden Jenis Kelamin(a), Pendidikan(b), dan Perangkat Bekerja(c)	I-5
Gambar I.2 Profil Responden Berdasarkan Industri Pekerjaan	I-6
Gambar I.3 Profil Responden Berdasarkan Divisi atau Spesialisasi Pekerjaan..	I-6
Gambar I.4 Bagian-Bagian Tubuh yang Mengalami Masalah Berdasarkan Kuesioner	I-8
Gambar I.5 Contoh Keadaan Stasiun Kerja Responden	I-11
Gambar I.6 Lumbar <i>Support</i>	I-13
Gambar I.7 Referensi <i>Standing Desk</i>	I-14
Gambar I.8 Laptop <i>Riser</i>	I-14
Gambar I.9 Diagram Alir Metodologi Penelitian	I-17
Gambar II.1 Tekanan Lempeng Tulang Belakang	II-4
Gambar II.2 Postur Yang Baik Saat Duduk dan Bekerja Menggunakan PC.....	II-6
Gambar II.3 Diagram Proses Pengembangan Produk.....	II-11
Gambar II.4 Diagram Proses Pengembangan Konsep.....	II-12
Gambar II.5 <i>House of Quality</i>	II-13
Gambar II.6 Interpretasi Skor SUS	II-21
Gambar II.7 Grafik <i>Stiffness Material</i>	II-22
Gambar II.8 Grafik <i>Tensile Strength Material</i>	II-23
Gambar III.1 Persona.....	III-1
Gambar III.2 Grafik Kumulatif <i>Need Statement</i> Teridentifikasi	III-7
Gambar III.3 Observasi Stasiun Kerja Kantor 1	III-8
Gambar III.4 Observasi Stasiun Kerja Kantor 2	III-9
Gambar III.5 Observasi Keseluruhan Kantor 2	III-10
Gambar III.6 Observasi Stasiun Kerja Kantor 3	III-10
Gambar III.7 Observasi Keseluruhan Kantor 3	III-11
Gambar III.8 Dokumentasi Kegiatan Diskusi dengan Fisioterapis.....	III-11
Gambar III.9 <i>Relationship dan Correlation Matrix</i>	III-18
Gambar III.10 <i>Vivo Desk Converter</i>	III-19
Gambar III.11 <i>Back Stretcher dan Muscle Roller Stick</i>	III-20

Gambar III.12 Alphay <i>Neck Support</i>	III-21
Gambar III.13 ComfyBrace <i>Posture Corrector-Back Brace</i>	III-21
Gambar III.14 MOFT <i>Sit-Stand Desk</i>	III-22
Gambar III.15 HOQ <i>Customer Targets and Ratings</i>	III-24
Gambar III.16 Penentuan Tinggi Alat Bantu	III-26
Gambar III.17 HOQ Alat Bantu	III-27
Gambar III.18 Konsep Rancangan Alat Bantu Pertama.....	III-30
Gambar III.19 Konsep Rancangan Alat Bantu Kedua	III-31
Gambar III.20 Konsep Rancangan Alat Bantu Ketiga	III-32
Gambar III.21 Konsep Rancangan Alat Bantu Keempat.....	III-33
Gambar III.22 Konsep Rancangan Alat Bantu Kelima	III-34
Gambar III.23 Hasil Diskusi Pengembangan Konsep Terpilih Final	III-37
Gambar III.24 Proses Diskusi Perancangan Detail Alat Bantu	III-39
Gambar III.25 Perancangan Detail Alat Bantu dan <i>Arm Rest</i>	III-40
Gambar III.26 Mekanisme Pemasangan <i>Arm Rest</i> dan <i>Keyboard Tray</i>	III-41
Gambar III.27 Ilustrasi <i>Knob</i>	III-41
Gambar III.28 CAD Alat Bantu A.....	III-42
Gambar III.29 Simulasi Pengujian Pemberian Beban Alat Bantu A.....	III-43
Gambar III.30 CAD Alat Bantu B.....	III-43
Gambar III.31 Simulasi Pengujian Pemberian Beban Alat Bantu A.....	III-44
Gambar III.32 CAD 3D Alat Bantu Final	III-45
Gambar III.33 Perhitungan Lubang Pin	III-46
Gambar III.34 CAD Alat Bantu Saat Ditekuk	III-46
Gambar III.35 Alas Alat Bantu.....	III-47
Gambar III.36 <i>Swivel</i>	III-47
Gambar III.37 Batang 1, 2, dan 3.....	III-48
Gambar III.38 Alas Laptop	III-49
Gambar III.39 <i>Arm Rest</i>	III-49
Gambar III.40 <i>Keyboard Tray</i>	III-50
Gambar III.41 <i>Knob</i> dan <i>Arm Rest</i>	III-50
Gambar III.42 Skenario Penggunaan Saat Duduk dan Berdiri.....	III-51
Gambar III.43 <i>Prototype Physical</i> Alat Bantu	III-52
Gambar III.44 Penyimpanan Alat Bantu dalam Tas	III-52
Gambar III.45 Kesalahan Prototipe Alat Bantu.....	III-53

Gambar III.46 <i>Set Up Physical Prototype</i>	III-53
Gambar III.47 Hasil Observasi 1 <i>Usability Testing</i> (Posisi Duduk).....	III-62
Gambar III.48 Hasil Observasi 2 <i>Usability Testing</i> (Posisi Berdiri).....	III-62
Gambar III.49 <i>Flexibility in Use</i>	III-65
Gambar III.50 Perbandingan tinggi alat bantu.....	III-68
Gambar III.51 Pelipatan Alat Bantu Sebelum dan Sesudah Perbaikan	III-69
Gambar III.52 Perbaikan Desain <i>Swivel</i>	III-69
Gambar III.53 Perbaikan <i>Prototype</i> Final	III-71
Gambar III.54 Observasi Postur Tubuh Duduk Setelah Penggunaan Alat Bantu.....	III-71
Gambar III.55 Observasi Postur Tubuh Berdiri Setelah Penggunaan Alat Bantu.....	III-72

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A: DATA ANTROPOMETRI INDONESIA

LAMPIRAN B: KUESIONER GANGGUAN OTOT-RANGKA

LAMPIRAN C: KUESIONER *COMPUTER WORKSTATION ERGONOMICS*

LAMPIRAN D: KONVERSI *CUSTOMER STATEMENT*

LAMPIRAN E: DATA MENTAH *CONCEPT SCORING*

LAMPIRAN F: CAD 2D KOMPONEN

LAMPIRAN G: *TASK LIST*, *TASK SCENARIO*, DAN LANGKAH STANDAR

LAMPIRAN H: INSTRUKSI PENGGUNAAN ALAT BANTU

BAB I

PENDAHULUAN

Pada penelitian ini terdapat pembahasan terkait pendahuluan pemahaman masalah dalam penelitian. Sub bab ini menjelaskan latar belakang, identifikasi masalah dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, studi literatur, dan metodologi yang digunakan dalam penelitian. Berikut merupakan uraian dari pendahuluan.

I.1 Latar Belakang

Keselamatan dan kesehatan pekerja merupakan hak bagi seluruh pekerja dan hal yang perlu diperhatikan bagi pemilik sebuah perusahaan. Setiap pekerjaan memiliki risiko pada kesehatan fisik maupun mental. Risiko tersebut dapat muncul secara langsung dari proses pekerjaan atau tidak langsung seperti lingkungan kerja yang kurang baik. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012, perusahaan harus dapat mencegah dan mengurangi kecelakaan atau penyakit yang diakibatkan dari pekerjaan sehingga terciptanya lingkungan kerja yang aman, nyaman, serta efisien yang dapat mendorong produktivitas pekerja dan kualitas kerja.

