DESAIN SISTEM MANUFAKTUR KEMASAN ABON NABATI "KLUWIH" MENGGUNAKAN METODE *AXIOMATIC DESIGN*

TUGAS AKHIR

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

Nama : **Angga Wisudianto**
No. Mahasiswa : **11 522 323**

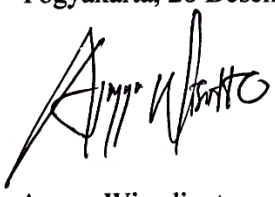
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2015

PERNYATAAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil karya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian 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, 28 Desember 2015



Angga Wisudianto

NIM. 11 522 323

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

DESAIN SISTEM MANUFAKTUR KEMASAN ABON NABATI "KLUWIH" MENGGUNAKAN METODE *AXIOMATIC DESIGN*

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Angga Wisudianto

No. Mahasiswa : 11 522 323

Yogyakarta, 28 Desember 2015

Pembimbing,

(Hartomo, Ir., M.Sc., Ph.D)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN SISTEM MANUFAKTUR KEMASAN ABON NABATI "KLUWIH" MENGGUNAKAN METODE *AXIOMATIC DESIGN*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Angga Wisudianto

NIM : 11522323

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri
Yogyakarta, Januari 2016

Tim Penguji,

Hartomo, Ir., M.Sc.,Ph.D. _____
Ketua

Ali Parkhan, Ir., MT. _____
Anggota I

Dian Janari, ST., MT. _____
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah

Kupersembahkan karya ini untuk ibundakuku tercinta Susanti,

Ayahandaku tercinta Sidik Santoso,

Adik-adikku tersayang adinda Fatkhurrohman Prima Nanda Putra,

Adinda Amalia Lutfi Septinawati,

Adinda Talitha Rahma Azzalia, dan

Adinda M Fahri Santoso.

Serta kekasihku Adelina Mayang Sari

yang selalu mendoakanku.

HALAMAN MOTTO

"QUITTERS NEVER WIN AND WINNERS NEVER QUIT"

–Iwan Sunito–

"Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling banyak memberi manfaat bagi orang lain"

–HR. Bukhari Muslim–

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap."

–QS. Al Insyirah : 6-8–

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW, keluarga serta pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan Rahmat dan Hidayah Allah SWT akhirnya tugas akhir yang berjudul "DESAIN SISTEM MANUFAKTUR KEMASAN ABON NABATI "KLUWIH" MENGGUNAKAN METODE *AXIOMATIC DESIGN*" dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini, dengan rasa hormat penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Kepala Prodi Teknik Industri dan seluruh staf, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hartomo, Ir., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Subagyo selaku pembimbing lapagan yang telah memberikan berbagai informasi mengenai sistem manufaktur sebuah kemasan.
5. Ibuku, ayahku, adik-adikku dan keluarga besarku BERKAH RIA FAMILY yang selalu mendoakanku dan selalu mendukungku.
6. Adelina Mayang Sari yang selalu menemaniku disaat suka maupun duka.
7. Sahabat-sahabatku : Rekan seperjuangan "Asisten 2011 Laboratorium Inovasi & Pengembangan Organisasi", "APIEMS 2015" Yanuar Anaba Wahyuesa; Suhdi Lubis dan Faddli Bil Iman, serta teman-teman Teknik Industri UII 2011.
8. Semua pihak yang juga telah banyak membantu dan mendukung, terimakasih dan maaf tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan di masa mendatang.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Desember 2015

Penulis

Angga Wisudianto

ABSTRAK

Desain kemasan adalah daya tarik konsumen untuk membeli suatu produk. Sebuah desain kemasan yang menarik akan menghasilkan komunikasi visual yang baik dari produk untuk konsumen, oleh karena itu perlu dikembangkan sistem manufaktur yang tepat untuk menghasilkan desain yang kompetitif. Sistem yang dikembangkan harus memuaskan kebutuhan pengguna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem manufaktur sedemikian rupa sehingga tepat membuat kemasan abon nabati "kluwih". Metode *Axiomatic Design* digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan *Design Parameter* sistem manufaktur untuk memenuhi *Customer Attributes* dan *Functional Requirement*. Survei dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan dari sebuah sistem manufaktur kemasan. Hasil dari penelitian ini adalah desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang sesuai kebutuhan pengguna.

Kata Kunci : *axiomatic*, sistem manufaktur, kemasan.

DAFTAR ISI

DESAIN SISTEM MANUFAKTUR KEMASAN ABON NABATI "KLUWIH" MENGGUNAKAN METODE *AXIOMATIC DESIGN* i
PERNYATAAN ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTTO vi
KATA PENGANTAR vii
ABSTRAK ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I. 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II 7
KAJIAN PUSTAKA 7
2.1 Kajian Induktif (Empiris) 7
2.2 Kajian Deduktif (Teoritis) 8
2.2.1 Axiomatic Design 8
2.2.2 Sistem Manufaktur 10
2.2.3 Kemasan 10
2.2.4 Desain Sistem Manufaktur 12

BAB III 14
METODE PENELITIAN 14
3.1 Objek Peneitian 14
3.2 Jenis data 14
3.3 Metode Pengumpulan Data 15
3.3.1 Metode Observasi 15
3.3.2 Metode Survei 15
3.3.3 Studi Pustaka 15
3.3.4 Alat Pengumpulan Data 15
3.4 Populasi dan Sampel 16
3.4.1 Populasi 16
3.4.2 Sampel 16
3.5 Diagram Alir Penelitian 17
3.6 Metode Analisis Statistik 20
3.6.1 Uji Kecukupan Data Parametrik 20
3.6.2 Uji Keseragaman Data 21
3.6.3 Persentil 21
3.6.4 Uji Normalitas Data 22
3.6.5 Uji Validitas 24
3.6.6 Uji Realibilitas 24
3.6.7 Uji Marginal Homogenity 26
3.6.8 Uji Beda *wilcoxon signed-rank test* 26
BAB IV 28
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 28
4.1 Pengumpulan Data 28
4.1.1 Karakteristik Responden 28
4.1.2 Identifikasi *Customer Attribute* 29
4.1.3 Uji Validitas dan Reliabilitas 30
4.1.4 Uji Kecukupan Data Antropometri 32
4.1.5 Uji Keseragaman Data Antropometri 32
4.1.6 Uji Normalitas Data 33
4.1.7 Persentil 34

4.2 Proses *Mapping* dengan *Axiometic Design* 35
4.2.1 *Customer Attribute* (CA) 35
4.2.2 Pemetaan dari *Cutomer Attribute* (CA) ke *Functional Requirement* (FR) dan ke Desain Parameter (DP) 36
4.3 *Operation Process Chart* dan Aliran Proses Kemasan Abon Nabati "Kluwih" 53
4.4 Validasi Desain Parameter Sistem Manufaktur Kemasan Abon Nabati "Kluwih" Parameter dengan Atribut Pengguna 55
4.4.1 Uji Kesesuaian 55
4.4.2 Uji Beda 55
BAB V 57
PEMBAHASAN 57
5.1 Analisis *Customer Attribute* 57
5.2 Analisis *Mapping Customer attributes-Design Parameter* 58
5.2.1 *Analisis Customer attributes - Functional requirements* 58
5.2.2 Analisis *Design parameters* 59
5.3 Analisis Validasi Desain Usulan 63
BAB VI 64
KESIMPULAN DAN SARAN 64
6.1 Kesimpulan 64
6.2 Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 66
LAMPIRAN 71

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Klasifikasi *Cronbach Alpha* .....……...……... 25
Tabel 4. 1 Karakteristik jenis kelamin responden ….……...…….. 28
Tabel 4. 2 Karakteristik usia responden …....……. 28
Tabel 4. 3 Karakteristik pendidikan terakhir responden ...……..... 29
Tabel 4. 4 *Customer Attribute* sistem manufaktur kemasan …… 29
Tabel 4. 5 Hasil Uji Statistik Reliabilitas …… 30
Tabel 4. 6 Hasil Uji Statistik Validitas …… 30
Tabel 4. 7 Uji Normalitas Kolomogrov-Smirnov …… 33
Tabel 4. 8 Persentil Data ……...……... 34
Tabel 4. 9 *Customer Attribute* sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" 35
Tabel 4. 10 *Mapping* Atribut "Nyaman"……... 37
Tabel 4. 11 Rekomendasi Nilai Ambang Batas lingkungan fisik pada area kerja .. 44
Tabel 4. 12 *Mapping* Atribut "Aman"……... 45
Tabel 4. 13 *Mapping* Atribut "Ekonomis" ..……..…… 48
Tabel 4. 14 *Mapping* Atribut "Efisien" ……..…….. 51
Tabel 4. 15 Hasil Uji *Marginal Homogenity* ...……... 56
Tabel 4. 16 Hasil Uji *beda wilcoxon* ……....……... 57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Domain dari desain ……. 9
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian Awal ……. 17
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian A …….. 18
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian B …….. 19
Gambar 4. 1 Grafik Keseragaman Data ……. 33
Gambar 4. 2 Zigzaging dan dekomposisi pada proses mapping ……... 36
Gambar 4. 3 Desain Parameter CA 1 …….. 41
Gambar 4. 4 Jarak Jangkauan Tangan Pengguna ……. 41
Gambar 4. 5 Layout Gudang dengan mesin potong ……. 42
Gambar 4. 6 Layout proses percetakan ……. 42
Gambar 4. 7 Proses laminasi dengan menggunakan roll coveyor …… 43
Gambar 4. 8 Jarak antar mesin pond ……. 43
Gambar 4. 9 Alat Pelindung Diri ……. 47
Gambar 4. 10 Simbol Bahaya …… 47
Gambar 4. 11 Desain Kemasan Abon Nabati “Kluwih” …… 50
Gambar 4. 12 Roll Conveyor dengan Autonomation …… 52
Gambar 4. 13 OPC kemasan abon nabati “kluwih” …….. 53
Gambar 4. 14 Aliran Sistem Manufaktur Kemasan ……... 54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini rata-rata pertumbuhan ekonomi di Indonesia mengalami tren positif. Menurut data dari International Monetary Fund, World Economic Outlook Database (Oktober 2012), prosentase rata-rata pertumbuhan ekonomi di Indonesia pada tahun 2002 hingga tahun 2012 berada di 6.11%. Tren positif ini juga diikuti dengan pertumbuhan ekonomi sektor non-minyak, terutama ekspor dan impor industri makanan olahan yang berada pada 18.06% di tahun 2010 hingga tahun 2014 (Departemen Perdagangan Republik Indonesia, 2014).

