

TESIS

**DESAIN ALAT *STAND DOCUMENT HOLDER* YANG
INOVATIF DAN ERGONOMIS**



REZKI AMELIA AMINUDDIN. A.P

19916015

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM MAGISTER

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA

2021

TESIS

**DESAIN ALAT *STAND DOCUMENT HOLDER* YANG
INOVATIF DAN ERGONOMIS**



REZKI AMELIA AMINUDDIN. A.P

19916015

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Demi Allah, saya mengakui bahwa karya yang saya buat ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik Kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 3 Juni 2021



Rezki Amelia Aminuddin. A.P

NIM : 19916015

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

DESAIN ALAT *STAND DOCUMENT HOLDER* YANG INOVATIF DAN ERGONOMIS

Tesis telah disetujui pada tanggal
3 Juni 2021

Pembimbing,



Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc, Ph.D

NIP : 955220101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program
Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T, M.T, Ph.D

NIP : 025200519

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN ALAT *STAND DOCUMENT HOLDER* YANG INOVATIF DAN ERGONOMIS

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : REZKI AMELIA AMINUDDIN. A.P

No. Mahasiswa : 19916015

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu

Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Dua Teknik

Industri

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 7 Juni 2021

Tim Penguji

Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D.

Ketua



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.

Anggota I



Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.

Anggota II



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

Program Magister Fakultas Teknologi

Industri Universitas Islam Indonesia




Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.

DESAIN ALAT *STAND DOCUMENT HOLDER* YANG INOVATIF DAN ERGONOMIS

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program Studi
Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam
Indonesia**

REZKI AMELIA AMINUDDIN. A.P

19916015

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM MAGISTER

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2021

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Atas rahmat dan ridho-Nya pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “DESAIN ALAT *STAND DOCUMENT HOLDER* YANG INOVATIF DAN ERGONOMIS” sebagai syarat untuk mencapai derajat sarjana Strata 2 (S2) pada program Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan tesis ini dibantu oleh berbagai pihak berupa arahan serta bimbingan. Oleh karena itu, Penulis dengan penuh hormat dan kerendahan hati menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Hartomo Soewardi., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan Tesis ini.
4. Kedua Orang Tua saya yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama saya menempuh pendidikan di Yogyakarta.
5. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan memberi segala masukan dalam menjalankan penelitian dan penyusunan laporan tesis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dalam proses penerapan ilmu yang diperoleh. Penulisan karya tulis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu dimasa mendatang diharapkan kritik dan saran dari semua pihak dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Juni 2021

Rezki Amelia Aminuddin. A.P

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
SAMPUL DALAM	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kajian Empiris	4
2.1.1 Perancangan Alat Penyangga (<i>Holder</i>)	4
2.1.2 Perancangan Dengan <i>Axiomatic Design</i>	8
2.1.3 Penjelasan <i>Research Positioning</i>	9
2.2. Kajian Teoritis	12
2.2.1 <i>Musculoskeletal Disorder</i>	12
2.2.2 <i>ROSA (Rapid Office Strain Assessment)</i>	14
2.2.3 Desain Produk	15
2.2.4 Model Kano	17
2.2.5 <i>Axiomatic Design</i>	18
2.2.6 <i>User Experience (UX)</i>	20
2.2.7 Uji Statistik	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1. Objek dan Subjek Penelitian	24
3.2. Ruang Lingkup Penelitian Masalah	24

3.3.	Populasi dan Sampel	24
3.3.1.	Populasi	24
3.3.2.	Sampel	24
3.4.	Variabel dan Definisi Operasional	26
3.5.	Instrumen Penelitian	28
3.6.	Pengumpulan Data	28
3.6.1.	Survei	28
3.7.	Metode Eksperimen	29
3.7.1.	Desain Eksperimen	29
3.7.2.	Tugas Eksperimen	29
3.7.3.	Prosedur Eksperimen	29
3.8.	Perancangan <i>Document Holder</i>	30
3.8.1.	Model KANO	30
3.8.2.	<i>Axiomatic Design</i>	31
3.9.	Analisis Data	33
3.9.1.	<i>Axiomatic Design</i>	33
3.9.2.	ROSA	33
3.9.3.	<i>User Experience Questionnaire</i>	34
3.9.4.	Efisiensi Kerja	34
3.10.	Metode Analisis Statistik	35
3.10.1.	Uji Validitas dan Uji Reabilitas	35
3.10.1.1.	Uji Validitas	35
3.10.1.2.	Uji Reliabilitas	36
3.10.2.	Uji Beda	37
3.10.2.1.	Uji Marginal Homogeneity	37
3.10.2.2.	Uji <i>Wilcoxon signed-rank</i>	37
3.11.	Prosedur Penelitian	38
3.11.1.	Tahap Persiapan	38
3.11.2.	Tahap Identifikasi <i>Customer Needs</i>	39
3.11.3.	Tahap Perancangan	40
3.11.4.	Tahap Analisis Data	41
BAB IV	HASIL PENELITIAN	44
4.1.	<i>Customer Attribute</i>	44
4.2.	Model KANO	44

4.2.1.	Fungsional dan Disfungsional KANO	44
4.2.2.	Klasifikasi Atribut Model KANO	45
4.2.3.	Tabulasi Model KANO	47
4.2.4.	Kategori Tiap Atribut Model KANO	47
4.3.	<i>Axiomatic Design</i>	47
4.3.1.	Pemetaan dari <i>Customer Attribute (CA)</i> ke <i>Functional Requirement (FR)</i> ke <i>Design Parameter (DP)</i>	47
4.3.2.	Hirarki dan Dekomposisi <i>Functional Requirements (FR)</i> dan <i>Design Parameters (DP)</i>	53
4.3.3.	<i>Zigzagging</i>	57
4.3.4.	<i>Virtual Design</i>	69
4.3.5.	Desain <i>Stand Document Holder</i>	72
4.4.	Mekanisme Alat <i>Stand Document Holder</i>	73
4.5.	Uji Validasi Desain	73
4.6.	Karakteristik Responden Dalam Eksperimen.....	74
4.5.1.	ROSA (<i>Rapid Office Strain Assessment</i>).....	75
4.7.	Efisiensi Kerja	79
4.8.	UEQ (<i>User Experience Questionnaire</i>).....	81
4.8.1.	UEQ <i>Stand Document Holder</i> Desain Lama	81
4.8.2.	UEQ <i>Stand Document Holder</i> Desain Baru.....	82
4.9.	Uji Statistik.....	84
4.9.1.	Uji Beda Tingkat Risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i>	84
4.9.2.	Uji Beda Efisiensi Waktu Kerja.....	84
4.9.3.	Uji Beda <i>User Experience</i>	85
BAB V PEMBAHASAN		87
5.1.	Analisis Desain <i>Stand Document Holder</i>	87
5.1.1.	Analisis <i>Customer Attribute</i>	87
5.1.2.	Analisis Desain Parameter	89
5.2.	Analisis Risiko MSDs (<i>Musculoskeletal Disorders</i>).....	93
5.3.	Analisis Efisiensi Kerja	94
5.4.	Analisis Kepuasan Pengguna	95
BAB VI PENUTUP		97
6.1.	Kesimpulan.....	97
6.2.	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98

DAFTAR LAMPIRAN.....	107
----------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Research Positioning</i>	10
Tabel 3.1 Tingkat Level Risiko Metode ROSA.....	34
Tabel 4.1 <i>Customer Atttributes</i>	44
Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Fungsional dan Disfungsional.....	45
Tabel 4.3 Klasifikasi Atribut Model KANO.....	45
Tabel 4.4 Tabulasi Model KANO.....	47
Tabel 4.5 Hasil Penjumlahan Kategori Tiap Atribut	48
Tabel 4.6 Tabulasi Tiap Atribut Layanan Kategori Kano.....	48
Tabel 4.7 Pemetaan Atribut Awet.....	47
Tabel 4.8 Pemetaan Atribut Desain Menarik.....	49
Tabel 4.9 Pemetaan Atribut <i>Adjustable</i>	51
Tabel 4.10 Pemetaan Atribut Nyaman	52
Tabel 4.11 Hasil Uji Marginal <i>Homogeneity</i>	73
Tabel 4.12 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	74
Tabel 4.13 Skor Bagian A.....	76
Tabel 4.14 Skor Bagian B.....	77
Tabel 4.15 Skor Bagian C.....	77
Tabel 4.16 Skor Monitor dan <i>Peripheral Score</i>	78
Tabel 4.17 Skor Akhir ROSA	78
Tabel 4.18 Tabulasi Skor Akhir ROSA	79
Tabel 4.19 Waktu Kerja	79
Tabel 4.20 Hasil Pengukuran <i>User Experience Stand Document Holder</i> Desain Lama.....	81
Tabel 4.21 Hasil Pengukuran <i>User Experience Stand Document Holder</i> Desain Baru	82
Tabel 4.22 Hasil Uji Beda Tingkat Risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i>	84
Tabel 4.23 Hasil Uji Beda Efisiensi Waktu Kerja	85
Tabel 4.24 Hasil Uji Beda <i>User Experience</i>	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Kano.....	18
Gambar 3.1 Prosedur <i>Axiomatic Design</i>	32
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Tahap Persiapan.....	38
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian Tahap Identifikasi CA.....	39
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian Tahap Perancangan	40
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian Tahap Analisis Data.....	41
Gambar 4.1 Kategori Model KANO.....	49
Gambar 4.2 Hirarki <i>Customer Attribute</i> 1.....	53
Gambar 4.3 Hirarki <i>Customer Attribute</i> 2.....	54
Gambar 4.4 Hirarki <i>Customer Attribute</i> 3.....	56
Gambar 4.5 Hirarki <i>Customer Attribute</i> 4.....	57
Gambar 4.6 Atribut Awet.....	69
Gambar 4.7 Atribut Desain Menarik.....	70
Gambar 4.8 Atribut <i>Adjustable</i>	70
Gambar 4.9 Atribut Nyaman.....	71
Gambar 4.10 Tampak Depan	72
Gambar 4.11 Tampak Belakang.....	72
Gambar 4.12 Tampak Samping Kiri	72
Gambar 4.13 Tampak Samping Kanan	72
Gambar 4.14 Tampak Atas	72
Gambar 4.15 Tampak Bawah.....	72
Gambar 4.16 Waktu Kerja	80
Gambar 4.17 Peningkatan Efisiensi Per Responden.....	80
Gambar 4.18 Hasil Pengukuran <i>User Experience</i> Pada Desain Lama.....	81
Gambar 4.19 <i>Benchmarking</i> Skala Pengukuran Pada Desain Lama.....	82
Gambar 4.20 Hasil Pengukuran <i>User Experience</i> Pada Desain Baru.....	83
Gambar 4.21 <i>Benchmarking</i> Skala Pengukuran Pada Desain Baru.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuisisioner <i>Voice Of Customer</i>	108
Lampiran 2	Kuesioner Validasi <i>Voice Of Customer</i>	109
Lampiran 3	Kuesioner Fungsional dan Disfungsional Model Kano.....	110
Lampiran 4	Pemilihan Desain.....	111
Lampiran 5	<i>Rapid Office Strain Assessment (ROSA)</i>	112
Lampiran 6	<i>User Experience Questionnaire</i>	113
Lampiran 7	Validasi Desain.....	114
Lampiran 8	Form Eksperimen : Waktu Kerja.....	115
Lampiran 9	Naskah Pengetikan	116
Lampiran 10	Desain Produk Jadi	121
Lampiran 11	Uji Kalibrasi	121
Lampiran 12	Proses Eksperimen Menggunakan Holder Desain Baru.....	122
Lampiran 13	Proses Eksperimen Menggunakan Holder Desain Lama	123
Lampiran 14	Gambar Teknik.....	124



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bekerja dengan menggunakan komputer merupakan rutinitas harian *office worker*. Menurut Shabbir *et al.* (2016) & Teo *et al.* (2019), sebanyak 64-90% pengguna komputer mengalami sindrom dengan gejala nyeri pada leher. Sindrom ini juga terjadi pada bahu (Kaliniene *et al.*, 2016; Shariat *et al.*, 2018; Bodin *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2020; Sitthipornvorakul *et al.*, 2020; Ahmad *et al.*, 2020). Postur kerja merupakan penyebab utama terjadinya nyeri muskuloskeletal pada bagian tubuh tersebut (Nordander *et al.*, 2016; Machado & Arezes, 2016) sedemikian rupa sehingga kejadian ini dapat mengakibatkan penurunan produktivitas kerja secara signifikan (Sugano *et al.*, 2019). Selain itu, menurut Coles *et al.* (2019) sebanyak 90% pengguna komputer juga mengalami gejala ketegangan mata yang disebabkan oleh pola berkedip yang berubah.

Permasalahan yang seringkali dihadapi oleh *office worker* adalah lingkungan kantor yang tidak ergonomis seperti yang dikemukakan dalam penelitian Gambo *et al.* (2020) bahwa penurunan risiko muskuloskeletal terkait pekerjaan dengan mengetik, komputer, dan aktivitas lainnya diperlukan upaya menuju intervensi ergonomis kantor yang efektif. Hal ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja kantor yang berkelanjutan yang bebas dari bahaya pekerjaan tersebut. Dengan kata lain, sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja dunia, lingkungan kerja secara umum harus bebas dari bahaya kerja yang menyebabkan gangguan muskuloskeletal dan masalah kesehatan lainnya.

Berdasarkan studi pendahuluan diketahui bahwa sebanyak 54% mengalami nyeri leher, 38% nyeri bahu, 46% nyeri pinggang yang terjadi ketika bekerja dengan menggunakan komputer. Kejadian ini teridentifikasi disebabkan oleh postur kerja yang tidak alami, dimana gerakan fleksi dilakukan berulang dalam jangka waktu rata-rata $\pm >2$ jam dengan sudut $>30^\circ$, hal ini membuktikan bahwa gerakan fleksi melebihi dari batas maksimum sebagaimana yang

direkomendasikan oleh Soewardi *et al.* (2017) yaitu postur kerja fleksi leher yang nyaman untuk orang Indonesia adalah maksimum 30° di bawah garis telinga-mata atau maksimum 15° di bawah garis horizontal. Gerakan fleksi ini disebabkan oleh posisi dokumen yang terletak di bawah (samping *keyboard*) atau di samping monitor, sehingga sindrom nyeri leher ini berpengaruh pada ketegangan mata (Jung *et al.*, 2019). Berdasarkan studi awal terkait *eyestrain* yang dialami *office worker* diketahui bahwa 60% merasakan mata lelah dengan sindrom mata berair atau kering dan 40% mengalami pandangan kabur setelah menatap monitor dan *document* secara bergantian.

Untuk mengatasi hal tersebut beberapa penelitian terkait pencegahan dan penanganan terhadap *musculoskeletal* pada *office worker* telah dilakukan, diketahui bahwa dengan melakukan *exercise*, menata *workstation* yang ergonomis, dan merancang alat bantu kerja terbukti dapat mengurangi risiko muskuloskeletal (Ekşioğlu, 2017; Maradei *et al.*, 2019; Ghahremani *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2019; Parry *et al.*, 2019; Ting *et al.*, 2019; Kashif *et al.*, 2020; Sugano *et al.*, 2020; Ozalp *et al.*, 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian terkait perancangan *holder* telah dilakukan namun tidak mempertimbangkan aspek ergonomi dan produktivitas kerja, seperti *document and electronic holder* yang dirancang oleh Costas (2016) dengan posisi disamping monitor. Crossland & Vogt (2016) dengan posisi dibawah monitor dan pemutar pengganti halaman masih manual sehingga membutuhkan waktu untuk mengganti dokumen. Peletakan *holder* di atas monitor dirancang oleh Elliston & Elliiston (2020) namun tidak dilengkapi tuas pengganti dan hanya untuk selebar dokumen. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah perancangan ulang terhadap *document holder* dengan mempertimbangkan aspek ergonomi untuk mengurangi risiko *musculoskeletal* pada proses pengetikan dengan menggunakan komputer, khususnya bagi *office worker*.

Perancangan alat tersebut menggunakan metode AD (*Axiomatic Design*) dan kano sebagai metode inovasi untuk memperoleh desain produk baru (Tama *et al.*, 2015; Violante & Vezzetti, 2017; Chen *et al.*, 2019; Aliyu *et al.*, 2019; Bigorra & Karlberg, 2019; Zhao *et al.*, 2020; Chen & Liu, 2020; Wu *et al.*, 2020;

Dace *et al.*, 2020). Metode AD merupakan metode yang memberikan dasar ilmiah dan pemikiran logis dan rasional untuk proses desain yang ergonomis sehingga desain yang didapatkan memenuhi fungsi yang diinginkan oleh *customer* (Aydoğan *et al.*, 2020) dan model kano digunakan sebagai metode untuk mengidentifikasi *Customer Needs* (Ma *et al.*, 2019).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana desain *stand document holder* yang inovatif dan ergonomis serta memiliki tingkat *satisfaction* yang baik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah merancang ulang *document holder* yang inovatif dan ergonomis serta memiliki tingkat *satisfaction* yang baik.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah menghasilkan *document holder* yang dapat mengurangi risiko *musculoskeletal* dan meningkatkan efisiensi kerja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Empiris

Kajian empiris atau penelitian terdahulu dilakukan untuk mengetahui posisi penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu dengan perbandingan yang dilakukan terhadap penelitian yang sedang dilakukan. Selain untuk mengetahui posisi penelitian, kajian penelitian terdahulu dilakukan untuk mendukung landasan teori pada penelitian yang dikerjakan dan juga untuk mengisi kekosongan atau sebagai sumbangsi khazanah kekayaan intelektual dibidang karya ilmiah terkhusus dibidang penelitian yang sedang dikerjakan.

2.1.1 Perancangan Alat Penyangga (*Holder*)

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan alat penyangga (*holder*), yaitu Perancangan *holder* dengan model *portable* dirancang oleh Crossland & Vogt (2016) mencakup alas, badan dudukan yang digunakan dalam kombinasi dengan perangkat *keyboard*, di mana perangkat pendukung *keyboard* termasuk lengan yang dapat diperpanjang yang dapat digeser secara bergeser ke lintasan, dan dudukan dokumen dan perangkat elektronik termasuk alas yang disesuaikan untuk dipasang ke lintasan perangkat penyangga *keyboard*, badan dudukan yang terhubung secara poros ke alas, dan badan dudukan dapat dilipat dari posisi terbuka ke posisi tertutup. *Holder* ini terbatas hanya untuk perangkat elektronik seperti hp atau tablet, jika digunakan sebagai dokumen *holder* maka akan menutupi monitor sehingga rentan terjadi kesalahan penginputan data.

Romero (2016) melakukan penelitian *document holder* untuk mengetahui risiko *musculoskeletal* dengan meletakkan *holder* di samping kiri, kanan, dan bawah ketika sedang bekerja dengan komputer. *Holder* tersebut tersedia untuk tiga dokumen secara bersamaan. Tempat dokumen terpasang ke komputer dan memiliki posisi diperpanjang sepenuhnya selama pemegang dokumen digunakan. Selain itu, tempat dokumen memiliki posisi penyimpanan yang memungkinkannya disimpan dengan rapi di komputer saat tidak digunakan. Posisi

yang disimpan memungkinkan pemegang dokumen untuk tetap terpasang, tetapi tidak mengganggu, penggunaan komputer. Dudukan dokumen memiliki penjepit dudukan yang memudahkan pemasangan dan pelepasan ke dan dari komputer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian dudukan keyboard secara signifikan mempengaruhi tingkat kenyamanan untuk pergelangan tangan. Kelemahan *holder* ini adalah penggantian dokumen masih menggunakan cara manual sehingga tidak efisien dan posisi pengguna akan berubah

Chen *et al.* (2017) melakukan desain ekperimental yang berjudul *the effects of keyboard holders with different heights and materials on muscle activity*. *Holder* untuk *keyboard* berupa penyangga untuk meletakkan keyboard sehingga posisi keyboard sejajar dengan pergelangan tangan. Kelemahan *holder* ini tidak dilengkapi pengaturan tinggi-rendah sehingga jika penggunanya memiliki postur yang tidak sesuai dengan *holder* tersebut maka posisi pergelangan tangannya pun tidak alamiah. Penelitian Costas (2017) yaitu berupa *note holder* yang memiliki tempat untuk menyimpan *note* yang telah dilubangi menggunakan pelubang kertas, untuk memasang *holder* ini digunakan penjepitnya dan dipasang di samping monitor dengan posisi menyesuaikan keinginan penggunanya. Kelemahan *holder* ini untuk setiap *note* atau dokumen yang akan digunakan harus dilubangi terlebih dahulu sehingga tidak disarankan untuk dokumen-dokumen penting dan hal ini tidak efisien karna memakan waktu untuk melubangi *note*/dokumennya. Kott *et al.* (2017) merancang *display holder* yaitu dudukan menyerupai kotak untuk monitor yang berfungsi menambah tinggi dari monitor tersebut sehingga sejajar dengan tinggi mata. *Holder* ini tidak dilengkapi pengaturan tinggi-rendah sehingga jika penggunanya memiliki postur yang tidak sesuai dengan *holder* tersebut maka posisi lehernya pun tidak alamiah.

Desain eksperimen dilakukan Sirajuddin & Siddik (2017) dengan meletakkan *document holder* yang dilengkapi penjepit kertas yang diletakkan disebelah kanan monitor untuk mengetahui sindrom yang dialami oleh penggunanya. Kelemahan *holder* ini adanya perekat sehingga setelah dipasang tidak dapat diubah lagi posisinya. Costas (2018) merancang *note holder* yang dapat dilepas dan dipasang kembali sehingga posisinya dapat diletakkan

disamping kiri, kanan atau di bawah. *Holder* ini memiliki penjepit dokumen dan juga tempat untuk dokumen yang telah dilubangi. Kekurangan *holder* ini terletak di penjepit yang seharusnya digunakan untuk memasang *holder* di monitor namun dapat juga digunakan untuk menyimpan selebar dokumen. Penelitian yang dilakukan oleh Ghabour (2018) yaitu perancangan *document holder* yang ditempatkan sejajar dengan kamera perangkat, dan posisi terlipat di mana rakitan disimpan dengan nyaman di dekat permukaan lampiran. Dalam beberapa perwujudan, jarak antara dokumen dan kamera dalam posisi pencitraan dapat disesuaikan untuk mendapatkan gambar dokumen yang optimal. *Holder* ini terbatas hanya untuk perangkat elektronik seperti hp atau tablet, jika digunakan sebagai dokumen *holder* maka akan menutupi monitor sehingga rentan terjadi kesalahan penginputan data.

Penelitian Costas, (2018) tentang *holder for supporting media sheet* yang dihubungkan dengan monitor dan beberapa *clip* yang terdapat di *holder*. *Holder* ini berbentuk seperti bingkai foto yang dapat diletakkan di samping kiri atau kanan, sesuai dengan keinginan penggunanya. *Holder* ini terbatas hanya untuk selebar dokumen. Mowatt *et al.* (2018) melakukan eksperimen dengan meletakkan *document holder* yang berupa papan ujian yang memiliki penjepit dan dapat diletakkan di sisi kanan atau kiri penggunyadisebelah kanan untuk mengetahui sindrom yang dialami oleh penggunanya. *Holder* ini terbatas hanya untuk selebar dokumen dan tinggi rendahnya tidak dapat diatur. Herjólfsson *et al.* (2018) merancang tablet *holder* yang dilengkapi tongkat untuk mengatur panjang *holder* dan dilengkapi *holder* untuk hp dan tablet sehingga dapat digunakan dimana saja. *Holder* ini terbatas hanya untuk perangkat elektronik seperti hp atau tablet.

Holder ini. Penelitian Gibbons *et al.* (2019) tentang *Chatter avoidance via structural modification of tool-holder geometry* untuk mengoptimalkan stabilitas *chatter*. *Holder* ini dapat disetel untuk mengoptimalkan ambang stabilitas untuk operasi milling tertentu, tanpa perlu membeli berbagai macam pemegang alat. *Holder* ini tidak dapat mengeksplorasi optimasi simultan dari beberapa parameter desain, seperti diameter, panjang dan lokasi. Penelitian oleh Deng (2019)

melakukan penelitian desain *card holder* yaitu dudukan kartu multifungsi. Kelemahan *holder* ini tidak dilengkapi penutup yang pada *holder* sehingga rentan terjatuh atau tercecer. Penelitian Jakhar dan Grover, (2019) terkait *holder* yaitu *Using a car phone holder for performing oculoscopy with a universal serial bus dermatoscope*. *Holder* yang nyaman bagi pasien dan dokter kulit dilengkapi penyangga untuk menyimpan dermatoskop.

Perancangan *holder* oleh Mirscheski (2019) tentang desain dudukan botol plastik pada sepeda yang memungkinkan penyisipan botol tangan kanan atau kiri. *Holder* ini terbatas untuk ukuran botol tertentu. Subramaniam & Singh (2019) juga melakukan desain eksperimen peletakan *document holder* yang dilengkapi penjepit kertas yang diletakkan disebelah kanan atau kiri monitor untuk mengetahui *neck pain* yang dialami penggunanya. *Holder* ini tidak dilengkapi pengaturan tinggi-rendah sehingga jika penggunanya memiliki postur yang tidak sesuai dengan *holder* tersebut maka posisi leher pun tidak alamiah. Wu et al. (2020) merancang dudukan alat bantu pipa panas, *holder* ini dilengkapi tepat menyimpan pipa yang akan didinginkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pemotongan tertinggi dari ketika menggunakan *assisted tool holder* berkurang 10% dibandingkan dengan konvensional. *Holder* ini terbatas untuk ukuran pipa tertentu.

Perancangan *eyeglass holder* oleh Byrnes (2020) untuk mengurangi risiko kacamata hilang atau rusak, dapat dikenakan pada pakaian pemakai atau di sekitar leher pemakai dengan berbagai cara. Kelemahan *holder* ini terletak pada ukuran *holder* yang tidak *portable* sehingga terlalu besar jika ingin dikenakan dengan pakaian. Elliston & Elliston (2020) merancang *document holder* dengan posisi diatas *monitor holder* ini dilengkapi dudukan untuk diletakkan di atas monitor serta pemutar untuk menaik turunkan posisi dokumen. *Holder* ini terbatas hanya untuk selebar dokumen dan pemutarnya masih menggunakan pemutar manual sehingga kurang efisien. Partlow (2020) merancang *holder* serbaguna yang dirancang untuk buku, perangkat elektronik, dan seni rupa. Terdiri dari punggung yang kokoh dan alas tahan lama yang dapat menopang barang-barang besar.

Kelemahan *holder* ini terletak pada posisi *holder* yang terbatas hanya di kiri dan kanan.

2.1.2 Perancangan Dengan *Axiomatic Design*

Beberapa hasil penelitian yang menggunakan metode *axiomatic design*, yaitu Nagîṭ *et al.* (2017) tentang mesin bubut universal yang dianalisis dengan menggunakan beberapa prinsip yang sesuai dengan teori Desain Aksiomatik. Kelemahan dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan komponen lainnya dan merakit perangkat untuk *vibro-burnishing*, secara berurutan untuk mengidentifikasi kemungkinan akhirnya meningkatkannya solusi konstruktif. Herjólfsson *et al.* (2018) merancang tablet *holder* yang dilengkapi tongkat untuk mengatur panjang *holder* dan dilengkapi *holder* untuk hp dan tablet sehingga dapat digunakan dimana saja, perancangan *holder* tersebut dengan menggunakan metode AD namun *holder* ini terbatas hanya untuk perangkat elektronik seperti hp atau tablet.

Penelitian Delaram & Valilai (2018) menggunakan AD untuk mencapai satu set pedoman standar untuk mengeksplorasi dan mencapai operan realisasi untuk arsitektur. Kelemahan penelitian ini adalah dengan metode AD penulis belum menemukan optimasi untuk sistem CIM. Penelitian Puik & Ceglarek (2018) menggunakan desain *axiomatic* untuk mengoptimalkan metode desain produk. Kelemahan dalam beberapa perancangan dengan AD saat proses zigzag terjadi kegagalan sehingga dibutuhkan kombinasi dengan metode lain.

Lotchi (2019) melakukan penelitian perancangan prototipe platform kolaborasi antar-perusahaan elektronik untuk mendukung proses bisnis untuk mengidentifikasi tantangan secara umum dan kebutuhan mengenai platform kolaborasi antar perusahaan dengan menggunakan AD. Penelitian ini tidak menganalisis silang UKM tentang ukurannya di satu tangan dan bidang bisnis mereka di sisi lain.

Elsaied *et al.* (2020) merancang *round cd holder* untuk meningkatkan hasil AD dan mengukur kinerja desain produk yang diusulkan. Kelemahan penelitian ini yaitu tidak semua perancangan dapat diterima oleh pengguna sehingga membutuhkan kolaborasi dengan metode lain untuk mendapatkan hasil yang lebih

maksimal. Block (2020) mengimplementasikan metode AD untuk menjembatani kesenjangan antara keputusan desain arsitektur dan perubahan. Penelitian Padala & Maheswari (2020) metode AD dalam proyek digunakan untuk memenuhi persyaratan klien, persyaratan konstruksi, operasi, dan seluruh siklus hidup proyek. Tujuan AD dalam penelitian ini untuk menghilangkan perubahan yang tidak perlu karena konflik persyaratan dan untuk mendeteksi perubahan yang diperlukan di seluruh siklus hidup proyek. Dua proyek konstruksi metro bawah tanah dan bangunan hotel digunakan sebagai studi kasus. Kelemahan dalam penelitian ini adalah tidak ada evaluasi mengenai pemenuhan persyaratan klien setelah menerapkan AD dalam siklus hidup proyek.

Toguem *et al.* (2020) dengan metode AD dekomposisi yang dipilih adalah zigzag antar domain dari yang lebih tinggi ke FRs tingkat daun sampai solusinya terbukti. Alat desain yang ditargetkan akan memudahkan penyesuaian artefak AM dengan memandu para desainer di seluruh proses desain untuk pilihan desain yang optimal. Kelemahan penelitian ini kurangnya desain sistematis metodologi yang ditunjukkan. Karatas (2020) dengan metode AD membandingkan alternatif metode penyimpanan energi hidrogen untuk Turki dengan mempertimbangkan alternatif tangki, *metal hydride* dan penyimpanan bahan kimia. Kelemahan penelitian ini tidak menambahkan kriteria terkait isu lingkungan, ekologi, sosial, dan politik.

2.1.3 Penjelasan *Research Positioning*

Berdasarkan *review* diatas beberapa penelitian sebelumnya mengenai perancangan *holder* dilakukan oleh Herjólfsson *et al.* (2018), Elliston & Elliston (2020) dan Partlow (2020), belum ada yang memfokuskan perancangan dengan variabel penelitian seperti *musculoskeletal*, *Adjustable* dan efisiensi waktu. *Holder* didesain dengan fleksibel dan *adjustable* sesuai dengan kebutuhan pengguna serta memiliki sistem pengontrolan melalui *software stand document holder* sehingga memudahkan proses pergantian halaman tanpa melakukan *set up* berulang dan tetap menjaga postur kerja alamiah penggunanya. Perancangan *holder* ini menggunakan metode *Axiomatic Design* dan mengidentifikasi *customer needs*

dengan menggunakan model kano. Secara lengkap posisi penelitian dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Research Positioning

No	Variabel Penelitian			Objek Penelitian				Metode Penelitian									
	MSDs	Adjustable Efisiensi Waktu	Multipurpose Holder	Electronic Device Holder	Portable Holder	Document Holder				Product Design	Experimental Design	CAX Tools	Kansei	Cutting Experiment	KANO	Axiomatic Design	
						Posisi											
						Kiri	Kanan	Bawah	Atas								
1	✓	✓		✓		✓	✓			✓							
2	✓	✓								✓							
3	✓	✓	✓							✓							
4	✓	✓	✓							✓							
5	✓	✓								✓							
6	✓	✓	✓							✓							
7	✓	✓								✓							
8	✓	✓	✓							✓							
9	✓	✓	✓							✓							
10	✓	✓	✓							✓							
11	✓	✓		✓						✓							✓
12	✓	✓	✓							✓							
13	✓	✓	✓							✓							
14	✓	✓	✓							✓							
15	✓	✓		✓						✓							
16	✓	✓	✓							✓							
17	✓	✓	✓							✓							
18	✓	✓	✓							✓							
19	✓	✓	✓							✓							
20	✓	✓								✓							
21	✓	✓		✓						✓							
22	✓									✓							✓
23	✓	✓								✓							✓
24	✓	✓								✓							✓
26	✓	✓								✓							✓
25	✓	✓								✓							✓
27	✓	✓								✓							✓
28	✓	✓								✓							✓
29	✓	✓	✓							✓							✓
30	✓	✓	✓							✓							✓
31	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓						✓	✓

2.2. Kajian Teoritis

Kajian teoritis membangun konseptual yang mana fenomena- fenomena atau parameter-parameter yang relevan di sistematika, diklasifikasikan dan dihubungkan sehingga bersifat umum. Kajian teoritis merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

2.2.1. *Musculoskeletal Disorder*

Musculoskeletal Disorder merupakan kelainan yang disebabkan penumpukan cedera atau kerusakan-kerusakan kecil pada sistem *musculoskeletal* akibat trauma berulang sehingga membentuk kerusakan cukup besar untuk menimbulkan rasa sakit (Humantech, 1995).

Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua (Tarwaka *et al.*, 2004) yaitu

- a. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis , namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan.
- b. Keluhan menetap (*Persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap, walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Sedangkan pada aspek ekonomi perusahaan , dampak yang diakibatkan karena MSDs yaitu (Pheasant, 1991):

1. Pada aspek produksi yaitu berkurangnya output , kerusakan material , produk yang hasil akhirnya menyebabkan tidak terpenuhi deadline produksi , pelayanan yang tidak memuaskan.
2. Biaya yang timbul akibat absensi pekerja yang menyebabkan penurunan keuntungan, biaya untuk pelatihan karyawan baru yang menggantikan karyawan yang berhalangan sakit, biaya untuk menyewa jasa konsultan atau agensi.
3. Biaya pergantian karyawan untuk recruitmen dan pelatihan.
4. Biaya lainya (*opportunity cost*).

Pencegahan *Muskoleskeletal Disorder* berdasarkan *Occupational Safety and*

Health Administration (OSHA) dalam tarwaka *et al*, 2004 bahwa tindakan untuk mencegah adanya sumber penyakit adalah melalui dua cara yaitu rekayasa teknik (desain stasiun dan alat kerja) dan rekayasa manajemen (kriteria dan organisasi). Rekayasa Teknik ada beberapa alternatif yaitu

- a. Eliminasi yaitu menghilangkan sumber bahaya yang ada dengan mengharuskan untuk menggunakan peralatan yang ada.
- b. Substitusi yaitu dengan mengganti alat / bahan yang lama dengan alat/ bahan yang baru untuk menyempurnakan proses produksi dan menyempurnakan prosedur.
- c. Partisi yaitu melakukan pemisahan antara sumber daya dan manusia.
- d. Ventilasi yaitu menambah ventilasi untuk mengurangi resiko sakit.

Kemudian yang kedua adalah rekayasa manajemen dapat dilakukan melalui tindakan berikut :

- a. Pendidikan dan pelatihan agar pekerja lebih memahami alat kerja dan lingkungan sehingga diharapkan dapat melakukan penyesuaian dan inovatif.
- b. Pengaturan waktu istirahat dan waktu kerja yang seimbang.
- c. Pengawasan yang intensif agar dapat dilakukannya pencegahan secara dini dan terhadap kemungkinan resiko yang terjadi.

2.2.1.1.Faktor Resiko *Musculoskeletal Disorder*

Menurut Bridge (2003) bahwa, faktor resiko utama dari timbulnya *Musculoskeletal Disorder* dapat dikategorikan menjadi antara lain: kemampuan individu, postur tubuh, gerakan berulang, durasi kerja. Didalam melakukan penilaian resiko terhadap MSDs, aspek postur tubuh merupakan ujung tombak dalam beberapapenilaian resiko. Pekerjaan yang membutuhkan penyesuaian ataupun pengulangan postur dengan prpindahan yang ekstrim dapat memicu terjadi ketidakseimbangan bagian otot tendon yang berlawanan sehingga menghasilkan penurunan fungsi sendi pada tubuh.

Faktor-faktor resiko ergonomic yang dominan terjadi dikantor adalah sebagai berikut (OHCOW, 2008) :

- a. *Repetition*: tugas-tugas dan pergerakan tubuh.
- b. Postur Janggal : posisi tubuh menyimpang dari posisi netral seperti memutar leher kita untuk melihat monitor atau usaha menjangkau yang dilakukan untuk menggunakan mouse.
- c. Pekerjaan Statis : bertahan dalam posisi yang sama untuk waktu yang panjang (seperti duduk dalam jangka waktu yang lama, menatap monitor dengan leher yang membungkuk atau menjangkau *keyboard*).

2.2.2. ROSA (*Rapid Office Strain Assessment*)

ROSA (*Rapid Office Strain Assessment*) merupakan salah satu metode pada *office ergonomics*, dimana penilaiannya dirancang untuk mengukur risiko yang terkait dengan penggunaan komputer serta untuk menetapkan tingkat tindakan perubahan berdasarkan laporan dari ketidaknyamanan pekerja (Sonne et al., 2012). Faktor-faktor risiko dari penggunaan komputer dibedakan dalam beberapa bagian yaitu kursi, monitor, telepon, *mouse* dan *keyboard*. Faktor-faktor risiko tersebut diberi nilai yang meningkat dari mulai 1 sampai 3. Pada nilai akhir ROSA akan diperoleh nilai yang berkisar antara 1 sampai 10. Apabila nilai akhir yang diperoleh lebih besar dari 5 maka dianggap berisiko tinggi dan harus dilakukan pengkajian lebih lanjut pada tempat kerja yang bersangkutan. Pada metode ini juga dipertimbangkan lamanya durasi seorang pekerja berada pada posisi tersebut, ketentuan lamanya durasi, yaitu:

1. Jika durasi kurang dari 30 menit secara kontinyu atau kurang dari 1 jam setiap hari, maka bernilai -1
2. Jika durasi antara 30 menit sampai 1 jam secara kontinyu atau antara 1 jam sampai 4 jam setiap hari, maka bernilai 0
3. Jika durasi lebih dari 1 jam secara kontinyu atau lebih dari 4 jam setiap hari, maka bernilai +1

Skor pada metode ROSA menunjukkan nilai-nilai peningkatan terkait dengan tingkat resiko yang ditemukan pada setiap faktor-faktor resiko. Faktor-faktor resiko tersebut diberi skor dari 1 sampai 3. Nilai maksimum didapatkan dari penjumlahan nilai-nilai dari faktor resiko yang mempengaruhi. Misalnya kursi terlalu lebar (+1), maka nilai dari penilaian kursi yang semula memiliki nilai 3

menjadi 4 ditambah dengan nilai dari kursi yang terlalu lebar.

Penentuan Nilai Akhir pada metode ROSA yaitu terbagi menjadi 3 bagian yaitu bagian A yang terdiri dari kursi, bagian B yaitu *monitor* dan telepon, bagian C yaitu *mouse* dan *keyboard*. Beberapa tahap untuk mendapatkan nilai akhir yaitu penentuan skor A, penentuan skor B, penentuan skor C, penentuan *monitor* dan *peripheral* skor dan penentuan nilai akhir.

a. Bagian A Kursi

Bagian kursi terdiri dari penilaian elemen tinggi kursi, kedalaman duduk kursi, sandaran tangan dan sandaran punggung. Pada penilaian bagian A, nilai pada tinggi kursi akan dijumlahkan dengan nilai kedalaman kursi begitu juga sandaran tangan dan sandaran punggung. Kedua nilai tersebut kemudian dihitung dalam matrik penilaian untuk memperoleh hasil akhir.

b. Bagian B-Monitor dan Telepon

Bagian B yang terdiri dari penilaian elemen *monitor* dan telepon, dengan melihat tabel maka akan memperoleh nilai akhir bagian B

c. Bagian C-Keyboard dan Mouse

Bagian C terdiri dari elemen penilaian *keyboard* dan *mouse* dengan melihat tabel maka akan memperoleh nilai akhir bagian C

d. *Monitor* dan *Peripheral* skor

Setelah menghitung skor bagian A, B dan C, maka menghitung skor *monitor* dan *peripheral* skor yang didapatkan dari penarikan dari tabel bagian *mouse* dan *keyboard* dengan *monitor* dan telepon dan dapat dilihat pada tabel 3.4 sebagai berikut:

e. Skor akhir ROSA

Setelah menghitung bagian nilai A, B, C dan *Monitor* dan *Peripheral* skor, maka menghitung nilai akhir ROSA didapatkan nilai dari bagian A dan *Monitor* dan *Peripheral* skor

2.2.3. Desain Produk

Desain produk menurut Kotler dan Armstrong (2012) desain produk merupakan totalitas fitur yang mempengaruhi tampilan, rasa, dan fungsi produk berdasarkan kebutuhan pelanggan. Menurut Kotler dan Keller (2012) Aspek rencana atau desain produk yaitu : Desain produk merupakan skema dimana elemen-elemen

fungsional dan produk disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang berbentuk fisik.

1. Bentuk: Produk memiliki macam-macam yang dapat bisa di bedahkan antara lain bentuk, ukuran atau struktur produk.
2. Fitur: Fitur yang di tawarkan melengkapi fungsi dasar atau keistimewahan tambahan. Sebuah perusahaan dapat mengidentifikasi dan memilih fitur-fitur baru yang sesuai dengan survai pembeli ini dan kemudian menghitung nilai pelanggan terhadap biaya perusahaan untuk setiap fitur potensial.
3. Mutu kesesuaian: Tingkat kesesuaian dan pemenuhan semua unit yang diproduksi pada spesifikasi yang telah dijanjikan. Produk didesain dan dioperasikan berdasarkan karakteristik yang mendekati standar produk untuk memenuhi spesifikasi yang diminta.
4. Daya tahan: Ketahanan suatu produk atau suatu ukuran usia operasi produk yang diharapkan dalam kondisi normal atau berat yang merupakan atribut berharga untuk suatu produk tertentu
5. Keandalan : yaitu ukuran kemungkinan bahwa suatu produk tidak akan rusak atau gagal pada priode tertentu dan sifatnya tidak terlihat. Suatu produk dikatakan baik akan memiliki keandalan sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.
6. Gaya: Cara lain untuk menambah nilai pelanggan adalah melalui gaya dan desain yang berbeda. Gaya hanya menggambarkan penampilan produk. Gaya yang sensasional bisa menarik perhatian dan menghasilkan estetika yang indah, tetapi gaya tersebut tidak benar-benar membuat kinerja produk menjadi lebih baik. Tidak seperti gaya, desain lebih dari sekedar kulit luar, desain adalah jantung produk.
7. Kemudahan perbaikan: Merupakan ukuran kemudahan untuk memperbaiki produk ketika produk itu rusak yang ukurannya dapat dilihat melalui waktu yang dipakai.

Pendesainan ditetapkan selama fase pengembangan konsep dan perancangan tingkatan sistem (Ulrich & Eppinger, 2004). Lebih jauh Ulrich & Eppinger menjelaskan proses pengembangan konsep mencakup beberapa kegiatan yaitu: Identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan

konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, penentuan spesifikasi akhir, perencanaan proyek, analisis ekonomi, analisis produk pesaing, pembuatan prototipe.

Terdapat 4 tujuan penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan desain mengembangkan produk yaitu (Dreyfuss, 1967):

1. Kegunaan: hasil produksi manusia harus selalu aman, mudah digunakan dan intuitif. Setiap cirri dibentuk sedemikian rupa untuk mempermudah pemakai mengetahui fungsinya.
2. Penampilan: bentuk, garis, proporsi dan warna digunakan dalam menyatukan produk menjadi satu produk yang menyenangkan.
3. Kemudahan pemeliharaan: produk harus juga didesain untuk memberitahukan bagaimana mereka dapat dirawat dan diperbaiki.
4. Biaya-biaya rendah: bentuk dan ciri memegang peranan besar dalam biaya peralatan dan produksi.

2.2.4. Model Kano

Kano et al. (1994) membangun sebuah model untuk mengategorikan atribut pelanggan suatu produk atau jasa berdasarkan seberapa baik atribut tersebut dapat dapat memenuhi kebutuhan pelanggan (Rashid, 2010). Kategori Kano tentang persepsi kualitas sebagai berikut :

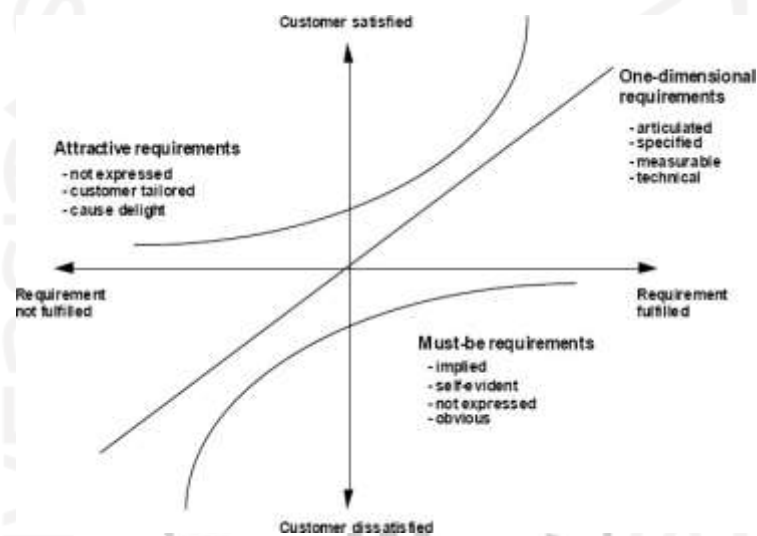
1. *Attractive quality elements*
Attractive quality elements dapat digambarkan sebagai atribut kejutan dan senang, atribut ini memberikan kepuasan ketika tercapai sepenuhnya, tetapi tidak menyebabkan ketidakpuasan bila tidak terpenuhi.
2. *One-dimensional quality elements*
Untuk kebutuhan pelanggan ini, kepuasan pelanggan merupakan fungsi linear dari kinerja produk / atribut pelayanan. Kinerja atribut tinggi mengarah kepada kepuasan pelanggan yang tinggi.
3. *Indifferent quality elements*
Indifferent quality elements mengacu pada hal yang tidak baik atau buruk. Kinerja atribut tidak menghasilkan kepuasan atau ketidakpuasan bagi pelanggan.

4. *Must-be quality elements*

Untuk kebutuhan pelanggan ini, pelanggan menjadi tidak puas ketika kinerja dari produk / jasa rendah. Namun, kepuasan pelanggan tidak akan meningkat di atas normal walaupun kinerja dari produk / jasa tinggi.

5. *Reverse quality elements*

Untuk kebutuhan ini, pelanggan menjadi tidak puas ketika kinerja atribut / produk jasa yang tinggi. Hal ini mengacu pada rendahnya prestasi mengakibatkan kepuasan.



Gambar 2.1 Model Kano

(Sumber : Boger et al., Kano's Method for Understanding Customer-defined Quality, Center for quality management journal, Fall, Vol. 2, No. 4, 1993.)

2.2.5. *Axiomatic Design*

Axiomatic Design (AD) adalah suatu metode yang mendefinisikan desain sebagai kreasi dari sintesis solusi dalam bentuk produk, proses, sistem yang memberikan kepuasan kepada kebutuhan konsumen melalui pemetaan *functional requirement* (FRs) dalam fungsional domain dan *design parameter* (DPs) dari domain fisik melalui pemilihan DPs yang sesuai untuk memenuhi FRs (Suh, 1990). Fokus dari AD adalah menentukan tujuan dan cara mencapainya. Jadi ide dasar metodologi AD adalah menentukan what (tujuan) dan how (bagaimana) mencapai tujuan tersebut. Tujuan desain diwujudkan dengan FRs dan solusinya

dengan DPs. Proses desain dilakukan dengan memilih DPs terbaik untuk memenuhi FRs yang telah ditentukan.

Untuk memahami AD akan didefinisikan elemen elemen dasar dalam AD yaitu *functional requirement* (FRs), *design parameter* (DPs), *constrains* (Cs) dan *process variable* (PVs). Berikut ini adalah definisi dari masing-masing domain (Suh N. P., 2003): *Customer Attribute* merupakan kebutuhan konsumen dan atribut konsumen dalam menentukan suatu pilihan produk. *Functional Requirement* (FRs) mendefinisikan tujuan dari desain. *Functional requirement* harus diatur dalam struktur berjenjang minimal 3 level. Level 1 FR harus menyatakan keseluruhan persyaratan desain berdasarkan kebutuhan konsumen. Dari sana persyaratan dapat dibuat dalam struktur hirarki berdasarkan keputusan yang diambil dengan menggunakan proses axiomatic design. *Design Parameter* (DPs) penjabaran dari Functional Requirement yang berisi tentang spesifikasi desain atau parameter desain. *Process Variable* (PV) Berisi *variabel process* yang digunakan untuk menghasilkan DP untuk mewujudkan solusi. Aksioma adalah kebenaran jelas atau kebenaran fundamental yang tidak memiliki kebalikan atau pengecualian. Aksioma tidak dapat diturunkan dari prinsip atau hukum alam. Theorem yaitu penjelasan yang tidak jelas tetapi bisa dibuktikan dari dasar pemikiran atau aksioma dan sebagai hukum atau prinsip. *Corollary* simpulan yang berasal dari aksioma atau proposisi (teorema) yang mengikuti aksioma atau proposisi lain yang telah terbukti. *Constraint* (Cs) atau kendala adalah batas pada solusi yang dapat diterima. Ada dua jenis kendala, yaitu kendala masukan dan kendala sistem.

2.2.5.1. Teknik Perancangan Axiomatic Design

Teknik rancangan aksiomatik (*axiomatic design*) mengurangi timbulnya resiko, mengurangi biaya dan mempercepat produk sampai ke pasar/pelanggan dengan cara:

1. Menuangkan konsep rancangan proses kedalam kegiatan yang kontinu dan terukur berdasarkan kebutuhan.
2. Mengkomunikasikan rancangan kepada semua *stakeholder* pada saat sebelum dokumentasi gambar teknis (CAD).

3. Meningkatkan kualitas rancangan dengan menganalisa dan mengoptimasi susunan rancangan (*design architecture*).
4. Menelusuri keinginan pelanggan dengan jelas kemudian dirinci sampai ke spesifikasi rancangan.
5. Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan logika rancangan (bagaimana dan mengapa) dengan jelas.
6. Identifikasi masalah-masalah rancangan sesegera mungkin dan menyelesaikan siklus rancang-bangun-tes-rancang ulang dengan biaya minimal.
7. Manajemen dapat mengamati hubungan antara rancangan struktur, penjadwalan optimal, identifikasi resiko dan pengurangan resiko.

2.2.6. User Experience (UX)

User Experience (UX) merupakan faktor yang penting dalam menentukan penerimaan pengguna terhadap sebuah produk/layanan. UX mencakup aspek persepsi pengguna, perilaku, bahkan hal yang melibatkan emosi pengguna (H *et al*, 2015). Tujuan umum dari pengembangan UX adalah untuk meningkatkan interaksi antara sistem dengan pengguna (P & D, 2019).

2.2.6.1. User Experience Questionnaire

User Experience Questionnaire (UEQ) merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk melakukan pengolahan data survei terkait pengalaman pengguna yang mudah untuk dipraktikkan, dapat dipercaya, berdasar, dan dimanfaatkan untuk melakukan penilaian kualitas subjektif (Laugwitz *et al*, 2008). Bentuk kuesioner UEQ dibangun agar bisa mendapatkan respon pengguna untuk segera mengekspresikan perasaan, kesan, dan sikap yang timbul ketika menggunakan suatu produk (Rauschenberger *et al*, 2013). Kuesioner UEQ terbagi atas 26 item dengan parameter *attractive* atau daya tarik merupakan dimensi valensi murni, yang tidak termasuk kedalam aspek kualitas apapun. Sementara untuk 5 parameter lainnya dikelompokkan menjadi 2 kualitas, yaitu kualitas hedonis dan kualitas pragmatis. Parameter UEQ yang termasuk kedalam kualitas pragmatis antara lain :

1. *Perspicuity* (Kejelasan) : Seberapa besar kejelasan dari sebuah produk. Misal: mudah dipahami atau sulit dipahami.

2. *Efficiency* (Efisiensi) : Seberapa besar pengguna dapat menyelesaikan tugasnya tanpa usaha yang besar atau efisien. Misal: cepat atau lambat, praktis atau tidak praktis.
3. *Dependability* (Ketepatan) : Seberapa besar ketepatan yang dirasakan oleh pengguna melalui kontrol yang ia miliki. Misal: dapat diprediksi atau tidak dapat diprediksi, mendukung atau menghalangi.

Sedangkan parameter UEQ yang termasuk kedalam kualitas hedonis antara lain :

1. *Stimulation* (Stimulasi) : Seberapa besar motivasi untuk menggunakan produk. Misal: bermanfaat atau kurang bermanfaat, menarik atau tidak menarik.
2. *Novelty* (Kebaruan) : Seberapa besar kebaruan dari produk. Misal: kreatif atau tidak kreatif, konservatif atau inovatif.

2.2.7. Uji Statistik

2.2.7.1. Uji Validitas

Validitas adalah ketepatan atau kecermatan suatu instrumen dalam pengukuran. Dalam pengujian instrument pengumpulan data, validitas dibedakan menjadi validitas factor dan validitas item. Validitas faktor diukur bila item yang disusun menggunakan lebih dari satu faktor (antara faktor satu dengan yang lain ada kesamaan. Pengukuran validitas faktor ini dengan cara mengkorelasikan antara skor faktor (penjumlahan item dalam satu faktor) dengan skor total faktor (total keseluruhan faktor). Pengukuran validitas item dengan cara mengkorelasikan antara skor item dengan skor total item. Validitas item ditunjukkan dengan adanya korelasi atau dukungan terhadap item total (skor total). Bila kita menggunakan lebih dari satu faktor, berarti pengujian validitas item dengan cara mengkorelasikan antara skor item dengan skor faktor, kemudian dilanjutkan mengkorelasikan antara item dengan skor total faktor (penjumlahan dari beberapa faktor). Dari hasil perhitungan korelasi akan di dapat suatu koefisien korelasi yang digunakan untuk mengukur tingkat validitas suatu item dan menentukan apakah suatu item layak digunakan atau tidak. Dalam menentukan layak atau tidaknya suatu item yang digunakan, biasanya digunakan uji signifikansi valid jika berkorelasi signifikan terhadap skor total. Teknik pengujian SPSS sering

digunakan untuk uji validitas adalah menggunakan korelasi *Bivariate Pearson* (*Produk Momen Pearson*) dan *Corrected Item-Total Correlation*.

2.2.7.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat pengukur yang digunakan dapat diandalkan dan tetap konsisten jika pengukuran tersebut diulang. Ada beberapa metode pengujian reliabilitas di antaranya metode tes ulang, formula Flanagan, *Cronbach's Alpha*, metode formula KR (Kuder-Richardson) – 20, KR – 21, dan metode Anova Hoyt. Metode yang sering digunakan dalam penelitian adalah metode *Cronbach's Alpha*. Metode ini sangat cocok digunakan pada skor dikotomi (0 dan 1) dan akan menghasilkan perhitungan yang setara dengan menggunakan metode KR-20 dan Anova Hoyt. Reliabilitas berarti dapat dipercaya” Artinya, instrumen dapat memberikan hasil yang tepat. Alat ukur instrument dikategorikan reliabel jika menunjukkan konstanta hasil pengukuran dan mempunyai ketetapan hasil pengukuran sehingga terbukti bahwa alat ukur itu benar-benar dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

2.2.7.3. Uji Marginal Homogeneity

Uji *Marginal Homogeneity* termasuk uji statistik nonparametrik. Uji ini dilakukan untuk tes dua sampel yang saling berhubungan dan merupakan perluasan dari uji McNemar. Penggunaan uji ini untuk melihat apakah terdapat perbedaan atau perubahan antara dua peristiwa sebelum dan sesudahnya. Kategori data yaitu data kategori multinominal lebih dari 2 x 2.

2.2.7.4. Uji Wilcoxon

Uji Wilcoxon termasuk dalam pengujian nonparametrik. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan antara dua kelompok data yang saling berhubungan. Uji ini memiliki kekuatan tes yang lebih dibandingkan dengan uji tanda. Asumsi-asumsi untuk uji *Wilcoxon*. Data yang digunakan setidaknya berskala ordinal. Uji Wilcoxon merupakan uji perbandingan pada 2 kelompok dimana data dari kedua kelompok tersebut berpasangan atau saling mempunyai ketergantungan.

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara satu kelompok dengan kelompok lainnya. Uji *Wilcoxon* digunakan untuk data bertipe ordinal dan data tidak mengikuti distribusi normal.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek dan Subjek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah alat *document holder* yang ergonomis dan inovatif yang dapat mengurangi risiko *musculoskeletal* dan meningkatkan efisiensi kerja. Sedangkan, subjek pada penelitian ini adalah *office workers* atau mahasiswa yang terlibat langsung dalam penggunaan alat *document holder* dengan kriteria inklusi yaitu: Usia 20 – 30 Tahun, pengalaman penggunaan komputer/laptop untuk menginput data minimal 1 tahun, tidak mengalami cacat fisik, dan tidak memiliki gangguan otot leher.

3.2. Ruang Lingkup Penelitian Masalah

Penelitian ini terkait dengan perancangan *stand document holder* berdasarkan desain parameter yang diperoleh dengan *independence axiomatic design* sehingga hal-hal diluar proses desain holder tidak dibahas. *Stand document holder* yang telah didesain digunakan sebagai alat untuk melakukan eksperimen dengan lingkungan kerja fisik diasumsikan normal dan telah ergonomis. Holder ini didesain hanya untuk dokumen *one page per sheet* atau bukan dokumen timbal balik.

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah pihak-pihak yang terlibat langsung dalam penggunaan alat *document holder* yang berada di wilayah Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.3.2. Sampel

Dengan mempertimbangkan dana, waktu, tenaga, dan ketelitian dalam melakukan analisis data, maka penelitian ini menggunakan sampel terhadap pengguna *document holder* yang berusia antara 20-30 tahun. Karena populasi dalam penelitian ini tidak diketahui maka penentuan jumlah sampel dilakukan

dengan menggunakan rumus (1) untuk membantu proses survey dalam desain adalah sebagai berikut.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1-p)}{E^2} \dots \dots \dots (1)$$

(Sumber : Eriyanto, 2007)

Dengan :

n = Jumlah sampel

Z = Tingkat kepercayaan

p (1-p) = Variasi populasi

E = Kesalahan sampel yang dikehendaki (*sampling error*)

Proporsi sampel (p) pada penelitian ini belum diketahui, namun nilai p selalu diantara 0 sampai 1 dengan nilai p maksimal, maka

$$f(p) = p - p^2$$

$$\frac{df(p)}{d(p)} = 1 - 2p$$

$$\frac{df(p)}{d(p)} \text{ maksimalkan jika } \frac{df(p)}{d(p)} = 0$$

$$0 = 1 - 2p$$

$$-1 = -2p$$

$$p = 0,5$$

Dengan :

Tingkat kepercayaan = 90%

Derajat ketelitian (α) = 10% = 0,1 ; $\alpha/2 = 0,05$; $Z_{\alpha/2} = 1,645$

Maka, jumlah sampel minimum yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1 - p)}{E^2}$$

$$n = \frac{1,645^2 \cdot 0,5(1 - 0,5)}{0,1^2}$$

$$n = \frac{0,676}{0,01}$$

$$n = 67,6 \approx 68 \text{ sampel}$$

Dengan melakukan penelitian terhadap minimal 68 sampel, berarti sudah cukup mewakili populasi pengguna *document holder*, namun dalam penelitian ini digunakan 70 sampel untuk menentukan desain *stand document holder*.

Menurut Supranto J (2000) untuk penelitian eksperimen dapat dirumuskan:

$$(t-1)(r-1) > 15 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

t = banyaknya kelompok perlakuan

Banyaknya perlakuan dalam penelitian ini adalah dua perlakuan.

$$(7-1)(r-1) > 15$$

$$(r-1) > 15/2$$

$$r > 8,5$$

$$r \approx 9$$

Sampel yang dibutuhkan adalah lebih dari sembilan orang. Untuk menghindari adanya data yang tidak valid digunakan jumlah sampel sebanyak 10 orang untuk melakukan eksperimen menggunakan *stand document holder* lama dan *holder* yang telah dikembangkan.

3.4. Variabel dan Definisi Operasional

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Musculoskeletal disorders*, efisiensi waktu, *user experience*, antropometri, *voice of customer* dan usia.

Musculoskeletal disorders (MSDs) adalah penyakit dalam sistem jaringan otot manusia pada otot skeletal yang meningkat akibat dari kegiatan yang dilakukan dengan postur janggal, pemaksaan yang berlebihan dan dilakukan secara terus-menerus dalam posisi yang lama (Bernard & Putz , 1997). Dalam penelitian ini MSDs terkait dengan posisi pekerja saat menggunakan *holder*. Diukur menggunakan kuesioner *Rapid Office Strain Assessment* (ROSA) dengan skala ordinal dan satuan skor.

Efisiensi waktu adalah ketepatan cara dalam menjalankan suatu pekerjaan dengan tidak membuang-buang waktu, tenaga dan biaya (Mulyadi, 2007). Efisien dalam penelitian ini dikaitkan dengan waktu menginput data menggunakan komputer dengan bantuan dokumen *holder*, diukur dengan menggunakan *stopwatch*. Skala pengukuran yang digunakan adalah skala nominal dengan satuan menit.

User Experience (UX) adalah persepsi seseorang dan responnya dari penggunaan sebuah produk, sistem, atau jasa (Khairunisa, 2020).. Skala pengukuran adalah skala ordinal. Variabel penilaian dalam UEQ yang dikutip dalam Hinderks *et al.* (2020) adalah Daya Tarik (*Attractiveness*) adalah kesan keseluruhan pengguna terhadap produk, suka atau tidak Suka. Parameter pengukuran: mengganggu / menyenangkan, baik / buruk, tidak disukai / menyenangkan, tidak menyenangkan / menyenangkan, menarik / tidak menarik, ramah / tidak bersahabat. Kejelasan (*Perspicuity*) adalah aplikasi yang mudah dimengerti penggunaan. Parameter pengukuran: tidak bisa dimengerti / mudah dimengerti, mudah dipelajari / sulit dipelajari, rumit / mudah, jelas / membingungkan. Efisiensi (*Efficiency*) adalah kemungkinan menggunakan produk dengan cepat dan efektif. Parameter pengukuran: cepat / lambat, tidak efisien / efisien, tidak praktis / praktis terorganisir / berantakan. Ketepatan (*Dependability*) adalah kendali pengguna atas interaksi dan keamanan serta memenuhi ekspektasi. Parameter pengukuran: tidak dapat diprediksi / dapat diprediksi, menghalangi / mendukung, tidak aman / aman, memenuhi ekspektasi / tidak memenuhi ekspektasi. Stimulasi (*Stimulation*) adalah membuat aplikasi lebih menarik dan memotivasi pengguna untuk lebih sering menggunakan aplikasi tersebut. Parameter pengukuran: berharga / inferior, membosankan / keluar, tidak menarik / menarik, memotivasi / mendemotivasi. Kebaruan (*Novelty*) adalah desain produk yang inovatif dan kreatif menarik perhatian pengguna. Parameter pengukuran: kreatif / membosankan, inventif / konvensional, terdepan biasa, konservatif / inovatif.

Antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Wignjosoebroto, 2008). Antropometri yang terkait dengan penelitian ini adalah dimensi tinggi mata duduk, tinggi bahu duduk, lebar jari telunjuk. Data antropometri yang digunakan adalah data antropometri Indonesia dengan satuan pengukuran *centimeter* (cm).

Voice of Customer adalah bagian dari teknik riset pasar (*market research*) yang menyajikan laporan mengenai keinginan dan kebutuhan pelanggan (Cooper *et al.*, 2010). Dalam penelitian ini *Voice of Customer* terkait dengan atribut yang

diinginkan pengguna dalam perancangan dokumen *holder*. Diukur menggunakan kuesioner dengan skala likert dan satuan skor 1-5.