Seiring perkembangan teknologi sekarang ini, terdapat banyak pekerjaan yang dapat terbantu dengan adanya teknologi. Berbagai pekerjaan dapat dilakukan dengan menggunakan komputer maupun laptop. Dimana aktivitas yang dapat dilakukan seperti menulis, mengedit, menyimpan, memilah, menghitung, dan mengolah data. Dengan memanfaatkan komputer dan laptop, pekerjaan dapat dilakukan secara cepat dan meminimasi kesalahan yang dapat terjadi. Hal ini didukung dengan keberadaan pandemik COVID-19, dimana terdapat peningkatan pekerjaan yang dilakukan secara teleworking yaitu memanfaatkan penggunaan informasi dan melakukan komunikasi melalui komputer, laptop, tablet, dan telepon genggam (ILO, 2020).

Terdapat dampak negatif dari peningkatan penggunaan komputer dan laptop. Operator komputer yang menggunakan *keyboard* lebih 4 jam sehari memiliki risiko keluhan nyeri bagian tubuh atas yaitu pada bahu, pergelangan

tangan, serta tangan (Palmer, Cooper, Walker-Bone, Syddall, Coggon, 2001). Pengguna seringkali melakukan aktivitas bekerja menggunakan laptop dan komputer dengan posisi yang tidak ergonomis. Ketika adanya peningkatan durasi kerja dikarenakan pandemik COVID-19, sehingga terdapat potensi terjadinya kelelahan (*fatigue*) dan cedera yang dialami akibat menahan posisi kurang nyaman secara statis dengan durasi yang lama. Pengguna dapat mengalami gangguan pada sistem pergerakan tubuh manusia yang disebut sebagai sistem muskuloskeletal.

Sistem pergerakan tubuh manusia yang memiliki peran penting bagi kegiatan manusia untuk melakukan berbagai aktivitas dan pekerjaan. Sistem muskuloskeletal atau sistem pergerakan tubuh manusia terdiri dari kerangka tulang, otot, dan jaringan pengikat yang terdiri dari ligament, tendon, fascia, dan tulang rawan (Wickens, Gordon, dan Liu, 1998). Fungsi dari sistem muskuloskeletal yaitu menopang tubuh, menjaga postur, menciptakan pergerakan dan panas tubuh, serta melindungi organ yang ada didalamnya (Wickens et al., 1998). Maka, gangguan yang terjadi pada sistem muskuloskeletal menurunkan produktivitas dan menyulitkan aktivitas seseorang.

Musculoskeletal System Disorder (MSDs) merupakan cedera dari otot, saraf, tendon, ligamen, sendi, tulang rawan, dan tulang belakang yang tidak disebabkan dari kecelakaan seperti terpeleset, tersandung, terjatuh, kecelakaan bermotor, dan lainnya (Brauer, 2016). Gangguan muskuloskeletal berkaitan dengan rasa sakit yang dirasakan secara terus menerus, kehilangan fungsi, dan peningkatan cacat yang disebabkan oleh pekerjaan (Sanders, 2004). Dikutip dari laman *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), MSD disebabkan oleh pengerahan kekuatan yang berlebihan, melakukan tugas yang sama secara repetitif, bekerja dengan posisi canggung dalam durasi panjang, tekanan pada tubuh, temperature dingin, getaran, dan berbagai gabungan risiko terkait.

Menurut *World Health Organization* (2021), saat ini terdapat 1,71 miliar orang yang memiliki gangguan pada sistem muskuloskeletal dimana 568 juta orang diantaranya mengalami nyeri pada bagian punggung bawah (*low back pain*). Dari survei yang dilakukan oleh *Bureau of Labour Statistic* (2019), gangguan muskuloskeletal menyumbang cedera dan kecelakaan tertinggi yaitu lebih dari 30% kasus dari tahun 2014 hingga 2018. Menurut RISKESDAS (2018), sebanyak 7,3% penduduk di Indonesia didiagnosis memiliki penyakit sendi. Hasil penelitian

bertahap yang dilakukan oleh Chaiklieng, Suggravestsiri, dan Stewart (2019) menunjukkan bahwa adanya peningkatan kasus *lower back pain* sebanyak 83% dalam setahun pada perkantoran. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal dengan peningkatan masa kerja. Pada penelitian yang dilakukan oleh Tanzila, Thia Prameswarie, Hartanti dan Denaneer (2021), pengguna laptop memiliki keluhan tertinggi pada bagian tubuh tertentu yaitu sebesar 78,7% pada bagian punggung bawah, 75,5% pada leher, 59,4% pada bagian punggung atas, 50,2% pada pundak, dan 46,9% pada pinggul. Pada Tabel I.1 menunjukkan bahwa pada kelima bagian tubuh yang memiliki keluhan menimbulkan tingkat nyeri tertinggi.

Tabel I.1 Distribusi Tingkat Keluhan MSD Pengguna Laptop

No	Bagian Tubuh	Tidak ada Nyeri	Nyeri Ringan	Nyeri Sedang	Nyeri Tinggi
1	Leher	24,5%	56,9%	16,7%	1,9%
2	Pundak	49,8%	37,3%	10,6%	2,3%
3	Siku Lengan	85,1%	12,5%	2,4%	0%
4	Lengan Atas	75,2%	19,9%	4,6%	0,3%
5	Punggung Belakang	40,6%	42,2%	15,1%	2,1%
6	Lengan Bawah	82,4%	15,5%	1,6%	0,5%
7	Punggung Bawah	21,3%	49,1%	25,7%	3,9%
8	Pergelangan tangan/ tangan	76,9%	19,2%	3%	0,9%
9	Pinggul/ Paha	53,1%	32,1%	13,2%	1,6%
10	Lutut	79,4%	16,2%	3,7%	0,7%
11	Tumit/ Kaki	82,4%	14,1%	2,8%	0,7%

(Sumber: Tanzila et al., 2021)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lubis dan Rianda (2021), keluhan *musculoskeletal* pegawai secara umum tidak ada pengaruh dengan durasi kerja selama pandemik COVID-19. Sebuah tempat kerja sebaiknya dapat digunakan dalam durasi panjang terutama pada lingkungan kerja yang aktivitasnya dilakukan saat duduk. Hal ini dapat menyebabkan nyeri pada bagian punggung bawah yang diakibatkan oleh penghambatan atau oklusi aliran darah ke otot yang bekerja karena tekanan fisik yang terus menerus pada pembuluh darah dapat mencegah pelebaran (Wickens et al., 1998), sehingga dapat menyebabkan kekurangan oksigen yang menimbulkan adanya kelelahan pada otot. Setiap orang tidak dapat mempertahankan postur duduk yang tegak dalam jangka waktu panjang.

Cumulative trauma disorder (CTD) yang dikenal juga sebagai *repetitive strain injury* (RSI) merupakan cedera muskuloskeletal yang dapat terjadi pada bagian tangan dan lengan yang diakibatkan oleh pekerjaan dengan gerakan

repetitif (Wickens et al., 1998). CTD dapat diklasifikasikan ke dalam bagian tubuh yang terpengaruh yaitu jari, tangan dan pergelangan tangan, siku lengan, dan bahu. *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) merupakan CTD yang sering terjadi dimana terjadinya kompresi nervus medianus yang ada pada pergelangan tangan yang menyebabkan rasa sakit, mati rasa, dan gelenyar.