Dari fakta diatas menciptakan sebuah kompetisi yang tinggi di antara industri - industri makanan olahan untuk menarik pembeli. Salah satu cara yang dilakukan untuk menarik pembeli adalah dengan mengembangkan desain kemasan yang menarik sehingga menghasilkan komunikasi visual yang baik dari produk kepada pelanggan. Menurut Rundh (2013), desain kemasan yang menarik akan mempengaruhi konsumen untuk membeli produk. Dari penelitian sebelumnya tentang desain sebuah kemasan pada abon kluwih didapatkan tiga konsep kebutuhan konsumen yaitu kemasan ilustratif (bersih, informatif, jelas, terpercaya), kemasan estetis (unik, menarik, rapi, ringan) dan kemasan aman (aman, kuat, praktis) (Dicasani A, 2014).

Tiga kebutuhan konsumen mengenai kemasan abon nabati "kluwih" yang menarik tersebut dapat diciptakan ke dalam bentuk *real* kemasan. Dalam menciptakan kemasan yang menarik dan kompetitif diperlukan sistem manufaktur yang baik. Seiring berkembangnya teknologi sistem manufaktur kemasan yang sudah ada perlu dikembangkan mengikuti teknologi dan sistem yang terbarukan agar bisa menghasilkan kemasan yang semakin menarik dan kompetitif.

Dengan fakta tersebut didapatkan permasalahan yaitu bagaimana desain rancangan sistem manufaktur kemasan yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem manufaktur yang lebih baik dalam memproduksi kemasan dari abon nabati "kluwih" dengan menggunakan metode *Axiomatic Design* (AD). Alasan penggunaan metode *Axiomatic Design* untuk desain sistem manufaktur kemasan karena metode ini masih jarang dilakukan. Berdasarkan penelitian - penelitian terdahulu tentang desain sistem manufaktur yang menggunakan metode *Axiomatic Design* tidak ada yang meneliti mengenai objek sistem manufaktur kemasan. Diharapkan dengan adanya desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" dengan metode *Axiomatic Design* dapat menyelesaikan permasalahan di atas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yang akan membahas tentang:

1. Apa saja attribut proses pembuatan kemasan abon nabati "kluwih"berdasarkan kebutuhan pengguna?
2. Bagaimana Desain Parameter sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih"?
3. Bagaimana hasil validasi desain parameter sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih"?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini bertujuan agar penelitian ini memiliki fokus dan tidak membahas tentang permasalahan yang terlalu luas, adapun betasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Asumsi
    1. Responden yang disurvei diasumsikan memiliki kerampilan yang seragam.
    2. Kondisi psikologis responden pada saat mengisi kuesioner diasumsikan normal.

b. Batasan Penelitian

1. Objek penelitian adalah sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" di *Common Facilities Small and Medium Industry Packaging* (CFSMI) Kemasan Jl. Laksda Adisucipto KM.8.5 Maguwoharjo Yogyakarta .
2. Penelitian difokuskan pada proses pembuatan kemasan abon nabati "kluwih" dengan menggunakan metode *Axiomatic Design.*
3. Perancangan sistem manufaktur tidak menggunakan metode ataupun pendekatan lain selain metode *Axiomatic Design.*
4. Aksiom yang digunakan adalah *Independence Axiom*, yang membahas tentang *Customer Attribute*, *Functional Requirement*, dan *Design Parameter*.
5. Objek atau responden yang akan diberdayakan untuk mendapatkan *customer needs* adalah operator yang memproduksi kemasan abon nabati "kluwih".
6. Penelitian ini tidak membahas tentang analisis keuangan, penjadwalan, dan *inventory* dalam pembuatan kemasan.
7. Penelitian ini tidak membahas tentang desain kemasan abon nabati "kluwih".

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi *customer attribute* proses pembuatan kemasan abon nabati "kluwih".
2. Menentukan parameter desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" dengan konsep *Axiomatic Design.*
3. Menentukan hasil validasi desain parameter yang diusulkan untuk memenuhi *customer attribute.*

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian yang akan dilakukan diharapkan akan mempunyai manfaat dan kegunaan bagi semua pihak, adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan keilmuan khususnya bagi jurusan Teknik Industri.
2. Hasil penelitian diharapkan bisa dijadikan rekomendasi sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang lebih ideal bagi produsen kemasan abon nabati "kluwih".

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstruktur penulisannya tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang dari permasalahan yang ada, rumusan masalah yang akan dijawab pada penelitian ini, batasan masalah penelitian, tujuan dari penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang kajian literature yaitu berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian dan dapat juga bahasan penelitian atau publikasi bidang sebelumnya. Kajian empiris yaitu segala informasi yang diperoleh melalui eksperimen, penelitian, atau observasi yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Di samping itu juga terdapat kajian teoritis yang berisikan tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian berisikan tentang kerangka pemecahan masalah, penjelasan secara garis besar bagaimana langkah-langkah pemecahan persoalan yang terjadi dengan menggunakan metode yang telah ditentukan. Selain itu juga metodologi penelitian yang terdiri dari beberapa bahasan seperti obyek penelitian, fokus penelitian, perancangan penelitian dan model penelitian.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan data hasil penelitian dan kemudian diproses serta diolah lebih lanjut sebagai dasar pada bab pembahasan masalah serta melakukan pengolahan data yang diperoleh baik melalui tabel maupun gambar. Ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan di tulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab pembahasan dilakukan diskusi tentang hasil penelitian yang akan dicapai dalam penelitian sesuai dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi. Pembahasan yang dilakukan berupa tabel hasil pengolahan data, grafik, persamaan atau model validasi serta analisis yang menyangkut penjelasan teoritis secara kualitatif, kuantitatif maupun statistik dari hasil penelitian dan kajian untuk menjawab tujuan penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada bab ini berisi hasil kesimpulan dari analisis yang diperoleh dari pembahasan hasil dan diikuti dengan saran yang dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis yang digunakan untuk pengembangan serta harus dilanjutkan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar-dasar teori yang mendukung kajian yang akan dilakukan, serta memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2.1 Kajian Induktif (Empiris)

Berdasarkan *literature review*, penelitian perancangan desain sistem manufaktur dengan metode *Axiomatic Design* belum ada yang membahas mengenai perancangan desain proses manufaktur pada kemasan. Adapun perancangan desain sistem manufaktur yang menggunakan pendekatan *Axiomatic Design* yaitu, pada penelitian "*Axiomatic Design Of Production Systems For Operational Excellence"* oleh Gabriele Arcidiacono dan Christopher A Brown, 2013. Pada penelitian tersebut membahas tentang desain sistem produksi untuk operasional yang unggul dengan menciptakan model operasi strategis menggunakan metode *Axiomatic Design*. Atribut konsumen (CA) yang digunakan yaitu 4 perspektif yang ada dalam *Balance Score Card* (BSC). Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan operasional yang unggul.

David S Cochran et al, Amerika , 2000, melakukan penelitian dengan judul "*The Application of Axiomatic Design and Lean Management Principles in the Scope of Production System Segmentation"*. Pada penelitian ini membahas mengenai Desain sistematis dan evaluasi struktur sistem produksi tersegmentasi dengan mengaplikasikan metode *Axiomatic Design* dan *Lean Management Principles*. Objek pada penelitian ini adalah perusahaan manufaktur.

Selanjutnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Alifta Dicasani, Yogyakarta, 2014, dengan judul "Desain Kemasan Abon Nabati Dengan Pendekatan "*Kansei Engineering*". Fokus pada penelitian ini adalah merancang desain kemasan abon nabati berdasarkan kebutuhan konsumen. Penelitian ini menjadi pedoman dalam merancang desain sistem manufaktur kemasan abon nabati.

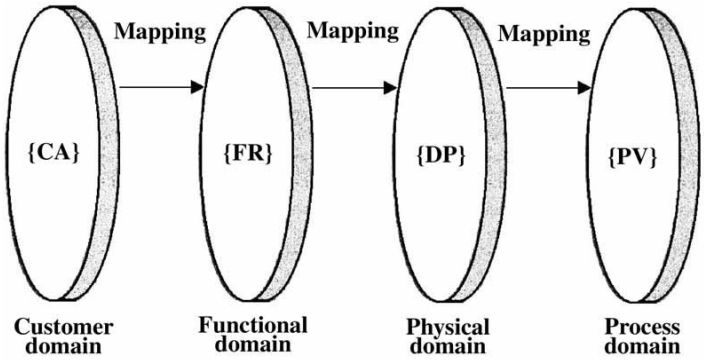
Dan Marjanu Priambodo, Jakarta, 2012, melakukan penelitian dengan judul " Peningkatan Keberhasilan Proses Lini Produksi Dengan Metode *Axiomatic Design, Six Sigma, TRIZ*, dan *DOE*". Fokus pada penelitian ini yaitu meningkatkan keberhasilan proses produksi dengan mengkombinasi empat metode yaitu *Axiomatic Design, Six Sigma, TRIZ*, dan *DOE*.

2.2 Kajian Deduktif (Teoritis)

2.2.1 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 menetukan 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.



Gambar 2.1 Domain dari desain

Sumber : (Suh N. P., 2007).

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 Atrtribute 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.

Axiom 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.