Usia adalah jumlah tahun kehidupan yang dilalui responden terhitung sejak lahir hingga penelitian dilakukan dengan ketentuan satuan. Usia dalam penelitian ini yaitu umur responden saat dilakukan penelitian dan diukur dalam kuesioner. Skala pengukuran usia adalah skala nominal dengan satuan tahun.

3.5. Instrumen Penelitian

Penggunaan instrumen penelitian harus disesuaikan dengan topik penelitian yang dilakukan agar penelitian dilakukan mampu menjawab dan memperoleh tujuan penelitian. Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kuesioner *Rapid Office Strain Assessment* (ROSA) untuk mengidentifikasi risiko *musculoskeletal disorders*. Kuesioner *Voice of customer* untuk mengidentifikasi atribut yang diinginkan pengguna, Kuesioner fungsional dan disfungsional model Kano untuk mengidentifikasi atribut yang akan dijadikan *customer* atribut, dan kuesioner *User Experience Questionnaire* (UEQ) untuk mengukur tingkat *user experience*.
2. *Worksheet experimental design* sebagai *form* pengukuran waktu kerja.
3. *Software IBM SPSS 22 (Statistical Package for the Social Science)* untuk uji statistik.
4. *Software Solidworks* untuk membuat desain visual 3D.
5. *Digital Stopwatch XL – 013* untuk mengukur waktu kerja.
6. Satu unit laptop/*notebook*/PC sebagai alat yang digunakan untuk memasukkan data.
7. Tiga lembar naskah pengetikan sebagai dokumen yang diinput.

3.6. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

3.6.1. Survei

Survei dilakukan dengan menggunakan media kuesioner berdasarkan model KANO untuk mengetahui atribut apa saja yang diperlukan *office workers* dalam sebuah *document holder*. Survei dengan kuesioner ROSA juga dilakukan untuk

mengidentifikasi risiko *musculoskeletal disorders* yang dialami *office workers* di Kab. Sleman. Selain itu survei dengan kuesioner juga dilakukan untuk mengetahui tingkat usabilitas pada aspek *satisfaction* dengan menggunakan *User Experience Questionnaire*.

3.7. Metode Eksperimen

3.7.1. Desain Eksperimen

Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *True Experimental Design* yaitu *Pretest-Posttest Control Group Design*, pada paradigma ini terdapat *pre test* sebelum menggunakan *stand document holder* yang dikembangkan sehingga hasil eksperimen dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum menggunakan *stand document holder*

3.7.2. Tugas Eksperimen

Tugas eksperimen yang akan dilakukan oleh responden adalah melakukan penginputan data, dalam hal ini adalah mengetik dokumen dengan menggunakan komputer atau laptop. Tugas ini akan dilakukan dalam dua kondisi yang berbeda yaitu tanpa *document holder* dan dengan menggunakan *document holder*.

3.7.3. Prosedur Eksperimen

Sebelum melakukan eksperimen, berikut adalah prosedur yang akan dilakukan:

1. Menjelaskan kepada responden tentang tujuan eksperimen, mereka harus memahami masalah yang akan dibuktikan melalui eksperimen.
2. Menjelaskan cara penggunaan *stand document holder* yang ergonomis. Langkah-langkah penggunaan holder adalah sebagai berikut :
 - a. Membuka kunci *adjustable holder*
 - b. Memasang holder diatas monitor dengan merekatkan jepitan kiri dan kanan ke monitor.
 - c. Menyiapkan dokumen yang akan di input dengan laptop/komputer.
 - d. Meletakkan dokumen kedalam *paper tray* sesuai dengan ukuran dokumen.

- e. Menghubungkan USB holder ke USB Port laptop/komputer yang akan digunakan.
 - f. Membuka *software* SDH (*Stand Document Holder*) yang sudah diinstal terlebih dahulu.
 - g. Sambungkan *holder* ke laptop/komputer dengan menekan “CON” atau *connect*, lalu akan muncul notifikasi bahwa *holder* telah terhubung.
 - h. Tekan tombol *up* “↑” untuk menampilkan dokumen diatas monitor dan tekan tombol *down* “↓” untuk menurunkan dokumen. Tombol tersebut dapat digunakan pada *software* ataupun *keyboard*.
3. Selama eksperimen berlangsung, waktu diukur dalam menyelesaikan tugas.

3.8. Perancangan Document Holder

3.8.1. Model KANO

Prosedur identifikasi *customer needs* untuk perancangan *stand document holder* dengan metode kano dijelaskan dalam beberapa poin berikut :

- 1) Tahap pertama dalam perancangan ini yaitu dilakukan pengolahan data terhadap hasil kuesioner terbuka *voice of customer* yang akan menjadi atribut perancangan sesuai dengan kebutuhan responden.
- 2) Atribut perancangan yang ada dibuat dalam bentuk pernyataan fungsional dan disfungsional. Kemudian pasangan pernyataan fungsional dan disfungsionalnya seluruh atribut perancangan disusun dengan urutan yang acak.
- 3) Kemudian daftar pasangan pernyataan atribut yang telah dibuat diberikan kepada responden untuk diisi. Untuk setiap pernyataan, responden dapat memilih lima pilihan jawaban yaitu atribut disukai (*like*), atribut harus ada (*must be*), atribut netral (*neutral*), atribut tidak disukai tapi masih bias ditolerir (*live with*) dan atribut tidak disukai (*dislike*).
- 4) Setelah itu, untuk menentukan kategori kano atribut perancangan maka pasangan jawaban dari setiap atribut perancangan dicocokkan dengan tabel evaluasi kano. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan tabel evaluasi model Kano maka didapatkan nilai tiap kategori *must be* (M), *attractive* (A), *one dimensional* (O), *indifferent* (I), *reverse* (R), dan

questionable (Q) pada semua atribut. Langkah menentukan kategori yang terpilih pada tiap atribut dengan menggunakan *Blauth's formula*. *Blauth's formula* akan menentukan kategori yang tepat untuk masing-masing atribut dengan cara menghitung nilai (O+M+A) dan (I+R+Q) pada tiap atribut. Menurut Walden (1993), aturan Blauth's formula untuk menentukan kategori pada model Kano adalah sebagai berikut:

- a. Jika jumlah nilai (*one dimensional + attractive + must be*) > jumlah nilai (*indifferent + reverse + questionable*) maka *grade* diperoleh nilai paling maksimum dari (*one dimensional, attractive, must be*).
- b. Jika jumlah nilai (*one dimensional + attractive + must be*) < jumlah nilai (*indifferent + reverse + questionable*) maka *grade* diperoleh yang paling maksimum dari (*indifferent, reverse, questionable*).
- c. Jika jumlah nilai (*one dimensional + attractive + must be*) = jumlah nilai (*indifferent + reverse + questionable*) maka *grade* diperoleh yang paling maksimum diantara semua kategori kano yaitu (*one dimensional, attractive, must be, dan indifferent, reverse, questionable*).

3.8.2. Axiomatic Design

Axiomatic design terdiri dari 2 jenis yaitu :

Axioma 1: *Independence Axioma*

Bagian dari rancangan yang dapat dipisah (*separable*) sehingga perubahan yang terjadi pada salah satu hasil pemisahan tidak/sesedikit mungkin mempengaruhi yang lain. Menjaga independensi antara FRs dan DPs pada rancangan yang diterima DPs. Setiap DP diatur oleh satu FRs tanpa melibatkan FRs yang lain.

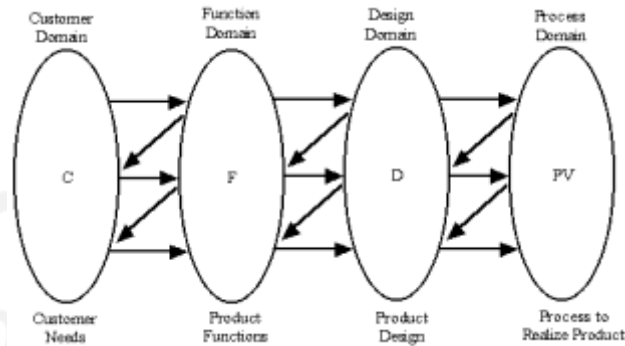
Axioma 2 : *Information Axiom*

Meminimalkan informasi, diantara alternatif-alternatif rancangan yang cocok dengan aksioma 1, yang terbaik adalah informasi minimum yang berarti kemungkinan sukses maximum dan rancangan produk yang minimum.

Rancangan yang tidak sesuai dengan aksioma independen disebut *coupled*. Rancangan yang sesuai dengan aksioma independen dinamakan atau *decoupled*. Untuk *uncoupled* = masing-masing DPs independen, hanya *uncoupled*

berpengaruh pada 1 (satu) FRs, tidak mempengaruhi FRs yang lain; sedangkan untuk decoupled = satu DPs mempengaruhi 2 atau lebih FRs.

Konsep dasar domain ini terdiri dari 4 jenis kegiatan yaitu:



Gambar 3.1 Prosedur *Axiomatic Design*
Sumber : Lee & Suh, 2006

Prosedur perancangan *document holder* dengan metode *axiomatic design* dijelaskan dalam beberapa poin berikut :

1. Mengidentifikasi kebutuhan pengguna terhadap *document holder* melalui kuisioner. Proses identifikasi ini akan menghasilkan *customer attribute* (CA) yang didapatkan berdasarkan model KANO. *Customer attribute* (CA) merupakan sebuah domain yang digunakan sebagai parameter dalam melakukan redesain *document holder*.
2. Melakukan pemetaan dari *customer attribute* (CA) ke *functional requirement* (FR). *functional requirement* (FR) merupakan sebuah domain yang berisi kalimat fungsi yang ingin dicapai dalam produk.
3. Melakukan pemetaan dari *functional requirement* (FR) ke desain parameter (DP). Desain parameter (DP) merupakan domain yang berisikan bagaimana cara merealisasikan *functional requirement* (FR).
4. Langkah terakhir yang dilakukan adalah penerjemahan desain parameter (DP) kedalam *process variable* (PV). Dalam langkah ini penerjemahan dari desain parameter (DP) kedalam *process variable* (PV) lewat desain virtual *document holder*.
5. Prosedur terakhir adalah process domain (PD) adalah sebuah domain yang menjelaskan bagaimana sebuah produk itu diciptakan berdasarkan *physical* domain yang telah ditentukan sebelumnya.

3.9. Analisis Data

Metode analisis data dilakukan terhadap alat *document holder* yang akan dirancang.

3.9.1. Axiomatic Design

Axiomatic design dalam penelitian ini terfokus pada *independence axiom* yaitu bagian dari rancangan yang dapat dipisah (*separable*) sehingga perubahan yang terjadi pada salah satu hasil pemisahan tidak/sesedikit mungkin mempengaruhi yang lain. Menjaga independensi antara FRs dan DPs pada rancangan yang diterima DPs. Setiap DP diatur oleh satu FRs tanpa melibatkan FRs yang lain.

Model matematis independence axiom adalah :

$$\{FRs\} = [A] \{DPs\} \dots \dots \dots (3)$$

3.9.2. ROSA

Adapun analisis data dengan metode ROSA dilakukan dengan :

1. Penilaian skor terhadap postur tubuh *Section A*.
2. Penilaian skor terhadap postur tubuh *Section B*.
3. Penilaian skor terhadap postur tubuh *Section C*.

Nilai skor *Section A*, *B* dan *C* kemudian ditambah dengan nilai skor durasi untuk mendapatkan nilai total skor kursi. Adapun ketentuan nilai skor durasi sebagai berikut:

1. Jika bekerja terus menerus dilaksanakan kurang dari 30 menit atau kurang dari satu jam/hari maka skor total *section A,B,C* – 1.
2. Jika bekerja terus menerus dilaksanakan antara 30 menit – 1 jam atau 1 – 4 jam dalam sehari, maka skor total *section A,B,C* + 0.
3. Jika bekerja secara terus menerus lebih dari 1 jam atau lebih dari 4 jam/hari, maka skor total *section A* + 1. 4.

Menentukan Final skor ROSA. Menentukan tingkat level risiko dengan Metode ROSA dapat dilihat pada Tabel.3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Tingkat Level Risiko Metode ROSA

Skor	Klasifikasi
1 – 2	<i>Low</i>
3 - 5	<i>Warning Level</i>
>5	<i>Necessity of intervention measures level</i>

Sumber : Davudian-Talab *et al*, 2017

3.9.3. User Experience Questionnaire

Kuesioner ini digunakan untuk menunjang aspek *satisfaction* pada usability. Data *user experience* (UX) akan diperoleh dari pengukuran kuesioner UEQ yang meliputi aspek *attractiveness, perspicuity, efficiency, dependability, stimulation, novelty*, kuesioner terlampir. Aturan untuk menghitung kuesioner UEQ yakni setiap pertanyaan positif yang berada di sisi kanan, skor setiap pertanyaan yang didapat dari skor pengguna akan dikurangi 4. Setiap pertanyaan positif yang berada di sebelah kiri, skor akhir didapat dari nilai 4 dikurangi skor pertanyaan yang didapat dari pengguna. Kemudian, skor di rata-rata berdasarkan hasil pengelompokkan pada aspeknya masing-masing. Data yang didapatkan akan diolah menggunakan *Data Analysis Tool* pada Microsoft Excel sehingga didapatkan tabel rata-rata dan grafik level nilai skor untuk setiap aspeknya.

3.9.4. Efisiensi Kerja

Efisiensi adalah tingkat penggunaan sumber produktifitas seperti tenaga kerja dan alat mesin dalam menyelesaikan pekerjaan. Pengukuran efisiensi dilakukan dengan membandingkan kegiatan aktual dalam periode tertentu terhadap standard yang telah ditetapkan sebelumnya.

Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Efisiensi} = \text{Waktu standard} : \text{waktu aktual} \dots\dots\dots(4)$$

Untuk mendapatkan waktu aktual maka digunakan rumus :

$$\text{Waktu aktual dalam pengetikan} = \text{Jumlah Kata} : \text{WPM (Word per minute)} \dots\dots(5)$$

Nilai wpm diperoleh melalui bantuan *website 10fastfingers.com*.

Sehingga Waktu aktual dalam pengetikan = Jumlah Kata : WPM (*Word per minute*) adalah jumlah kata yaitu 784 kata dan wpm rata-rata responden adalah 50 wpm. Sehingga 784 : 50 adalah 16 menit.

3.10. Metode Analisis Statistik

3.10.1. Uji Validitas dan Uji Reabilitas

3.10.1.1. Uji Validitas

Uji validitas untuk atribut perancangan yang digunakan dalam kuisisioner *voice of customer* serta kuisisioner fungsional dan kuisisioner disfungsional sebagai instrumen penelitian.

Untuk menguji validitas, cara yang paling sering digunakan adalah dengan menggunakan product moment yang rumusnya :

$$r_{xy} = \frac{n(\sum_{i=1}^n xy) - (\sum_{i=1}^n x)(\sum_{i=1}^n y)}{\sqrt{(n\sum_{i=1}^n x^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2)(n\sum_{i=1}^n y^2 - (\sum_{i=1}^n y)^2)}} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

x = skor untuk tiap pertanyaan

y = skor total dari responden

n = jumlah responden

Uji validitas menggunakan bantuan *software* IBM SPSS versi 22, adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pengujian validitas secara perhitungan *software* SPSS ialah sebagai berikut:

- a. Menentukan Hipotesis
 - H₀: item kuisisioner valid
 - H₁: item kuisisioner tidak valid

- b. Menentukan Nilai r_{tabel}

Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5% dan derajat kebebasan (df) = n-2.

Nilai r_{hitung} dapat diperoleh setelah melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* SPSS. Nilai r_{hitung} dapat dilihat pada hasil *output* SPSS pada nilai *Product Moment Correlation*.

c. Pengambilan Keputusan

Dalam kriteria validasi, suatu pernyataan dapat diambil berdasarkan:

$R_{hitung} > R_{tabel}$, maka H_0 diterima, item kuesioner dinyatakan valid.

$R_{hitung} < R_{tabel}$, maka H_0 ditolak, item kuesioner dinyatakan tidak valid.

3.10.1.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas diperlukan untuk mengukur konsistensi pada hasil kuisisioner *voice of customer* serta kuisisioner fungsional dan kuisisioner disfungsiional alat ukur pada responden.

Formula statistik untuk menghitung *cronbach's alpha* yaitu :

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum s_j^2}{s_x^2} \right] \dots \dots \dots (6)$$

dimana :

k = banyak belahan tes

s_j^2 = varians belahan, j; j=1,2,...,

k = varians skor tes

Uji reliabilitas ini menggunakan *software* IBM SPSS versi 22 Adapun perhitungan uji reliabilitas dapat dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan dimulai dari hipotesa sebagai berikut:

a. Menentukan Hipotesis

H_0 : item kuisisioner reliabel

H_1 : item kuisisioner tidak reliabel

b. Menentukan Nilai r_{tabel}

Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5% dan derajat kebebasan (df) = n-2

c. Menentukan Nilai r_{alpha}

Hasil perhitungan r_{alpha} pada *software* SPSS dapat dilihat pada nilai *Alpha Cronchboard*.

d. Pengambilan Keputusan

Dalam kriteria reliabel, suatu pernyataan dapat diambil berdasarkan:

$R_{alpha} > R_{tabel}$, maka H_0 diterima, item kuisisioner dinyatakan reliabel.

$R_{alpha} < R_{tabel}$, maka H_0 ditolak, item kuisisioner dinyatakan tidak reliabel.

3.10.2. Uji Beda

3.10.2.1. Uji Marginal Homogeneity

Uji *marginal homogeneity* digunakan untuk mengidentifikasi apakah desain yang diusulkan sesuai dengan *customer attribute* atau tidak. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Hipotesis

H₀: Tidak terdapat perbedaan antara *customer attribute* dengan desain *document holder*.

H₁: Terdapat perbedaan antara *customer attribute* dengan desain *document holder*.

- b. Menentukan Kriteria pengujian statistik

Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%

Jika nilai Signifikansi > 0.05 maka H₀ diterima

Jika nilai Signifikansi < 0.05 maka H₀ ditolak

- c. Menghitung Nilai Z-value

Hasil perhitungan Z-value pada software SPSS dapat dilihat pada nilai *Npar Test*.

3.10.2.2. Uji Wilcoxon signed-rank

Uji beda pada penelitian ini menggunakan uji *Wilcoxon signed-rank*. *Wilcoxon Signed Rank Test* adalah uji nonparametris untuk mengukur signifikansi perbedaan antara 2 kelompok data berpasangan berskala ordinal atau interval tetapi berdistribusi tidak normal.

$$Z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana,

T = jumlah jenjang

$$\mu_T = \frac{n(n - 1)}{4}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n + 1)(2n + 1)}{24}}$$

Adapun perhitungan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* juga dapat dilakukan menggunakan *software SPSS* dengan dimulai dari hipotesa sebagai berikut:

a. Menentukan Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan kondisi pengguna setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

H_1 : Terdapat perbedaan kondisi pengguna setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

Menentukan Kriteria pengujian statistik

Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5%

Jika nilai Signifikansi > 0.05 maka H_0 diterima

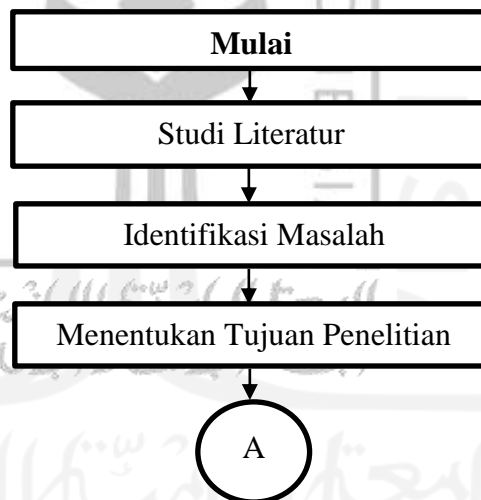
Jika nilai Signifikansi < 0.05 maka H_0 ditolak

b. Menghitung Nilai *Z-value*

Hasil perhitungan *Z-value* pada software SPSS dapat dilihat pada nilai *Npar Test*.

3.11. Prosedur Penelitian

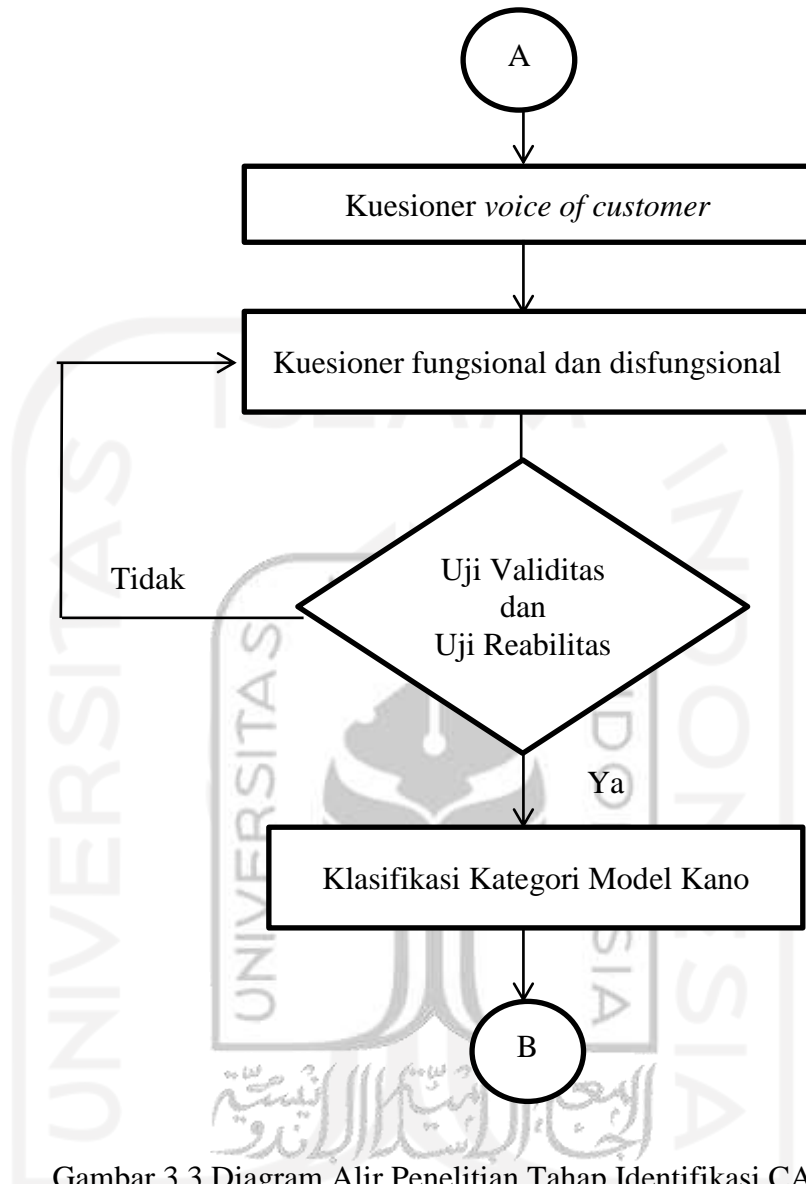
3.11.1. Tahap Persiapan



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Tahap Persiapan

Tahap persiapan dimulai dengan studi literatur tentang topik yang akan diteliti, kemudian dilakukan identifikasi masalah yang ada. Langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

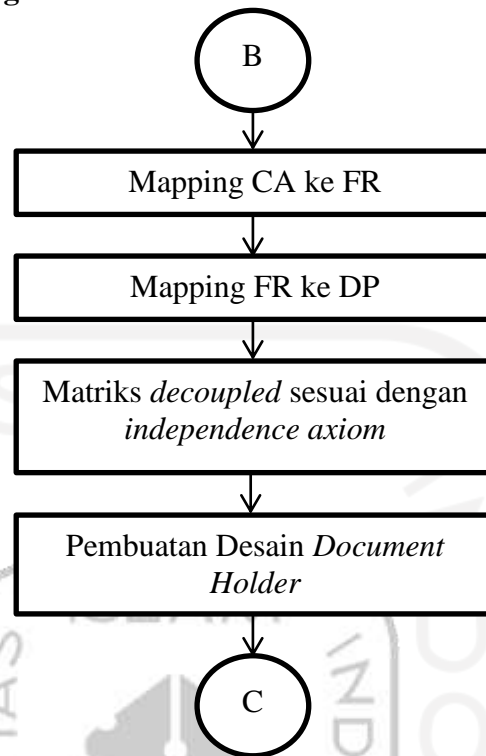
3.11.2. Tahap Identifikasi *Customer Needs*



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian Tahap Identifikasi CA

Tahap identifikasi *customer needs* dimulai dengan kuesioner *voice of customer* dilanjutkan dengan kuesioner fungsional dan disfungsional kano lalu dilakukan uji validitas dan reabilitas, sehingga didapatkan *customer needs* melalui klasifikasi kategori berdasarkan model kano.

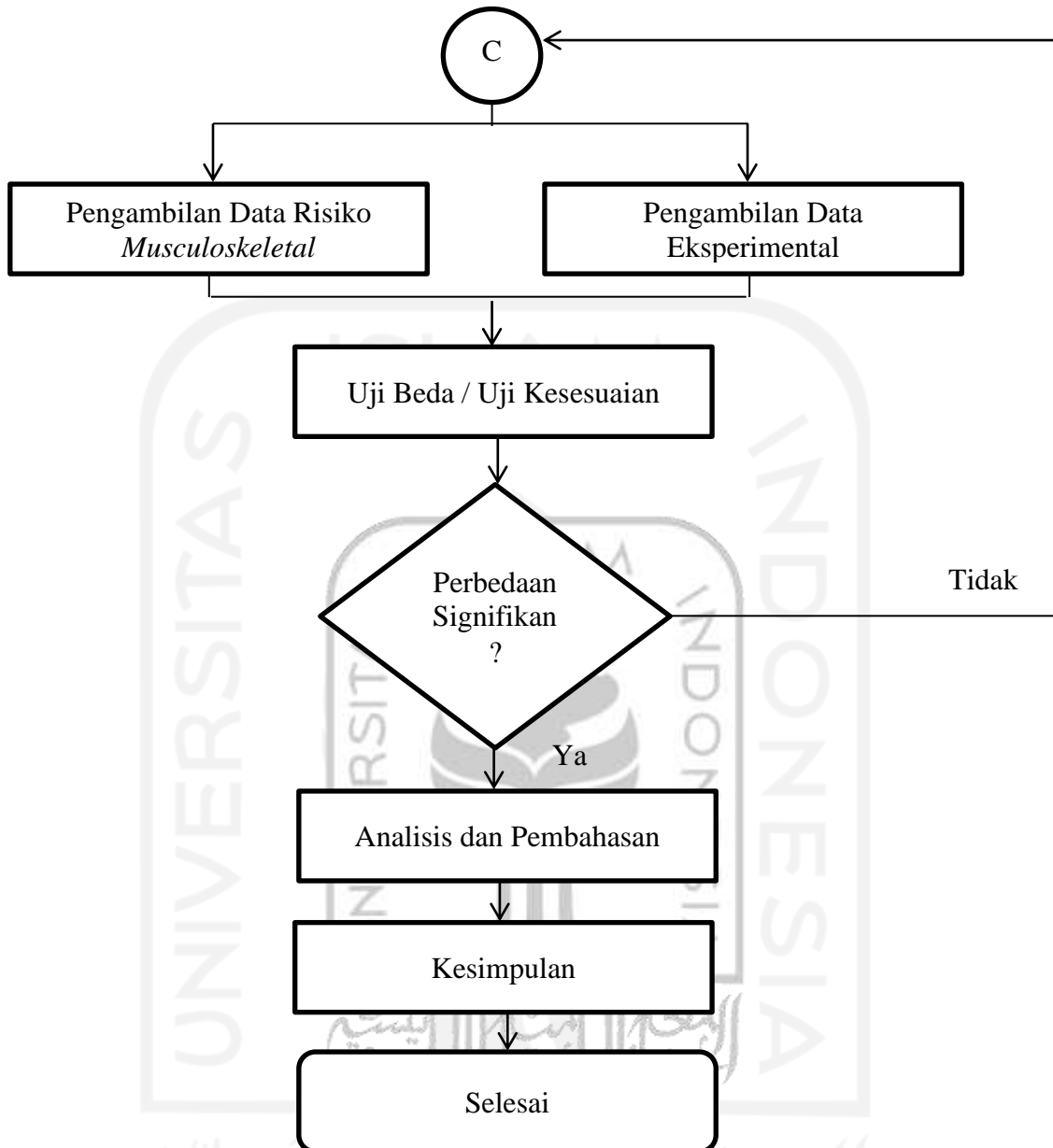
3.11.3. Tahap Perancangan



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian Tahap Perancangan

Customer attribute yang telah diperoleh kemudian dipetakan kedalam bentuk *functional requirement*, lalu memetakan *functional requirement* ke desain parameter. Setelah didapatkan hasil pemetaan desain parameter maka dibuat desain virtual dengan menggunakan *Software SolidWorks CAD 2016* untuk mengetahui *process variable*. Prosedur terakhir adalah *process domain* yaitu membuat *prototype document holder* berdasarkan *physical domain*.

3.11.4. Tahap Analisis Data



Gambar 3.0.5 Diagram Alir Penelitian Tahap Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan dengan pengambilan data risiko *musculoskeletal* dengan menggunakan kuesioner ROSA dan pengambilan data eksperimental yang berupa waktu kerja. Hasil dari data tersebut dilakukan uji beda yakni uji *marginal homogeneity* dan uji *wilcoxon signed rank test*. Uji *marginal homogeneity* dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara desain usulan yang dibuat dengan *customer attribute* yang didapatkan dan uji *wilcoxon signed rank test* digunakan untuk

mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan sebelum dan setelah penggunaan *document holder*. Setelah dilakukan analisa dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.



BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. *Customer Attribute*

Customer attributes dalam penelitian ini diperoleh melalui survei *voice of customer* yang dirangkum dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Customer Attributes*

Kode	<i>Customer Attribute</i>	Deskripsi	<i>Importance Rating</i>
CA 1	Awet	<i>Holder</i> yang kuat, dapat dipakai jangka panjang dan tidak mudah rusak.	4,10
CA 2	Desain Menarik	<i>Holder</i> memiliki desain menarik dari segi bentuk, warna, dan memiliki inovasi berupa sistem mekanik yang otomatis.	4,19
CA 3	<i>Adjustable</i>	<i>Holder</i> dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan memudahkan pengemasan.	4,27
CA 4	Nyaman	Penggunaan <i>holder</i> memberikan rasa nyaman saat digunakan serta mengurangi risiko MSDs	4,20

Importance rating menunjukkan kepentingan relatif atau prioritas yang diinginkan oleh responden pada desain yang akan dibuat melalui setiap atribut yang dapat dilihat dalam tabel 4.1. diketahui bahwa nilai tertinggi adalah pada atribut *Adjustable* sebesar 4,27 lalu atribut nyaman 4,20, desain menarik 4,19 dan atribut awet sebesar 4,10.

4.2. Model KANO

Tahapan KANO dilakukan untuk memperoleh *customer attribute*.

4.2.1. Fungsional dan Disfungsional KANO

Berdasarkan hasil survei *voice of customer* dilakukan uji validitas terhadap seluruh atribut yang dapat dilihat dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Fungsional dan Disfungsional

FUNGSIONAL			DISFUNGSIONAL		
<i>Attribute</i>	<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	Keterangan	<i>Attribute</i>	<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	Keterangan
Awet	0.000	VALID	Tidak Awet	0.000	VALID
Desain Menarik	0.000	VALID	Desain Tidak Menarik	0.000	VALID
<i>Adjustable</i>	0.000	VALID	Tidak <i>Adjustable</i>	0.000	VALID
Nyaman	0.000	VALID	Tidak Nyaman	0.000	VALID

4.2.2. Klasifikasi Atribut Model KANO

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menentukan klasifikasi berdasarkan hasil kuesioner fungsional dan disfungsional. Berikut Tabel 4.3 merupakan hasil klasifikasi model KANO.