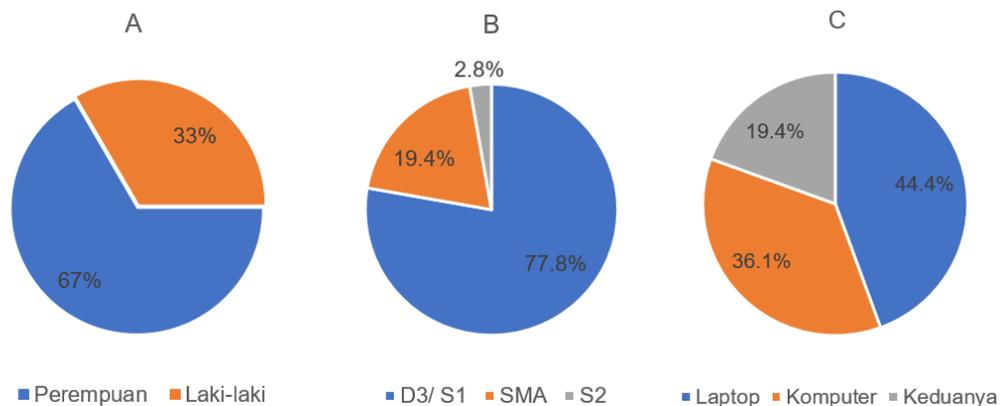
Insidensi CTS cukup tinggi yaitu 3,8% populasi dunia, dimana gejala mati rasa dan gelenyar pada lengan dirasakan oleh 14,4% populasi dunia (Atroshi et al., 1999). Dimana 1 dari 8 orang pekerja komputer dengan komputer mengalami gangguan CTS yang disebabkan oleh fleksi atau ekstensi jari secara berulang saat melakukan tugas dalam waktu yang lama (Ali dan Sathiyasekaran, 2006). Pada penelitian hasil penelitian tersebut, karyawan administrasi memiliki risiko CTS 2,4 lebih besar. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada sebuah bank di Indonesia, terdapat 70% karyawan mengalami CTS ringan hingga parah (Nafasa, Yuniarti, Nurimaba, Tresnasari, Wagiono, 2019). Gejala CTS yang dirasakan berupa nyeri, kesemutan, mati rasa, nokturnal, dan kelemahan genggaman. Pekerja yang telah bekerja melebihi 4 tahun, memiliki risiko CTS yang lebih besar dan tidak menutup kemungkinan bagi pekerja dengan masa kerja dibawah 4 tahun juga dapat mengalami hal serupa.

Jumlah penduduk Indonesia yang bekerja sebagai karyawan kian meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik (2021), penduduk yang bekerja sebagai karyawan atau pegawai dibandingkan dengan populasi masyarakat yang bekerja di Indonesia dan daerahnya tersebar di provinsi DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Ketiga provinsi tersebut juga memiliki kota dengan ekosistem *startup* terbaik di Indonesia jika dilihat dari kuantitas, kualitas, dan lingkungan bisnisnya (Aditiya, 2021). Dengan adanya peningkatan jumlah karyawan dan penggunaan laptop dan komputer semakin banyak, masalah MSD dan CTS dapat berpotensi terus meningkat. Tentunya, dengan adanya gangguan muskuloskeletal dapat menimbulkan penurunan pendapatan perusahaan dikarenakan perusahaan perlu memberikan biaya kompensasi dan mengalami penurunan produktivitas (Sanders, 2004). Oleh karena itu, perlu adanya penelitian terkait alat bantu yang dapat mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal bagi pekerja perkantoran yang bekerja menggunakan *personal computer* (laptop atau komputer).

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

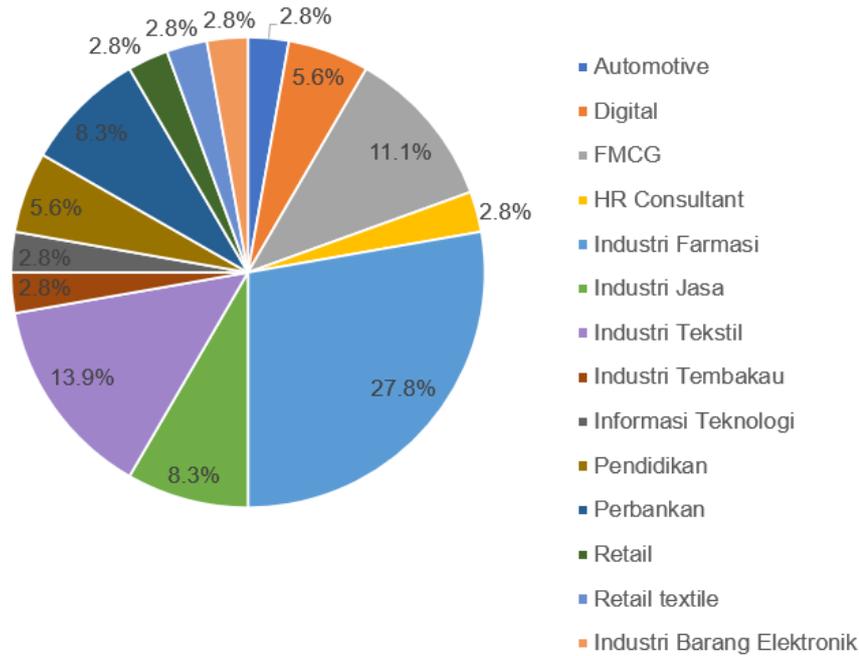
Cedera muskuloskeletal terus bermunculan seiring peningkatan penggunaan laptop pada perkantoran. Namun, keluhan MSD dan CTS pada setiap tempat kerja dan daerah di Indonesia dapat berbeda-beda. Melihat dari perbedaan tersebut, dilakukan survei terhadap sejumlah responden mengenai keluhan muskuloskeletal dengan menggunakan Instrumen Survei Gangguan Otot-Rangka yang diterbitkan oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia (2016) yang merupakan terjemahan Bahasa Indonesia dari kuesioner *Nordic Body Map*.

Terdapat 36 responden yang merupakan pekerja perkantoran yang berpusat pada provinsi DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten. Seluruh responden yang mengisi bekerja menggunakan laptop dengan masa kerja minimal 1 tahun dan memiliki durasi kerja minimal 8 jam sehari. Pengambilan data dilakukan dengan pembagian survei gangguan otot rangka melalui *Google Form*. Berikut merupakan profil responden yang dibagi menjadi jenis kelamin, pendidikan terakhir, dan perangkat bekerja yang digunakan.