2.2.2 Sistem Manufaktur

Sistem adalah jaringan kerja prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu sasaran tertentu (Jogiyanto, 1999:1). Sedangkan sistem manufaktur mempunyai definisi sebagai keseluruhan entitas yang bekerja dalam suatu aturan tertentu untuk mengubah *resource* (material, modal, tenaga, energi dan keterampilan) menjadi produk (barang atau jasa) yang dapat dijual oleh perusahaan dengan melakukan proses produksi tertentu untuk meningkatkan *added value* suatu *resource* (Wignjosoebroto, 2006).

2.2.3 Kemasan

Kemasan dapat didefinisikan sebagai seluruh kegiatan merancang dan memproduksi wadah atau bungkus atau kemasan suatu produk. Kemasan meliputi tiga hal, yaitu merek, kemasan itu sendiri dan label (Cenadi, Peranan Desain Kemasan dalam Dunia Pemasaran, 2000). Kemajuan teknologi telah membuat kemasan berubah fungsi, yang dulunya "*Packaging protects what it sells* (Kemasan melindungi apa yang dijual)." Sekarang, "*Packaging sells what it protects* (Kemasan menjual apa yang dilindungi)." Dengan kata lain, kemasan bukan lagi sebagai pelindung atau wadah tetapi harus dapat menjual produk yang dikemasnya (Kartajaya, 1996).

Kemasan yang baik dan akan digunakan semaksimal mungkin dalam pasar harus mempertimbangkan dan dapat menampilkan beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

1. Faktor pengamanan

   Kemasan harus melindungi produk terhadap berbagai kemungkinan yang dapat menjadi penyebab timbulnya kerusakan barang.

2. Faktor ekonomi

   Perhitungan biaya produksi yang efektif termasuk pemilihan bahan, sehingga biaya tidak melebihi proporsi manfaatnya.

3. Faktor pendistribusian

   Kemasan harus mudah didistribusikan dari pabrik ke distributor atau pengecer sampai ke tangan konsumen. Di tingkat distributor, kemudahan penyimpanan dan pemajangan perlu dipertimbangkan. Bentuk dan ukuran kemasan harus direncanakan dan dirancang sedemikian rupa sehingga tidak sampai menyulitkan peletakan di rak atau tempat pemajangan.

4. Faktor komunikasi

   Sebagai media komunikasi kemasan menerangkan dan mencerminkan produk, citra merek, dan juga bagian dari produksi dengan pertimbangan mudah dilihat, dipahami dan diingat.

5. Faktor ergonomi

   Pertimbangan agar kemasan mudah dibawa atau dipegang, dibuka dan mudah diambil sangatlah penting. Pertimbangan ini selain mempengaruhi bentuk dari kemasan itu sendiri juga mempengaruhi kenyamanan pemakai produk atau konsumen.

6. Faktor estetika

   Keindahan pada kemasan merupakan daya tarik visual yang mencakup pertimbangan penggunaan warna, bentuk, merek atau logo, ilustrasi, huruf, tata letak atau *layout,* dan maskot. Tujuannya adalah untuk mencapai mutu daya tarik visual secara optimal.

7. Faktor identitas

   Secara keseluruhan kemasan harus berbeda dengan kemasan lain, memiliki identitas produk agar mudah dikenali dan dibedakan dengan produk-produk yang lain.

8. Faktor promosi

   Kemasan mempunyai peranan penting dalam bidang promosi, dalam hal ini kemasan berfungsi sebagai *silent sales person*. Peningkatan kemasan dapat efektif untuk menarik perhatian konsumen-konsumen baru.

9. Faktor lingkungan

   Sebaiknya digunakan kemasan yang ramah lingkungan (*environmentally friendly*), dapat didaur ulang (*recyclable*) atau dapat dipakai ulang (*reusable*).

2.2.4 Desain Sistem Manufaktur

Secara umum, desain sistem manufaktur melakukan evaluasi terhadap material, kebutuhan proses manufaktur, dan mengurangi perakitan. Dapat dikatakan bahwa desain sistem manufaktur berfokus pada kelayakan dan biaya produksi suatu produk pada tahapan operasional. Mendesain sistem adalah sebuah proses menerjemahkan kebutuhan pemakai sistem manufaktur ke dalam alternatif rancangan sistem manufaktur. Desain sistem didefinisikan sebagai penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi sebuah proses yang terdiri atas beberapa kegiatan (Jogiyanto, 2001). Kegiatan-kegiatan tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan secara tepat dan terperinci kebutuhan dan bentuk-bentuk sistem manufaktur yang sebenarnya diperlukan untuk menunjang keberhasilan operasional perusahaan yang berkaitan dengan kegiatan pengolahan data yang dikehendaki oleh manajemen.
2. Mengatur semua kebutuhan serta membaginya secara sistematis pada beberapa tahap dan bagian, yang nantinya akan dioperasikan secara standar untuk menghemat waktu dan biaya.
3. Menentukan cara pelaksanaan tiap-tiap tugas tersebut.
4. Menentukan tingkat ukuran mutu untuk menilai keberhasilan dan ketidakberhasilan dari tiap-tiap performa tugas-tugas tersebut.

5. Menghilangkan sebanyak mungkin pekerjaan yang akan menghambat implementasi sistem, seperti terjadinya duplikasi (pengulangan yang tidak perlu) mengenai fungsi, tujuan operasi, data, formulir-formulir data masukan, dan laporan-laporan yang sejenis. Disamping itu, juga mengurangi sebanyak mungkin hal-hal yang tidak bermanfaat, yang mungkin terdapat dalam sistem dan prosedur, aliran data yang tidak efisien, dan laporan-laporan yang kurang bermanfaat atau bahkan tidak berguna.

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam metodologi penelitian diuraikan tentang objek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, diagram alir penelitian, metode pengolahan data menggunakan *Axiomatic Design* dan metode analisis statistik.

3.1 Objek Peneitian

Objek penelitian ini adalah proses manufaktur kemasan abon nabati "kluwih". Pengambilan sampel responden dilakukan terhadap pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" di *Common Facilities Small and Medium Industry Packaging* (CFSMI) Kemasan Jl. Laksda Adisucipto KM.8.5 Maguwoharjo, Yogyakarta.

3.2 Jenis data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan secara langsung dari lapangan melalui objek penelitian yaitu kebutuhan pengguna mengenai sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih". Data sekunder diperoleh dari studi pustaka, internet, dari instansi yang terkait dengan sistem manufaktur kemasan dan data antropometri yang diperoleh dari laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi Universitas Islam Indonesia.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Metode Observasi

Metode observasi dilakukan dengan pengamatan langsung ke area penelitian yaitu di *Common Facilities Small and Medium Industry Packaging* (CFSMI) Kemasan Jl. Laksda Adisucipto KM.8.5 Maguwoharjo, Yogyakarta.

3.3.2 Metode Survei

Survei dikembangkan dan dilakukan kepada 10 responden dengan melalui 3 tahapan, yaitu identifikasi keinginan pengguna, pemilihan desain parameter dan pengujian validasi desain parameter.

3.3.2 Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan menggunakan literatur kepustakaan seperti buku, jurnal penelitian dan lain sebagainya.

3.3.3 Alat Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan alat bantu kueisioner yang berisi pertanyaan secara tertulis kepada pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati “kluwih” mengenai objek penelitian. Kuisioner dibagi menjadi beberapa tahapan:

1. Identifikasi keinginan pengguna
2. Pemilihan parameter desain
3. Uji Validasi desain parameter

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

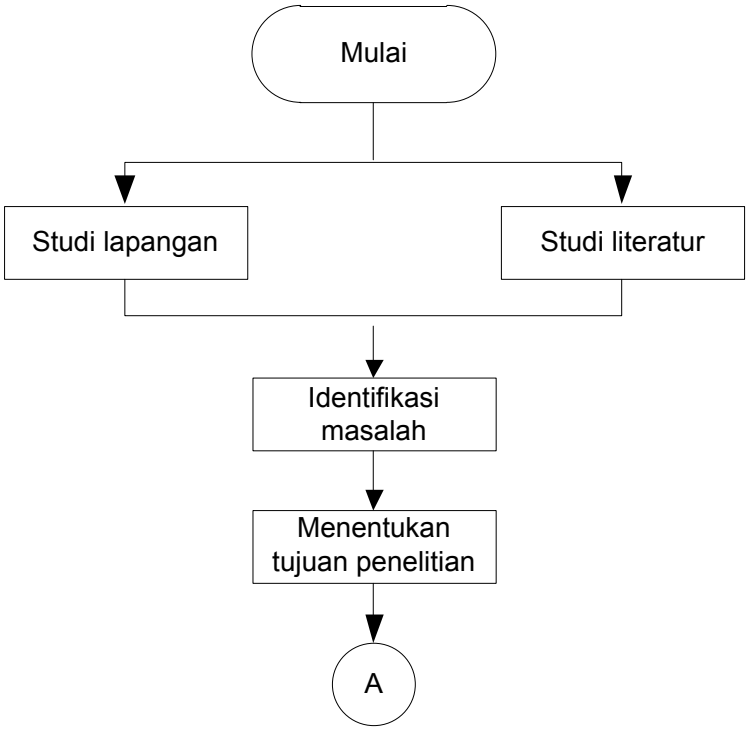
Menurut Sugiyono (2007), Populasi adalah wilayah dalam penelitian yang digeneralisasi berdasarkan suatu kualitas dan karakteristik yang ditetapkan oleh peneliti dan terdiri dari subjek dan objek untuk dipelajari. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pengguna sistem manufaktur kemasan di *Common Facilities Small and Medium Industry Packaging* (CFSMI) Kemasan Jl. Laksda Adisucipto KM.8.5 Maguwoharjo Yogyakarta.