Tabel 4.3 Klasifikasi Atribut Model KANO

Responden	Atribut			
	Awet	Desain Menarik	<i>Adjustable</i>	Mudah Digunakan
1	O	A	A	O
2	M	I	A	M
3	M	I	I	O
4	M	I	I	M
5	M	A	I	M
6	M	O	I	M
7	O	O	A	M
8	M	O	A	M
9	O	O	A	M
10	O	O	A	O
11	O	O	A	I
12	I	O	A	O
13	A	O	A	O
14	I	O	A	O
15	A	O	A	O
16	O	O	A	O
17	A	O	A	O
18	O	A	A	I
19	O	A	A	O
20	O	O	A	O

21	M	O	A	A
22	O	O	O	O
23	O	O	O	O
24	M	O	O	M
25	O	O	O	O
26	M	O	M	O
27	O	O	O	A
28	M	O	O	M
29	O	O	O	O
30	M	O	O	O
31	M	O	M	O
32	O	O	O	O
33	O	O	O	M
34	O	O	O	M
35	O	O	O	O
36	O	O	M	M
37	M	O	O	M
38	M	O	O	O
39	O	O	O	M
40	O	O	O	O
41	A	O	O	O
42	O	O	M	O
43	M	O	O	O
44	A	O	O	O
45	A	O	O	O
46	I	O	O	O
47	O	O	O	O
48	A	O	O	O
49	O	O	O	O
50	O	O	O	O
51	M	O	M	O
52	O	O	O	O
53	M	O	O	O
54	O	O	O	O
55	O	O	M	O
56	O	O	O	O
57	M	O	O	O
58	O	O	O	O
59	O	O	O	O
60	O	O	O	O
61	O	O	O	O
62	O	O	O	O
63	O	O	O	O
64	O	O	O	M

65	O	O	M	M
66	O	O	O	M
67	O	O	O	O
68	O	M	O	O
69	O	O	O	M
70	O	A	M	M

4.2.3. Tabulasi Model KANO

Pada tabel 4.3 disajikan tabulasi hasil skor fungsional dan disfungsional KANO yang dirangkum dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabulasi Model KANO

Atribut	Kategori Kano					Total
	A	M	O	I	R	
Awet	7	18	42	3	0	70
Desain Menarik	5	1	61	3	0	70
Adjustable	17	8	41	4	0	70
Nyaman	2	19	47	2	0	70

4.2.4. Kategori Tiap Atribut Model KANO

Pada tabel 4.4 merupakan hasil penjumlahan dari pengkategorian atribut dalam metode Kano yang menggunakan *Blauth's Formula* yaitu :

- Jika $(one\ dimensional + attractive + must\ be) > (indifferent + reverse + questionable)$, maka *grade* diperoleh dari ujung yang paling maksimum dari $(one\ dimensional, attractive, must\ be)$.
- Jika $(one\ dimensional + attractive + must\ be) < (indifferent + reverse + questionable)$, maka *grade* diperoleh dari ujung yang paling maksimum dari $(indifferent, reverse, questionable)$.
- Jika $(one\ dimensional + attractive + must\ be) = (indifferent + reverse + questionable)$ maka *grade* diperoleh yang paling maksimum diantara semua kategori kano yaitu $(one\ dimensional, attractive, must\ be, indifferent, reverse, questionable)$.

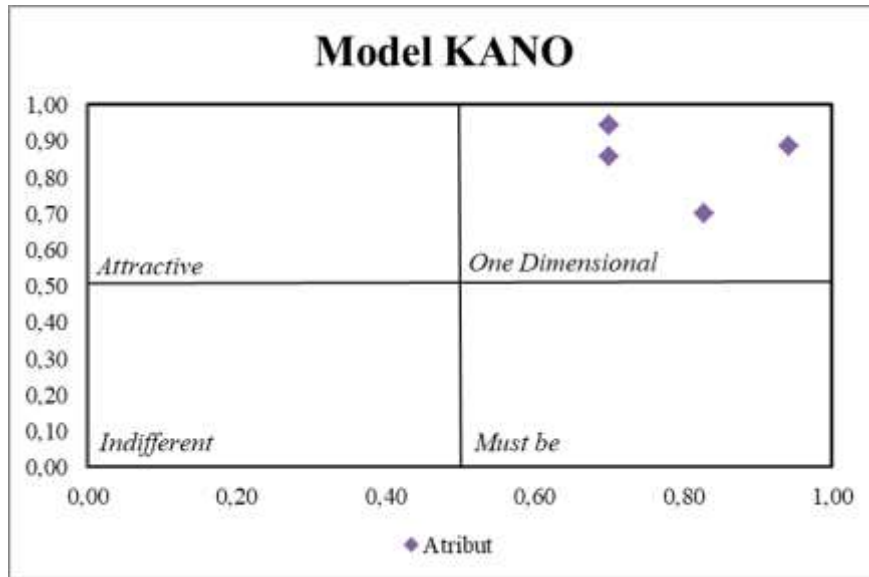
Tabel 4.5 Hasil Penjumlahan Kategori Tiap Atribut

Atribut	Kategori Kano		Total
	A+M+O	I+R+Q	
Awet	67	3	70
Desain Menarik	67	3	70
<i>Adjustable</i>	66	4	70
Nyaman	68	2	70

Berdasarkan *Blauth's Formula* diperoleh bahwa pada kategori *One dimensional* memiliki jumlah yang lebih besar dibandingkan jumlah kategori *Attractive, Must be, Questionable, Reverse* dan *Indifferent* yang lebih kecil. Hasil akhir KANO adalah kategori KANO untuk setiap atribut yang diperoleh dari nilai maksimum setiap kategori. Kategori tiap atribut dapat dilihat dalam tabel 4.6 dan gambar 4.1.

Tabel 4.6 Tabulasi Tiap Atribut Layanan Kategori Kano

Atribut	Kategori Kano						KLASIFIKASI MODEL KANO
	A	M	O	I	R	Q	
Awet	7	18	42	3	0	0	<i>One Dimensional</i>
Desain Menarik	5	1	61	3	0	0	<i>One Dimensional</i>
<i>Adjustable</i>	17	8	41	4	0	0	<i>One Dimensional</i>
Nyaman	2	19	47	2	0	0	<i>One Dimensional</i>



Gambar 4.1 Kategori Model KANO

Berdasarkan gambar 4.1. Diketahui bahwa seluruh atribut masuk dalam kategori *one dimensional*. Sehingga atribut aman, desain menarik, *Adjustable*, dan nyaman merupakan suatu atribut yang termasuk dalam kategori sangat penting untuk diprioritaskan.

4.3. Axiomatic Design

4.3.1. Pemetaan dari *Customer Attribute* (CA) ke *Functional Requirement* (FR) ke *Design Parameter* (DP).

Dari *output* uji validitas pada tabel 4.2, ditunjukkan bahwa seluruh atribut yang lolos uji karena memiliki nilai *output* lebih kecil dari 0.05 yaitu atribut awet, desain menarik, *Adjustable*, dan nyaman. Definisi dari setiap atribut yang digunakan dalam perancangan pembangkit listrik tenaga air portable dapat dilihat pada sub-sub bab dibawah ini.

Tabel 4.7 Pemetaan Atribut Awet

Kode	<i>Customer Attribute</i>	Kode	<i>Functional Requirement</i>	Kode	<i>Design Parameter</i>
CA1	Awet	FR1	Meningkatkan ketahanan pemakaian	DP1	<i>Holder</i> yang kuat
		FR1.1	Menopang beban	DP1.1	Rangka utama
		FR1.1.1	Mengurangi terjadinya kerusakan	DP1.1.1	Material akrilik ketebalan 0,3 cm
		FR1.1.1.1	Menahan beban <i>holder</i>	DP1.1.1.1	Ukuran panjang 24 cm, lebar 26 cm dan tinggi 12 cm
		FR1.2	Menopang beban roller	DP1.2	Rangka roller
		FR1.2.1	Mencegah karat	DP1.2.1	Besi ash diameter 0,4 cm
		FR1.2.1.1	Memudahkan pemasangan dokumen	DP1.2.1.1	Ukuran panjang 15,2 cm
		FR1.2.2	Menampilkan dokumen yang akan diketik	DP1.2.2	<i>Document holder</i>
		FR1.2.2.1	Mencegah kerusakan pada dokumen	DP1.2.2.1	Roller dilapisi karet rubber

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA1	Awet	FR1.3	Mengikat dokumen	DP1.3	Desain cup <i>holder</i>
		FR1.3.1	Menopang beban dokumen	DP1.3.1	<i>Paper tray</i>
		FR1.3.1.1	Meningkatkan fleksibilitas	DP1.3.1.1	Material akrilik ketebalan 0,4 cm
		FR1.3.1.1.1	Memudahkan pemasangan dokumen	DP1.3.1.1.1	Ukuran panjang 15 cm, lebar 25 cm
		FR1.4	Menjaga stabilitas dokumen pada paper tray	DP1.4	Penjepit dokumen akrilik
		FR1.4.1	Menahan dokumen	DP1.4.1	Ukuran panjang 25,5 cm dan lebar 6 cm
		FR1.5	Mencegah dokumen terjatuh	DP1.5	Penyangga akrilik
		FR1.6	Melindungi sistem elektronik	DP1.6	Box pelindung
		FR1.6.1	Meningkatkan kelenturan dan melindungi dari air	DP1.6.1	Material akrilik ketebalan 0,3 cm
		FR1.6.1.1	Meningkatkan kemanan	DP1.6.1.1	Ukuran panjang 5 cm, lebar 1 cm dan tinggi 2 cm

Tabel 4.8 Pemetaan Atribut Desain Menarik

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA2	Desain Menarik	FR2	Meningkatkan daya tarik	DP2	Desain yang inovatif
		FR2.1	Meningkatkan semangat kerja	DP2.1	Holder colorful yang berwarna warni
		FR2.1.1	Memberikan rasa ceria, bahagia, energik dan optimis	DP2.1.1	Warna kuning pada paper tray dan penjepit holder
		FR2.1.1.1	Menghasilkan warna kuning	DP2.1.1.1	Red : 255, Green : 255, Blue : 0. Hue : 40, Saturation : 240 dan Luminance : 120
		FR2.1.2	Meningkatkan energi, semangat dan kekuatan	DP2.1.2	Warna merah pada rangka stand document holder
		FR2.1.2.1	Menampilkan warna merah	DP2.1.2.1	Red : 255, Green : 0, Blue : 0. Hue : 0, Saturation : 240 dan Luminance : 120
		FR2.1.3	Memberikan kesan kesegaran dan kedamaian	DP2.1.3	Warna hijau pada penyangga kiri-kanan
		FR2.1.3.1	Menampilkan warna hijau	DP2.1.3.1	Red : 34, Green : 177, Blue : 76. Hue : 92, Saturation : 163 dan Luminance : 99
		FR2.2	Meminimalisir waktu set up	DP2.2	Sistem mekanik pemutar yang otomatis
		FR2.2.1	Menjalankan sistem otomatis	DP2.2.1	Arduino Pro Micro

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA2	Desain menarik	FR2.2.1.1	Menjalankan sistem pemutar	DP2.2.1.1	Motor Servo SG90 4,5-6 volt
		FR2.2.2	Memutar dokumen	DP2.2.2	4 buah roller kecil ukuran 1 cm
		FR2.2.3	Menggerakkan roller	DP2.2.3	Bearing
		FR2.3	Menyandarkan dokumen	DP2.3	Sandaran dokumen
		FR2.3.1	Menjaga stabilitas	DP2.3.1	Berbentuk persegi panjang
		FR2.4	Memudahkan pengontrolan dokumen	DP2.4	Mini Software
		FR2.4.1	Menampilkan sistem control	DP2.4.1	Software "SDH"
		FR2.5	Memudahkah pergantian dokumen	DP2.5	Tombol up & down pada keyboard / pada aplikasi
		FR2.6	Menghubungkan ke laptop/pc	DP2.6	Kabel USB

Tabel 4.9 Pemetaan Atribut *Adjustable*

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA3	Adjustable	FR3	Memudahkan pengaturan	DP3	Holder yang fleksibel
		FR3.1	Memudahkan pemasangan	DP3.1	Penjepit <i>holder</i>
		FR3.1.1	Meningkatkan daya rekat	DP3.1.1	Pemasangan kiri dan kanan
		FR3.2	Memudahkan set up dokumen	DP3.2	<i>Feeder portable</i>
		FR3.2.1	Memudahkan pengaturan ukuran dokumen	DP3.2.1	Pengatur ukuran dokumen
		FR3.2.1.1	Mencegah pergeseran dokumen	DP3.2.1.1	Arranger paper tray
		FR3.2.2	Memudahkan pengemasan <i>feeder</i>	DP3.2.2	Dapat dilipat menyatu dengan <i>holder</i>
		FR3.3	Mendorong dokumen ke stand <i>holder</i>	DP3.3	Bidang miring
		FR3.3.1	Meningkatkan kecepatan dokumen ke stand <i>holder</i>	DP3.3.1	PVC Ukuran panjang 10 cm dan lebar 3,5 cm
		FR3.4	Menahan dokumen yang diketik	DP3.4	<i>Stand Document holder</i>
		FR3.4.1	Memudahkan pengaturan ketinggian	DP3.4.1	Tinggi minimum penyangga 8 cm dan maksimum 12 cm
		FR3.4.1.1	Menahan posisi dokumen	DP3.4.1.1	Penjepit dokumen

FR3.5	Memudahkan pengaturan kemiringan dokumen	DP3.5	Pengatur kemiringan
FR3.6	Memudahkan penyimpan dokumen	DP3.6	<i>Last Stand Document</i>
FR3.6.1	Mendorong dokumen ke <i>last stand</i>	DP3.6.1	Penyangga miring kiri dan kanan
FR3.6.2	Memudahkan pengemasan <i>last stand</i>	DP3.6.2	Dapat dilipat ke kiri dan ke kanan

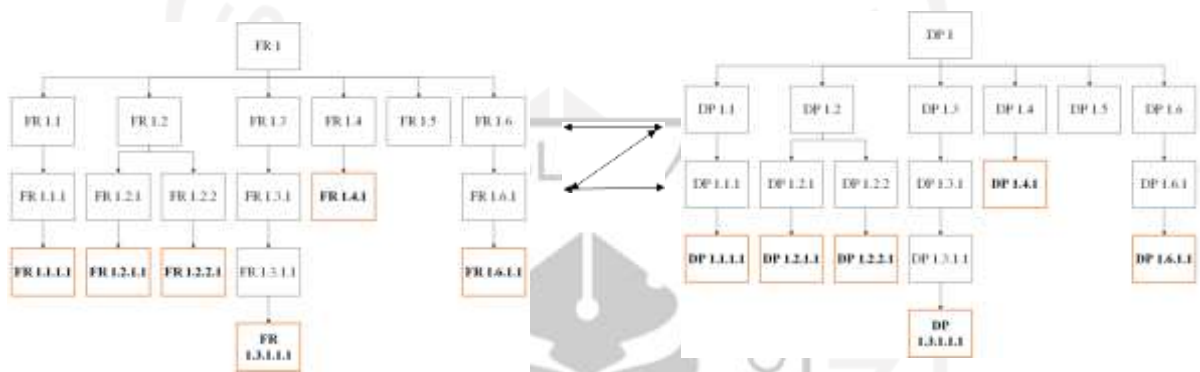
Tabel 4.10 Pemetaan Atribut Nyaman

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA4	Nyaman	FR4	Mengurangi risiko MSDs saat bekerja	DP4	Desain ergonomis
		FR4.1	Mengurangi sindrom MSDs	DP4.1	Desain stand <i>holder</i> yang ergonomis
		FR4.1.1	Mengurangi risiko cedera pada leher	DP4.1.1	Dimensi stand <i>holder</i> yang sesuai dimensi tinggi mata duduk pengguna
		FR4.2	Menjaga posisi leher yang natural	DP4.2	Posisi <i>holder</i> diatas monitor
		FR4.2.1	Mencegah fleksi berlebihan	DP4.2.1	Kemiringan diatur pada stand <i>holder</i>
		FR4.3	Menjaga posisi duduk yang natural	DP4.3	Desain kontroling <i>holder</i>
		FR4.3.1	Mengurangi risiko cedera pada punggung	DP4.3.1	Dimensi posisi kontroling sesuai dimensi jangkauan tangan pengguna

4.3.2. Hirarki dan Dekomposisi *Functional Requirements (FR)* dan *Design Parameters (DP)*

4.3.2.1. Atribut Awet

Awet menjadi salah satu atribut yang dibutuhkan pengguna dalam desain *document holder*. Awet didefinisikan sebagai *holder* yang memiliki rangka yang kuat, dapat dipakai jangka panjang dan tidak mudah rusak. Dalam penelitian ini, atribut awet di khususkan pada penggunaan material bagian rangka dan *body holder*. Hirarki dan dekomposisi atribut awet dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Hirarki *Customer Attribute* 1

Berdasarkan gambar 4.2. untuk memenuhi fungsi utama dalam atribut awet didesain *holder* yang kuat (DP1) untuk meningkatkan ketahanan pemakaian (FR1). Ukuran panjang 15,3 cm dan lebar 25,6 cm (DP1.1.1.1) digunakan untuk menahan beban *holder* (FR1.1.1.1) dengan material akrilik ketebalan 0,3 cm (DP1.1.1) untuk mengurangi terjadinya kerusakan (FR1.1.1) pada rangka utama (DP1.1) yang berfungsi menopang beban (FR1.1).

Roller dilapisi karet rubber (DP1.2.2.1) berfungsi untuk mencegah kerusakan pada dokumen (FR1.2.2.1) yang sedang berada di *document holder* (DP1.2.2) sehingga dapat menampilkan dokumen yang akan diketik tanpa membuat dokumen kusut/terlipat (FR1.2.2). Ukuran panjang 15,2 cm (DP1.2.1.1) berfungsi memudahkan pemasangan dokumen (FR1.2.1.1) dengan material besi ash diameter 0,4 cm (DP1.2.1) sehingga mencegah karat (FR1.2.1) pada rangka roller (DP1.2) yang memiliki fungsi menopang beban roller (FR1.2).

Ukuran panjang 15 cm dan lebar 25 cm (DP1.3.1.1.1) berfungsi memudahkan pemasangan dokumen (FR1.3.1.1.1) dengan menggunakan material

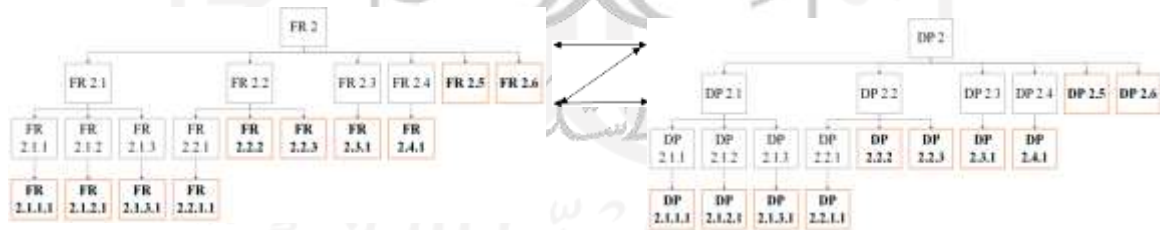
akrilik 0,4 cm (DP1.3.1.1) yang dapat meningkatkan fleksibilitas (FR1.3.1.1) pada *paper tray* (DP1.3.1) sehingga dapat menopang beban dokumen (FR1.3.1), Ini diperlukan dalam desain *cup holder* (DP1.3) yang berfungsi mengikat dokumen (FR1.3).

Dengan ukuran panjang 4 cm dan lebar 25,6 cm (DP1.4.1) digunakan untuk menahan dokumen (FR1.4.1) dalam bentuk penjepit dokumen akrilik (DP1.4) yang berfungsi menjaga stabilitas dokumen pada *paper tray* (FR1.4). Penyangga kiri dan kanan (DP 1.5) berfungsi untuk mencegah dokumen terjatuh.

Ukuran panjang 5 cm, lebar 1 cm dan tinggi 2 cm (DP1.6.1.1) digunakan untuk meningkatkan keamanan (FR1.6.1.1) dengan material akrilik ketebalan 0,3 cm (DP1.6.1) yang berfungsi meningkatkan kelenturan dan melindungi dari air (FR1.6.1) menggunakan *box pelindung* (DP1.6) sehingga dapat melindungi sistem elektronik (FR1.6).

4.3.2.2. Atribut Desain Menarik

Desain menarik dalam penelitian ini didefinisikan sebagai *holder* memiliki desain menarik dari segi bentuk, warna, dan memiliki inovasi berupa sistem mekanik otomatis. Hirarki dan dekomposisi atribut awet dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Hirarki *Customer Attribute 2*

Berdasarkan gambar 4.3 diketahui bahwa parameter desain yang inovatif (DP2) berfungsi untuk memenuhi fungsi utama meningkatkan daya tarik (FR2).

Desain parameter *Red* : 34, *Green* : 177, *Blue* : 76. *Hue* : 92, *Saturation* : 163 dan *Luminance* : 99 (DP2.1.3.1) digunakan untuk menampilkan warna hijau (FR2.1.3.1) Warna hijau pada penyangga kiri-kanan (DP2.1.3) berfungsi memberikan kesan kesegaran dan kedamaian (FR2.1.3). *Red* : 255, *Green* : 0, *Blue* : 0. *Hue* : 0, *Saturation* : 240 dan *Luminance* : 120 (DP2.1.2.1) digunakan

untuk menampilkan warna merah (FR2.1.2.1) Warna merah pada rangka *stand document holder* (DP2.1.2) berfungsi meningkatkan energi, semangat, dan kekuatan. Desain parameter *Red* : 255, *Green* : 255, *Blue* : 0. *Hue* : 40, *Saturation* : 240 dan *Luminance* : 120 (DP2.1.1.1) digunakan untuk menghasilkan warna kuning (FR2.1.1.1) pada *paper tray* dan penjepit *holder* (DP2.1.1) yang berfungsi memberikan rasa ceria, bahagia, energik, dan optimis (FR2.1.1). *Holder colorful* yang berwarna warni (DP2.1) dibuat untuk meningkatkan semangat kerja (FR2.1).

Desain parameter berbentuk persegi (DP2.3.1) berfungsi menjaga stabilitas (FR2.3.1) pada sandaran dokumen (DP2.3). *Bearing* (DP2.2.3) digunakan untuk menggerakkan roller (FR2.2.3). 4 Buah roller kecil ukuran 1 cm (DP2.2.2) berfungsi memutar dokumen (FR2.2.2) dengan menggunakan motor servo SG90 4,5 – 6 volt (DP2.2.1.1) untuk menjalankan sistem pemutar (FR2.2.1.1) yang terhubung pada *arduino pro micro* (DP2.2.1) yang berfungsi menjalankan sistem otomatis (FR2.2.1) pada sistem mekanik pemutar yang otomatis (FR2.2) sehingga dapat memenuhi fungsi meminimalisir waktu *set up* (FR2.2).

Dalam membuat desain yang inovatif digunakan *software “stand document holder”* (DP2.4.1) yang berfungsi menampilkan sistem kontrol (FR2.4.1) dengan *mini software* (DP2.4) sehingga memudahkan kontroling dokumen (FR2.4). Desain parameter tombol up & down pada keyboard atau pada aplikasi (DP2.5) digunakan untuk memudahkan pergantian dokumen (FR2.5). Kabel USB (DP2.6) digunakan untuk menghubungkan *holder* ke laptop atau pc (FR2.6).

4.3.2.3. Atribut Adjustable

Adjustable dalam penelitian ini didefinisikan sebagai *holder* yang tinggi-rendah dan kemiringan *holder* dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Desain yang *Adjustable* terkait dengan kaki *holder* dan tempat dokumen yang akan diketik. Hirarki dan dekomposisi atribut awet dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Hirarki *Customer Attribute 3*

Berdasarkan gambar 4.4 diketahui bahwa parameter *holder* yang fleksibel (DP3) berfungsi untuk memenuhi fungsi utama memudahkan pengaturan (FR3).

Pemasangan kiri dan kanan (DP3.1.1) berfungsi meningkatkan daya rekat (FR3.1.1) pada penjepit *holder* (DP3.1) sehingga memudahkan pemasangan (FR3.1).

Untuk memudahkan pengemasan *feeder* (FR3.2.2), maka dapat dilipat menyatu dengan *holder* (DP3.2.2). Desain parameter *arranger paper tray* (DP3.2.1.1) berfungsi mencegah pergeseran dokumen (FR3.2.1.1). Pengatur ukuran dokumen (DP3.2.1) digunakan untuk memudahkan pengaturan ukuran dokumen (FR3.2.1) pada *feeder portable* (DP3.2) yang berfungsi memudahkan *set up* dokumen (FR3.2).

Desain parameter PVC Ukuran panjang 10 cm dan lebar 3,5 cm (DP3.3.1) digunakan untuk meningkatkan kecepatan dokumen ke stand *holder* (FR3.3.1) pada bidang miring (DP3.3) sehingga memudahkan mendorong dokumen ke stand *holder* (FR3.3).

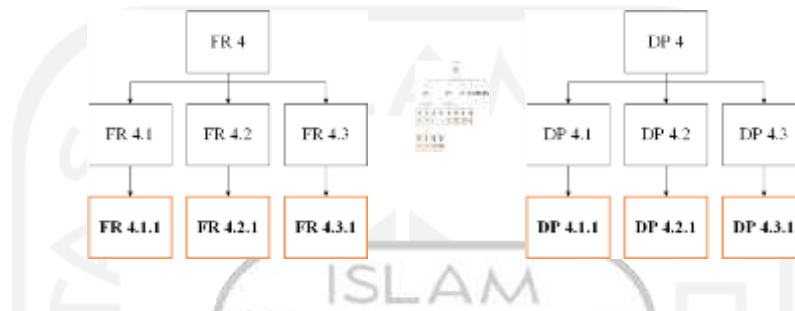
Penjepit dokumen (DP3.4.1.1) digunakan untuk menahan posisi dokumen (FR3.4.1.1) pada tinggi minimum penyangga 8 cm dan maksimum 12 cm (DP3.4.1) sehingga memudahkan pengaturan ketinggian (FR3.4.1) pada *stand document holder* (DP3.4) yang dapat menahan dokumen yang diketik (FR3.4). Desain parameter Pengatur kemiringan (DP3.5) berfungsi untuk Memudahkan pengaturan kemiringan dokumen (FR3.5)

Salah satu desain parameter *Adjustable* adalah dapat dilipat ke kiri dan kanan (DP3.6.2) sehingga memudahkan pengemasan *last stand* (FR3.6.2). Desain penyangga miring kiri dan kanan (DP3.6.1) berfungsi untuk mendorong dokumen

ke *last stand* (FR3.6.1). *Last stand document* (DP3.6) dibuat untuk memudahkan penyimpanan dokumen (FR3.6).

4.3.2.4. Atribut Nyaman

Nyaman dalam penelitian ini adalah penggunaan *holder* memberikan rasa nyaman saat digunakan serta mengurangi risiko MSDs.. Hirarki dan dekomposisi atribut awet dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Hirarki *Customer Attribute 4*

Berdasarkan gambar 4.5. diketahui desain parameter Dimensi posisi kontroling sesuai data antropometri persentil 5 dan persentil 95 dimensi jangkauan tangan (DP4.3.1) berfungsi untuk mengurangi risiko cedera pada punggung (FR4.3.1) sehingga didesain kontroling *holder* (DP4.3) untuk menjaga posisi duduk yang natural (FR4.3).

Kemiringan diatur pada *stand holder* (DP4.2.1) untuk mencegah fleksi berlebihan (FR4.2.1) sehingga posisi *holder* diatas monitor (DP4.2) untuk menjaga posisi leher yang natural (FR4.2). Dimensi *stand holder* yang sesuai dimensi tinggi mata duduk pengguna (DP4.1.1) digunakan untuk mengurangi risiko cedera pada leher (FR4.1.1). Ukuran tersebut diimplementasikan dalam desain *stand holder* yang ergonomis (DP4.1) untuk memenuhi fungsi mengurangi sindrom MSDs (FR4.1). Sehingga dengan desain ergonomis (DP4) dapat mengurangi sindrom MSDs saat bekerja (FR4).

4.3.3. Zigzagging

Untuk mencapai desain parameter, *functional requirement* harus diuraikan lebih detail dengan proses zigzag dan sesuai dengan struktur hirarki menggunakan model matematis pada persamaan (3).

4.3.3.1. Atribut Awet

Proses dekomposisi menghasilkan FR1 dan DP1 tingkat kedua hingga tingkat keempat.

1. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan FR1 tingkat kedua yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1,1} = Menopang beban

FR_{1,2} = Menopang beban *roller*

FR_{1,3} = Mengikat dokumen

FR_{1,4} = Menjaga stabilitas dokumen pada *paper tray*

FR_{1,5} = Mencegah dokumen terjatuh

FR_{1,6} = Melindungi sistem elektronik

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1,1} = Rangka utama

DP_{1,2} = Rangka roller

DP_{1,3} = Desain cup *holder*

DP_{1,4} = Penjepit dokumen akrilik

DP_{1,5} = Penyangga kiri dan kanan

DP_{1,6} = Box Pelindung

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level dua dari atribut 1 awet adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{1,1} \\ FR_{1,2} \\ FR_{1,3} \\ FR_{1,4} \\ FR_{1,5} \\ FR_{1,6} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1,1} \\ DP_{1,2} \\ DP_{1,3} \\ DP_{1,4} \\ DP_{1,5} \\ DP_{1,6} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 1 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

2. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR1.1 menghasilkan tingkat ketiga yang terdiri dari enam persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1.1} = Mengurangi terjadinya kerusakan

FR_{1.2.1} = Mencegah karat

FR_{1.2.2} = Menampilkan dokumen yang akan diketik

FR_{1.3.1} = Menopang beban dokumen

FR_{1.4.1} = Menahan dokumen

FR_{1.6.1} = Meningkatkan kelenturan dan melindungi dari air

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1.1} = Material akrilik ketebalan 0,3 cm

DP_{1.2.1} = Besih ash diameter 0,4 cm

DP_{1.2.2} = *Document holder*

DP_{1.3.1} = *Paper tray*

DP_{1.4.1} = Ukuran panjang 4 cm dan lebar 25,6 cm

DP_{1.6.1} = Material akrilik ketebalan 0,3 cm

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level ketiga dari atribut 1 awet adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{1.1.1} \\ FR_{1.2.1} \\ FR_{1.2.2} \\ FR_{1.3.1} \\ FR_{1.4.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1.1.1} \\ DP_{1.2.1} \\ DP_{1.2.2} \\ DP_{1.3.1} \\ DP_{1.4.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 pada tingkat ketiga menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti tingkat ketiga dalam atribut 1 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

3. Tingkat Keempat

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan tingkat keempat yang terdiri dari lima persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1.1.1} = Menahan beban *holder*

FR_{1.2.1.1} = Memudahkan pemasangan dokumen

FR_{1.2.2.1} = Mencegah kerusakan pada dokumen

FR_{1.3.1.1} = Meningkatkan fleksibilitas

FR_{1.6.1.1} = Meningkatkan keamanan

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1.1.1} = Ukuran panjang 15,3 cm dan lebar 25,6 cm

DP_{1.2.1.1} = Ukuran panjang 15,2 cm

DP_{1.2.2.1} = *Roller* dilapisi karet rubber

DP_{1.3.1.1} = Material akrilik ketebalan 0,4 cm

DP_{1.6.1.1} = Ukuran panjang 5 cm, lebar 1 cm dan tinggi 2 cm

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level keempat dari atribut 1 awet adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{1.1.1.1} \\ FR_{1.2.1.1} \\ FR_{1.2.2.1} \\ FR_{1.3.1.1} \\ FR_{1.6.1.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1.1.1.1} \\ DP_{1.2.1.1} \\ DP_{1.2.2.1} \\ DP_{1.3.1.1} \\ DP_{1.6.1.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 pada tingkat keempat menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti tingkat keempat dalam atribut 1 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

4. Tingkat Kelima

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan tingkat kelima yang terdiri dari satu persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.3.1.1.1} = Memudahkan pemasangan dokumen

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.3.1.1.1} = Ukuran panjang 15 cm dan lebar 25 cm

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level kelima dari atribut 1 awet adalah sebagai berikut :

$$\{FR_{1.3.1.1.1}\} = [1]\{DP_{1.3.1.1.1}\}$$

Proses zigzagging atribut 1 pada tingkat kelima menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti tingkat keempat dalam atribut 1 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

4.3.3.2. Atribut Desain Menarik

1. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR2 menghasilkan tingkat kedua yang terdiri dari enam persyaratan fungsional yaitu :

FR_{2.1} = Meningkatkan semangat kerja

FR_{2.2} = Meminimalisir waktu *set up*

FR_{2.3} = Menyandarkan dokumen

FR_{2.4} = Memudahkan kontroling dokumen

FR_{2.5} = Memudahkan pergantian dokumen

FR_{2.6} = Menghubungkan ke laptop/PC

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{2.1} = *Holder colorful* yang berwarna warni

DP_{2.2} = Sistem mekanik pemutar yang otomatis

DP_{2.3} = Sandaran dokumen

DP_{2.4} = Mini software

DP_{2.5} = Tombol up & down pada keyboard / pada aplikasi

DP_{2.6} = Kabel USB

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level dua dari atribut 2 desain menarik adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{2.1} \\ FR_{2.2} \\ FR_{2.3} \\ FR_{2.4} \\ FR_{2.5} \\ FR_{2.6} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{2.1} \\ DP_{2.2} \\ DP_{2.3} \\ DP_{2.4} \\ DP_{2.5} \\ DP_{2.6} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 2 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 2 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

2. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR2 menghasilkan tingkat kedua yang terdiri dari delapan persyaratan fungsional yaitu :

FR_{2.1.1} = Memberikan rasa ceria, bahagia, energik dan optimis

FR_{2.1.2} = Meningkatkan energi, semangat dan kekuatan

FR_{2.1.3} = Memberikan kesan kesegaran dan kedamaian

FR_{2.2.1} = Menjalankan sistem otomatis

FR_{2.2.2} = Memutar dokumen

FR_{2.2.3} = Menggerakkan roller

FR_{2.3.1} = Menjaga stabilitas

FR_{2.4.1} = Menampilkan sistem kontrol

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{2.1.1} = Warna kuning pada paper tray dan penjepit *holder*

DP_{2.1.2} = Warna merah pada rangka *stand document holder*

DP_{2.1.3} = Warna hijau pada penyangga kiri-kanan, penjepit dokumen dan *arranger paper tray*

DP_{2.2.1} = Arduino pro micro

DP_{2.2.2} = 4 buah roller kecil ukuran 1 cm

DP_{2.2.3} = *Bearing*

DP_{2.3.1} = Berbentuk persegi panjang

DP_{2.4.1} = *Software "Stand Document Holder"*

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level tiga dari atribut 2 desain menarik adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{2.1.1} \\ FR_{2.1.2} \\ FR_{2.1.3} \\ FR_{2.2.1} \\ FR_{2.2.2} \\ FR_{2.2.3} \\ FR_{2.3.1} \\ FR_{2.4.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{2.1.1} \\ DP_{2.1.2} \\ DP_{2.1.3} \\ DP_{2.2.1} \\ DP_{2.2.2} \\ DP_{2.2.3} \\ DP_{2.3.1} \\ DP_{2.4.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 2 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level ketiga dalam atribut 2 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

4.3. Tingkat Keempat

Proses dekomposisi FR2 menghasilkan tingkat keempat yang terdiri dari enam persyaratan fungsional yaitu :

FR_{2.1.1.1} = Menghasilkan warna kuning

FR_{2.1.2.1} = Menghasilkan warna merah

FR_{2.1.3.1} = Menghasilkan warna hijau

FR_{2.2.1.1} = Memberikan rasa keamanan dan kesetaraan, keakraban dan stabilitas

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{2.1.1.1} = Red: 225, Green: 255, Blue: 0, Hue: 40, Saturation: 240 dan
Luminance: 120

DP_{2.1.2.1} = Red: 225, Green: 0, Blue: 0, Hue: 0, Saturation: 240 dan
Luminance: 120

DP_{2.1.3.1} = Red: 34, Green: 177, Blue: 76, Hue: 92, Saturation: 163 dan
Luminance: 99

DP_{2.2.1.1} = Motor servo SG90 4,5-6 volt

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level keempat dari atribut 2 desain menarik adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{2.1.1.1} \\ FR_{2.1.2.1} \\ FR_{2.1.3.1} \\ FR_{2.2.1.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{2.1.1.1} \\ DP_{2.1.2.1} \\ DP_{2.1.3.1} \\ DP_{2.2.1.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 2 pada tingkat keempat menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti tingkat keempat dalam atribut 2 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

4.3.3.3. Atribut Adjustable

1. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR3 menghasilkan tingkat kedua yang terdiri dari enam persyaratan fungsional yaitu :

FR_{3,1} = Memudahkan pemasangan

FR_{3,2} = Memudahkan set up dokumen

FR_{3,3} = Mendorong dokumen ke *stand holder*

FR_{3,4} = Menahan dokumen yang diketik

FR_{3,5} = Memudahkan pengaturan kemiringan dokumen

FR_{3,6} = Memudahkan penyimpanan dokumen

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{3,1} = Penjepit *holder*

DP_{3,2} = *Feeder portable*

DP_{3,3} = Bidang miring

DP_{3,4} = *Stand document holder*

DP_{3,5} = Pengatur kemiringan

DP_{3,6} = *Last stand document*

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level dua dari atribut 3 *Adjustable* adalah sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} FR_{3,1} \\ FR_{3,2} \\ FR_{3,3} \\ FR_{3,4} \\ FR_{3,5} \\ FR_{3,6} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} DP_{3,1} \\ DP_{3,2} \\ DP_{3,3} \\ DP_{3,4} \\ DP_{3,5} \\ DP_{3,6} \end{pmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 3 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 3 adalah *independence*

axiom. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

2. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR3 menghasilkan tingkat ketiga yang terdiri dari tujuh persyaratan fungsional yaitu :

FR_{3.1.1} = Meningkatkan daya rekat

FR_{3.2.1} = Memudahkan pengaturan ukuran dokumen

FR_{3.2.2} = Memudahkan pengemasan *feeder*

FR_{3.3.1} = Meningkatkan kecepatan dokumen ke stand *holder*

Memudahkan pengemasan *feeder*

FR_{3.4.1} = Memudahkan Pengaturan ketinggian dokumen

FR_{3.5.1} = Mendorong dokumen ke *last stand*

FR_{3.5.2} = Memudahkan pengemasan *last stand*

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{3.1.1} = Pemasangan kiri dan kanan

DP_{3.2.1} = Pengatur ukuran dokumen

DP_{3.2.2} = Dapat dilipat menyatu dengan *holder*

DP_{3.3.1} = PVC Ukuran panjang 10 cm dan lebar 3,5 cm

DP_{3.4.1} = Tinggi minimum penyangga 8 cm dan maksimum 12 cm

DP_{3.6.1} = Penyangga miring kiri dan kanan

DP_{3.6.2} = Dapat dilipat ke kiri dan ke kanan

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level tiga dari atribut 3 *Adjustable* adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{3.1.1} \\ FR_{3.2.1} \\ FR_{3.2.2} \\ FR_{3.4.1} \\ FR_{3.6.1} \\ FR_{3.6.2} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{3.1.1} \\ DP_{3.2.1} \\ DP_{3.2.2} \\ DP_{3.4.1} \\ DP_{3.6.1} \\ DP_{3.6.2} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 3 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level ketiga dalam atribut 3 adalah *independence*

axiom. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

4.4. Tingkat Keempat

Proses dekomposisi FR3 menghasilkan tingkat keempat yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{3.2.1.1} = Mencegah pergeseran dokumen

FR_{3.4.1.1} = Menahan posisi dokumen

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{3.2.1.1} = *Arranger paper tray*

DP_{3.4.1.1} = Penjepit dokumen

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level keempat dari atribut 3 *Adjustable* adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{3.2.1.1} \\ \text{FR}_{3.4.1.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{FR}_{3.2.1.1} \\ \text{FR}_{3.4.1.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 3 pada tingkat keempat menggambarkan *uncoupled design* atau *triangular design matrix* yang berarti tingkat keempat dalam atribut 3 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

4.3.3.4. Atribut Nyaman

1. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR4 menghasilkan tingkat kedua yang terdiri dari tiga persyaratan fungsional yaitu :

FR_{4.1} = Meminimalisir sindrom MSDs

FR_{4.2} = Menjaga posisi leher yang natural

FR_{4.3} = Menjaga posisi duduk yang natural

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{4.1} = Desain stand *holder* yang ergonomis

DP_{4.2} = Posisi *holder* diatas monitor

DP_{4.3} = Desain konroling *holder*

Berdasarkan persamaan (2) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level dua dari atribut 4 nyaman adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{4.1} \\ FR_{4.2} \\ FR_{4.3} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{4.1} \\ DP_{4.2} \\ DP_{4.3} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 4 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 4 adalah *independence axiom*. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.

2. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR₄ menghasilkan tingkat ketiga yang terdiri dari tiga persyaratan fungsional yaitu :

FR_{4.1.1} = Mengurangi risiko cedera pada leher

FR_{4.2.1} = Mencegah fleksi berlebihan

FR_{4.3.1} = Mengurangi risiko cedera punggung

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{4.1.1} = Dimensi stand *holder* yang sesuai data antropometri persentil 5 dan persentil 95 dimensi tinggi mata duduk

DP_{4.2.1} = Kemiringan diatur pada stand *holder*

DP_{4.3.1} = Dimensi kaki *holder* yang sesuai data antropometri persentil 5 dan persentil 95 dimensi jangkauan tangan

Berdasarkan persamaan (3) dideskripsikan keterkaitan antara FR dan DP dalam level tiga dari atribut 4 nyaman adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{4.1.1} \\ FR_{4.2.1} \\ FR_{4.3.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{4.1.1} \\ DP_{4.2.1} \\ DP_{4.3.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 4 menggambarkan *uncoupled design* atau *diagonal design matrix* yang berarti level ketiga dalam atribut 4 adalah *independence*

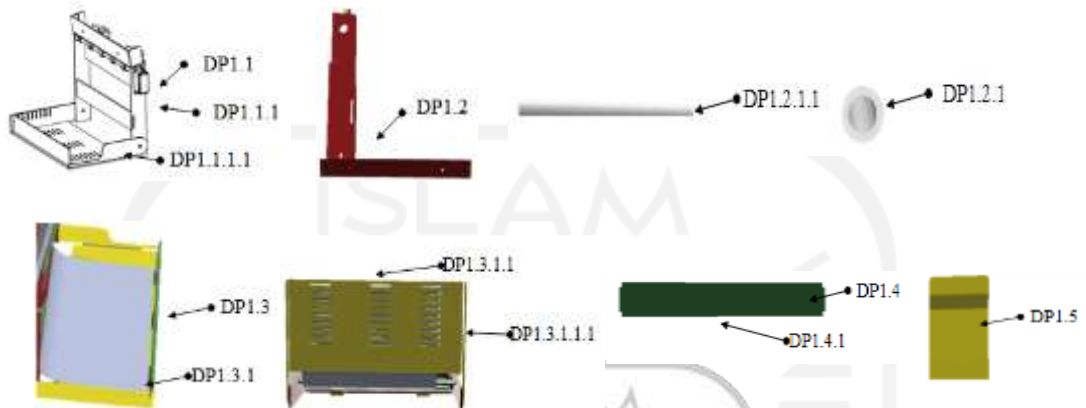
axiom. Setiap *functional requirement* hanya dipenuhi oleh satu *design parameter* saja sehingga tidak mempengaruhi *functional requirement* lain. Hal ini membuktikan independensi dari atribut desain ini.



4.3.4. Virtual Design

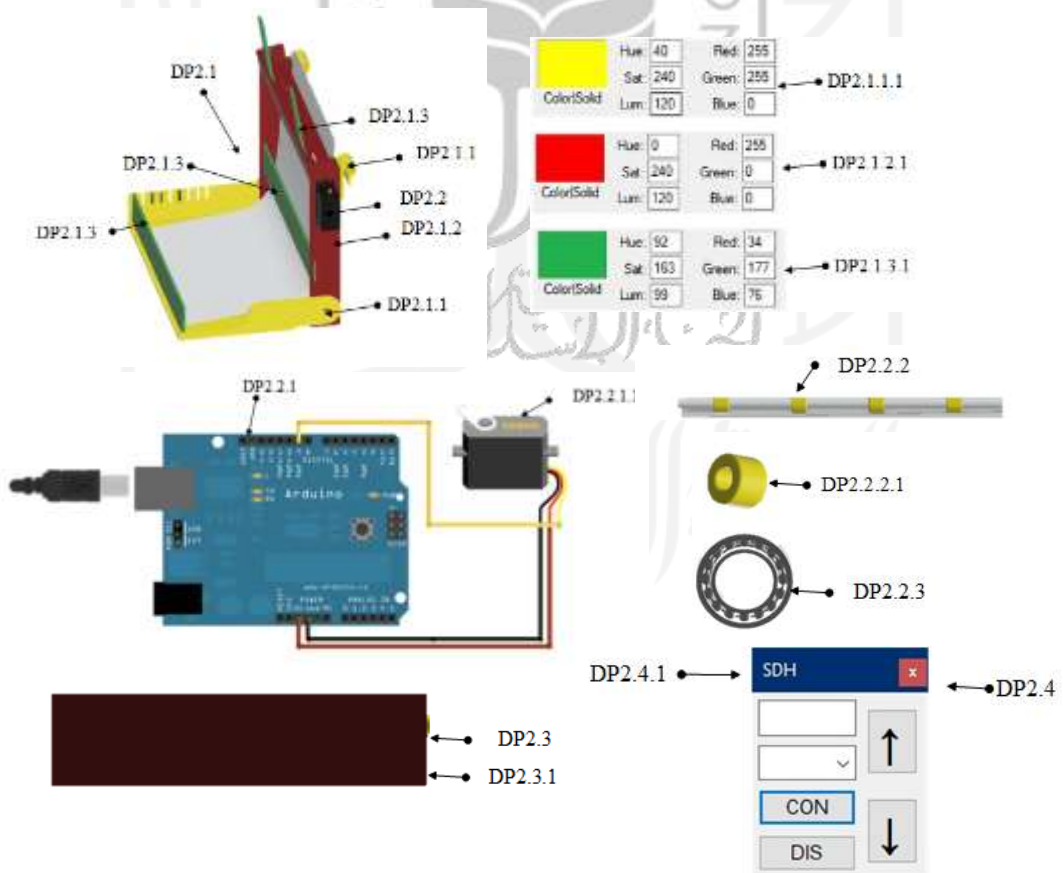
Virtual design berupa gambar 3D dibuat berdasarkan hasil *mapping* dari *functional requirement – design parameter* dari masing-masing atribut.

4.3.4.1. Atribut Awet



Gambar 4.6 Atribut Awet

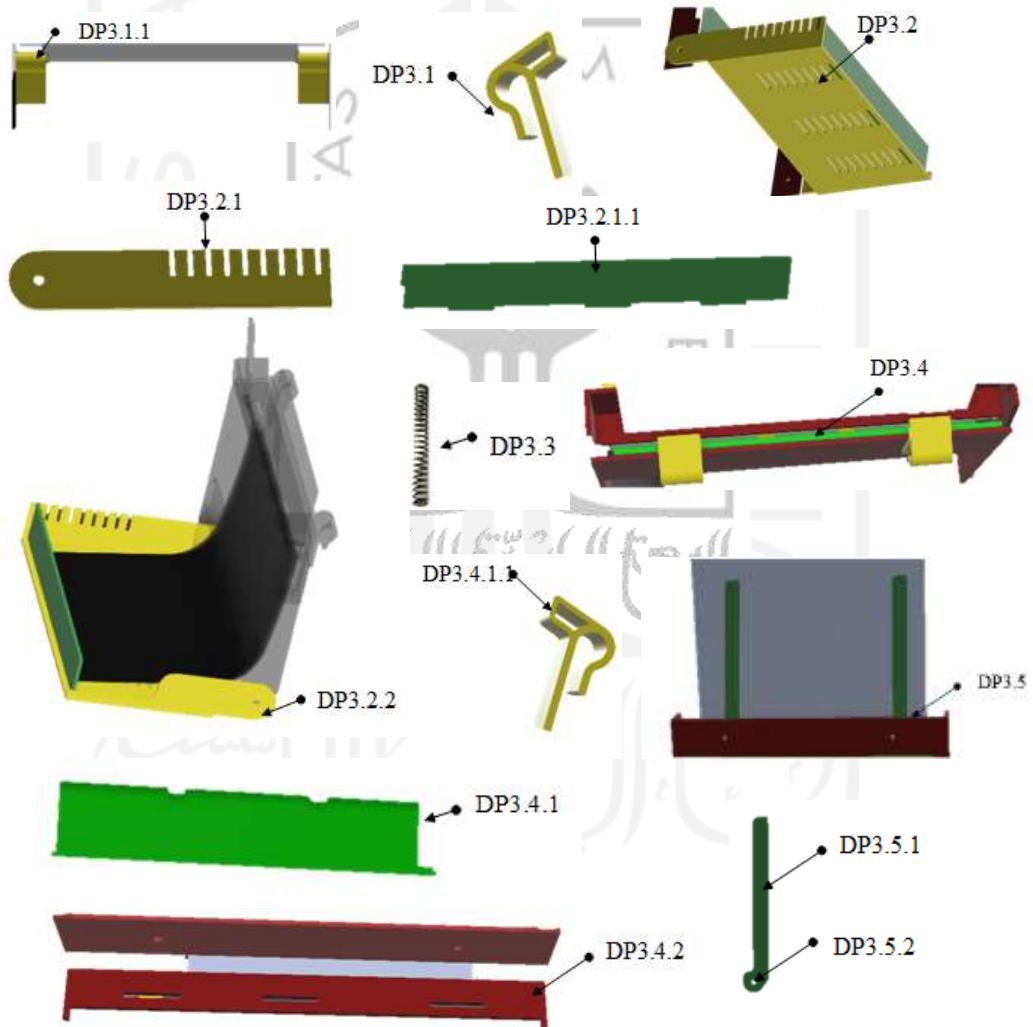
4.3.4.2. Atribut Desain Menarik





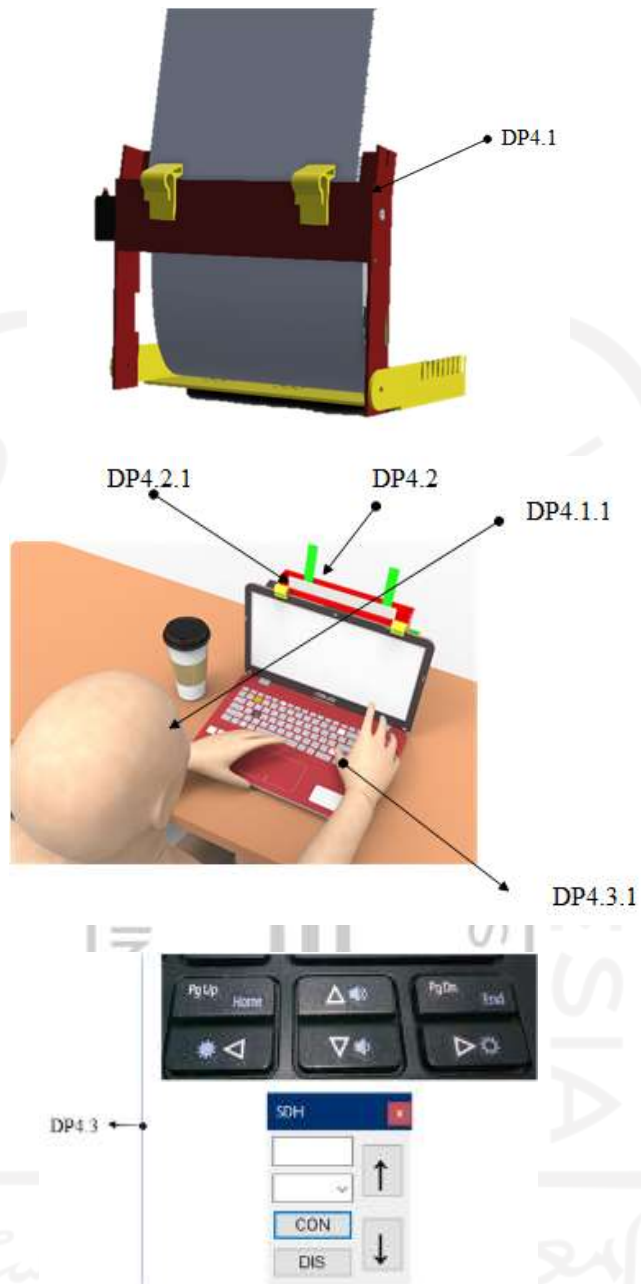
Gambar 4.7 Atribut Desain Menarik

4.3.4.3. Atribut *Adjustable*



Gambar 4.8 Atribut *Adjustable*

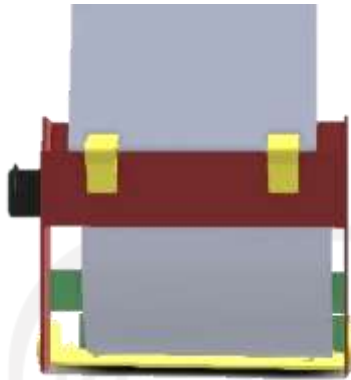
4.3.4.4. Atribut Nyaman



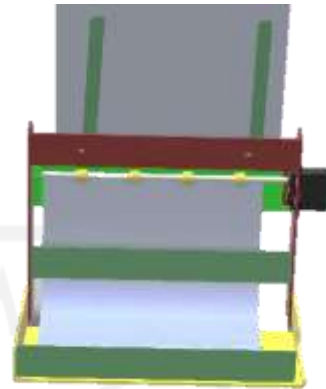
Gambar 4.9 Atribut Nyaman

4.3.5. Desain *Stand Document Holder*

Desain *stand document holder* secara utuh dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



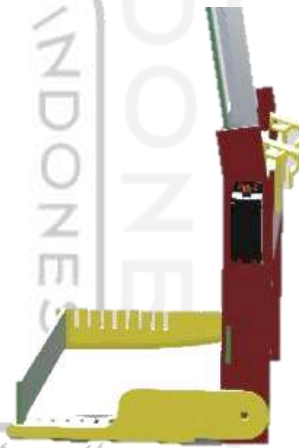
Gambar 4.10 Tampak Depan



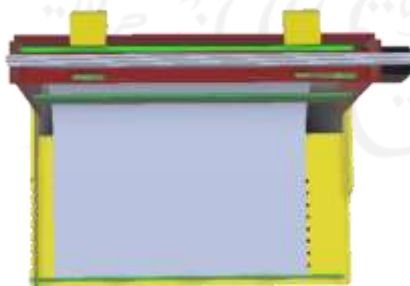
Gambar 4.11 Tampak Belakang



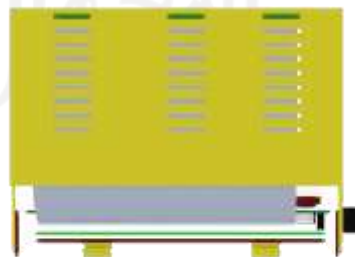
Gambar 4.12 Tampak Samping Kiri



Gambar 4.13 Tampak Samping Kanan



Gambar 4.14 Tampak Atas

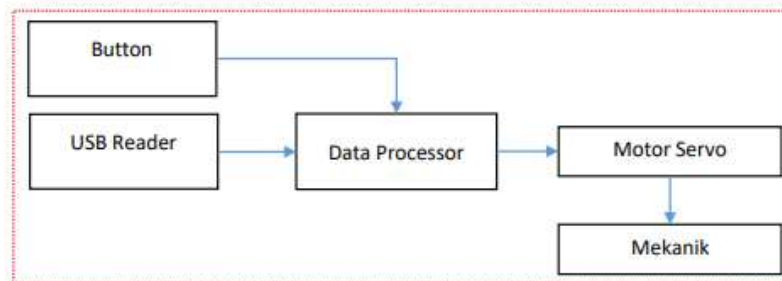


Gambar 4.15 Tampak Bawah

4.4. Mekanisme Alat *Stand Document Holder*

Mekanisme alat *Stand document holder* adalah perubahan energi listrik menjadi energi mekanik dengan menghubungkan USB ke *Port* USB laptop/komputer yang akan digunakan. *Data processor* terproses melalui *software* SDH (*stand document holder*) yang telah diinstal dalam laptop/komputer sehingga akan terjadi perubahan energi di motor servo saat pengguna menekan “up” atau “down” baik itu di *software* ataupun di *keyboard* yang menyebabkan terjadinya energi mekanik antara lain dokumen akan naik keatas atau turun ke bawah sesuai fungsi tombol yang digunakan oleh pengguna. Secara terperinci dapat dilihat pada gambar 4.16.

WIRING DIAGRAM



Gambar 4.16 *Wiring Diagram Stand Document Holder*

4.5. Uji Validasi Desain

Uji homogenitas pada *holder* yang didesain dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian rancangan yang diusulkan dengan *customer attribute* pada *axiomatic design* yang diberikan kepada pengguna. Tingkat signifikansi yang digunakan adalah 95%, hasil uji homogenitas ditunjukkan pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Hasil Uji Marginal *Homogeneity*

Atribut	Asymp. Sig. (2- tailed)	Keterangan
Awet	0.295	VALID
Desain Menarik	0.615	VALID
<i>Adjustable</i>	0.425	VALID
Nyaman	0.558	VALID

Hipotesis:

H₀: Tidak ada perbedaan yang signifikan antara keinginan pengguna dan desain *stand document holder* yang dikembangkan.

H₁: Ada perbedaan yang signifikan antara keinginan pengguna dan desain *stand document holder* yang dikembangkan.

Hasil perhitungan menggunakan SPSS 22 menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak untuk homogenitas preferensi pengguna. Dibuktikan oleh nilai Asymp. Sig. seluruh atribut > 0.05. Dengan demikian, desain *stand document holder* yang dikembangkan telah sesuai dengan keinginan pengguna.

4.6. Karakteristik Responden Dalam Eksperimen

Dalam eksperimen menggunakan *document holder* pengguna tidak hanya Perempuan saja atau Laki-laki saja namun keduanya. Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin ditunjukkan pada tabel 4.12 berikut ini:

Tabel 4.12 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Responden	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Pengalaman Pengguna Dalam Meletakkan <i>Holder</i>
1.	Perempuan	22	Di Bawah Monitor
2.	Perempuan	22	Di Bawah Monitor
3.	Laki-Laki	24	Di Atas Monitor
4.	Laki-Laki	21	Di Samping Kanan Monitor
5.	Laki-Laki	21	Di Samping Kiri Monitor
6.	Laki-Laki	20	Di Bawah Monitor
7.	Laki-Laki	22	Belum Pernah Menggunakan <i>Holder</i>
8.	Laki-Laki	22	Belum Pernah Menggunakan <i>Holder</i>
9.	Perempuan	21	Di Samping Kiri Monitor
10.	Perempuan	21	Di Samping Kanan Monitor

Dari tabel 4.12 diketahui bahwa, karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin pada penggunaan *stand document holder* didominasi oleh responden laki-laki. Dimana jenis kelamin laki-laki yang menjadi responden dalam eksperimen ini sebanyak 60%. Sedangkan sisanya sebesar 40% adalah berjenis kelamin perempuan.

Karakteristik responden berdasarkan usia pada eksperimen menggunakan *stand document holder* didominasi oleh responden dengan rentang usia 20 tahun – 22 tahun. Dimana usia 20 – 23 Tahun sebanyak 90% responden. 24 – 27 Tahun sebanyak 10% dan tidak ada responden rentan usia 28 – 29 Tahun. Tingginya presentase responden yang rentang usianya 20 tahun – 24 tahun membuktikan bahwa pada usia tersebut cenderung lebih produktif dalam bekerja.

Pengalaman Tata Letak *Stand Document Holder* sebanyak 10% yang meletakkan diatas monitor, 30% Responden pernah meletakkan di bawah monitor. Peletakkan disamping juga dilakukan 20% di samping kiri dan sisanya 20% di samping kanan. Secara keseluruhan diketahui bahwa dominasi peletakkan *Stand Document Holder* oleh responden adalah dibawah monitor.

4.5.1. ROSA (*Rapid Office Strain Assessment*)

Data yang diperoleh dalam metode ROSA adalah berupa skor yang terbagi dalam 3 *section* dan penilaian peripheral dan monitor. Section A yang terdiri dari Penilaian Kursi/Tempat Duduk, sandaran lengan dan sandaran punggung. Section B Penilaian Telepon dan Monitor. Section C penilaian *keyboard* dan *mouse*.

Pada metode ROSA pengolahan data terbagi menjadi 3 bagian yaitu Bagian A Kursi , bagian B monitor dan Telepon dan bagian C yaitu mouse dan keyboard. Untuk penentuan nilai akhir ada beberapa tahap yaitu penentuan skor bagian A, penentuan skor bagian B, penentuan skor bagian C, penentuan Monitor dan Peripheral skor dan kemudian penentuan nilai akhir.

Perhitungan pada responden 1 , sebagai berikut:

1. Skor Bagian A (Kursi)

Bagian A (Kursi) terdiri dari penilaian elemen tinggi kursi, kedalaman duduk, sandaran tangan dan penyangga punggung. Skor ketinggian kursi 2 didapatkan dari sudut kaki $>90^\circ$, skor kedalaman kursi 2 didapatkan dari jarak kaki $<7,62$ cm, skor sandaran tangan 2 didapatkan dari siku tersangga dengan baik, rileks, dan

sejajar dengan bahu (1) dan *non Adjustable* (1). Skor sandaran punggung 2 didapatkan dari sandaran punggung menyangga keseluruhan punggung dan tulang belakang dengan baik, sandaran punggung berkisar antara 95° dan 110° serta *non Adjustable* (1). Setelah itu nilai pada ketinggian kursi dijumlahkan dengan nilai kedalaman kursi mendapat nilai 4 dan sandaran tangan dengan sandaran punggung mendapat nilai 3 setelah ditarik matriks hasil skor nilai bagian A 3 ditambahkan durasi 0 karena bekerja terus menerus dilaksanakan antara 30 menit – 1 jam atau 1 – 4 jam dalam sehari, maka skor akhir bagian A pada tabel 4.13 adalah 3.

Tabel 4.13 Skor Bagian A

		SECTION A SCORE								3
		Arm rest and Back Support								
		2	3	4	5	6	7	8	9	
Seat pan height / depth	2	2	2	3	4	5	6	7	8	
	3	2	2	3	4	5	6	7	8	
	4	3	3	3	4	5	6	7	8	
	5	4	4	4	4	5	6	7	8	
	6	5	5	5	5	6	7	8	9	
	7	6	6	6	6	7	8	8	9	
	8	7	7	7	7	8	9	9	9	

2. Skor Bagian B (Monitor dan Telepon)

Pada bagian B terdiri dari monitor dan telepon. Skor monitor 2 didapatkan dari jarak antara pengguna dengan monitor sepanjang lengan (40 – 75 cm), *eye level* (1) dan leher berputar lebih dari 30° (1) sedangkan skor pada telepon 1 didapatkan dari menelepon dengan menggunakan headset atau mengangkat telepon dengan satu tangan postur leher netral dan nyaman. Setelah itu kedua nilai tersebut dihitung dalam matrik penilaian. Pada tabel 4.14 hasil skor bagian B adalah 2.

Tabel 4.14 Skor Bagian B

		SECTION B SCORE								2
		Monitor								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
Phone	0	1	1	1	2	3	4	5	6	
	1	1	1	2	2	3	4	5	6	
	2	1	2	2	3	3	4	6	7	
	3	2	2	3	3	4	5	6	8	
	4	3	3	4	4	5	6	7	8	
	5	4	4	5	5	6	7	8	9	
	6	5	5	6	7	8	8	9	9	

3. Penentuan Nilai Bagian C (*Mouse dan Keyboard*)

Pada bagian C terdiri dari mouse dan keyboard . Skor mouse 1 didapatkan dari Mouse sejajar bahu. Skor keyboard adalah 2 didapatkan dari pergelangan terangkat $<15^\circ$ dan sudut keyboard terlalu miring didapatkan d. Setelah itu kedua nilai dihitung dalam matriks penilaian. Pada tabel 4.15 skor akhir bagian C adalah

2.