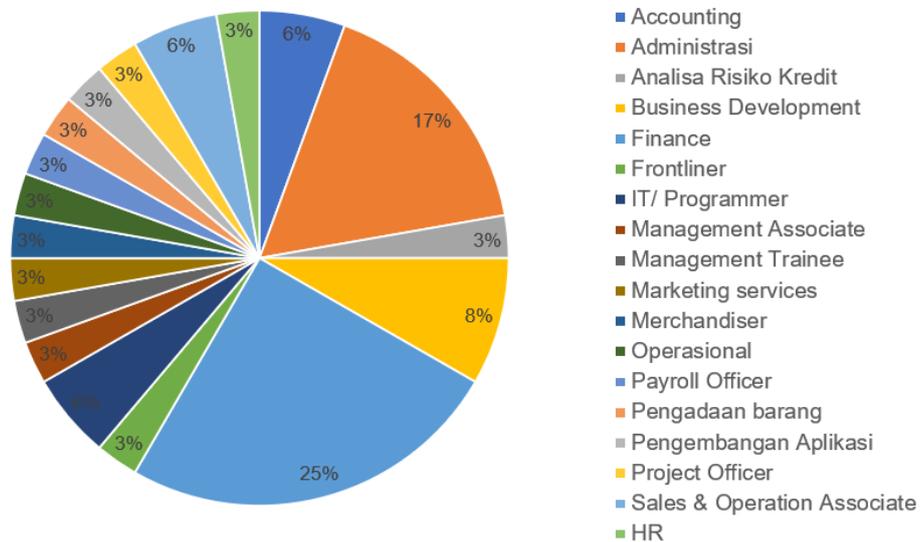
Gambar I.1 Profil Responden Jenis Kelamin(a), Pendidikan(b), dan Perangkat Bekerja(c)

Pada Gambar I.1 terdapat profil responden yang mengisi kuesioner gangguan otot rangka. Rata-rata responden ialah perempuan dan memiliki pendidikan akhir D3/S1. Perangkat bekerja yang umum digunakan oleh responden ialah laptop. Profil responden pada penelitian ini memiliki rata-rata usia 31,53 tahun dengan minimum 22 tahun dan maksimum 53 tahun. Rerata dari masa kerja yang dimiliki ialah 4,89 tahun dengan minimum 1 tahun dan maksimum 20 tahun. Seluruh responden telah memenuhi kriteria masa kerja yang telah ditentukan yaitu minimum 12 bulan. Selanjutnya terdapat data terkait industri dari pekerjaan responden.



Gambar I.2 Profil Responden Berdasarkan Industri Pekerjaan

Pada Gambar 2 menggambarkan profil responden berdasarkan industri pekerjaan yang dilakukan. Jumlah responden yang bekerja pada industri farmasi paling banyak dan diikuti oleh industri tekstil dan FMCG. Responden yang bekerja pada industri farmasi dan industri tekstil memiliki divisi atau spesialisasi pekerjaan dalam keuangan (*finance*) dan administrasi. Kedua divisi pekerjaan tersebut juga memiliki tugas melakukan *input* dan *output* data, pembuatan laporan, dan melakukan perencanaan. Berikut merupakan grafik profil responden berdasarkan divisi atau spesialisasi pekerjaannya.



Gambar I.3 Profil Responden Berdasarkan Divisi atau Spesialisasi Pekerjaan

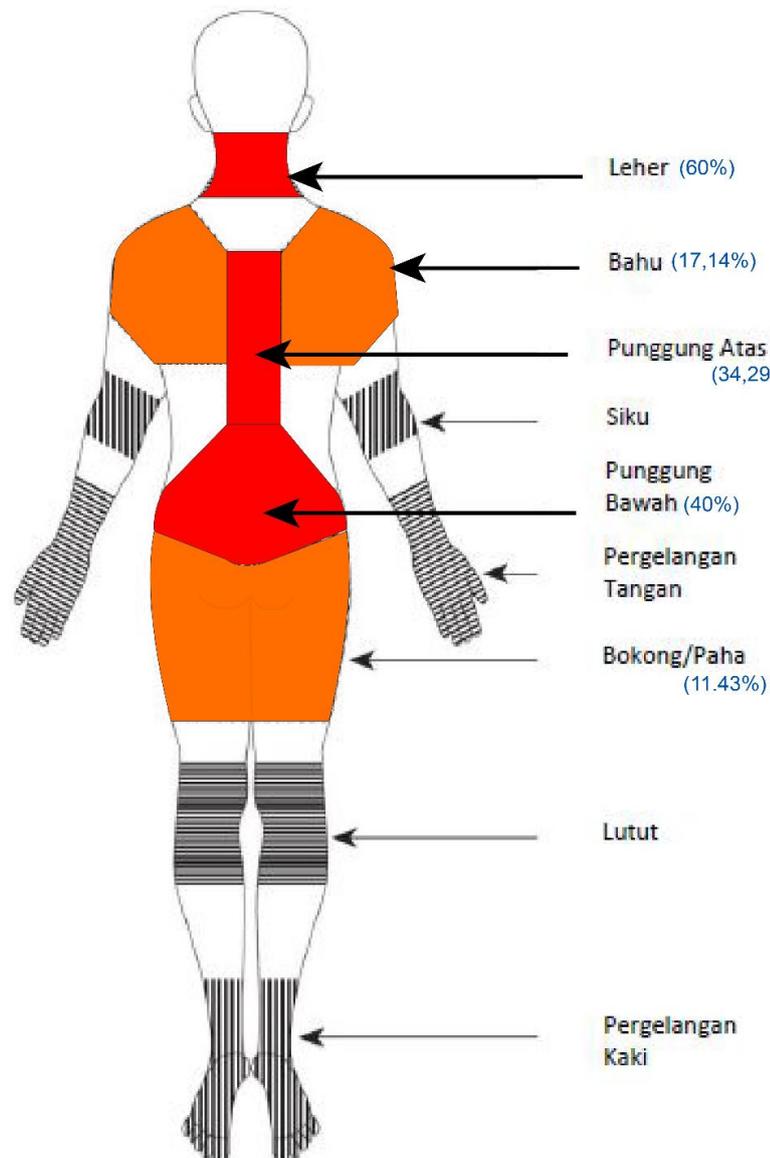
Setiap responden dipastikan memiliki pekerjaan administratif dan berada pada industri yang variatif. Sebanyak 47.5% responden bekerja pada perusahaan yang memiliki lebih dari 500 orang karyawan. Selanjutnya, terdapat rangkuman data mengenai masalah otot rangka yang dirasakan pada bagian tubuh tertentu oleh responden. Rangkuman data dilengkapi dengan penilaian rasa sakit, nyeri, dan tidak nyaman yang dirasakan responden. Berikut merupakan rangkuman data masalah otot rangka

Tabel I.2 Rangkuman Masalah Otot Rangka Responden

No		Responden yang mengalami masalah otot rangka (12 bulan terakhir)	Responden yang mengalami gangguan aktivitas	Partisipan yang mengalami masalah otot rangka (7 hari terakhir)	Partisipan yang menemui dokter atau terapis	Rata-rata penilaian rasa sakit, nyeri, dan tidak nyaman
1	Leher	60%	8,57%	28,57%	2	5,19
2	Bahu Kiri	8,57%	0	5,71%	1	3,33
3	Bahu Kanan	5,71%	0	2,86%	3	6
4	Bahu Kiri dan Kanan	17,14%	8,57%	20,00%	2	4,5
5	Punggung Atas	34,29%	0	22,86%	4	5
6	Siku Kanan	2,86%	0	0	0	2
7	Punggung Bawah	40%	5,71%	25,71%	1	5,11
8	Pergelangan Tangan Kanan	5,71%	2,86%	2,86%	1	1,5
9	Pergelangan Tangan Kiri dan Kanan	8,57%	0	5,71%	0	4,4
10	Bokong/Paha Kiri	2,86%	0	0	0	1
11	Bokong/Paha Kiri dan Kanan	11,43%	8,57%	8,57%	0	4,5
12	Lutut Kiri	5,71%	0	0	0	3
13	Lutut Kiri dan Kanan	5,71%	0	8,57%	1	3,33
14	Pergelangan Kaki Kiri	2,86%	0	0	0	5
15	Pergelangan Kaki Kiri dan Kanan	5,71%	2,86%	5,71%	0	4,67