3.4.2 Sampel

Sampel adalah sebagian jumlah dan karakteristik yang mewakili populasi (Sugiyono, 2007). Dalam penelitian ini, sampel berjumlah 10 responden dengan asumsi seluruh pengguna paham akan proses pembuatan kemasan abon nabati "kluwih" di *Common Facilities Small and Medium Industry Packaging* (CFSMI) Kemasan Jl. Laksda Adisucipto KM.8.5 Maguwoharjo Yogyakarta. Roscoe (1975) dalam Uma Sekaran [1992:252] memberikan pedoman penentuan jumlah sampel untuk penelitian eksperimen yang sederhana, dengan pengendalian yang ketat, ukuran sampel bisa antara 10 s/d 20.

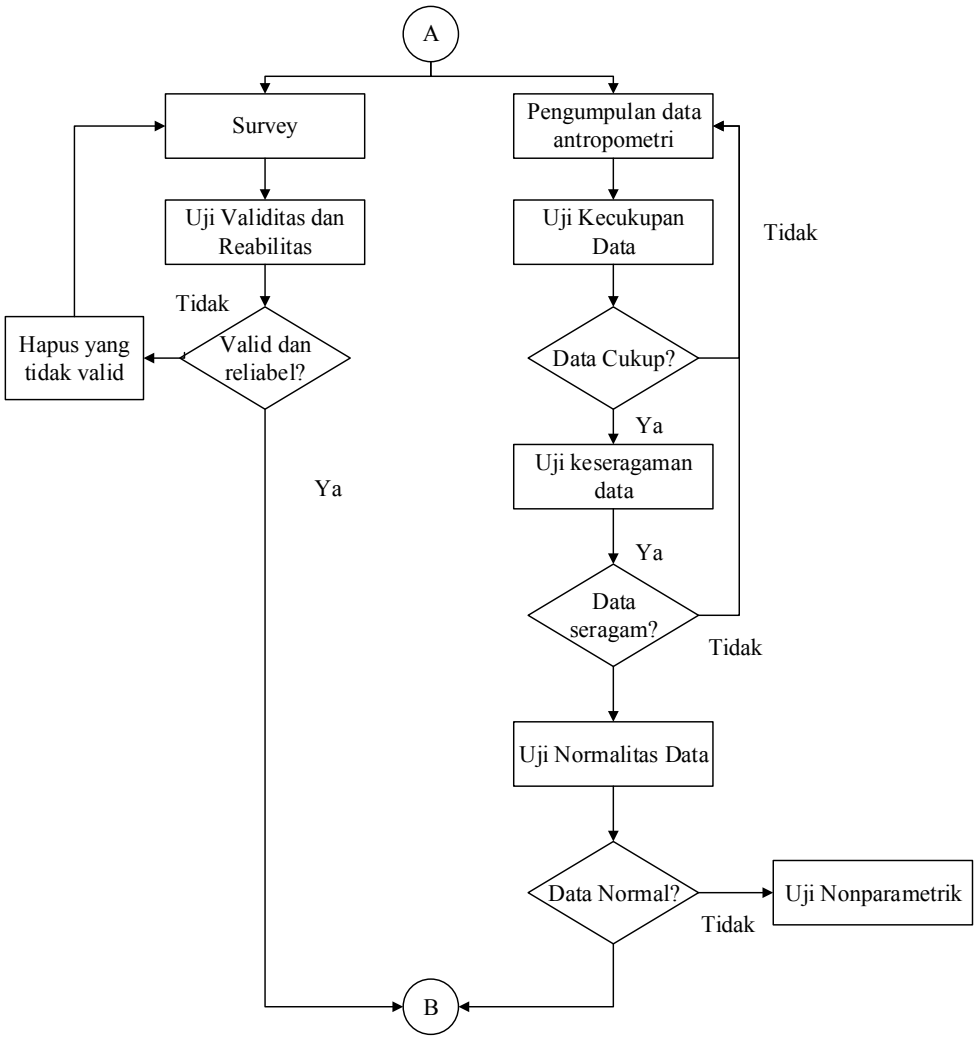
3.5 Diagram Alir Penelitian

Langkah dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir berikut:



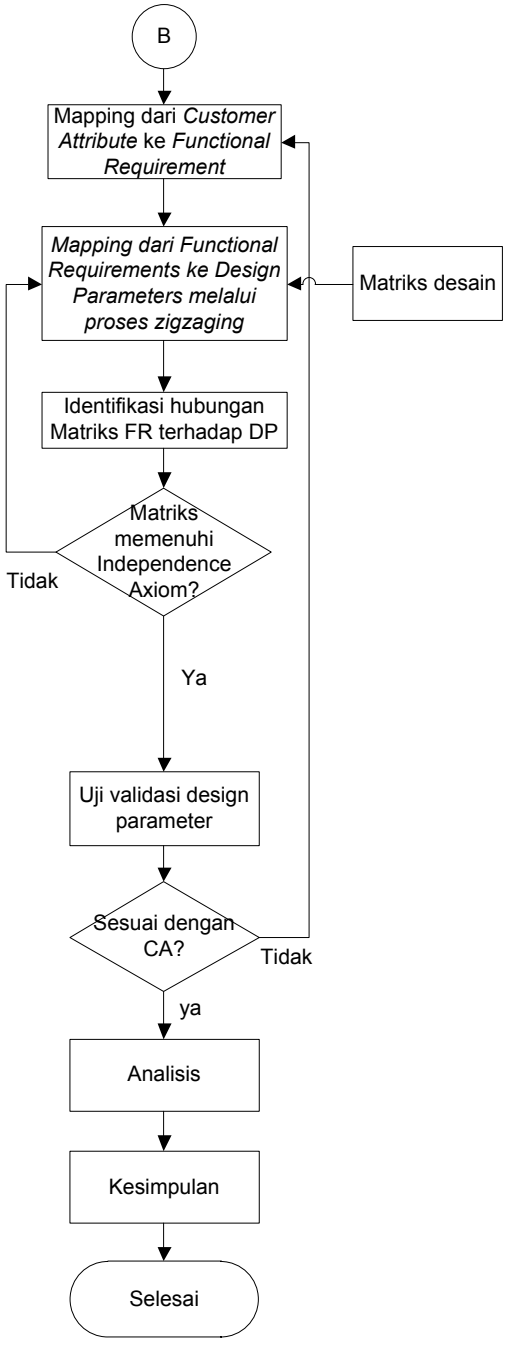
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Awal

Tahap awal penelitian dimulai dari studi lapangan dan studi literatur, kemudian dilakukan identifikasi masalah terhadap sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang ada pada saat ini untuk selanjutnya ditentukan tujuan penelitian, yaitu desain sistem manufaktur kemasan untuk abon nabati "kluwih".



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian A

Tahap selanjutnya pada penelitian ini yaitu survei untuk mengetahui atribut kebutuhan pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih". Pada bagian survei, dilakukan observasi lapangan untuk mengetahui bobot kepentingan suatu atribut pada proses manufaktur kemasan yang selanjutnya dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Pada bagian pengumpulan data antropometri, dilakukan uji kecukupan data, uji keseragaman data dan yang terakhir uji normalitas data. Apabila semua data cukup, seragam, normal valid dan reliabel maka data bisa digunakan untuk penelitian ke tahap selanjutnya.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian B

Tahap berikutnya, setelah data terkumpul dan bisa digunakan, dilakukan pemetaan dari *Customer Attribute* (CA) ke *Functional Requirement* (FR). *Functional Requirement* kemudian diterjemahkan menjadi *Design Parameter* melalui proses *zigzaging* yang

didukung oleh desain matriks untuk mengetahui hubungan antara FR dengan DP dan memastikan *axiom* yang terbentuk memenuhi konsep *Independence Axiom.* Jika memenuhi *Independence Axiom,* maka langkah selanjutnya adalah dilakukan uji validasi terhadap desain sistem manufaktur kemasan untuk mengetahui apakah sudah memenuhi *Customer Attribute* atau belum. Jika parameter desain sudah memenuhi *Customer Attribute*, maka langkah selajutnya adalah dilakukan analisis yang selanjutnya didapatkan kesimpulan dari desain sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih.

3.6 Metode Analisis Statistik

3.6.1 Uji Kecukupan Data Parametrik

Pada Data Parametrik, untuk mengetahui data yang telah diambil cukup secara objektif diperlukan uji kecukupan data. Pengujian kecukupan data dilakukan dengan formula sebagai berikut (Purnomo, Pengantar Teknik Industri, 2004) :

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{(N\sum x^2)-(\sum x)^2}}{\sum x}\right]^2 \qquad \text{(Persamaan 3.1)}$$

Dimana: K = tingkat keperyacaan

bila tingkat kepercayaan 99%, k = 2,58 3

bila tingkat kepercayaan 95%, k = 1,96 2

bila tingkat kepercayaan 68%, k = 1

s = derajat ketelitian

Keterangan

K = konstanta tingkat kepercayaan diasumsikan 2 = 95%

S = tingkat ketelitian diasumsikan 5 %= 0,05 (dalam desimal)

N = Jumlah data pengamatan

N'= Jumlah data teoritis

Apabila N'< N maka data yang digunakan sudah cukup akan tetapi apabila yang terjadi adalah sebaliknya, maka data yang digunakan belum cukup dan perlu dilakukan penambahan data.