Tabel 4.15 Skor Bagian C

		SECTION C SCORE								2
		Keyboard								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
Mouse	0	1	1	1	2	3	4	5	6	
	1	1	1	2	3	4	5	6	7	
	2	1	2	2	3	4	5	6	7	
	3	2	3	3	3	5	6	7	8	
	4	3	4	4	5	5	6	7	8	
	5	4	5	5	6	6	7	8	9	
	6	5	6	6	7	7	8	8	9	
	7	6	7	7	8	8	9	9	9	

4. Skor Monitor dan *Peripheral Score*

Pada bagian ini adalah perhitungan nilai yang didapatkan dari nilai bagian B dan nilai bagian C. Nilai bagian B dan bagian C yang didapatkan pada tahap sebelumnya kemudian dihitung menggunakan tabel matrik. Pada tabel 4.16 skor akhir nilai monitor dan *peripheral score* adalah 2.

Tabel 4.16 Skor Monitor dan *Peripheral Score*

		MONITOR AND PERIPHERALS SCORE								2
		Mouse dan Keyboard								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Monitor and Telephone	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

5. Skor Akhir

Penentuan nilai akhir didapatkan dari matrik skor monitor dan peripheral adalah 2 skor dengan skor kursi 3 Pada tabel 4.17 skor akhir pada responden adalah 3

Tabel 4.17 Skor Akhir ROSA

		PERIPHERALS AND MONITOR									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CHAIR	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9	10
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	10
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ROSA FINAL SCORE										3	

Sehingga berdasarkan perhitungan diatas diperoleh seluruh tingkat risiko dengan metode ROSA terhadap 10 responden yang dirangkum dalam tabel 4.18.

Tabel 4.18 Tabulasi Skor Akhir ROSA

Responden	Skor Akhir ROSA			
	<i>Old Stand Document Holder</i>	Kategori	<i>New Stand Document Holder</i>	Kategori
1.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
2.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
3.	2	<i>Low Level</i>	2	<i>Low Level</i>
4.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
5.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
6.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
7.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
8.	2	<i>Low Level</i>	2	<i>Low Level</i>
9.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>
10.	3	<i>Warning Level</i>	2	<i>Low Level</i>

Pada hasil tabel 4.18 diketahui bahwa responden dengan skor 3 sebanyak 8 orang dengan kategori *warning level*. Skor 2 berjumlah 2 orang dengan kategori *low level* pada penggunaan *holder* yang sudah ada saat ini dan seluruh responden memiliki skor akhir ROSA adalah 2 yaitu kategori *low level* setelah menggunakan *holder* yang dikembangkan.

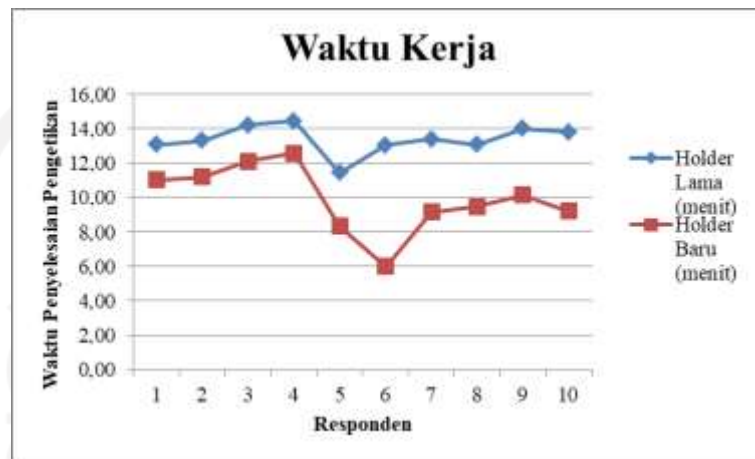
4.7. Efisiensi Kerja

Perhitungan efisiensi kerja berdasarkan waktu proses eksperimen pada saat menginput data dengan laptop/notebook/PC menggunakan *stand document holder* desain lama dan *stand document holder* desain baru oleh sepuluh orang responden yang dirangkum dalam tabel 4.19.

Tabel 4.19 Waktu Kerja

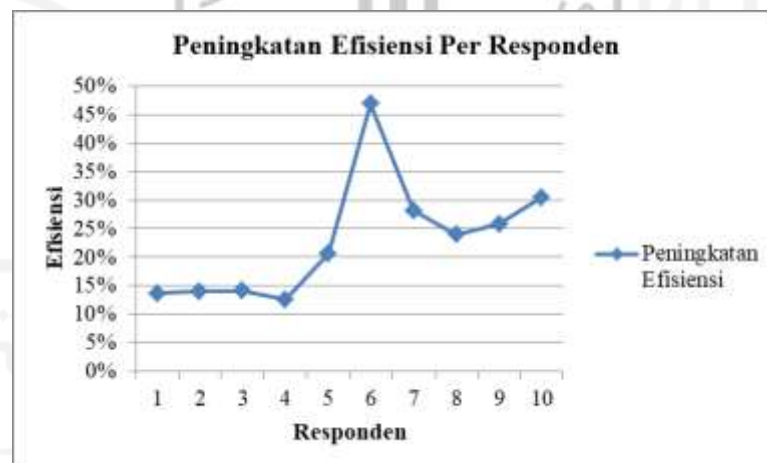
Responden	Waktu Kerja (menit)	
	<i>Old Stand Document Holder</i>	<i>New Stand Document Holder</i>
1.	13.08	11.03
2.	13.3	11.2
3.	14.23	12.11
4.	14.46	13.2
5.	11.43	8.33
6.	13.05	6.01
7.	13.4	9.17
8.	13.08	9.48
9.	14.01	10.14
10.	13.81	9.23
Rata-Rata	13.39	10.19

Pada hasil tabel 4.19 diketahui bahwa responden mengerjakan 784 kata yang terdiri dari 3 halaman dalam waktu rata-rata 13,39 menit untuk penggunaan *holder* manual dan untuk penggunaan *holder* yang didesain rata-rata waktu yang digunakan responden adalah 10,19 menit. Perbandingan waktu kerja responden dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Waktu Kerja

Efisiensi kerja responden didapatkan menggunakan rumus (4) yang disajikan dalam gambar 4.17.



Gambar 4.18 Peningkatan Efisiensi Per Responden

Berdasarkan gambar 4.18 diketahui bahwa peningkatan efisiensi responden 1 adalah 13.67%, responden 2 adalah 14.00%, responden 3 adalah 14.13%, responden 4 adalah 12.53%, 20.67% peningkatan efisiensi oleh responden 5, 46.93% oleh responden 6, 28.20% responden 7.24% peningkatan

dialami oleh responden 8, responden 9 mengalami peningkatan 25.80% dan 30.53% peningkatan oleh responden 10. Dengan rata-rata peningkatan sebesar 23%.

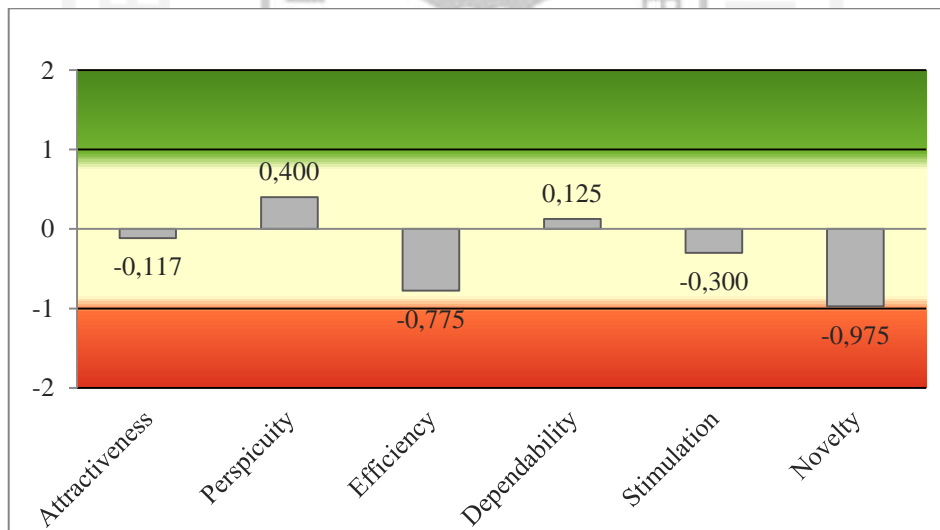
4.8. UEQ (*User Experience Questionnaire*)

4.8.1. UEQ *Stand Document Holder* Desain Lama

Berdasarkan hasil pengukuran user experience desain stand document holder lama, berikut hasil yang diperoleh pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Pengukuran *User Experience Stand Document Holder* Desain Lama

Skala Pengukuran	Mean	Kategori	Interpretasi
<i>Attractiveness</i>	-0,12	<i>Bad</i>	Evaluasi Negatif
<i>Perspiciuity</i>	0,40	<i>Bad</i>	Evaluasi Sesuai
<i>Efficiency</i>	-0,78	<i>Bad</i>	Evaluasi Negatif
<i>Dependability</i>	0,13	<i>Bad</i>	Evaluasi Sesuai
<i>Stimulation</i>	-0,30	<i>Bad</i>	Evaluasi Negatif
<i>Novelty</i>	-0,98	<i>Bad</i>	Evaluasi Negatif

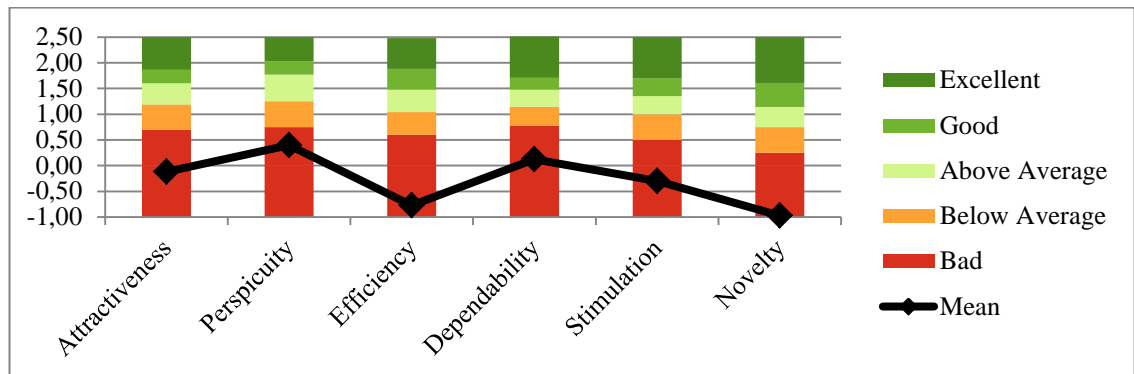


Gambar 4.19 Hasil Pengukuran *User Experience* Pada Desain Lama

Berdasarkan gambar 4.19 temuan dari hasil kuesioner UEQ menunjukkan bahwa skor untuk semua skala menggambarkan aspek kualitas pragmatis yaitu *Perspiciuity*, *efficiency*, dan *dependability* kurang baik, karena hasil evaluasi masih dibawah 0.8. Skala juga menggambarkan kualitas hedonis (*novelty* dan

stimulation) dengan hasil yang kurang baik pula yaitu dibawah 0.8 dengan rata-rata nilai minus.

Kualitas pengalaman pengguna menunjukkan hasil evaluasi yang berada pada *benchmark* dengan klasifikasi buruk (*Bad*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.19.



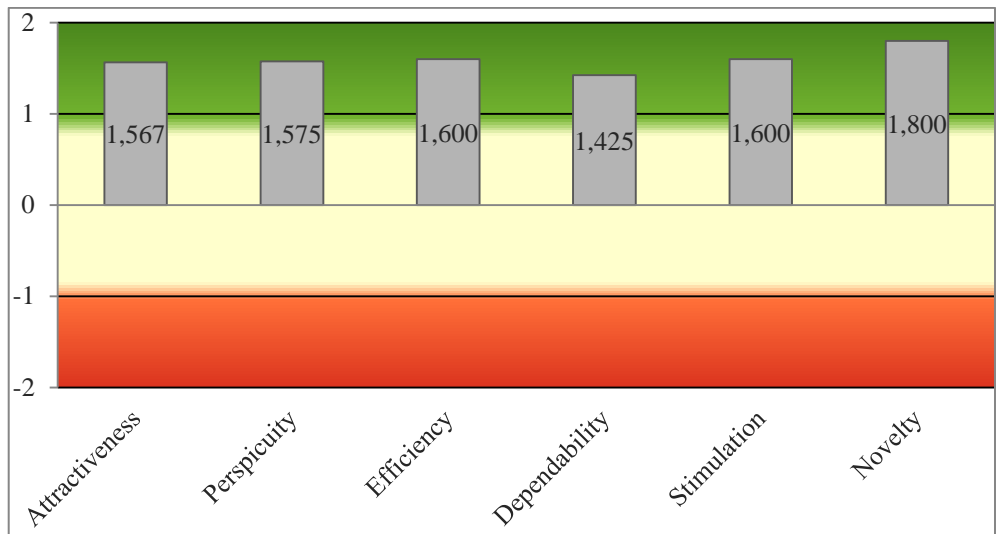
Gambar 4.20 *Benchmarking* Skala Pengukuran Pada Desain Lama

4.8.2. UEQ *Stand Document Holder* Desain Baru

Berdasarkan hasil pengukuran *user experience* desain *stand document holder* yang baru, berikut hasil yang diperoleh pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Pengukuran *User Experience Stand Document Holder* Desain Baru

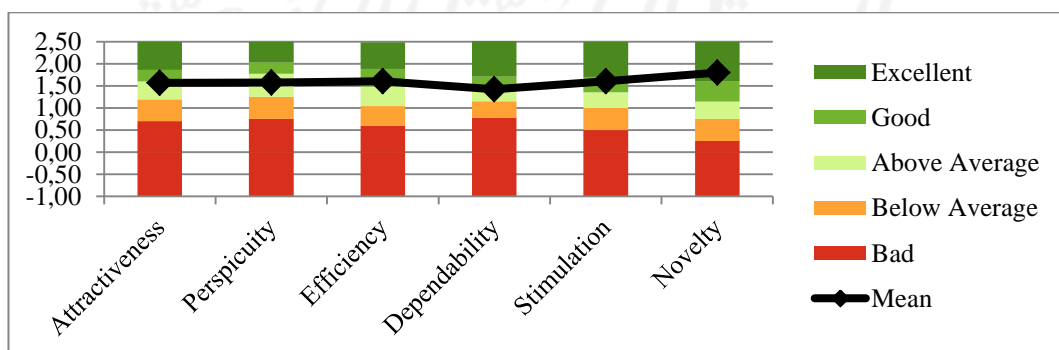
Indikator	Mean	Kategori	Interpretasi
<i>Attractiveness</i>	1,57	<i>Above Average</i>	Evaluasi Positif
<i>Perspicuity</i>	1,58	<i>Above Average</i>	Evaluasi Positif
<i>Efficiency</i>	1,60	<i>Good</i>	Evaluasi Positif
<i>Dependability</i>	1,43	<i>Above Average</i>	Evaluasi Positif
<i>Stimulation</i>	1,60	<i>Good</i>	Evaluasi Positif
<i>Novelty</i>	1,80	<i>Excellent</i>	Evaluasi Positif



Gambar 4.21 Hasil Pengukuran *User Experience* Pada Desain Baru

Berdasarkan gambar 4.21 temuan dari hasil kuesioner UEQ menunjukkan bahwa skor untuk semua skala menggambarkan aspek daya tarik memberikan evaluasi serta kesan positif karena nilai evaluasi 1.57 berada > 0.8 . Kualitas pragmatis yaitu *Perspicuity*, *efficiency*, dan *dependability* adalah baik, karena hasil evaluasi diatas 0.8 dengan masing masing nilai evaluasi 1.58; 1.60; dan 1.43. Skala juga menggambarkan kualitas hedonis (*Novelty* dan *Stimulation*) dengan hasil yang baik pula yaitu diatas 0.8 dengan nilai evaluasi 1.60 dan 1.80.

Kualitas pengalaman pengguna menunjukkan hasil evaluasi yang berada pada *benchmark* dengan klasifikasi *above average* untuk skala pengukuran *attractiveness*, *perspicuity* dan *dependability*. Skala pengukuran *efficiency* dan *stimulation* memiliki klasifikasi *good* serta skala pengukuran *novelty* yaitu *excellent* seperti yang dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 *Benchmarking* Skala Pengukuran Pada Desain Baru

4.9. Uji Statistik

Uji statistic yang dilakukan adalah uji beda terhadap hasil eksperimen yang dinilai menggunakan kuesioner metode ROSA (*Rapid Office Strain Assessment*) untuk mengukur tingkat risiko MSDs. Pengukuran peningkatan efisiensi diukur berdasarkan waktu kerja pada saat melakukan eksperimen menggunakan stand document holder desain lama dan desain baru. Pengujian juga dilakukan terhadap hasil *User Experience Questionnaire* yaitu untuk mengetahui tingkat perbedaan kepuasan pengguna terhadap holder desain lama dan holder desain baru. Uji statistic yang digunakan adalah non parametric yaitu uji *T Test* untuk data yang berdistribusi normal dan uji *Wilcoxon* untuk data yang tidak berdistribusi normal.

4.9.1. Uji Beda Tingkat Risiko *Musculoskeletal Disorders*

Uji beda tingkat risiko musculoskeletal disorders dilakukan dengan uji *Wilcoxon* sehingga diperoleh hasil pada tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Uji Beda Tingkat Risiko *Musculoskeletal Disorders*

Uji Wicoxon	Nilai	Keterangan
Z	-2.828	Valid
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.005	

Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan risiko MSDs setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

H_1 : Terdapat perbedaan risiko MSDs setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

Berdasarkan hasil dari perhitungan *Wilcoxon Signed Rank Test*, maka nilai Z yang didapat sebesar -2,828 dengan *p value (Asymp. Sig 2 tailed)* sebesar 0.005 di mana kurang dari batas kritis penelitian 0,05 sehingga keputusan hipotesis adalah menerima H_1 yaitu terdapat perbedaan kondisi pengguna setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

4.9.2. Uji Beda Efisiensi Waktu Kerja

Data efisiensi waktu kerja berdistribusi normal sehingga uji beda efisiensi waktu kerja dilakukan dengan *t-test* sehingga diperoleh hasil pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Uji Beda Efisiensi Waktu Kerja

	<i>Mean</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
<i>Holder Desain Lama</i>	13.38	0.002
<i>Holder Desain Baru</i>	10.19	

Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan efisiensi waktu kerja setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

H_1 : Terdapat perbedaan efisiensi waktu kerja setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

Berdasarkan hasil dari perhitungan *Independent Sampel T-Test* diperoleh nilai *.Sig (2 tailed)* sebesar 0.002 di mana nilai ini < 0.05 , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam pengujian *Independent Sampel T-Test* dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga terdapat perbedaan efisiensi waktu kerja setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

4.9.3. Uji Beda *User Experience*

Data *user experience* menggunakan UEQ berdistribusi normal sehingga uji beda dilakukan dengan *t-test* sehingga diperoleh hasil pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Uji Beda *User Experience*

	<i>Mean</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
<i>Holder Desain Lama</i>	-0.275	0.000
<i>Holder Desain Baru</i>	1.59	

Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan *user experience* setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

H_1 : Terdapat perbedaan *user experience* setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.

Berdasarkan hasil dari perhitungan *Independent Sampel T-Test* diperoleh nilai *.Sig (2 tailed)* sebesar 0.000 di mana nilai ini < 0.05 , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam pengujian *Independent Sampel T-Test* dapat

disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga terdapat perbedaan *user experience* setelah menggunakan *stand document holder* desain baru.



BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis Desain *Stand Document Holder*

5.1.1. Analisis *Customer Attribute*

Hasil penelitian pada tabel 4.1 diperoleh beberapa atribut yang telah di validasi. Atribut-atribut yang valid dan *reliable* dijadikan sebagai *customer attribute* pada tahapan *mapping* metode *axiomatic design*. *Customer Attribute* pada penelitian ini terdiri dari:

1. Awet

Awet menjadi salah satu *customer attribute* yang menunjukkan bahwa pengguna menginginkan *stand document holder* yang tidak mudah rusak dari segi material sehingga dapat digunakan jangka panjang. Sejalan dengan penelitian Lin *et al.* (2020) dijelaskan bahwa salah satu yang menjadi keinginan serta kebutuhan *customer* adalah produk yang awet. Dalam penelitian ini atribut awet dari pemilihan material dan komponen lain yang mendukung dalam pembuatan *stand document holder*. Penggunaan material akrilik pada *body stand document holder* sehingga mudah dibentuk, tidak mudah berkarat, dan dapat melindungi dari air. Material ini memiliki berat yang ringan namun tetap tangguh secara fungsinya (Morimune & Nishino, 2021).

2. Desain Menarik

Desain menarik merupakan produk yang dapat menarik perhatian secara visual, emosional dan rasional. Menurut penelitian Maleki *et al.*, (2020) 80 % penginderaan melalui penglihatan sehingga unsur-unsur grafis dari suatu produk seperti warna, bentuk, merek, ilustrasi, huruf dan tata letak merupakan unsur visual yang mempunyai peran terbesar dalam menarik pengguna secara daya tarik visual (estetika) dan daya tarik praktis (fungsional). Desain menarik dalam penelitian ini merupakan salah satu *customer attribute* yang menunjukkan pengguna menginginkan *stand document holder* yang memiliki desain menarik dari segi bentuk, warna, dan memiliki inovasi. Sehingga desain menarik dibuat dalam *stand holder* yang *colourful* dan memiliki

bentuk yang unik serta dapat dioperasikan secara elektrik. Dalam penelitian Anam & Suhartono (2020) dan Ilbahar & Kahraman (2020) desain menarik menjadi salah satu atribut utama dalam perancangan produk.

3. *Adjustable*

Adjustable menjadi salah satu *customer attribute* yang menunjukkan bahwa pengguna menginginkan produk yang mudah digunakan dan mudah diatur. *Adjustable* dalam penelitian ini merupakan kondisi *stand document holder* yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan memudahkan penyimpanan sebelum dan setelah digunakan. Sejalan dengan hal tersebut dalam penelitian Branea *et al.* (2021) dalam mendesain *ergonomic dorm room* disebutkan bahwa atribut *Adjustable* penting dalam mengaplikasikan aspek ergonomi pada perancangan. *Stand document holder* yang dirancang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna mulai dari panjang kertas, ketinggian, kemiringan serta memudahkan pengemasan.

4. Nyaman

Nyaman menjadi salah satu kebutuhan *Customer Attribute* yang menunjukkan bahwa pengguna membutuhkan serta menginginkan *stand document holder* yang nyaman ketika digunakan yaitu yang tidak menimbulkan risiko muskuloskeletal terhadap tubuh pengguna. Desain yang menyesuaikan antropometri tubuh pengguna sehingga dapat memberikan desain berdasarkan kebutuhan pengguna. Atribut nyaman dibuat dalam *stand holder* dengan posisi sesuai dengan tinggi mata pengguna dan dapat mengontrol pada monitor sehingga tidak menyebabkan *unnatural posture* sehingga desain yang mampu memberikan kenyamanan bagi penggunanya. Sebagaimana yang dijelaskan dalam penelitian Rahayu *et al.* (2020) bahwa dalam merancang sebuah produk perlu mempertimbangkan aspek kenyamanan dan ergonomi.

5.1.2. Analisis Desain Parameter

Dalam perancangan *stand document holder* dibutuhkan beberapa atribut yang diinginkan dan dibutuhkan oleh pengguna antara lain awet, desain menarik, *Adjustable* dan nyaman. Atribut ini merupakan atribut yang diinginkan serta dibutuhkan oleh pengguna yang telah diidentifikasi melalui proses dalam model Kano yang termasuk dalam kategori *one dimensional*.

Untuk merancang *stand document holder* yang awet (Tabel 4.7) diperlukan ukuran panjang 24 cm, lebar 26 cm dan tinggi 12 cm (DP1.1.1.1), ukuran ini diperoleh melalui kuesioner tetapi untuk lebih menspesifikkan sesuai kebutuhan pengguna maka dilakukan pengukuran secara langsung pada saat uji coba produk. Material yang digunakan adalah material akrilik dengan ketebalan 0.3 cm yang dapat menahan beban holder (FR1.1.1.1) untuk mengurangi terjadinya kerusakan (FR1.1.1) pada rangka utama yang dapat menopang beban *holder* (FR1.1) Material akrilik dipilih karena tidak mudah berkarat, mudah dibentuk, ringan dan kuat seperti yang dijelaskan dalam penelitian Lee (2020) bahwa selain memiliki material yang padat, akrilik juga memiliki nilai estetika jika dibentuk. Sejalan dengan penelitian Asyraf *et al.* (2019) dan Haziri & Sundin (2019) disebutkan bahwa dalam pengembangan produk yang dapat digunakan jangka panjang dibutuhkan material yang kuat dan berkualitas. Desain parameter ukuran panjang 15.2 cm (DP1.2.1.1) dapat memudahkan proses pemasangan dokumen (FR1.2.1.1) dengan menggunakan material yang dapat mencegah karat (FR1.2.1) dan menampilkan dokumen yang akan diketik tanpa membuat dokumen kusut atau terlipat (FR1.2.2). Salah satu dalam komponen *document holder* adalah *roller* yang dilapisi karet rubber (DP1.2.2.1) sehingga dapat menarik dokumen per lembar dan menjaga kerapihan dari dokumen tersebut. Risiko kerusakan dapat diminimalisir dan dapat digunakan sebagai penopang beban *roller* (FR1.2). Desain parameter dengan ukuran panjang 15 cm dan lebar 25 cm (DP1.3.1.1.1) digunakan pada desain *paper tray* yang terbuat dari material akrilik (FR1.3.1) untuk menyimpan atau mengikat kertas disebut desain *cup holder* yang terdiri dari *paper tray* terbuat dari material akrilik dengan ketebalan 0.4 cm untuk menahan dokumen (FR1.4.1) diperlukan suatu *tray* yang dapat menjaga stabilitas dokumen (FR1.4) sehingga dapat mencegah dokumen terjatuh (FR1.5) dengan dua buah

penyangga akrilik (DP1.5). Ukuran panjang 5 cm, lebar 1 cm dan tinggi 2 cm (DP1.6.1.1) digunakan sebagai ukuran dalam desain box pelindung yang didesain untuk melindungi sistem elektronik dalam *holder* adalah box pelindung yang terbuat dari material akrilik ketebalan 0.3 cm (FR1.6.1.1) dibutuhkan material yang dapat berfungsi meningkatkan kelenturan dan melindungi dari air (FR1.6.1) sehingga dapat melindungi sistem elektronik pada *stand document holder* (FR1.6). Material akrilik dipilih sebagai bahan utama dari box pelindung karena sifat material yang *waterproof* sehingga dapat melindungi dari air seperti yang dijelaskan oleh Amini *et al.* (2020) dalam penelitiannya terkait sifat akrilik. Beberapa desain parameter diatas dipilih untuk meningkatkan ketahanan pemakaian (FR1) sesuai dengan *customers attribute* dalam memenuhi *stand document holder* yang awet.

Perancangan *holder* dengan desain menarik (Tabel 4.8) dibuat dalam beberapa warna sehingga lebih *colourful*, warna yang digunakan antara lain merah, kuning dan hijau. Spesifikasi warna *Red: 255, Green: 255, Blue: 0. Hue: 40, Saturation: 240 dan Luminance: 120* (DP2.1.1.1) menampilkan warna kuning pada *paper tray* dan penjepit *holder*. Spesifikasi warna *Red: 255, Green: 0, Blue: 0. Hue: 0, Saturation: 240 dan Luminance: 120* (DP2.1.1.2) menampilkan warna merah pada rangka *stand document holder* dan spesifikasi *Red: 34, Green: 177, Blue: 76. Hue: 92, Saturation: 163 dan Luminance: 99* (DP2.1.1.3) menampilkan warna hijau pada penyangga kiri-kanan. Pemilihan warna masing-masing memiliki makna yaitu warna hijau (FR2.1.3.1) yang dapat memberikan kesan kesegaran dan kedamaian (FR2.1.3), penggunaan warna merah (FR2.1.2.1) yang dapat meningkatkan energi, semangat dan kekuatan (FR2.1.2) dan warna kuning (FR2.1.1.1) yang dapat memberikan rasa ceria, bahagia, energik dan optimis (FR2.1.1). Ini dipercaya dapat meningkatkan semangat kerja (FR2.1) seperti yang dijelaskan dalam penelitian Shangguan *et al.* (2020) bahwa desain yang menarik dalam produk dapat meningkatkan daya tarik dan semangat dalam mengerjakan pekerjaan. Salah satu aspek desain menarik yang menjadi kekuatan dalam *holder* ini adalah sistem mekanik pemutar yang otomatis dengan menggunakan *arduino pro micro* sebagai pemrograman dan motor servo SG90 4,5-6 volt (DP2.2.1.1) sebagai sistem pemutar dalam *holder* yang juga terdiri dari 4 buah *roller* kecil

ukuran 1 cm (DP2.2.2) dan *bearing* (DP2.2.3). Sejalan dengan penelitian ini, Taifa & Vhora (2019) sistem otomasi juga digunakan untuk mengurangi waktu *set up* dan meningkatkan produktivitas pada industri manufaktur. Selain memiliki warna yang colorful sistem kontrol pada *holder* ini merupakan salah satu aspek dalam desain yang menarik yaitu memiliki *software* berupa mini *software* yang diberi nama *Software SDH* atau *stand document holder* (DP2.4.1) digunakan untuk menampilkan sistem kontrol (FR2.4.1) sehingga memudahkan pengontrolan dokumen (FR2.4). Penggunaan *software* sebagai alat kontrol juga dilakukan oleh Siddique *et al.* (2020) dalam pengontrolan dan monitoring parameter industri dengan penggunaan *software OPC data hub*. Sistem kontrol dengan *software* dapat memudahkan pergantian dokumen (FR2.5) untuk pengoperasian sistem tersebut digunakan tombol *up & down* pada *keyboard* atau pada *software* (DP2.5) dan untuk menghubungkan ke laptop atau PC digunakan kabel USB sehingga memudahkan sistem *on/off* (FR2.6). Untuk nirkabel belum dapat diaplikasikan karena tegangan pada *holder* 6,5 volt sedangkan untuk batas maksimum *wireless device* adalah 5 volt sebagaimana yang dijelaskan oleh Danzi *et al.* (2020). Sistem ini didesain untuk membantu pengguna meminimalisir waktu *set up* dengan mempertimbangkan aspek desain yang menarik (FR2).

Perancangan *stand document holder* yang *Adjustable* didesain untuk memudahkan pengaturan oleh pengguna (Tabel 4.9). Desain parameter atribut *Adjustable* adalah *holder* yang fleksibel (DP3). Untuk memenuhi hal tersebut maka dirancang penjepit *holder* dengan pemasangan kiri dan kanan (DP3.1.1) dalam rangka memudahkan pemasangan di atas monitor (FR3.1) ukuran jepitan ini terdiri dari dua jenis sehingga dapat digunakan untuk laptop, *notebook* dan PC yang dapat meningkatkan daya rekat (FR3.1.1). Komponen lain adalah *feeder portable* (DP3.2.1) yang memiliki pengatur ukuran dokumen dilengkapi *arranger paper tray* yang dapat disesuaikan dengan ukuran dokumen (FR3.2.1). Sistem pengemasan yang *Adjustable* pada *holder* ini adalah *holder* dapat dilipat (DP3.2.2). Agar dokumen tidak mudah bergeser saat dilakukan *set up* (FR3.2) *Feeder* didesain *se-Adjustable* mungkin sehingga dapat memudahkan pengemasan. Komponen yang lain dalam *Adjustable* adalah bidang miring yang terbuat dari material PVC Ukuran panjang 10 cm dan lebar 3.5 cm (DP3.3.1)

untuk meningkatkan kecepatan dokumen ke *stand holder* (FR3.3.1) sehingga dapat mendorong dokumen ke *stand holder* (FR3.3). *Holder* ini dilengkapi *stand document holder* dengan tinggi minimum penyangga 8 cm dan maksimum 12 cm dilengkapi penjepit dokumen (DP3.4.1.1) sehingga dokumen tidak terjatuh. Pengatur kemiringan juga terdapat dalam *holder* ini (DP3.5). Komponen untuk dokumen yang telah diketik (FR3.6.1) disebut *last stand document* yang memiliki penyangga miring kiri dan kanan dan sistem pada last stand ini dapat dilipat ke kiri dan ke kanan jika sudah tidak digunakan lagi (DP3.6.1).