Pada Tabel I.2, terdapat rangkuman data masalah atau gangguan otot rangka yang dialami oleh responden saat bekerja menggunakan laptop. Pada 12 bulan terakhir, sebanyak 60% responden sering kali memiliki masalah pada leher, 40% pada punggung bawah, dan 34% pada punggung atas. Didapati juga bahwa bagian tubuh leher, punggung bawah, dan punggung atas memiliki frekuensi nyeri paling sering dalam seminggu terakhir. Untuk bagian leher, punggung atas dan punggung bawah memiliki nilai rasa sakit, nyeri, dan tidak nyaman yang cukup

tinggi atau intens. Beberapa responden juga sempat pergi ke dokter atau terapis karena rasa sakit dan nyeri tersebut. Nilai frekuensi sedang dimiliki oleh bagian tubuh bahu dan bokong atau paha kiri dan kanan. Berdasarkan bagian tubuh yang telah dinilai oleh responden, rasa sakit, nyeri, dan tidak nyaman disebabkan oleh aktivitas duduk saat bekerja. Berikut Gambar 1.4 yang merupakan gambaran bagian tubuh yang menggambarkan letak dan tingkat sakit, nyeri, dan tidak nyaman berdasarkan penilaian responden.



Gambar 1.4 Bagian-Bagian Tubuh yang Mengalami Masalah Berdasarkan Kuesioner

Pada Gambar 1.4, terdapat gambaran mengenai bagian-bagian tubuh mana saja yang mengalami masalah berdasarkan hasil kuesioner penelitian.

Pemberian warna merah memberikan visualisasi yang artinya banyak responden mengalami masalah pada bagian tersebut pada 12 bulan terakhir dan 7 hari terakhir. Selain itu, juga menggambarkan rasa nyeri yang cukup tinggi dan intens. Warna oranye menggambarkan bagian-bagian tubuh yang cukup sering timbul masalah pada responden yang sedang bekerja. Persentase menggambarkan frekuensi responden yang merasakan gangguan pada 12 bulan terakhir.

Pemberian nilai yang ada pada instrument survei gangguan otot-rangka bersifat subjektif. Pada penelitian ini dilakukan wawancara terhadap responden memberikan penilaian berdasarkan apa yang dirasakan. Selanjutnya dilakukan penilaian terhadap tempat kerja yang digunakan oleh responden saat menggunakan laptop untuk bekerja. Penilaian dilakukan untuk mengetahui apakah tempat kerja yang ditempati oleh responden sudah optimal dan nyaman untuk mendukung performansi. Alat ukur yang digunakan ialah *Ergonomic Checklist* yang telah *National Institutes of Health* (NIH, 2020). Wawancara dilakukan terhadap 10 responden secara daring. Berikut Tabel I.3 berisi rekapitulasi hasil wawancara terkait.

Tabel I.3 Rekapitulasi Hasil Wawancara Pendahuluan

No			Persentase Responden yang Memenuhi Kriteria
1	<i>Office Chair</i>	Tinggi, kursi, dan sandaran dapat diatur	100%
		Kaki sepenuhnya menelapak ke lantai	100%
		Terdapat penyokong atau sandaran punggung bawah	100%
		Dapat duduk tanpa merasa tekanan pada lutut	100%
		Sandaran tangan dekat dengan meja	100%
2	<i>Keyboard and Mouse</i>	<i>Keyboard, mouse, dan permukaan kerja sejajar dengan siku</i>	100%
		Barang yang sering digunakan mudah dijangkau	100%
		<i>Keyboard dekat dengan ujung meja dan memberi ruang bagi pergelangan tangan</i>	100%
		Menggunakan keyboard dan mouse dengan keadaan pergelangan tangan yang lurus dan lengan rileks	50%
		<i>Mouse berada pada tingkatan yang sama dengan keyboard</i>	90%
		<i>Mouse nyaman digunakan</i>	100%

(lanjut)

Tabel I.3 Rekapitulasi Hasil Wawancara Pendahuluan (lanjutan)

No		Persentase Responden yang Memenuhi Kriteria	
3	<i>Work Surface</i>	Monitor berada langsung di depan	100%
		Monitor diletakkan setidaknya sepanjang lengan	100%
		Tinggi monitor sedikit lebih bawah dari tingkat mata	40%
		Monitor bebas dari pantulan	100%
		Terdapat pencahayaan cukup	100%
		Barang yang sangat sering digunakan diletakan pada area usual work area dan yang lumayan sering digunakan diletakkan pada <i>occasional work area</i>	90%
4	<i>Breaks</i>	Melakukan jeda posturan setiap 30 menit	30%
		Melakukan jeda mata dari monitor	60%
5	<i>Accessories</i>	Terdapat kemiringan pada meja untuk membaca atau menulis	0%
		Terdapat penyimpanan dokumen diantara layar dan <i>keyboard</i>	0%
		Menggunakan headset atau <i>speakerphone</i> saat dan melakukan panggilan telepon	70%
6	Laptop	Menggunakan <i>keyboard</i> dan <i>mouse</i> eksternal. Menggunakan penyangga laptop atau stasiun monitor	90%
7	<i>Hot Desking</i>	Diberikan waktu untuk melakukan penyesuaian	100%

Berdasarkan Tabel I.3, terdapat hasil rangkuman data responden terkait keadaan stasiun kerja yang digunakan. Seluruh responden memiliki kursi kantor yang dapat mengoptimalkan postur tubuh dan nyaman. Hampir seluruh pihak perusahaan telah menggunakan kursi dan meja serupa. Tetapi, pegal atau nyeri ringan masih sering terasa hingga nyeri tersebut berubah semakin parah ketika beban dan durasi bekerja bertambah. Masalah yang sering muncul dalam penggunaan kursi dan meja sekarang ini ialah kecenderungan duduk pada posisi yang condong ke depan. Hal ini dilakukan secara tidak sadar oleh para responden dan menyebabkan bagian punggung bawah tidak bersandar selama bekerja. Tiga orang responden mengatakan menggunakan bantal tambahan, namun rasa sakit tetap terasa setiap bekerja. Berikut merupakan salah satu contoh stasiun kerja yang dimiliki oleh responden yang dapat dilihat pada Gambar I.5.



Gambar I.5 Contoh Keadaan Stasiun Kerja Responden

Untuk penggunaan *keyboard* dan *mouse*, terdapat 5 dari 9 responden yang merasa lebih nyaman menggunakan *keyboard* pada posisi tidak sejajar dengan pergelangan tangannya. Saat beban pekerjaan meningkat, beberapa responden sering merasakan sakit ringan dan bersifat sementara pada pergelangan tangan. *Mouse* yang digunakan juga tidak terdapat kendala. Letak *keyboard* dan *mouse* yang tidak berada pada tingkatan yang sama diakibatkan oleh penggunaan terdapat laci tempat peletakan *keyboard* pada meja kerja.