3.6.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui data yang diambil seragam. Persamaan yang digunakan untuk menghitung keseragaman data adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004):

BKA = $\bar{X} + k\sigma$ (Persamaan 3.2)

BKB = $\bar{X} - k\sigma$ (Persamaan 3.3)

Dengan : $\sigma = \sqrt{\frac{(X-\bar{X}1)^2+(X-\bar{X}.....)^2+(X-\bar{X}38)^2}{N-1}}$ (Persamaan 3.4)

Dimana :

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

$\bar{X}$ = Nilai rata – rata

σ = Standar deviasi

k = Tingkat keyakinan

bila tingkat kepercayaan 99%, k = 2,58 3

bila tingkat kepercayaan 95%, k = 1,96 2

bila tingkat kepercayaan 68%, k = 1

3.6.3 Persentil

Persentil digunakan untuk membagi nilai menjadi seratus bagian yang sama besar (Wismanto, 2007). Nilai persentil dapat dihitung dengan statistik dimana rumus untuk menghitung persentil adalah (Purnomo, Antropometri dan Aplikasinya, 2013):

Px = $\overline{X} \pm Zx.(SB)$ (Persamaan 3.5)

Dengan

Px : Nilai persentil ke x

$\overline{X}$: Nilai rerata

Zx : Nilai Standar Normal

SB : Simpang Baku

± : Tanda (+) jika menggunakan persentil besar, tanda (-) jika menggunakan persentil kecil

Nilai standar normal didapatkan dari tabel distribusi normal ditunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Nilai Standar normal (Zx)

	Nilai Standar Normal				
Percentile	0,5	1	2,5	5	10
	0,95	99	97,5	95	90
Zx	2,575	2,327	1,96	1,645	1,282

Sumber (Purnomo, Antropometri dan Aplikasinya, 2013)

3.6.4 Uji Normalitas Data

Uji normalitas data adalah salah satu uji statistik untuk menguji distribusi suatu data apakah data berdistribusi normal atau tidak (Sugiyono, 2007). Uji normalitas dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Jika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 maka ata dikatakan berdistribusi normal. Uji normalitas dapat dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

K-S *test* menggunakan pengujian *α* dengan membandingkan nilai *D Absolute* dengan nilai *D** kritis dari sebuah tabel statistik. Dengan menggunakan:

Hipotesis:

H_0 : data mengikuti distribusi normal

H_1 : data tidak mengikuti distribusi normal

Level of significance: $\alpha = 0{,}05$

Kriteria Uji: H_0 diterima jika $D < D^*(\alpha)$

H_1 diterima jika $D > D^*(\alpha)$

Most Extreme Differences merupakan nilai statistik D pada K-S *test,* terdiri dari:

- ***D* Positive** ($D^+ = \sup_x [F_n(x) - F(x)]$) , merupakan pengurangan yang menghasilkan angka positif terbesar.
- ***D* Negative** ($D^- = \sup_x [F(x) - F_n(x)]$) , merupakan pengurangan yang menghasilkan angka negatif terbesar.
- ***D* Absolute** ($D = \max \{D^+, D^-\}$) , merupakan angka terbesar antara nilai absolut D^+ dan D^-.

Sedangkan formula Kormogorov-Smirnov sebagai berikut (Sheskin, 2004) :

$$D = |F_i(X_i) - F_0(X_i)| \qquad \text{(Persamaan 3.6)}$$

dimana:

F_i = fungsi distribusi empiris

F_0 = distribusi sampel teoritis

D = nilai kritis, Ho akan ditolak jika D> Dα

Dα = nilai kritis dalam sampel, yang didapatkan dari tabel kolmogorov smirnov

Xi = nomer data ke i^{th}

3.6.5 Uji Validitas

Uji validitas adalah tingkat kemampuan untuk menunjukan sejauh mana suatu alat pengukur itu mengukur apa yang ingin diukur (Singarimbum, 1989). Pengujian validitas dapat dilakukan dengan metode uji *Spearman's Rank Correlation* (Sheskin, 2004), dengan formula :

$$\rho = 1 - \frac{6\,\Sigma bi^2}{n(n^2-1)} \qquad \text{(Persamaan 3.7)}$$

Dimana :

ρ = koefisien korelasi *Spearman*

b_i = perbedaan dari tiap variabel

n = jumlah data

Kemudian, nilai **ρ** dibandingkan dengan nilai **ρ** (rho) tabel untuk α = 0,01.

Hipotesis:

H_0 : skor butir pertanyaan berkorelasi positif dengan total skor konstruk

H_1 : skor butir pertanyaan tidak berkorelasi positif dengan total skor konstruk

Level of significance: $\alpha = 0{,}01$

Kriteria Uji: H_0 diterima jika *r hitung* > *r tabel*(α)

H_1 diterima jika *r hitung* < *r tabel*(α)

3.6.6 Uji Realibilitas

Reliabilitas adalah indeks yang menunjukan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan bila dipakai dua kali apakah masih relatif konsisten (Singarimbun,1989). Dengan kata lain reliabilitas merupakan kepercayaan, keandalan atau konsistensi. Metode yang digunakan dalam menentukan tingkat reliabilitas adalah koefisien

Alpha Cronbach. Dikatakan reliabel jika nilai *Croncbach Alpha* > 0,7 (Yamin & Kurniawan, 2009). Berikut merupakan klasifikasi dari nilai *Cronbach Alpha*:

Tabel 3.1. Klasifikasi *Cronbach Alpha*

Cronbach Alpha	Konsistensi
$\alpha \geq 0{,}9$	Sangat bagus
$0{,}8 \leq \alpha < 0{,}9$	Bagus
$0{,}7 \leq \alpha < 0{,}8$	Diterima
$0{,}6 \leq \alpha < 0{,}7$	Dipertanyakan
$0{,}5 \leq \alpha < 0{,}6$	Kurang
$\alpha < 0{,}5$	Tidak diterima

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

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum sj^2}{sx^2}\right] \quad \text{(Persamaan 3.8)}$$

dimana :

k = banyak belahan tes

sj^2 = varians belahan j; j=1,2,…,k

sx^2 = varians skor tes

Hipotesis:

H_0 : data bersifat reliabel

H_1 : data tidak bersifat reliabel

Level of significance: $\alpha = 0{,}05$

Croncbach Alpha = 0,7

Kriteria Uji: H_0 diterima jika nilai *Croncbach Alpha* > 0,7

H_1 diterima jika nilai *Croncbach Alpha* < 0,7

3.6.7 Uji Marginal Homogenity

Pengujian *marginal homogeneity* digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara kedua kelompok data yang saling berhubungan. *Maginal homogenity* mengacu pada kesamaan antara satu atau lebih baris proporsi *marginal* dan kolom proporsi yang sesuai (Sun & Yang, 2008).

Menurut Maxwell (1970) dan Stuart (1955) dalam Sun & Yang (2008) Uji *Stuart-Maxwell* merupakan generalisasi dari uji *McNemar* untuk matrix tabel yang lebih besar daripada 2x2. Uji McNemar merupakan metode non-parametrik untuk menentukan apakah ada kesamaan atau tidak antara frekuensi *marginal* kolom dan baris (McNemar, 1947).
Persamaan uji *marginal homogenity Stuart-Maxwell* (Walker, 2002):

$$Z_0 = \frac{\bar{n}_{23}{d_1}^2+\bar{n}_{13}{d_2}^2+\bar{n}_{12}{d_3}^2}{2(\bar{n}_{12}\bar{n}_{23}+\bar{n}_{12}\bar{n}_{13}+\bar{n}_{13}\bar{n}_{23})} \quad \text{(Persamaan 3.9)}$$

Dimana :

$$\bar{n}_{ij} = \frac{n_{ij}-n_{ji}}{2}, \text{untuk } i \neq j \quad \text{(Persamaan 3.10)}$$

$$d_1 = (n_{12} + n_{13}) - (n_{21} + n_{31}) \quad \text{(Persamaan 3.11)}$$

$$d_2 = (n_{21} + n_{23}) - (n_{12} + n_{32}) \quad \text{(Persamaan 3.12)}$$

$$d_3 = (n_{31} + n_{32}) - (n_{13} + n_{23}) \quad \text{(Persamaan 3.13)}$$

Dengan :

Z_0 = distribusi chi square dengan *degree freedom* jumlah baris-1

n = data dalam matriks pada baris i dan kolom j

i = baris

j = kolom

level signifikansi : 5% = 0,05

Dengan hipothesis:

H_0 :tidak terdapat perbedaan antara desain usulan dengan desain sebelumnya.

H_1 :terdapat perbedaan antara desain usulan dengan desain sebelumnya.

Kriteria Uji: H_0 diterima jika z hitung > 0,05

H_1 diterima jika z hitung < 0,05

3.6.8 Uji Beda *wilcoxon signed – rank test*

Uji beda digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara desain lama dan desain usulan. Uji *wilcoxon signed – rank* digunakan untuk data bertipe interval dan rasio dan data tidak mengikuti distribusi normal. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan uji beda dengan menggunakan *Wilcoxon signed – rank test* adalah sebagai berikut (Sheskin, 2004):

$$\mathbf{Z} = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n-1)(2n+1)}{4}}} \qquad \text{(Persamaan 3.14)}$$

Dengan:

Z = Koefisien wilcoxon

n = Banyaknya data yang berubah setelah diberi perlakuan berbeda

T = Jumlah *Rank* yang terbanyak dalam data, berupa positif (+) maupun negatif (-)

Dengan hipothesis:

H_0 :tidak terdapat perbedaan antara desain usulan dengan desain sebelumnya.

H_1 :terdapat perbedaan antara desain usulan dengan desain sebelumnya.

Level of significance: $\alpha = 0,05$

Kriteria Uji: H_0 diterima jika z hitung > 0,05

H_1 diterima jika z hitung < 0,05

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian Pengumpulan dan Pengolahan Data menjelaskan tentang hasil penelitian, pengolahan data hasil penelitian yang ditampilkan dalam gambar, tabel, dan grafik yang memuat analisis dan akan dijelaskan lebih rinci dalam bab pembahasan.