Untuk membuat pengguna merasa nyaman (Tabel 4.10) dalam menggunakan *holder* diperlukan *holder* mengurangi risiko MSDs (FR4). Desain parameter atribut nyaman adalah *holder* dengan desain ergonomis (DP4). Untuk memenuhi desain parameter tersebut maka di desain *stand holder* yang ergonomis yang memiliki dimensi yang sesuai dengan tinggi mata duduk pengguna (DP4.1.1) untuk menjaga posisi leher sehingga dapat mengurangi risiko cedera (FR4.1.1). Hal ini dirancang karena *holder* memiliki sistem yang *Adjustable* sehingga dapat disesuaikan. Posisi *holder* diatas monitor (DP4.2) dipilih karena dapat mengurangi fleksi leher seperti yang dijelaskan dalam penelitian Subramaniam & Singh (2019). Kemiringan diatur pada *stand holder* (DP4.2.1) sehingga pengguna dapat dengan nyaman mengatur kemiringan dan mencegah fleksi berlebihan (FR4.2.1) sehingga posisi leher tetap natural (FR4.2). Salah satu komponen nyaman dalam *holder* ini adalah desain kontroling *holder* yang dapat mengurangi risiko cedera punggung (FR4.3.1) karena menyebabkan perubahan posisi karena posisi kontroling sesuai dimensi jangkauan tangan pengguna (DP4.3.1) sehingga *holder* ini dapat menjaga postur pengguna tetap natural (FR4.3). Sejalan dengan penelitian Mihić *et al.* (2020) perancangan *holder* dalam bidang kedokteran yang mempertimbangkan aspek ergonomis bagi penggunanya.

Pada sub bab 4.3.3 diketahui bahwa seluruh atribut dalam perancangan *stand document holder* memiliki matriks yang diagonal baik itu pada tingkat ke 2 hingga tingkat ke 5. Menurut Taha *et al.* (2014) untuk menjaga independensi dari axiomatic, matriks desain haruslah berbentuk diagonal (*uncoupled*) atau triangular (*decoupled*). Dalam penelitian ini axiomatic yang digunakan adalah *independence axiom*. Dapat dilihat bahwa antar *functional requirement* 1 dan *functional*

requirement 2 tidak saling berkaitan, begitupula dengan *design parameter 1.1* dengan *design parameter 1.2* juga tidak saling terkait, sehingga dapat dikatakan bahwa perancangan *stand document holder* adalah menggunakan *independence axiom* sebagaimana yang dijelaskan oleh Awasthi & Omrani (2019) bahwa dalam *independence axiom* antar FR dan DP tidak memiliki hubungan.

Parameter desain *stand document holder* yang teridentifikasi dalam atribut awet adalah DP_{1.1}-DP_{1.2}-DP_{1.3}-DP_{1.4}-DP_{1.5}-DP_{1.6}. Atribut desain menarik DP_{2.1}-DP_{2.2}-DP_{2.3}- DP_{2.6}- DP_{2.4}-DP_{2.5}. Atribut *Adjustable* DP_{3.1}-DP_{3.2}-DP_{3.3}- DP_{3.5}-DP_{3.4} - DP_{3.6}. dan Atribut nyaman DP_{4.1}-DP_{4.2}-DP_{4.3} telah memenuhi persyaratan fungsional independensi yang diinginkan pengguna. Dengan *uncoupling design*, ini memberikan urutan aktivitas desain yang efisien dan efektif atribut awet adalah FR_{1.1}-FR_{1.2}-FR_{1.3}-FR_{1.4}-FR_{1.5}-FR_{1.6}. Atribut desain menarik FR_{2.1}-FR_{2.2}-FR_{2.3}-FR_{2.6}- FR_{2.4}-FR_{2.5}. Atribut *Adjustable* FR_{3.1}-FR_{3.2}-FR_{3.3}- FR_{3.5}-FR_{3.4} -FR_{3.6}. dan Atribut nyaman FR_{4.1}-FR_{4.2}-FR_{4.3}.

Analisis uji validasi desain telah dilakukan, berdasarkan tabel 4.11 diketahui bahwa atribut awet memiliki nilai Asymp. Sig. sebesar 0.295, atribut desain menarik 0.615, atribut *Adjustable* 0.425 dan atribut nyaman sebesar 0.558, ini menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak untuk homogenitas preferensi pengguna. Dibuktikan oleh nilai Asymp. Sig. seluruh atribut > 0.05. Dengan demikian, desain *stand document holder* yang dikembangkan telah sesuai dengan keinginan pengguna.

5.2. Analisis Risiko MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode ROSA (*Rapid Office Strain Assessment*) diketahui bahwa dengan menggunakan *stand document holder* desain lama 80% pengguna memiliki risiko pada *warning level* sehingga diperlukan perbaikan agar dapat mengurangi tingkat risiko *musculoskeletal disorders*. *Holder* desain lama terbatas hanya untuk selebar dokumen sehingga pada saat proses pergantian dokumen pengguna harus berubah posisi dari posisi awal, tak jarang hal ini mengakibatkan postur yang tidak natural saat menggunakan laptop, notebook atau PC dengan bantuan *document holder* (Jayadi *et al.*, 2020).

Setelah menggunakan *stand document holder* desain baru seluruh pengguna berisiko *low level* yaitu kondisi aman dalam bekerja tanpa menimbulkan risiko *musculoskeletal disorders*. Desain baru mempertimbangkan aspek ergonomis dan keinginan pengguna baik berupa desain maupun peletakan posisi *holder*. Pergantian setiap lembaran menggunakan *software* untuk mengatur posisi dokumen sehingga pengguna tetap mempertahankan posturnya sejak awal.

Perbedaan tingkat risiko *musculoskeletal disorders* dibuktikan dalam uji statistik non parametrik. Berdasarkan uji Wilcoxon diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.005 di mana kurang dari 0.05 sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan kondisi pengguna setelah menggunakan *stand document holder* desain baru. Sejalan dengan penelitian penggunaan uji beda Wilcoxon untuk pengukuran tingkat perbedaan risiko *musculoskeletal disorders* juga dilakukan oleh Rimando *et al.* (2020).

5.3. Analisis Efisiensi Kerja

Berdasarkan tabel 4.19. diketahui bahwa waktu rata-rata 13,39 menit untuk penggunaan *stand document holder* desain lama dan untuk penggunaan *stand document holder* desain baru rata-rata waktu yang digunakan responden adalah 10,19 menit. Secara keseluruhan selisih waktu antara desain lama dan desain baru adalah 3.20 menit untuk 784 kata dalam 3 halaman dokumen. Waktu lama pada desain *holder* yang lama dipengaruhi oleh posisi *holder* yang menyebabkan leher pengguna harus mengalami *twist* 30° dan proses pergantian dokumen yang memakan waktu. Sedangkan dengan menggunakan desain *holder* yang baru pengguna cukup melakukan pengontrolan melalui tombol *up/down* dari *keyboard* atau dari *software* SDH sehingga lebih efisien dan tidak mengganggu postur dari pengguna. Pada gambar 4.17 diketahui bahwa setiap pengguna mengalami peningkatan efisiensi setelah menggunakan *stand document holder* desain baru, rata-rata peningkatan sebesar 23%. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Kipervar (2020) disebutkan bahwa efisiensi waktu kerja meningkat setelah mengimplementasikan sistem digital dalam perusahaan di Rusia.

Berdasarkan tabel 4.23 uji *statistic non parametric* yang dilakukan dengan uji beda *t test* diperoleh hasil sebesar 0.002 kurang dari 0.05 sehingga terdapat perbedaan efisiensi waktu kerja setelah menggunakan *stand document holder*

desain baru. Perbedaan ini disebabkan oleh waktu *set up* holder desain baru lebih singkat dibandingkan dengan holder desain lama yang masih *set up* secara manual.

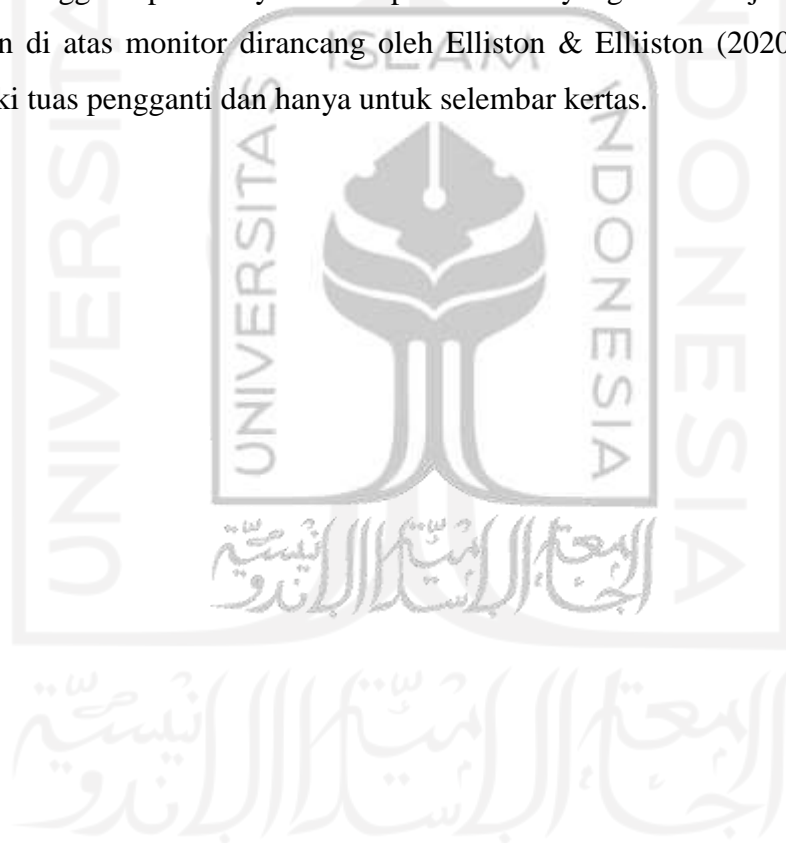
5.4. Analisis Kepuasan Pengguna

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan *User Experience Questionnaire* pada gambar 4.19 diketahui skor untuk semua skala pada penggunaan *stand document holder* desain lama menggambarkan aspek kualitas pragmatis yaitu *perspicuity*, *efficiency*, dan *dependability* kurang baik, karena hasil evaluasi masih dibawah 0.8. Skala juga menggambarkan kualitas hedonis (*novelty* dan *stimulation*) dengan hasil yang kurang baik pula yaitu dibawah 0.8 dengan rata-rata nilai minus. Hasil *benchmarking* pada gambar 4.20 menunjukkan seluruh klasifikasi skala dalam kategori buruk (*Bad*), ini menunjukkan bahwa penggunaan holder desain lama menghasilkan evaluasi negatif.

Pengolahan data dengan *User Experience Questionnaire* pada tabel 4.21 menunjukkan penggunaan *stand document holder* desain baru memberikan kesan positif ini dibuktikan dengan nilai evaluasi kualitas pragmatis yaitu *perspicuity*, *efficiency*, dan *dependability* serta kualitas hedonis yaitu *novelty* dan *stimulation* berada diatas 0.8 sehingga memberikan evaluasi positif. Hasil *benchmarking* pada gambar 4.21 menunjukkan klasifikasi *above average* untuk skala pengukuran *attractiveness*, *perspicuity* dan *dependability*. Skala pengukuran *efficiency* dan *stimulation* memiliki klasifikasi *good* serta skala pengukuran *novelty* yaitu *excellent*.

Berdasarkan skala pada UEQ diketahui bahwa pada holder desain baru skala tertinggi ada pada skala kebaruan (*novelty*). Hal ini disebabkan belum ada holder yang memiliki sistem elektrikal dan pengontrolan melalui *software*. Dalam beberapa tahun terakhir, beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan desain dudukan. Mereka adalah Crossland & Vogt (2016), Sirajuddin & Siddik (2017), Costas (2018), Subramaniam & Singh (2019) dan Elliston & Elliiston (2020). Crossland & Vogt (2016) merancang tempat dokumen untuk menyimpan dokumen yang diletakkan di bawah monitor tetapi tempat ini masih dioperasikan secara manual sehingga membutuhkan waktu untuk mengganti setiap lembar

dokumen. Mengembangkan dokumen holder dilakukan oleh Sirajuddin & Siddik (2017) dimana menempatkan holder yang dilengkapi dengan penjepit kertas ditempatkan di sisi kanan monitor untuk mengetahui sindrom pengguna. Kelemahan holder ini bersifat permanen sehingga setelah dipasang tidak bisa diubah posisinya. Costas (2018) mendesain *portable document holder* agar posisinya bisa diletakkan di kiri, kanan atau di bawah. Kekurangan dari holder ini terletak pada penjepit yang mengharuskan dokumen dilubangi dan dibatasi hanya untuk satu dokumen. Subramaniam & Singh (2019) melakukan desain eksperimental untuk penempatan dokumen yang dilengkapi dengan penjepit kertas yang ditempatkan di sisi kanan atau kiri monitor. Dudukan ini tidak dapat diatur sehingga dapat menyebabkan postur leher yang tidak wajar. Penempatan dudukan di atas monitor dirancang oleh Elliston & Elliiston (2020) tetapi tidak memiliki tuas pengganti dan hanya untuk selebar kertas.



BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa desain *stand document holder* yang inovatif dan ergonomis serta memiliki aspek *satisfaction* yang baik terdiri dari empat atribut desain yaitu desain yang awet, desain yang menarik, desain yang *Adjustable* dan desain yang nyaman. Tingkat Penurunan risiko setelah menggunakan *stand document holder* desain baru adalah *low level* yaitu kondisi aman dalam bekerja tanpa menimbulkan risiko *musculoskeletal disorders* setelah sebelumnya memiliki tingkat risiko pada *warning level*. Tingkat peningkatan efisiensi waktu kerja setiap pengguna setelah menggunakan desain baru adalah 23% dengan rata-rata waktu yang digunakan responden adalah 10,19 menit. Peningkatan kepuasan pengguna yang diukur berdasarkan *User Experience Questionnaire* yaitu nilai evaluasi setelah menggunakan holder desain baru meningkat menjadi diatas 0.8 dapat disimpulkan bahwa holder desain baru memberikan kesan positif pada pengguna.

6.2. Saran

Dalam penelitian ini dilibatkan desain parameter yang digunakan dalam *independence axiomatic* yaitu atribut awet, desain menarik, *adjustable* dan nyaman namun masih dapat dikembangkan menjadi beberapa atribut yang dapat mendukung proses desain *holder*. Aspek-aspek pengujian tidak hanya terkait ergonomi, efisiensi, dan kepuasan pelanggan namun dapat menambahkan beberapa aspek lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Ahmad, U., Rehman, F.U., Khalid, Z. & Ahmad, S. 2020. Risk factors and complications of musculoskeletal neck pain among children and adolescents. *The Professional Medical Journal*, Vol. 27, No. 02, pp. 371-376.
- Aliyu, R., Arifin, A. M. T., Haq, R. H. A., Hassan, M. F., Rahman, M. N. A., Ismail, A. E., Rahim, M. Z., Ibrahim, M. R., Azlan, M. A., Ahmad, M. S. & Taib, I. 2019. An integration of kano model and quality function deployment technique-a case study using sport earphone. *In Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1150, No. 1, pp. 012025.
- Amini, G., Karimi, M. & Zokaee Ashtiani, F., 2020. Hybrid electrospun membrane based on poly (vinylidene fluoride)/poly (acrylic acid)-poly (vinyl alcohol) hydrogel for waterproof and breathable applications. *Journal of Industrial Textiles*, p.1528083720904675.
- Anam, M.S. and Suhartono, E., 2020. Customer Prefrency Analysis in The Design of Traditional Fruit Retail Smees in Bojonegoro. *Enrichment: Journal of Management*, Vol. 11, pp.213-217.
- Asyraf, M.R.M., Ishak, M.R., Sapuan, S.M. and Yidris, N., 2019. Conceptual design of creep testing rig for full-scale cross arm using TRIZ-Morphological chart-analytic network process technique. *Journal of Materials Research and Technology*, Vol. 8, No. 6, pp.5647-5658.
- Awasthi, A. & Omrani, H., 2019. A goal-oriented approach based on fuzzy axiomatic design for sustainable mobility project selection. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, Vol. 6, No. 1, pp.86-98.
- Aydođan, S., Gönay, E.E., Akay, D. & Kremer, G.E.O., 2020. Concept design evaluation by using Z-axiomatic design. *Computers in Industry*, Vol. 122, p.103278.
- Bernard, B.P. & Putz-Anderson, V., 1997. Musculoskeletal disorders and workplace factors; a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back.
- Bi, J.W., Liu, Y., Fan, Z.P. & Cambria, E., 2019. Modelling customer satisfaction from online reviews using ensemble neural network and effect-based Kano model. *International Journal of Production Research*, Vol. 57, No. 22, pp.7068-7088.
- Bigorra, A. M., Isaksson, O. & Karlberg, M. 2019. Aspect-based kano categorization. *International Journal of Information Management*, Vol. 46, pp.163-172.

- Block, L. 2020. Guiding local design decisions towards a flexible and changeable product architecture. *Proceedings of the Design Society*, Vol. 1, pp. 521-530.
- Bodin, T., Berglund, K. & Forsman, M. 2019. Activity in neck-shoulder and lower arm muscles during computer and smartphone work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 74, p.102870.
- Branea, A.M., Potra, S.A., Pugna, A.P. & Gaman, M., 2021. Assessing Relevant Quality Attributes For Designing An Ergonomic Dorm Room Within The Romanian Context. *Acta Technica Napocensis-Series: Applied Mathematics, Mechanics, And Engineering*, Vol. 64, No.1-S1.
- Byrnes, P.J., Ideaphile LLC. 2020. Eyeglass holder. *U.S. Patent*, No. 10.537.166.
- Chen, D., Zhang, D. & Liu, A. 2019. Intelligent Kano classification of product features based on customer reviews. *CIRP Annals*, Vol. 68, No. 1, pp.149-152.
- Chen, H. & Liu, S. 2020. Research on extension innovation design method of product family based on kano demand model. *In Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1453, p. 012049.
- Chen, J., Yu, S.H., Lui, T.Y. & Chu, J.J. 2017. The effects of keyboard holders with different heights and materials on muscle activity. *Chinese Journal of Ergonomics*, No. 3, p.1.
- Coles-Brennan, C., Sulley, A. & Young, G. 2019. Management of digital eye strain. *Clinical and Experimental Optometry*, Vol. 102, No. 1, pp.18-29.
- Cooper, Robert G., & Angelika Dreher. 2010. Voice-of-customer methods. *Marketing management 19*, no. 4, pp. 38-43.
- Costas, E. 2018. Holder for supporting media sheet. *U.S. Patent*, No. 9.976.695.
- Costas, E., 2017. Note holder with clip. *U.S. Patent Application*, No. 29/512,574.
- Costas, E., Trophius Pty Ltd, 2018. Dry erase board with note holder. *U.S. Patent Application*, No. 29/584,493.
- Crossland, P.V., Knape & Vogt Manufacturing Co, 2016. Document and electronic device holder. *U.S. Patent Application*, No.14/885,454.
- Dace, E., Stibe, A. & Timma, L. 2020. A holistic approach to manage environmental quality by using the Kano model and social cognitive theory. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 27, No. 2, pp. 430-443.
- Danzi, P., Kalor, A.E., Sorensen, R.B., Hagelskjær, A.K., Nguyen, L.D., Stefanovic, C. & Popovski, P., 2020. Communication aspects of the integration of wireless iot devices with distributed ledger technology. *IEEE Network*, Vol. 34, No. 1, pp.47-53.

- Davudian-Talab, A., Azari, G., Badfar, G., Shafeei, A. & Derakhshan, Z. 2017. Evaluation and Correlation of the Rapid Upper Limb Assessment and Rapid Office Strain Assessment Methods for Predicting the Risk of Musculoskeletal Disorders. *Internal Medicine and Medical Investigation Journal*, Vol. 2. No. 4, pp.155-160.
- Delaram, J. & Valilai, O.F. 2018. An architectural view to computer integrated manufacturing systems based on Axiomatic Design Theory. *Computers in Industry*, Vol. 100, pp. 96-114.
- Deng, H., Govo LLC. 2019. Card holder. *U.S. Patent Application*, No. 0269213 A1.
- Ekşioğlu, M. 2017. Musculoskeletal & visual symptoms among undergraduate students: Individual and computer-use-related risk factors and interference with academic performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 60, pp. 26-34.
- Elliston, M. & Elliston, D., 2020. Document holder for display monitor. *U.S. Patent*, No. 10,602,844.
- Elsaied, Ā., Soltan, H. & Hussein, M.S. 2020. Axiomatic Design for 'X': An Integrated Methodology for Product Design. *Bulletin of the Faculty of Engineering*, Vol. 39, No. 1, pp.1-7.
- Eriyanto. 2007. *Teknik Sampling: Analisis Opini Publik*. LKIS, Yogyakarta.
- Ghabour, E., Ledabour Inc, 2018. Document holder for mobile device. *U.S. Patent*, No.10,078,256.
- Ghahremani, F., Alizadeh, E. & Abdolalipour, A. 2019. The role of safety climate on work-related musculoskeletal discomfort and productivity. *Archives of Occupational Health*, Vol. 3, No. 2, pp. 325-331.
- Gibbons, T.J., Ozturk, E., Xu, L. & Sims, N.D. 2019. Chatter avoidance via structural modification of tool-holder geometry. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, p.103514.
- H. B. Santoso, R. Y. K. Isal, T. Basaruddin, L. Sadira, & M. Schrepp. 2015. Research-in-progress: User experience evaluation of Student Centered E-Learning Environment for computer science program. *International Conference on User Science and Engineering: Experience. Engineer*, pp. 52–55.
- Herjólfsson, A., Helgason, H., Ingvason, S.S. & Foley, J.T., 2018. Design of a tablet holder with the help of Axiomatic Design International Conference of Axiomatic Design 2017. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 223, p. 01009.
- Hinderks, A., Domínguez-Mayo, F.J., Meiners, A.L. & Thomaschewski, J., 2020. Applying Importance-Performance Analysis (IPA) to Interpret the Results of the User Experience Questionnaire (UEQ). *Journal of Web Engineering*, pp.243-266.

- Huang, X., Atasu, A. & Toktay, L.B., 2019. Design implications of extended producer responsibility for durable products. *Management Science*, Vol. 65, No. 6, pp.2573-2590.
- Humantech. 1995. *Applied Ergonomic Training Manual Second Edition*. Australia: Berkeley Valey.
- Ilbahar, E., Cebi, S. & Kahraman, C., 2020. Classification of Laptop Design Attributes Using Fuzzy Kano Model. *Customer Oriented Product Design*, pp. 239-250.
- Jakhar, D. & Grover, C. 2019. Using a car phone *holder* for performing oculoscopy with a universal serial bus dermatoscope. *Journal of the American Academy of Dermatology*, Vol. 80, No. 1, pp. e1-e2.
- Jung, S.W., Lee, J.H., Lee, K.J. & Kim, H.R. 2019. Association between Occupational Physicochemical Exposures and Headache/Eyestrain Symptoms among Korean Indoor/Outdoor Construction Workers. *Safety and Health at Work*, Vol.10, No. 4, pp.437-444.
- Kaliniene, G., Ustinaviciene, R., Skemiene, L., Vaiciulis, V. & Vasilavicius, P. 2016. Associations between musculoskeletal pain and work-related factors among public service sector computer workers in Kaunas County, Lithuania. *BMC musculoskeletal disorders*, Vol. 17, No. 1, pp. 420.
- Karatas, M., 2020. Hydrogen energy storage method selection using fuzzy axiomatic design and analytic hierarchy process. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 45, No. 32, pp. 16227-16238.
- Khairunisa, A., 2020. *Evaluasi User Experience Website Knowledge Center Universitas Multimedia Nusantara*, Doctoral dissertation, Universitas Multimedia Nusantara.
- Kipervar, E.A., Kipervar, E.A. & Pobiyanskaya, A.V., 2020. Implementation of Digital Technologies at Russian Enterprises as a Reserve for Increasing the Efficiency of Using Working Time. In International Conference on Economics, *Management and Technologies 2020*, pp. 318-322.
- Kott, M.C., Macmillan, K.S., Feldman, A.J. & Roberts, R.G., Illen Products Ltd, 2017. Display *holder* stand. *U.S. Patent Application*, No. 29/527,825.
- Lee, D. G., & Suh, N, P. 2006. *Axiomatic Design and Fabrication of Composite Structures: Application in Robots, Machine Tools, and Automobiles*. New York: Oxford University Press.
- Lee, J., 2020. Impact Strength of 3D Printed and Conventional Heat-cured and Cold-cured Denture Base Acrylics, *Doctoral dissertation, The University of Texas School of Dentistry at Houston*.
- Lin, Y.L., Jhan, Y.C. & Lin, H.W., 2020. A Good Partner in Sleeping: A Research on Customer Value Regarding Mattresses. *European Journal of Business and Management Research*, Vol.5, No. 6.

- Liu, H. C., Cheng, Y. & Ho, J. J. 2020. Associations of ergonomic and psychosocial work hazards with musculoskeletal disorders of specific body parts: a study of general employees in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 76, p.102935.
- Lotchi, K.N., 2019. Design of an inter-firm electronic collaboration plat-form for smes based on axiomatic design theory. *IAENG International Journal of Computer Science*, Vol. 36, No. 3, pp. 33-38.
- M.S., Pavelić, L., Kortmiš, M.V., Šiško, J., Maltar-Strmečki, N. & Prić, I., 2020. 3D-printed eye lens dosimeter *holder* for use in interventional radiology and interventional cardiology. *Radiation Measurements*, Vol. 135, p.106385.
- Ma, M. Y., Chen, C. W. & Chang, Y. M. 2019. Using kano model to differentiate between future vehicle-driving services. *International journal of industrial ergonomics*, Vol. 69, pp.142-152.
- Machado-Matos, M. & Arezes, P. M. 2016. Impact of a workplace exercise program on neck and shoulder segments in office workers. *Dyna*, Vol. 83, No.196, pp. 63-68.
- Maleki, S., Amiri Aghdaie, S.F., Shahin, A. & Ansari, A., 2020. Investigating the relationship among the Kansei-based design of chocolate packaging, consumer perception, and willingness to buy. *Journal of Marketing Communications*, Vol. 26, No. 8, pp.836-855.
- Maradei, F., Rodriguez, J. & Castellanos, J. 2019. Analysis of work-related musculoskeletal disorders on office workers at the Industrial University of Santander. *In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, pp. 135-145.
- Mircheski, I., Łukaszewicz, A. & Szczebiot, R. 2019. Injection process design for manufacturing of bicycle plastic bottle *holder* using CAx tools. *Procedia Manufacturing*, Vol. 32, pp. 68-73.
- Morimune-Moriya, S. & Nishino, T., 2021. Strong, Tough, Transparent and Highly Heat-Resistant Acrylic Glass Based on Nanodiamond. *Polymer*, p.123661.
- Mowatt, L., Gordon, C., Santosh, A.B.R. & Jones, T. 2018. Computer vision syndrome and ergonomic practices among undergraduate university students. *International journal of clinical practice*, Vol. 72, No. 1, p.e13035.
- Mulyadi, 2007, *Sistem Perencanaan dan Pengendalian Manajemen*, Jakarta: Salemba Empat.
- Nagîț, G., Slătineanu, L., Merticaru, V., Rîpanu, M.I., Mihalache, A.M., Tăbăcaru, L. & Boca, M., 2017. Analysis of a device for texturing by burnishing using principles from axiomatic design. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 127, p. 01021.

- Nordander, C., Hansson, G. Å., Ohlsson, K., Arvidsson, I., Balogh, I., Strömberg, U., Rittner, R. & Skerfving, S. 2016. Exposure–response relationships for work-related neck and shoulder musculoskeletal disorders—analyses of pooled uniform data sets. *Applied ergonomics*, Vol. 55, pp. 70-84.
- OHCOW. 2008. *Office Ergonomic Handbook 5th Edition*. Ontario: Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc.
- Ozalp, M., Kucukbas, D., Ilbahar, E. & Cebi, S. 2020. Integration of quality function deployment with IVIF-AHP and kano model for customer oriented product design. *In Customer Oriented Product Design*, pp. 93-106.
- P. Sukmasetya, H. B. Santoso, & D. I. Sensuse. 2019. Current EGovernment Public Service on User Experience Perspective in Indonesia. *ICITSI 2018 - Proceedings*, pp. 159–164.
- Padala, S.S. & Maheswari, J.U., 2020. Axiomatic design framework for changeability in design for construction projects. *Asian Journal of Civil Engineering*, Vol. 21, No. 2, pp. 201-215.
- Parry, S.P., Coenen, P., Shrestha, N., O'Sullivan, P. B., Maher, C.G. & Straker, L. M. 2019. Workplace interventions for increasing standing or walking for decreasing musculoskeletal symptoms in sedentary workers. *Cochrane database of systematic reviews*, Vol.11, pp. 012487.
- Partlow, E.B., 2020. *Adjustable Multipurpose Holder*. U.S. Patent Application, No. 16/160,416.
- Pereira, M., Comans, T., Sjøgaard, G., Straker, L., Melloh, M., O'leary, S., Chen, X. & Johnston, V. 2019. The impact of workplace ergonomics and neck-specific exercise versus ergonomics and health promotion interventions on office worker productivity: A cluster-randomized trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, Vol. 45, No. 1, pp. 42-52.
- Pheasant, S. 1991. *Ergonomics, Work, and Health*. USA: Aspen Publisher Inc.
- Puik, E. & Ceglarek, D., 2018. Application of Axiomatic Design for Agile Product Development. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 223, p. 01004.
- Rimando, C.R.D., Batay, C.M.L., Canita, V.E.S., Cruz, A.M.C.D., Egos, G.A.D., Ladisla, N.K.E., Panlilio, J.K.S., Ramos, A.M.P., Tayo, P.A.B. & Villamor, Z.M.F., 2020. Validity and Reliability of the Modified RULA (mRULA) among Public and Private Office Workers. *In Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1529, No. 3, p. 032056..
- Romero, M.B. 2016. Document holder. U.S. Patent, No. 9,351,564.
- Schnurr, B., 2019. Too cute to be healthy: How cute packaging designs affect judgments of product tastiness and healthiness. *Journal of the Association for Consumer Research*, 4(4), pp.363-375.
- Shabbir, M., Rashid, S., Umar, B., Ahmad, A. & Ehsan, S. 2016. Frequency of neck and shoulder pain and use of *Adjustable* computer workstation

among bankers. *Pakistan journal of medical sciences*, Vol. 32, No. 2, pp. 423.