Responden lebih banyak mengalami kendala pada bagian permukaan kerja. Terdapat 4 responden yang memiliki letak layar monitor lebih turun dari ketinggian mata. Hal ini menyebabkan responden merasakan pegal yang diakibatkan menunduk. Responden yang kerja menggunakan laptop memiliki banyak kendala dan nyeri akibat menahan postur tubuh yang menjadi condong kedepan, menunduk, dan bungkuk. Solusi yang dilakukan oleh setiap responden ialah membeli laptop *stand* atau penyangga laptop. Walaupun terkadang ketinggiannya masih dinilai kurang, dengan adanya penyangga laptop responden dapat merasakan berkurangnya sakit pada leher. Salah satu penyebab lainnya muncul diakibatkan dari peletakkan barang atau keadaan meja yang kurang rapi. Responden merasa terkadang meja yang dimiliki sempit dan menjadi tidak rapi. Hal tersebut membuat responden memiliki cedera parah pada bagian bahu akibat sering menjangkau barang-barang di luar jangkauan. Beberapa responden mengatakan memiliki kebiasaan baik dalam membersihkan meja kerjanya dan mengatur barang-barang yang dimilikinya.

Seluruh responden sering melakukan istirahat seperti jalan-jalan atau berdiri sejenak. Namun, rata-rata responden tidak melakukannya setiap 30 menit sekali. Hal ini juga terjadi pada istirahat mata. Responden merasa dengan melakukan peregangan, mengkonsumsi obat, dan menggunakan obat oles dapat membantu hanya dalam jangka durasi yang sangat singkat. Terdapat 4 orang responden yang mengalami cedera pada leher, lengan, dan bahu hingga perlu pergi ke terapis dan dokter secara rutin.

Dari segi aksesoris yang ada pada permukaan meja, responden tidak memiliki kemiringan untuk membaca atau menulis dan tidak memiliki penyimpanan dokumen. Hal ini disebabkan oleh pemanfaatan dokumen digital yang meningkat setiap tahunnya. Selain itu, responden juga sering memanfaatkan kemiringan laptop untuk menyanggah dokumen sementara. Untuk responden yang tidak menggunakan *headset* maupun *speakerphone* dikarenakan tidak melakukan komunikasi panggilan saat bekerja.

Selain penelitian yang dilakukan dengan mewawancarai responden, dilakukan penelitian terhadap beberapa alat-alat bantu yang sering digunakan untuk mengurangi cedera MSDs. Beberapa alat bantu tersebut juga telah digunakan oleh responden. Berikut merupakan beberapa produk alat bantu yang sering digunakan dalam upaya pencegahan MSDs.

Saat bekerja, terdapat responden yang menggunakan bantal tambahan khususnya untuk bagian punggung bawah disebut sebagai *lumbar pillow* atau *lumbar support* yang dapat dilihat pada Gambar 1.6. Responden merasa dengan bantuan bantal dapat membuat posisi duduk lebih maju dan juga dapat mempertahankan posisi duduk tegak dalam waktu yang lebih lama. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Grondin, Triano, Tran, dan Soave (2013), penggunaan *lumbar pillow* dapat membantu mempertahankan bentuk dari punggung bawah atau *lumbar* melengkung dengan baik. Namun, jika *lumbar pillow* digunakan pada jangka panjang dapat menyebabkan peningkatan lengkungan pada bagian punggung atas dan tengah atau disebut sebagai tulang thorakal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Aota et al. (2007), bahkan dengan alat bantu *Continuous Passive Motion* (CPM) untuk penyokong lumbar tidak menimbulkan perbedaan dari segi bentuk tulang punggung dan kenyamanan dengan penyokong biasa. Selain itu, penggunaan dari *lumbar pillow* tidak meningkatkan kenyamanan baik bagi seseorang yang sehat atau pada pasien dengan gangguan pada *low*

back. Hal tersebut juga terjadi pada responden yang tetap merasakan pegal dan tidak nyaman saat bekerja walaupun sudah menggunakan bantal tersebut.



Gambar I.6 Lumbar Support

(Sumber: <https://shopee.co.id/product/33408289/7457396462?smtt=0.49902471-1656386925.9>)

Saat duduk dengan tegak, tekanan ada pada tulang belakang lebih besar dibandingkan saat berdiri (Andersson, Ortengren, Nachemson, dan Elfström, 1974). Tekanan lebih besar dapat terjadi saat posisi duduk mulai membungkuk. Sekarang ini, sudah terdapat meja berdiri atau *standing desk* dimana penggunanya dapat bekerja menggunakan komputer atau laptop sambil berdiri. Penelitian yang dilakukan oleh Garret et al. (2016), produktivitas karyawan *call center* meningkat dengan adanya penggunaan *standing desk*. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Davis dan Kotowski (2014) dan Ognibene, Torres, Eyben, dan Horst (2016), dimana terdapat penurunan rasa nyeri bagian punggung karyawan. Harga yang ditawarkan pada pasaran cukup mahal. Untuk sebuah meja *standing desk* dijual berkisaran Rp 2.000.000 hingga Rp 11.000.000. Kendala lain yang dapat terjadi dikarenakan berdiri saat bekerja yaitu nyeri atau kurang nyaman pada bagian tubuh bawah (Garret et al., 2016). Berikut merupakan Gambar I.7 referensi *standing desk* yang ada pada pasaran.

Gambar I.7 Referensi *Standing Desk*

(Sumber: <https://www.ikea.co.id/en/products/home-workspace/home-desks>)

Layar monitor komputer dan laptop memiliki ketinggian yang cukup berbeda. Responden menyatakan bahwa bekerja dengan laptop cenderung membuat postur tubuh bungkuk dibandingkan dengan komputer. Maka, responden memiliki laptop *riser* atau penyangga laptop dikarenakan praktis dan harganya cukup murah. Laptop *riser* dengan tinggi yang cukup dapat meningkatkan kenyamanan (Asundi, Odell, Luce, dan Dennerlein, 2011). Hal ini dikarenakan laptop *riser* mendorong pengguna untuk tidak terlalu dekat ataupun membungkuk saat menggunakan laptop. Maka, postur kepala dan leher menjadi lebih baik. Laptop memiliki ketinggian layar yang berbeda dan laptop *riser* memiliki kemiringan yang sangat variatif. Maka dari itu, responden yang sudah menggunakan laptop *riser* masih sering merasakan pegal-pegal pada punggung atas atau leher. Penggunaan laptop *riser* memiliki kelemahan yaitu pengguna perlu menggunakan perangkat eksternal seperti *keyboard* dan *mouse* tambahan agar tidak terjadi nyeri pada pergelangan tangan (Asundi et al., 2011). Berikut merupakan Gambar I.8 yang merupakan referensi laptop *riser* terkait.

Gambar I.8 Laptop *Riser*

(Sumber: <https://www.tokopedia.com/exborders/soundance-laptop-stand-aluminum-computer-riser-ergonomic-laptops-ele>)

Terdapat produk yang sedang cukup tren dipasaran yaitu *back stretcher* atau *foam rolling*. Pengguna dapat melakukan gerakan tertentu untuk meringankan kekakuan pada tubuh. Bagi pengguna yang berusia masih muda dan tidak mengalami gangguan muskuloskeletal, penggunaan *foam rolling* terbukti dapat meningkatkan mobilitas sementara (Griefahn, Oehlmann, Zalpour, dan Piekartz, 2017).

Dari berbagai peralatan yang ada dan telah digunakan oleh responden, gangguan MSDs masih sering dirasakan oleh responden. *Standing desk* tidak dapat diterapkan pada perkantoran. Hal ini dikarenakan pihak perusahaan perlu mengganti seluruh meja kantor yang akan memakan biaya yang tinggi. Selain itu, responden masih bekerja dalam keadaan WFH dan WFO dimana responden tidak dapat membawa *standing desk* atau beberapa alat bantu sekaligus. Responden juga tidak dapat menggunakan *back stretcher* untuk membantu peregangan.