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Karakteristik Responden

Karakteristik dari responden pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 – Tabel 4.3. Berdasarkan jenis kelamin 100% adalah laki-laki. Berdasarkan tingkat pendidikan, responden dengan pendidikan terakhir SMA memiliki prosentase tertinggi yaitu 60%.:

Tabel 4.1 Karakteristik jenis kelamin responden

Jenis Kelamin Responden	Jumlah	%
Laki-laki	10	100%
Total	10	100%

Tabel 4.2 Karakteristik usia responden

usia responden	Responden	
	laki-laki	%
<20 tahun	0	0%
21-30 tahun	4	40%
31-40 tahun	3	30%
41-50 tahun	3	30%
> 50 tahun	0	0%
Total	10	100%

Tabel 4.3 Karakteristik pendidikan terakhir responden

pendidikan terakhir	Responden	
	laki-laki	%
SD / sederajat	0	0%
SMP / sederajat	0	0%
SMA/ sederajat	6	60%
Perguruan tinggi	4	40%
Lainnya	0	0%
Total	10	100%

4.1.2 Identifikasi *Customer Attribute*

Kebutuhan pelanggan diidentifikasi melalui responden yang merupakan manajer produksi dan operator dari sistem manufaktur kemasan, usia responden berkisar antara 24 – 50 tahun. Tabel 4.4 menunjukkan kebutuhan konsumen atau *Customer Attribute* untuk system manufaktur pada kemasan abon nabati "kluwih".

Tabel 4.4 *Customer Attribute* sistem manufaktur kemasan

No	***Customer Attribute* sistem manufaktur kemasan**
1	Sistem Manufaktur yang Nyaman
2	Sistem Manufaktur yang Aman
3	Sistem Manufaktur yang Ekonomis
4	Sistem Manufaktur yang Efisien

4.1.3 Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji terhadap atribut keinginan pengguna sistem manufaktur dilakukan guna memastikan atribut yang diperoleh mampu mewakili keinginan pengguna dan juga dapat digunakan sebagai data penelitian. Berikut merupakan hasil uji reliabilitas atribut desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang didapatkan pada tahap pengumpulan data :

Tabel 4.5. Hasil Uji Statistik Reliabilitas

Cronbach's Alpha	*N of Items*
.764	9

Pada tabel tersebut nilai *Cronbach's Alpha* > 0,7 atau sebesar 0,764. Hal ini menandakan bahwa data tersebut handal atau dapat digunakan. Sedangkan hasil dari uji validitas dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6. Hasil Uji Statistik Validitas

	Pearson Correlation	*r table*
Ekonomis	.900	.765
Hemat	.498	
Tepat	.626	
Mudah digunakan	.152	
Modern	.531	
Efisien	.839	
Aman	.850	
Nyaman	.767	

Hasil pengujian validitas dari atribut desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" dapat dilihat pada kolom *Pearson Correlation*. Suatu item pertanyaan dikatakan

valid jika nilainya berada di atas table r (dalam hal ini 0.765). Pada hasil tersebut terlihat bahwa item hemat, tepat, mudah digunakan, dan modern berada di bawah nilai table r (<0.765) sehingga keempat item tersebut dinyatakan tidak valid atau tidak dapat digunakan sebagai instrumen penelitian. Untuk selanjutnya, keempat item tersebut dihilangkan dan tidak digunakan lagi. Sehingga hanya tersisa 4 atribut desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang valid dan dapat dilihat pada Tabel 4.6**.**

4.1.4 Uji Kecukupan Data Antropometri

Dengan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 10%. Maka uji kecukupan data untuk dimensi tubuh Jangkauan tangan adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{(N\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}\right]^2 = \left[\frac{1.96/0.05\sqrt{(38x233871{,}73) - (2972{,}5)^2}}{2972{,}5}\right]^2$$

N' = 8,3

Berdasarkan hasil perhitungan, maka untuk data Dimensi Jangkauan Tangan dianggap cukup karena N'(8,3) < N (38).

4.1.5 Uji Keseragaman Data Antropometri

Uji Keseragaman Data untuk Dimensi Jangkauan Tangan adalah sebagai berikut :

Standar Deviasi :

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\Sigma(\bar{X} - Xi)^2}{N - 1}}\right]$$

σ = 5,839

Keseragaman Data :

Batas Kelas Atas :

BKA = Rata-rata + k.σ

= 78,22 + 2 . 5,839

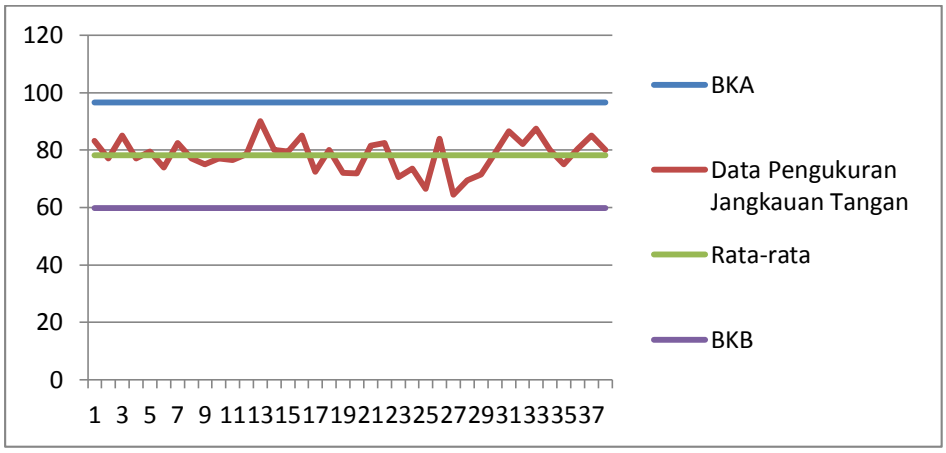
= 89,669

Batas Kelas Bawah :

BKB = Rata-rata - k.σ

= 78,22 - 2 . 5,839

= 66,777



Gambar 4.1 Grafik Keseragaman Data

Dari Gambar 4.1 tersebut dapat diketahui bahwa data yang diperoleh berada diantara Batas Kelas Atas maupun Batas Kelas Bawah.

4.1.6 Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Tabel di bawah menunjukkan nilai signifikansi dari uji normalitas untuk data dimensi tubuh Jangkauan Tangan.

Tabel 4.7 Uji Normalitas Kolomogrov-Smirnov

		Jangkauan Tangan
N		38
Normal Parameters[a]	Mean	78.2237
	Std. Deviation	5.83982
Most Extreme Differences	Absolute	0.087
	Positive	0.047
	Negative	-0.087
Kolmogorov-Smirnov Z		0.533
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.939
a. Test distribution is Normal.		

Nilai D hitung adalah sebesar 0,087 dan nilai D^* (α = 0,05, n = 38) yang diperoleh dari tabel statistik adalah sebesar 0,215. Oleh karena 0,087 < 0,215 atau $D < D^*(\alpha)$ maka H_0 diterima yang berarti data mengikuti distribusi normal.

4.1.7 Persentil

Persentil yang digunakan untuk dimensi Jangkauan Tangan ini adalah persentil 95 dengan harapan ukuran lebar meja yang maksimum dapat mengakomodasi jangkauan tangan maksimal semua pengguna dan dapat bekerja dengan nyaman.

Tabel 4.8 Persentil Data

Persentil		
P5	P50	P95
68,61	78,22	87,83

Tabel 4.8 di atas menunjukkan ukuran untuk Jangkauan tangan P95 yaitu 87,83 cm.

4.2 Proses *Mapping* dengan *Axiometic Design*

4.2.1 *Customer Attribute* (CA)

Customer Atribute kemasan yang valid dan reliabel selanjutnya dilakukan pemetaan untuk didapatkan parameter desain untuk sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih". Tabel 4.9 menunjukkan *Customer Attribute* dan deskripsi untuk masing-masing atribut sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih".

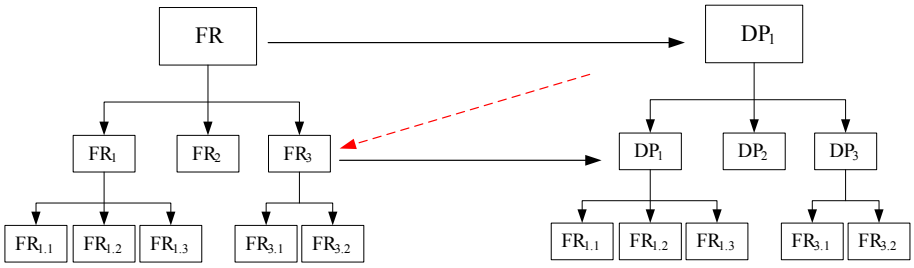
Tabel 4.9 *Customer Attribute* sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih"

No	*Customer Attribute*	Kode	Deskripsi
1	Nyaman	CA1	Sistem manufaktur yang nyaman yaitu pengguna tidak merasa sakit dan kelelahan saat bekerja.
2	Aman	CA2	Aman diartikan sebagai sistem manufaktur yang memiliki tingkat nol kecelakaan. Hal ini sangat penting dalam sistem manufaktur karena pengguna ingin menghindari kecelakaan kerja.
3	Ekonomis	CA3	Ekonomis diartikan sebagai "bagaimana sebuah sistem manufaktur dapat menghemat biaya".
4	Efisien	CA4	Tindakan dimana sistem manufaktur dapat menghasilkan lebih banyak output dengan input minimum. Efisien sangat diperlukan dalam sistem manufaktur untuk menghemat waktu dan usaha.

4.2.2 Pemetaan dari *Cutomer Attribute* (CA) ke *Functional Requirement* (FR) dan ke Desain Parameter (DP)

Proses pemetaan dimulai dari mendefinisikan *Customer Attributes (CAs)* menjadi *Functional Requirements (FRs)* dalam bentuk kata kerja dan diterjemahkan ke *Design Parameters (DPs)* dengan proses *zigzaging* melalui proses dekomposisi domain desain.