- Shangguan, C., Wang, Z., Gong, S., Guo, Y. & Xu, S., 2020. More attractive or more interactive? The effects of multi-leveled emotional design on middle school students' multimedia learning. *Frontiers in psychology*, Vol. 10, p.3065.
- Shariat, A., Cleland, J.A., Danaee, M., Kargarfard, M., Sangelaji, B. & Tamrin, S.B.M. 2018. Effects of stretching exercise training and ergonomic modifications on musculoskeletal discomforts of office workers: a randomized controlled trial. *Brazilian journal of physical therapy*, Vol. 22, No. 2, pp. 144-153.
- Siddique, W.A., Siddiqui, M.F. & Khan, A., 2020. Controlling and Monitoring of Industrial Parameters Through Cloud Computing and HMI Using OPC Data Hub Software. *Indian Journal Of Science And Technology*, Vol. 13, No. 02, pp.114-126.
- Sirajudeen, M.S. & Siddik, S.S.M., 2017. Knowledge of computer ergonomics among computer science engineering and information technology students in Karnataka, India. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care*, No. 9, Vol. 2, pp. 64-70.
- Sitthipornvorakul, E., Sihawong, R., Waongenngarm, P. & Janwantanakul, P. 2020. The effects of walking intervention on preventing neck pain in office workers: a randomized controlled trial. *Journal of Occupational Health*, Vol. 62, No. 1, p. e12106.
- Soewardi, H. & Nariswari, A., 2021. Innovative And Ergonomic Design of Baby Stroller for Children's 6 Months-3 Years Old. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 1082, No. 1, p. 012003.
- Soewardi, H. & Putra, E.A., 2018. Developing a Portable Hydroelectric Generator Using Axiomatic Design Method. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 171, No. 1, p. 012034.
- Soewardi, H. & Sujono, R., 2019. A new development of the clove harvest safety tool for farmers. *In Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1367, No. 1, p. 012040.
- Soewardi, H., Setiawan, N. & Sidhatama, J., 2017. Development of the ergonomic neck posture level by using electromyography method. *Malaysian Journal Of Industrial Technology (MJIT)*, Vol. 2, No. 2, pp. 43-47.
- Sonne, M., Villalta, D.L., & Andrews, D. M. 2012. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA - rapid office strain assessment. *Applied Ergonomics*. Vol. 43, No.1, pp. 98-108.
- Subramaniam, A. & Singh, D.K.A. 2019. Effects of using a document holder when typing on head excursion and neck muscle activity among computer users with and without neck pain. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*.

- Sugano, R., Ikegami, K., Ando, H., Nozawa, H., Michii, S., Kondo, M., Imoto, H., Shima, A., Kawatsu, Y., Fujino, Y. & Ogami, A. 2020. The relationship between fear-avoidance beliefs in employees with chronic musculoskeletal pain and work productivity: a longitudinal study. *Journal of UOEH*, Vol. 42, No. 1, pp. 13-26.
- Sugano, R., Ikegami, K., Michii, S., Ando, H., Nozawa, H., Imoto, H., Shima, A., Kawatsu, Y., Fujino, Y. & Ogami, A. 2019. Musculoskeletal pain in Japanese workers and the relationship between labor productivity by presenteeism and chronic musculoskeletal pain: a cross-sectional study. *Environmental and Occupational Health Practice*. Vol. 1, No.2, pp. 21-30.
- Suh, N. P. 1990. *The Principles of Design*. New York: Oxford University Press.
- Suh, N. P. 2003. *Complexity : Theory and Applications*. New York: Oxford University Press.
- Taha, Z., Soewardi, H. & Dawal, S.Z.M., 2014. Axiomatic design principles in analysing the ergonomics design parameter of a virtual environment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 44, No. 3, pp.368-373.
- Taifa, I. &Vhora, T., 2019. Cycle time reduction for productivity improvement in the manufacturing industry. *Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, Vol. 6, No. 2, pp.147-164.
- Tama, I. P., Azlia, W. & Hardiningtyas, D. 2015. Development of customer oriented product design using kansei engineering & kano model: case study of ceramic souvenir. *Procedia Manufacturing*, Vol. 4, pp. 328-335.
- Tarwaka, dkk. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Teo, C., Giffard, P., Johnston, V. & Treleaven, J. 2019. Computer vision symptoms in people with & without neck pain. *Applied ergonomics*, Vol. 80, pp. 50-56.
- Ting, J. Z. R., Chen, X. & Johnston, V. 2019. Workplace-based exercise intervention improves work ability in office workers: a cluster randomised controlled trial. *International journal of environmental research and public health*, Vol. 16, No. 15, pp. 2633.
- Toguem, S.C.T., Mehdi-Souzani, C., Nouira, H. & Anwer, N., 2020. Axiomatic design of customised additive manufacturing artefacts. *Procedia CIRP*, Vol. 91, pp.899-904.
- Ulrich, K. T., & Steven. D. E. 2001. *Perancangan & Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Violante, M.G. & Vezzetti, E. 2017. Kano qualitative vs quantitative approaches: An assessment framework for products attributes analysis. *Computers in Industry*, Vol. 86, pp. 15-25.

- Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Surabaya, Guna Widya.
- Wu, X., Hong, Z., Li, Y., Zhou, F., Niu, Y. & Xue, C. 2020. A function combined baby stroller design method developed by fusing Kano, QFD & FAST methodologies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 75, p. 102867.
- Wu, Z., Xing, Y., Liu, L., Huang, P. & Zhao, G. 2020. Design, fabrication and performance evaluation of pulsating heat pipe assisted tool holder. *Journal of Manufacturing Processes*, Vol. 50, pp. 224-233.
- Yuliarty, P. 2013. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Zhao, S., Zhang, Q., Peng, Z. & Fan, Y. 2020. Integrating customer requirements into customized product configuration design based on kano's model. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 31, No. 3, pp. 597-613.



DAFTAR LAMPIRAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Saya Rezki Amelia Aminuddin. A.P, Mahasiswa Magister Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saya sedang melaksanakan penelitian Tesis yang berjudul *Desain stand document holder* untuk mengurangi risiko *musculoskeletal* dan meningkatkan produktivitas kerja.

Sehubungan dengan hal tersebut, saya mohon Bapak/Ibu/Saudara/Saudari untuk mengisi kuesioner terkait penelitian tersebut. Data pada kuesioner ini bersifat rahasia dan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian.

Atas partisipasi Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dalam pengisian kuesioner ini.saya ucapkan terima kasih. Partisipasi Bapak/ Ibu/ Saudara/ Saudari sangat berarti dalam kesuksesan pelaksanaan penelitian ini.

A. Identitas Responden

Nama :
Usia : Tahun
Jenis Kelamin : Pria / Wanita
Pekerjaan : *Office Worker* / Mahasiswa (coret yang tidak perlu)

B. Screening

Berikut adalah *screening* terkait kondisi kesehatan anda sebelum melakukan eksperimen. Isilah sesuai dengan yang anda rasakan saat ini dengan memberikan tanda (✓) pada salah satu kolom.

No.	Pertanyaan	Keterangan	
1.	Apakah anda memiliki gangguan penglihatan?	<input type="checkbox"/> YA	<input type="checkbox"/> TIDAK
2.	Apakah anda seringkali menggunakan laptop/notebook/PC untuk menginput data ?	<input type="checkbox"/> YA	<input type="checkbox"/> TIDAK
3.	Apakah anda sudah mengetahui sebelumnya terkait penggunaan <i>stand document holder</i> ?	YA	TIDAK

4. Dimanakah anda biasa meletakkan dokumen yang akan diinput? (Jika menjawab YA pada pertanyaan ke 3 maka dilanjutkan ke pertanyaan ke 4)	ATAS MONITOR <input type="checkbox"/>	BAWAH MONITOR <input type="checkbox"/>	SAMPING KIRI <input type="checkbox"/>	SAMPING KANAN <input type="checkbox"/>
---	---	--	---	--

C. Kuesioner

Lampiran 1
Kuisisioner Voice Of Customer



Gambar diatas merupakan produk *document holder* yang dikembangkan di Indonesia namun masih terdapat beberapa kekurangan seperti menyebabkan nyeri pada leher, tidak efisien, dan lain-lain. Hal itu menjadi alasan peneliti ingin melakukan perancangan sebuah *document holder* yang ergonomis dengan metode *Axiomatic Design*.

Pertanyaan ini berkaitan dengan kebutuhan pengguna untuk mengisikan serta memberikan ceklis (✓) atau mengisi pada titik yang telah disediakan, jawaban dan pilihan dibawah ini boleh lebih dari satu pilihan dan jawaban.

Kriteria apakah yang ada inginkan dari sebuah *document holder*?

- Awet
- Desain menarik
- Adjustable* (Dapat disesuaikan)
- Nyaman
- Lainnya.....

Lampiran 2
Kuesioner Validasi Voice Of Customer

Pertanyaan ini berkaitan dengan kebutuhan pelanggan untuk mengisikan serta memberikan ceklis (✓) atau mengisi pada titik yang telah disediakan, jawaban dan pilihan dibawah ini boleh lebih dari satu pilihan dan jawaban.

Menurut anda apa saja yang diperlukan dalam perancangan *document holder*

Keterangan : STS = Sangat Tidak Setuju TS = Tidak Setuju N = Netral
S = Setuju SS = Sangat Setuju

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1.	Awet					
2.	Desain menarik					
3.	<i>Adjustable</i>					
4.	Nyaman					

Lampiran 3
Kuesioner Fungsional dan Disfungsional Model Kano

Petunjuk penelitian:

Anda diminta untuk mengisi 2 kolom penilaian terhadap pernyataan yang diberikan. a. Fungsional : Menyatakan kondisi yang anda rasakan jika fasilitas atau layanan terpenuhi/tersedia

b. Disfungsional : Menyatakan kondisi yang anda rasakan jika fasilitas atau layanan tidak terpenuhi/tidak tersedia

Keterangan :

S : Suka, artinya fasilitas atau layanan tersebut sangat berguna bagi Anda

H : Harapan, artinya fasilitas atau layanan tersebut merupakan suatu keseharusan bagi Anda

N : Netral, ada tidaknya fasilitas atau layanan tersebut tidak berpengaruh bagi Anda

T : Toleransi, artinya Anda tidak suka tetapi Anda dapat menerima kondisi tersebut

TS : Tidak Suka, artinya Anda tidak dapat menerima kondisi tersebut

Berilah tanda (√) pada kolom yang telah disediakan

No	Fungsional	S	H	N	T	TS	Disfungsional	S	H	N	T	TS
1	Awet						Tidak awet					
2	Desain yang menarik						Desain yang tidak menarik					
3	<i>Holder yang Adjustable</i>						<i>Holder tidak Adjustable</i>					
4	Nyaman						Tidak Nyaman					









Lampiran 4 Pemilihan Desain

Dibawah ini terdapat pertanyaan yang berhubungan dengan penentuan spesifikasi dalam perancangan *document holder*. Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang dianggap sesuai dengan pertanyaan di bawah ini menurut opini Anda (cukup memilih 1)

1. Material apa yang anda pilih untuk perancangan *document holder* ?
 - a. Aluminium
 - b. Besi
 - c. *Stainless steel*
 - d. *Akrilik*
2. Warna apa yang anda pilih untuk perancangan *document holder* ?
 - a. Putih
 - b. Biru Dongker
 - c. Abu-abu
 - d. Warna warni
3. Jika *document holder* dilengkapi tempat penyimpanan kertas, ukuran kertas apa yang anda butuhkan?
 - a. Ukuran Kertas A4 (21 x 29,7 cm)
 - b. Ukuran Kertas Letter (21.59 x 27.94 cm)
 - c. Ukuran Kertas F4 (21 x 33 cm)
 - d. Ukuran Kertas Legal (21.59 x 35.56 cm)
4. Jika *document holder* dilengkapi tempat penyimpanan kertas, seperti apakah yang anda butuhkan?
 - a. *Portable* (Lepas-Pasang sesuai kebutuhan)
 - b. Permanen
5. Anda menginginkan *document holder* yang cara kerjanya seperti apa ?
 - a. Manual
 - b. Semi Automatis
6. Jika *document holder* dirancang semi otomatis yang dilengkapi tombol, bentuk tombol seperti apa yang anda inginkan ?
 - a. Bulat
 - b. Oval
 - c. Menyatu dengan *keyboard*
 - d. *Software* tersendiri
7. Posisi holder yang anda inginkan ?
 - a. *Adjustable*
 - b. Atas
 - c. Bawah
 - d. Samping (kiri/kanan)

Lampiran 5 Rapid Office Strain Assessment (ROSA)

THE RAPID OFFICE STRAIN ASSESSMENT
DEVELOPED BY MICHAEL GOODE, MSc, Ph.D.

NAME: _____		DATE: _____		ASSESSOR: _____		AREA SCORE		ROSA SCORE	
Section 4 - Chair						Section 5 - Monitor and Teletext			
									
Backrest (1) Too low - less than 100° (1) Too high - more than 110° (1) No foot contact on glider (1) No footrest below knee level - no footrest (1) No adjustment (1)						Arm's length distance for text / screen at eye level (1) Too low (below 30°) (1) Too high (more than 45°) (1) Neck/eye strain (1) Glare on screen (1) Document too high (1)			
AREA SCORE						AREA SCORE			
									
Appropriately curved to support lumbar curve and edge of seat (1) Too long - less than 17" at base (1) Too short - more than 17" at base (1) No adjustment (1)						Monitor 2: One hand on mouse & trackball (1) Too far - at reach (more than 18") (1) Too close - 18" or closer (1) No mouse free options (1)			
Section 6 - Mouse and Keyboard						Section 7 - Mouse and Keyboard			
									
Mouse suspended in the air (1) Too high - shoulder straight (1) Too low - shoulder bent (1) No mouse (1) No mouse (1)						Mouse in line with shoulder (1) Reaching to mouse (1) Mouse keyboard on floor (1) Mouse keyboard on desk (1) Reaching to mouse (1)			
AREA SCORE						AREA SCORE			
									
Adequate lumbar support (1) No lumbar support (1) Applied too far back (1) No back support (1) No back support (1)						Arm's length distance (1) Arm's length distance (1) Reaching while typing (1) Reaching to mouse (1) Reaching to mouse (1)			
DURATION						DURATION			
AREA SCORE						AREA SCORE			
ROSA SCORE						ROSA SCORE			
ROSA SCORE						ROSA SCORE			
ROSA SCORE						ROSA SCORE			
ROSA SCORE						ROSA SCORE			



Lampiran 6 User Experience Questionnaire

Silakan Anda melakukan evaluasi atas penggunaan *stand document holder*. Untuk melakukan asesmen atau evaluasi terhadap produk dimaksud, silakan mengisi kuisisioner berikut ini. Kuisisioner terdiri dari pasangan atribut bertolak belakang secara makna yang dapat merepresentasikan produk. Lingkaran-lingkaran yang berada di antara atribut merepresentasikan gradasi antar atribut yang bertolak belakang. Anda dapat mengekspresikan persetujuan terhadap atribut yang ada dengan cara memilih lingkaran yang lebih dekat dengan impresi Anda.

Contoh:

atraktif | ○ ⊗ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | tidak atraktif

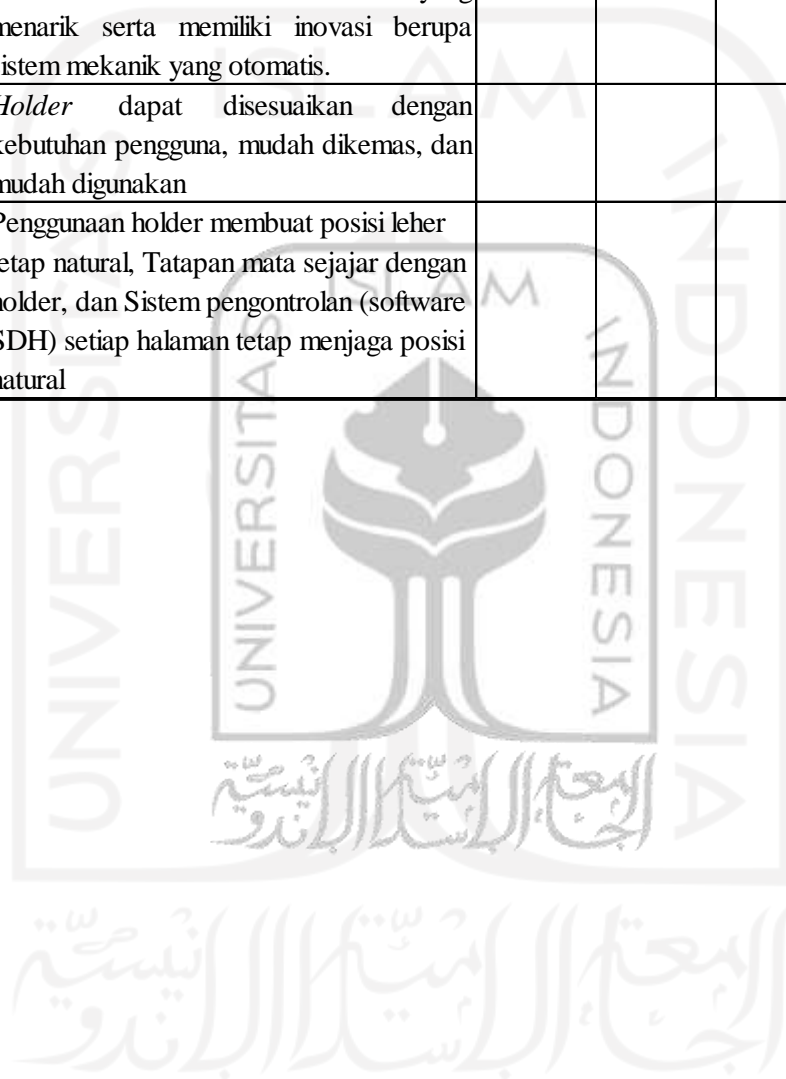
Respon ini berarti Anda menilai aplikasi produk tsb lebih atraktif dibanding tidak atraktif. Silakan memutuskan penilaian secara spontan. Jangan berpikir terlalu lama tentang keputusan Anda untuk meyakinkan bahwa Anda memberikan impresi yang orisinal. Terkadang Anda bisa saja tidak terlalu yakin terkait atribut tertentu atau Anda melihat bahwa sebuah atribut tidak relevan atas produk yang sedang Anda evaluasi. Kendatipun demikian, silakan putuskan evaluasi Anda atas setiap item. Pendapat Anda sangat penting.

Mohon diperhatikan: tidak ada jawaban salah atau benar!

	1	2	3	4	5	6	7		
menyusahkan	○	○	○	○	○	○	○	menyenangkan	1
tak dapat dipahami	○	○	○	○	○	○	○	dapat dipahami	2
kreatif	○	○	○	○	○	○	○	monoton	3
mudah dipelajari	○	○	○	○	○	○	○	sulit dipelajari	4
bermanfaat	○	○	○	○	○	○	○	kurang bermanfaat	5
membosankan	○	○	○	○	○	○	○	mengasyikkan	6
tidak menarik	○	○	○	○	○	○	○	menarik	7
tak dapat diprediksi	○	○	○	○	○	○	○	dapat diprediksi	8
cepat	○	○	○	○	○	○	○	lambat	9
berdaya cipta	○	○	○	○	○	○	○	konvensional	10
menghalangi	○	○	○	○	○	○	○	mendukung	11
baik	○	○	○	○	○	○	○	buruk	12
rumit	○	○	○	○	○	○	○	sederhana	13
tidak disukai	○	○	○	○	○	○	○	menggembirakan	14
lazim	○	○	○	○	○	○	○	terdepan	15
tidak nyaman	○	○	○	○	○	○	○	nyaman	16
aman	○	○	○	○	○	○	○	tidak aman	17
memotivasi	○	○	○	○	○	○	○	tidak memotivasi	18
memenuhi ekspektasi	○	○	○	○	○	○	○	tidak memenuhi ekspektasi	19
tidak efisien	○	○	○	○	○	○	○	efisien	20
jelas	○	○	○	○	○	○	○	membingungkan	21
tidak praktis	○	○	○	○	○	○	○	praktis	22
terorganisasi	○	○	○	○	○	○	○	berantakan	23
atraktif	○	○	○	○	○	○	○	tidak atraktif	24
ramah pengguna	○	○	○	○	○	○	○	tidak ramah pengguna	25
konservatif	○	○	○	○	○	○	○	inovatif	26

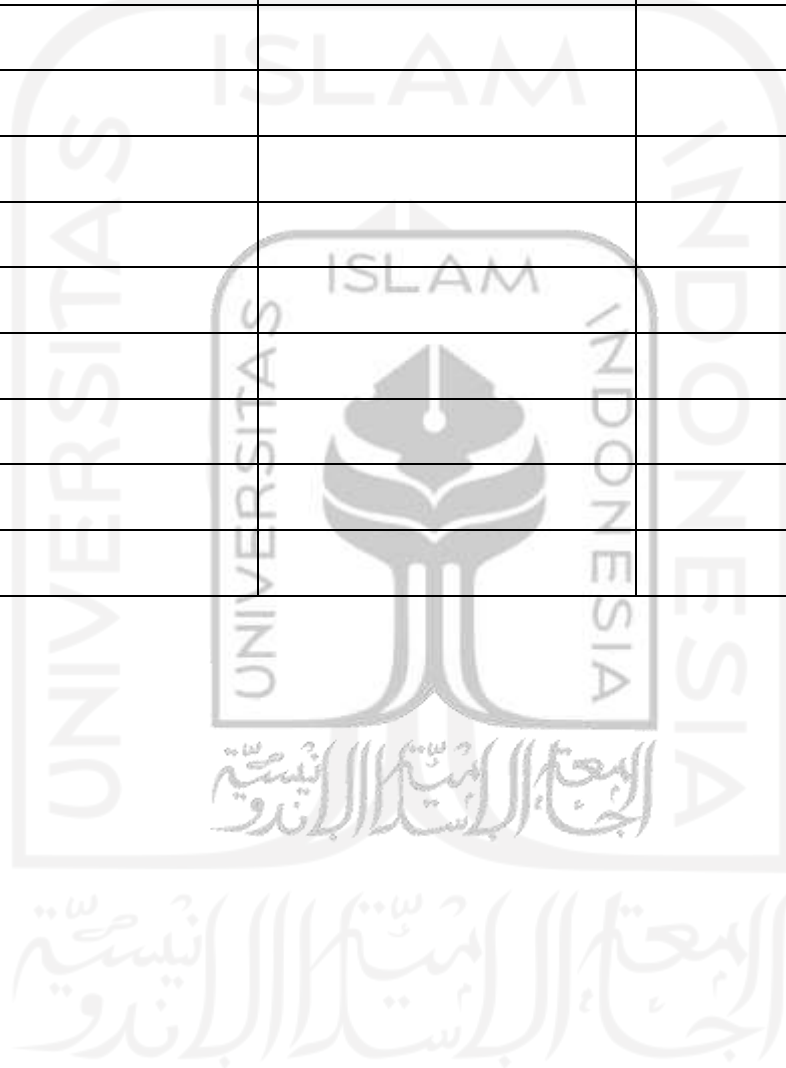
Lampiran 7 Validasi Desain

Atribut	Butir Pertanyaan	Skor				
		5	4	3	2	1
Awet	Holder terbuat dari material yang kuat, tidak mudah rusak, dapat digunakan jangka panjang					
Desain Menarik	Holder memiliki bentuk dan warna yang menarik serta memiliki inovasi berupa sistem mekanik yang otomatis.					
Adjustable	Holder dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, mudah dikemas, dan mudah digunakan					
Nyaman	Penggunaan holder membuat posisi leher tetap natural, Tatapan mata sejajar dengan holder, dan Sistem pengontrolan (software SDH) setiap halaman tetap menjaga posisi natural					



Lampiran 8 Form Eksperimen : Waktu Kerja

Responden		Waktu Kerja	
No.	Nama / Usia (tahun)	Holder Lama (menit)	Holder Baru (menit)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



Lampiran 9 Naskah Pengetikan

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari individu dalam kaitannya dengan kegiatan mereka. Sasaran ergonomi ialah individu pada saat berkegiatan dalam sebuah sistem. Secara singkat dapat dikatakan bahwa ergonomi ialah penyesuaian tugas pekerjaan dengan kapasitas individu. Ruang lingkup ergonomi sangat luas aspeknya, antara lain meliputi :

- Teknik atau rekayasa/engineering.
- Fisik.
- Psikis.
- Anatomi, utamanya yang berhubungan dengan kekuatan dan gerakan otot dan persendian.
- Antropometri.
- Sosiologi.
- Fisiologi, terutama berhubungan dengan temperatur tubuh dan aktivitas otot.
- Desain, dll

Penerapan ergonomi di tempat berkegiatan dimaksudkan agar individu saat bekerja selalu atau sebisa mungkin dalam keadaan selamat, sehat, produktif dan menghasilkan *output* berkualitas. Berkegiatan atau bekerja disini dimaksudkan kepada aktifitas tidur seseorang. Ergonomi sangat memperhatikan keselamatan dan kesehatannya individu dan interaksi antara individu yang lain dengan unsur-unsur kerja misalnya alat atau mesin yang berhubungan dengan apa yang tengah dilakukan atau dikerjakan. Ergonomi juga berperan dalam pengembangan produk atau alat-alat kerja sehingga berbagai produk atau alat-alat kerja yang canggih dan sangat membantu dapat ditemukan, hal ini pun akan banyak membawa peningkatan kesejahteraan individu. Dengan ergonomi, sistem-sistem kerja dalam semua lini dirancang sedemikian rupa memperhatikan variasi pekerja dalam hal kapasitas atau kemampuan atau keterbatasan (fisik, psikis, dan sosio-teknis) dengan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD).

Aplikasi ergonomi dalam desain sistem kerja memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya : desain sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot individu. Desain stasiun kerja untuk alat peraga visual display, untuk mengurangi

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



Yogyakarta, 21 Februari 2021

No : 123/RAAP/VI/10
Lampiran: 1 berkas
Hal : Penawaran

Kepada:

Yth. Bagian Kepegawaian
PT. Aldebaran Sejahtera
Di tempat

Dengan hormat,

Bersama dengan surat ini, kami bermaksud mengajukan penawaran kerja sama Program Pelatihan Desain kepada karyawan PT. Aldebaran Sejahtera. Adapun program yang akan kami tawarkan tersebut antara lain :

PROGRAM	LAMA KURSUS	KAPASITAS	HARGA
Auto Fusion 360	3 bulan	8 orang	850.000,-
Sketch Up 2020	2 bulan	9 orang	2.000.000,-
Blender 1.7	3 bulan	9 / 7 orang	1.500.000,-
Corel Draw 2019	1 bulan	8 orang	1.000.000,-
Solid Work 2021	3 bulan	10 orang	2.750.000,-

Demikian surat penawaran ini kami ajukan dan kami mengharapkan kerjasama dengan perusahaan yang bapak / Ibu pimpin.

Atas perhatian dan kebijaksanaan Bapak / Ibu, kami mengucapkan banyak terima kasih.

NB :

1. Harga sudah termasuk discount
2. Bila jumlah peserta lebih dari 15 orang, kami akan memberikan potongan harga khusus.
3. Jumlah peserta dibatasi 20 orang.

Hormat kami,

(**Abdullah Rendy, S.Kom**)

Direktur

BUGAR DALAM 10 MENIT

Latihan-latihan ini dirancang khusus bagi Anda yang sibuk dan hampir tidak mempunyai waktu kosong. Masing-masing hanya memakan waktu 10 menit. Walau hanya sebentar, manfaatnya sungguh luar biasa.

Aktivitas fisik sederhana ini akan meningkatkan kesehatan tubuh Anda seefektif latihan yang dilakukan selama setengah jam. Selain meningkatkan mood serta mengurangi stres, juga akan memberikan energi lebih, sehingga Anda akan merasa lebih bugar.

Penguatan Tubuh Bagian Bawah

Fokuskan latihan pada empat daerah yang sering bermasalah, yaitu daerah perut, pantat, serta paha bagian luar dan dalam. Gerakan yang dilakukan sangat sederhana. Kuncinya adalah dengan mengubah langkah secara berulang-ulang dan melakukan kontraksi isometrik (tahap setiap gerakan selama kurang lebih satu menit) untuk membuat otot bekerja keras. Selesaikan setiap gerakan secara berturut-turut tanpa disela dengan istirahat. Gerakan ini sangat berguna untuk menguatkan perut, menguatkan panggul, menguatkan paha luar, menguatkan paha dalam.

JALAN KAKI SEHAT

Jalan kaki membawa manfaat yang tidak sedikit. Apalagi jika dibarengi dengan latihan membentuk tubuh bagian atas. Bukan hanya akan membentuk dan menguatkan tangan dan bahu, latihan ini juga akan dapat menibgkatkan pembakaran kalori pada tubuh. Mulailah dengan 3 menit jalan lambat, kemudian percepat menjadi langkah biasa. Lakukan masing-masing gerakan selama 1 menit.

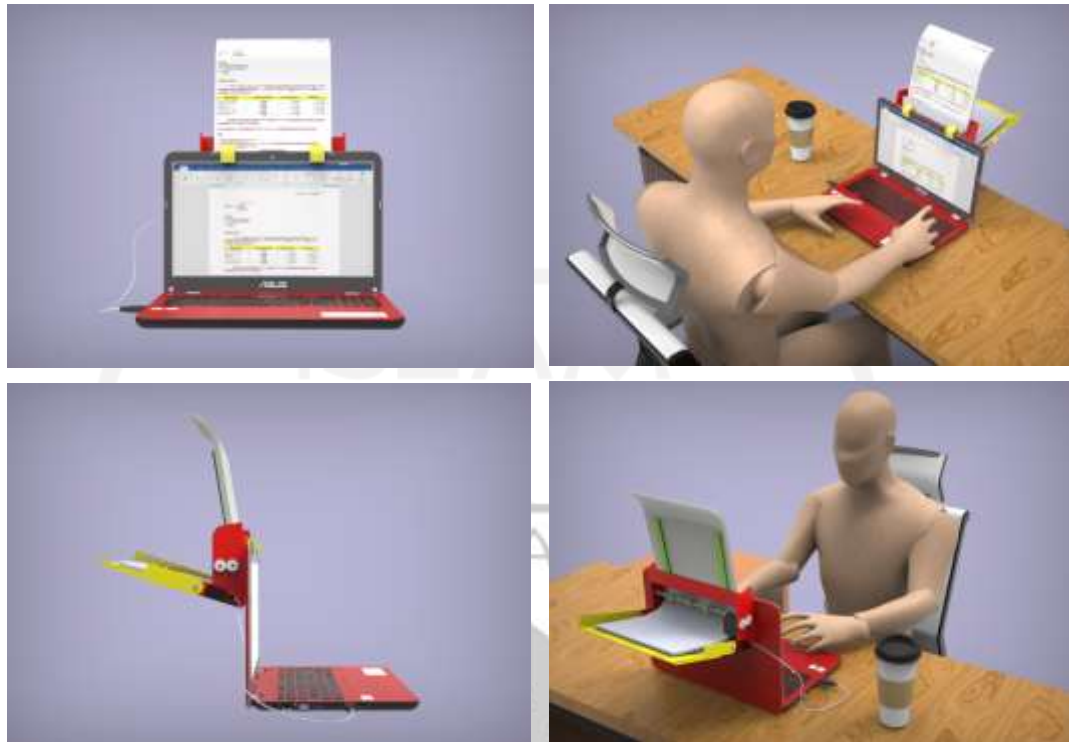
GERAKAN UNTUK TANGAN

Biceps : dengan siku dibengkokkan dan telapak tangan terbuka menghadap ke atas, lakukan gerakan membentuk biceps. **Triseps** : bengkokkan kedua tangan di depan dada sambil melipat siku ke dalam. Lebarkan lengan bawah kanan Anda sebanyak 2 hitungan langkah hingga terasa kontraksinya.

Setelah itu kembali ke posisi semula. Ulangi dengan tangan kiri. **Angkat ke samping** : angkat kedua belah tangan ke samping tubuh hingga setinggi bahu. Tahan selama 2 hitungan, lalu lepaskan. **Tekan bahu** : tekuk siku Anda hingga tangan berada setinggi bahu dengan posisi telapak tangan terbuka menghadap ke depan. Tekan kedua belah telapak tangan ke atas sebanyak dua hitungan. Lalu kembali ke posisi awal. **Pukulan** : pukulkan tangan ke arah depan setinggi dada secara bergantian. Selanjutnya, kembalikan tangan pada posisi mengayun biasa (seperti saat berjalan). Berjalanlah dengan kecepatan tinggi selama 1 menit, lalu dilanjutkan 1 menit jalan lambat.



Lampiran 10 Desain Produk Jadi



Lampiran 11 Uji Kalibrasi

No Uji	Fungsi UP	Fungsi DOWN	total
1	28,23	25,03	53,26
2	26,63	26,34	52,97
3	27,17	24,38	51,55
4	26,68	25,12	51,80
5	28,24	26,41	54,65
6	25,78	25,15	50,93
7	26,48	24,48	50,96
8	25,34	26,10	51,44
9	26,16	25,13	51,29
10	25,77	26,08	51,85

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,697	,662	10

Lampiran 12 Proses Eksperimen Menggunakan Holder Desain Baru



Lampiran 13 Proses Eksperimen Menggunakan Holder Desain Lama



Lampiran 14 Gambar Teknik