Gejala MSDs itu dirasakan oleh pekerja perkantoran yang dikarenakan kurangnya akses pada meja atau kursi *adjustable*, posisi duduk yang tidak baik dan tidak nyaman, atau faktor lainnya yang terjadi secara bersamaan. Berbagai usaha telah dilakukan dalam memperbaiki stasiun kerja, salah satunya dengan membuat berbagai alat bantu. Namun, alat bantu yang sudah ada belum dapat mengurangi keluhan MSDs. Modifikasi atau intervensi terhadap teknologi atau alat, pola hidup berolahraga, pelatihan, dan penggunaan alat bantu sabuk punggung dapat menurunkan gejala MSDs dalam setiap jenis pekerjaan (Karsh, Moro, dan Smith, 2001). Maka, dalam upaya menurunkan tingkat gejala MSDs dalam perkantoran penelitian ini berfokus pada perubahan terhadap alat atau teknologi. Menurut Karsh et al. (2001) intervensi terhadap alat atau teknologi dapat menurunkan gejala atau keluhan MSDs pada 90% penelitian. Berdasarkan hasil identifikasi masalah yang telah dilakukan, terdapat 3 buah rumusan masalah yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Apa saja kebutuhan pengguna dalam menggunakan alat bantu untuk mengurangi risiko keluhan MSDs saat bekerja menggunakan laptop pada perkantoran?
2. Bagaimana rancangan produk alat bantu yang dapat mengurangi risiko keluhan MSDs saat bekerja menggunakan laptop pada perkantoran?

3. Bagaimana hasil evaluasi dari rancangan produk alat bantu untuk mengurangi risiko keluhan MSDs saat bekerja menggunakan laptop pada perkantoran berdasarkan aspek *usability*?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah dan asumsi yang ditetapkan. Batasan masalah diberikan untuk membatasi ruang lingkup dari masalah agar penelitian dapat lebih terfokus. Berikut merupakan uraian batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Penelitian dilakukan pada perkantoran di provinsi DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.
2. *Prototype* dirancang hingga tahap *high-fidelity prototype*.
3. Penelitian hanya berfokus pada gangguan saat bekerja menggunakan laptop di perkantoran.

Selain itu terdapat asumsi yang diberikan untuk digunakan pada penelitian ini. Asumsi dibuat untuk mempermudah proses penelitian berlangsung. Terdapat asumsi yang ditentukan untuk penelitian ini yaitu kondisi lingkungan kantor tidak mempengaruhi kinerja.

I.4 Tujuan Penelitian

Pada bagian ini diuraikan mengenai tujuan penelitian berdasarkan perumusan masalah. Tujuan penelitian menjadi tolak ukur keberhasilan penelitian. Berdasarkan latar belakang dan identifikasi dan perumusan masalah, berikut merupakan tujuan dari penelitian ini:

1. Memahami kebutuhan pengguna dalam menggunakan alat bantu untuk mengurangi risiko keluhan MSDs saat bekerja menggunakan laptop pada perkantoran.
2. Merancang produk alat bantu yang dapat mengurangi risiko keluhan MSDs saat bekerja menggunakan laptop pada perkantoran.
3. Melakukan evaluasi dari rancangan produk alat bantu untuk mengurangi risiko keluhan MSDs saat bekerja menggunakan laptop pada perkantoran berdasarkan aspek *usability*.

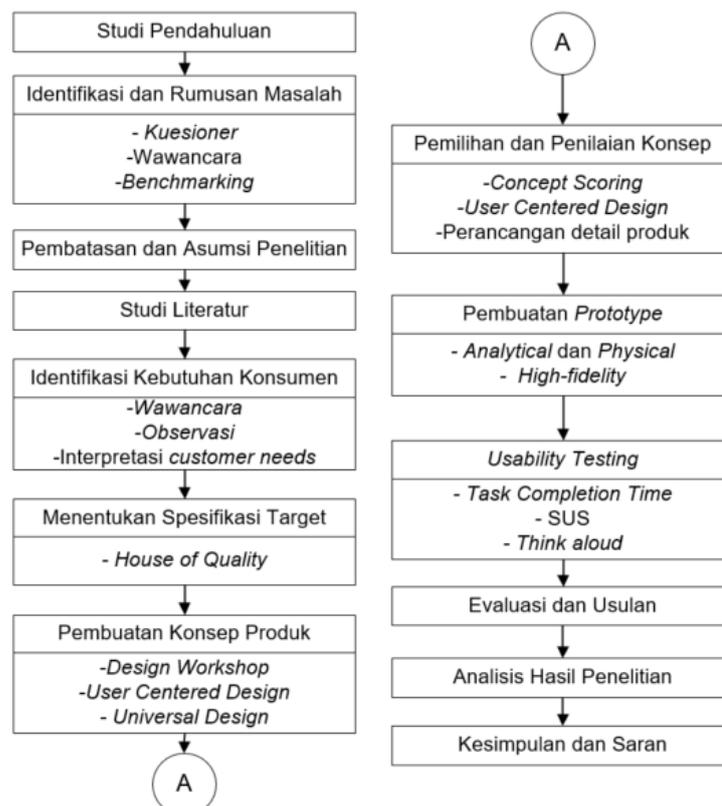
I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna secara praktis dan untuk keilmuan. Manfaat ditumbulkan dari adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu perkembangan bidang keselamatan dan kesehatan kerja terutama pada perkantoran. Berikut merupakan uraian manfaat dari penelitian ini:

1. Memberikan usulan dan rekomendasi alat bantu yang dapat mengurangi keluhan MSDs untuk pekerja perkantoran
2. Menjadi referensi topik penelitian serupa terkait pengembangan dan perancangan produk dalam bidang ergonomi bagi penelitian selanjutnya

I.6 Metodologi Penelitian

Pada subbab ini dibahas mengenai metode yang digunakan pada penelitian ini. Setiap penelitian membutuhkan langkah-langkah yang berbeda dan perlu direncanakan agar dapat mencapai tujuan penelitian yang telah ditentukan. Dengan adanya metodologi penelitian, terdapat gambaran secara menyeluruh mengenai tahap dari penelitian ini. Berikut merupakan tahapan metodologi penelitian.



Gambar I.9 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan pemahaman terkait masalah yang dialami oleh karyawan perkantoran saat bekerja menggunakan laptop. Sebelum dilakukan pengambilan data dilakukan pencarian informasi terkait gangguan otot rangka di Indonesia. Studi pendahuluan dilakukan dengan membaca buku, jurnal, dan artikel.

2. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dengan penyebaran kuesioner dan wawancara untuk mengidentifikasi masalah serta kebutuhan dari karyawan perkantoran. Responden melakukan pengisian kuesioner terkait gangguan otot rangka saat bekerja. Pengamatan juga dilakukan dengan wawancara terhadap beberapa responden yang bersedia. Pada identifikasi masalah juga dilakukan pencarian penelitian dari produk-produk yang sudah digunakan oleh responden untuk membantu peningkatan produktivitas. Setelah melakukan pengambilan data, dilakukan pembentukan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian

3. Pembatasan dan Asumsi Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan batas dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini. Batas dan asumsi dibuat agar membatasi penelitian agar penelitian yang dilakukan tidak terlalu luas. Batasan yang dibuat terhadap penelitian yang berfokus pada responden yang bekerja menggunakan laptop di DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Perancangan produk dibuat hingga tahap *prototype* yang kemudian dapat dipasarkan hanya di wilayah Indonesia karena rancangan produk menggunakan data antropometri Indonesia. Asumsi yang dibuat terkait kondisi lingkungan tidak mempengaruhi kinerja dari responden dan tidak ada produk serupa yang sedang dirancang maupun dikembangkan selama penelitian ini berlangsung.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pemahaman terkait teori dasar dal penelitian ini. Literatur yang diambil berkaitan dengan ergonomi, K3, antropometri, biomekanika, dan perancangan produk, *usability testing*, dan klasifikasi material. Seluruh informasi didapatkan dari buku, jurnal, artikel, dan laman *web*.

5. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Pada tahap sebelumnya, dilakukan wawancara terhadap responden. Saat melakukan wawancara, dilakukan pengumpulan informasi terkait kebutuhan karyawan perkantoran yang bekerja menggunakan laptop. Wawancara dilakukan secara daring (*video conference*) dan semi-terstruktur. Pada proses identifikasi ini, terdapat dua buah instrument yang digunakan yaitu kuesioner gangguan otot rangka dan wawancara dengan *computer workstation ergonomic*. Responden menggambarkan keadaan stasiun kerja yang dimiliki sebagai referensi penelitian. Pada tahap ini, dilakukan interpretasi *customer needs*. Selain itu, responden akan memberi nilai kepentingan pada kebutuhan yang telah diterjemahkan sebelumnya untuk bobot kriteria seleksi dan *relative importance* yang dibutuhkan pada tahap selanjutnya.

6. Menentukan Spesifikasi Target

Selanjutnya, dilakukan penentuan spesifikasi target yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna yang teridentifikasi sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pembentukan matrik. Matrik yang digunakan ialah *House of Quality*. Untuk melengkapi matrik tersebut dilakukan *benchmarking* dan penilaian produk-produk serupa yang telah diteliti sebelumnya. Ukuran produk ditentukan berdasarkan data antropometri.

7. Pembuatan Konsep Produk

Dalam langkah ini, dilakukan pembuatan beberapa konsep dari alat bantu untuk mengurangi risiko MSDs pada perkantoran yang menggunakan laptop. Tujuan dari pembuatan beberapa konsep agar setiap konsep dapat dibandingkan saat pemilihan konsep. Pembuatan konsep produk berdasarkan *user-centered design* atau sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu digunakan prinsip *universal design* karena karakteristik pengguna yang dituju sangat luas. *Design workshop* dilakukan dalam pembentukan konsep produk.

8. Pemilihan dan Penilaian Konsep

Pada tahap ini dilakukan pemilihan terhadap konsep-konsep yang telah dibuat sebelumnya. Saat melakukan *design workshop*, *designer* melakukan penilaian dengan metode *concept scoring*. Setelah melakukan penilaian, masing-masing peserta melakukan diskusi singkat terkait alasan pemilihan konsep.

9. Pembuatan *prototype*

Selanjutnya dilakukan pembuatan *prototype*. *Prototype* yang dibangun berdasarkan konsep terpilih pada tahap pemilihan dan penilaian. Sebelumnya dilakukan perancangan detil alat bantu yang dilakukan dengan diskusi pihak ahli. Pembuatan *prototype* dibuat 2 jenis yaitu *physical* dan *analytical* dengan *software*. Pertama akan dibuat *prototype* secara *analytical* dengan *software SolidWorks* agar material, ukuran, dan fungsi secara mekanis diketahui dengan baik. Setelah pembangunan *prototype analytical* dilakukan pembuatan *prototype physical*. Pembentukan pada penelitian ini hingga hingga *high-fidelity prototype*.

10. *Usability Testing*

Pada tahap ini dilakukan pengujian kegunaan atau *usability testing* yang merupakan salah satu tahapan evaluasi. Pengujian dilakukan secara kuantitatif dengan *task completion time* dan secara kualitatif dengan kuesioner SUS. Kriteria dari *usability testing* yang diuji dengan *task completion time* yaitu *effectiveness*, *efficiency*. Sedangkan untuk pengujian kriteria *usability* secara keseluruhan digunakan skor SUS yang didapatkan. Setelah itu, dilakukan juga aktivitas wawancara singkat atau metode *think aloud* agar responden dapat menceritakan ulang proses dan pengalaman penggunaan alat bantu.

11, Evaluasi dan Usulan Perbaikan

Evaluasi dibuat untuk mengkilas balik seluruh proses pengolahan data menggunakan prinsip *User-Centered Design* dan *Universal Design*. Berdasarkan evaluasi dilakukan pembuatan usulan perbaikan untuk alat bantu berdasarkan kekurangan dan *usability problems*.

11. Analisis Hasil Penelitian

Tahap analisis dilakukan guna untuk menganalisa proses perancangan alat bantu hingga tahap perbaikan. Selain itu, analisis juga dilakukan terhadap seluruh pemilihan metode. Tujuan dari analisis hasil ialah mengetahui apakah tujuan dari penelitian ini terpenuhi atau tidak.

12. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap yang terakhir, dilakukan pembuatan kesimpulan dan saran. Kesimpulan dari penelitian dibuat berdasarkan rumusan masalah. Kemudian, Saran yang dibuat terkait penelitian selanjutnya

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan sebagai gambaran atau panduan dalam tahapan penulisan penelitian alat bantu dalam mengurangi risiko keluhan MSDs pada perkantoran. Dalam penelitian ini, terbagi atas 5 bagian yang terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, perancangan alat bantu, analisis, dan diakhiri dengan kesimpulan dan saran penelitian. Berikut merupakan penjelasan bagian-bagian penulisan yang terbagi menjadi 5 bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama berisikan pendahuluan dari penelitian alat bantu dalam mengurangi risiko keluhan MSDs. Pendahuluan terdiri dari latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Berdasarkan isi dari bab ini, pengumpulan data awal dilakukan untuk memperjelas adanya masalah yang nyata dan perlunya penyelesaian melalui penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua merupakan tinjauan Pustaka yang berisikan teori yang digunakan dalam penelitian. Teori yang dibahas ialah ergonomi, keselamatan dan kesehatan kerja, biomekanika kerja, *Nordic Body Map*, *Computer Workstation Ergonomic*, *User-Centered Design*, *Universal Design*, pengembangan produk, *usability testing*, dan klasifikasi material. Tentunya teori- teori yang dipaparkan berkaitan dengan tahap identifikasi hingga evaluasi alat bantu.

BAB III PERANCANGAN ALAT BANTU

Bab ketiga berisikan langkah proses yang dilakukan dalam merancang alat bantu dalam mengurangi risiko keluhan MSDs. Uraian bab dimulai dari pengembangan konsep, penentuan spesifikasi target, pembangkitan konsep, pemilihan konsep, *prototyping*, dan *usability testing* alat bantu. Bab perancangan alat bantu ditutup dengan evaluasi dan usulan perbaikan dari hasil *usability testing*. Referensi langkah yang digunakan pada tahap perancangan berdasarkan Ulrich dan Eppinger (2011).

BAB IV ANALISIS

Pada Bab IV berisi analisis selama proses perancangan alat bantu dan evaluasi dari alat bantu. Setiap tahapan dalam penelitian ini dilakukan analisis yang dimulai dari tahap pengembangan konsep hingga tahap evaluasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran merupakan bagian akhir dari penyusunan penelitian. Kesimpulan diberikan berdasarkan tujuan penelitian atau rumusan masalah yang ada pada Bab I. Kemudian, saran dibuat untuk pengembangan alat bantu dan penelitian serupa selanjutnya.