Functional Requirements (FRs) diterjemahkan menjadi *Desain parameter (DPs)* kemudian dilakukan proses dekomposisi ke level yang berada di bawahnya hingga mencapai level yang paling bawah atau *leaf* (Park, 2007). Proses *zigzaging* dan dekomposisi pada proses *mapping* dijelaskan pada Gambar 4.2. Sementara proses *mapping* dijelaskan pada tabel 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.2 *Zigzaging* dan dekomposisi pada proses *mapping*

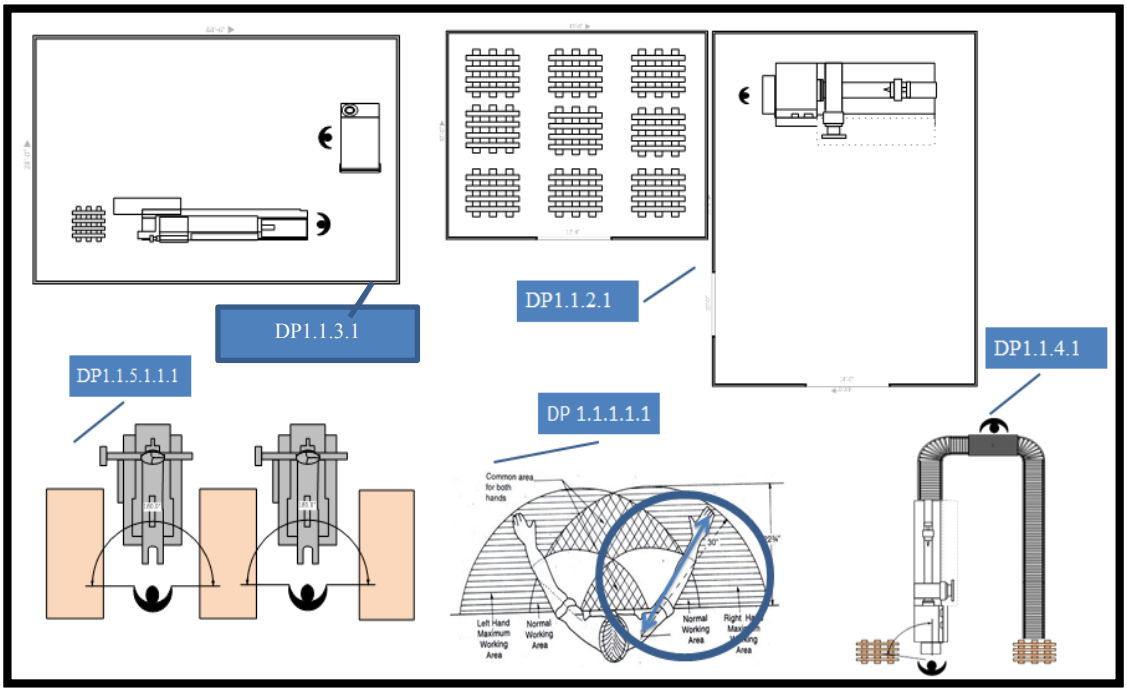
Tabel 4. 10 *Mapping* Atribut "Nyaman"

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
CA 1	Nyaman	FR1	Meningkatkan kenyamanan pengguna dalam bekerja	DP1	Tata letak produksi dan lingkungan kerja fisik yang ergonomis pada setiap work station
		FR1.1	Meningkatkan kenyamanan kerja pengguna di dalam setiap *work station*	DP1.1	Tata letak peralatan dan fasilitas yang ergonomis pada setiap work station
		FR1.1.1	Mengurangi kecenderungan pengguna melakukan gerakan mencari pada stasiun kerja desain	DP1.1.1	Posisi dan letak peralatan/fasilitas pada stasiun kerja desain di dalam daerah jangkauan pengguna
		FR1.1.1.1	Memaksimalkan letak peralatan/fasilitas pada stasiun kerja desain yang sesuai dengan dimensi jangkauan tangan	DP1.1.1.1	Dimensi Jangkauan tangan dengan persentil 95
		FR1.1.1.1.1	Memberikan ukuran dimensi jangkauan tangan pria dengan persentil 95 untuk area meja kerja	DP1.1.1.1.1	87,83 cm
		FR1.1.2	Meningkatkan kenyamanan tata letak peralatan dan fasilitas pada stasiun kerja	DP1.1.2	Letak mesin pada stasiun kerja pemotongan yang ergonomis

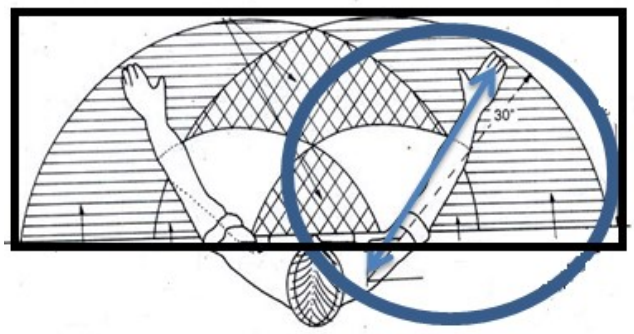
Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
			pemotongan		
		FR1.1.2.1	Meningkatkan kenyamanan pengguna saat melakukan perpindahan bahan baku	DP1.1.2.1	Letak mesin pemotongan yang berdekatan dengan gudang penyimpanan kertas plano
		FR1.1.3	Meningkatkan kenyamanan tata letak peralatan dan fasilitas pada stasiun kerja percetakan	DP1.1.3	Tata letak peralatan dan fasilitas yang ergonomis pada stasiun kerja percetakan
		FR1.1.3.1	Memudahkan kinerja pengguna dalam melakukan proses percetakan	DP1.1.3.1	Letak Mesin ukur presisi dan mesin percetakan kemasan saling berdekatan
		FR1.1.4	Meningkatkan tata letak peralatan dan fasilitas pada stasiun kerja laminasi	DP1.1.4	Tata letak peralatan dan fasilitas yang ergonomis pada stasiun kerja laminasi kertas
		FR1.1.4.1	Memudahkan mobilitas user ketika melakukan proses laminasi	DP1.1.4.1	Letak pallet terhadap mesin minimal di dalam lingkup jangkauan tangan pengguna dengan persentil 95 dan terdapat conveyor
		FR1.1.5	Meningkatkan kenyamanan tata letak peralatan dan fasilitas	DP1.1.5	Posisi dan tata letak ergonomis pada stasiun kerja pond

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
			pada stasiun kerja pond		(pembentukan pola)
		FR1.1.5.1	Menyediakan posisi dan tata letak mesin pond yang ergonomis	DP1.1.5.1	Terdapat spasi pada setiap mesin pond
		FR1.1.5.1.1	Memberi spasi (ruang gerak) pada setiap mesin pond untuk pergantian bahan baku	DP1.1.5.1.1	Spasi pada setiap mesin pond sebelum diproses sebelah kanan mesin dan sesudah diproses sebelah kiri mesin yang sesuai
		FR1.1.5.1.1.1	Menyediakan spasi sebelum diproses sebelah kanan mesin dan sesudah diproses sebelah kiri mesin yang tepat	DP1.1.5.1.1.1	2 meter sebelah kanan dan sebelah kiri mesin
		FR1.2	Meningkatkan lingkungan kerja fisik yang nyaman bagi pengguna	DP1.2	Lingkungan kerja fisik yang ergonomis
		FR1.2.1	Menghindari pencahayaan yang berlebih didalam lingkungan kerja	DP1.2.1	Pencahayaan lingkungan kerja yang tepat
		FR1.2.1.1	Memberikan batas maksimum pencahayaan pada seluruh area kerja	DP1.2.1.1	Pencahayaan pada lingkungan kerja dengan LUX maksimal sebesar 300 (Kep. Menteri Kesehatan No.1405, 2002)
		FR1.2.2	Mencegah terjadinya	DP1.2.2	Batas suhu udara yang

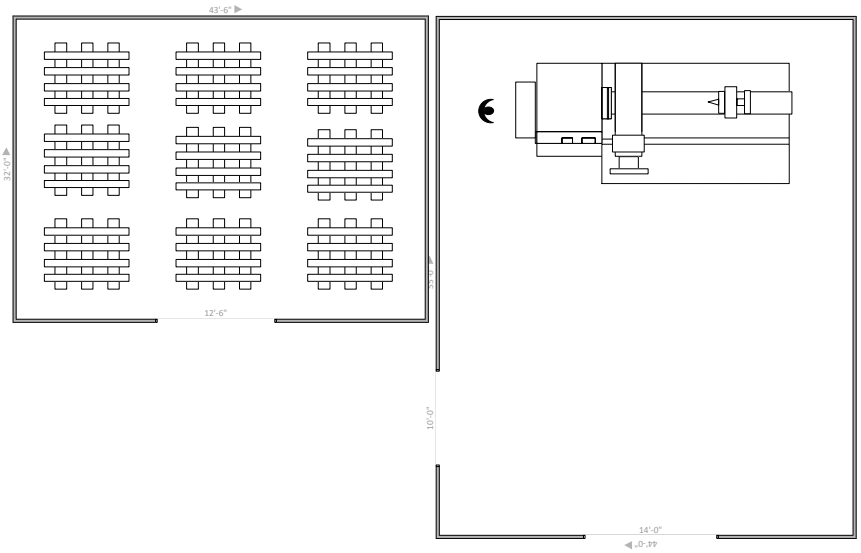
Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
			overheat pada suhu di lingkungan kerja		normal dalam lingkungan kerja
		FR1. 2.2.1	Memberikan suhu normal bagi pekerja Indonesia	DP1. 2.2.1	Suhu ideal lingkungan kerja pada range 20 - 26 derajat C (Lippsmeier, Georg (1994))
		FR1. 2.3	Menghindari kebisingan yang berlebih didalam lingkungan kerja	DP1. 2.3	Intensitas kebisingan yang tepat bagi pengguna
		FR1. 2.3.1	Memberikan ambang batas kebisingan pada pengguna selama 8 jam kerja	DP1. 2.3.1	Intensitas kebisingan 85 desibel (Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/KEPMEN/1999)
		FR1. 2.4	Mengurangi dampak negatif dari vibrasi yang berlebih pada mesin didalam lingkungan kerja	DP1. 2.4	Tingkat vibrasi di lingkungan kerja yang tepat
		FR1. 2.4.1	Memberikan ambang batas vibrasi di lingkungan kerja	DP1. 2.4.1	4 m/det2 atau 0,4 Grav (SNI-NAB)



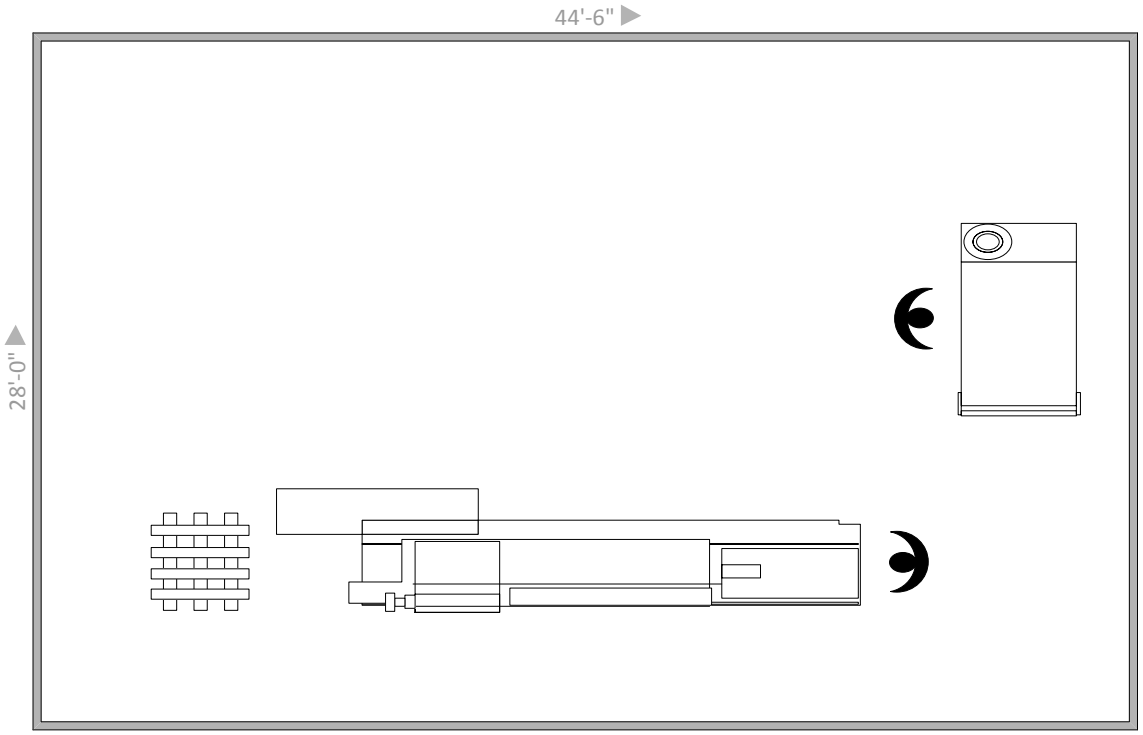
Gambar 4.3 Desain parameter CA 1



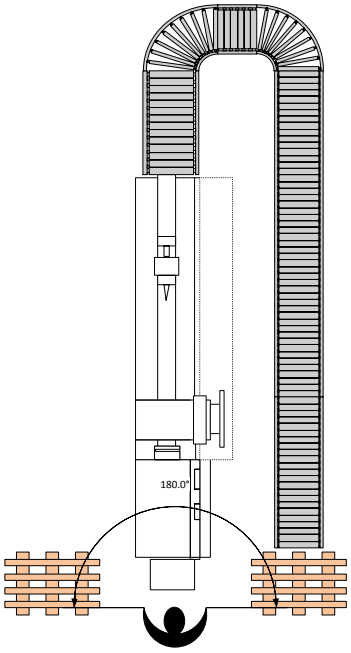
Gambar 4.4 Jarak jangkauan tangan pengguna



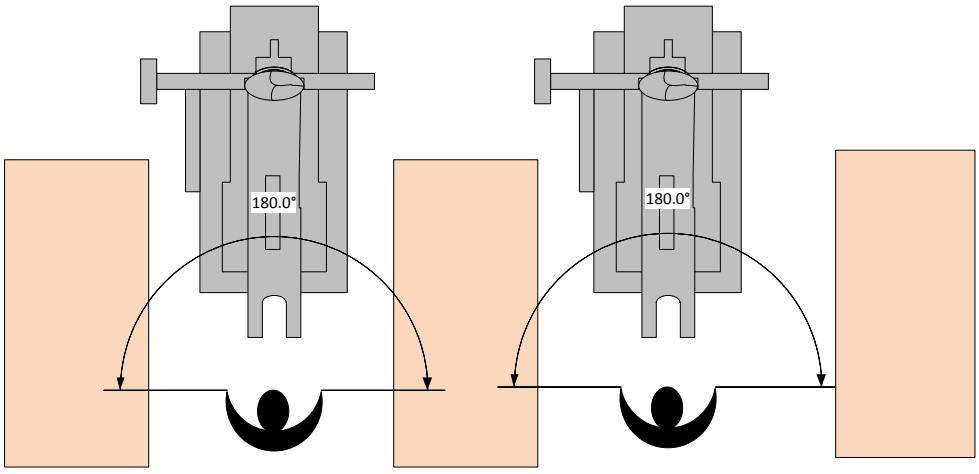
Gambar 4.5 Layout Gudang dengan mesin potong



Gambar 4.6 Layout proses percetakan



Gambar 4.7 Proses laminasi dengan menggunakan roll coveyor



Gambar 4.8 Jarak antar mesin pond

Tabel 4.11 Rekomendasi Nilai Ambang Batas lingkungan fisik pada area kerja DP1.2.1.1, DP1.2.2.1, DP1.2.3.1, dan DP1.2.4.1

Parameter	NAB
Pencahayaan	LUX maksimal sebesar 300 (Kep. Menteri Kesehatan No.1405, 2002)
Suhu	Suhu ideal lingkungan kerja pada range 20 - 26 derajat C (Lippsmeier, Georg (1994))
Kebisingan	Intensitas kebisingan 85 desibel (Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/KEPMEN/1999)
Getaran	4 m/det2 atau 0,4 Grav (SNI-NAB)

Tabel 4. 12 *Mapping* Atribut "Aman"

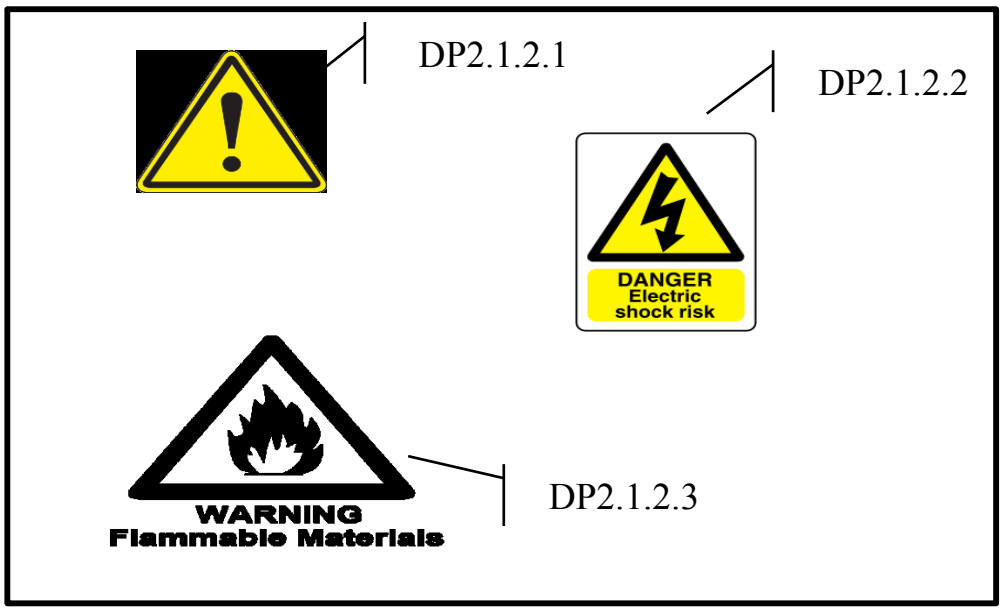
Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
CA 2	Aman	FR2	Meminimalkan kecelakaan kerja	DP2	Waspada dalam bekerja
		FR2.1	Meningkatkan tingkat kewaspadaan dan keamanan dalam bekerja	DP2.1	Prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja
		FR2.1.1	Meningkatkan sistem kerja yang aman berdasarkan prinsip K3	DP2.1.1	Penggunaan Alat Pelindung Diri dan penggunaan simbol bahaya di dalam area kerja
		FR2.1.1.1	Mencegah terjadinya dampak negatif dari kecelakaan kerja	DP2.1.1.1	Penggunaan Alat Pelindung Diri
		FR2.1.1.1.1	Memberikan benda yang mampu melindungi kepala dari benturan	DP2.1.1.1.1	Helm Kerja
		FR2.1.1.1.1.1	Mengurangi dampak negatif yang terjadi pada	DP2.1.1.1.1.1	Penggunaan Helm Kerja

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
			kepala selama bekerja		Selama bekerja
		FR2.1.1.1.2	Memberikan benda yang mampu melindungi tangan dari bahaya goresan dan panas	DP2.1.1.1.2	Sarung tangan
		FR2.1.1.1.2.1	Menghindari dampak negatif yang terjadi pada tangan selama bekerja	DP2.1.1.1.2.1	Penggunaan Sarung Tangan selama bekerja
		FR2.1.1.1.3	Memberikan benda yang mampu mencegah bayaha pada kaki	DP2.1.1.1.3	Sepatu
		FR2.1.1.1.3.1	Mencegah terjadinya bahaya tertusuk benda tajam dan tertimpa pada kaki selama bekerja	DP2.1.1.1.3.1	Penggunaan Sepatu selama bekerja
		FR2.1.2	Memberikan informasi bahaya di lingkugan kerja	DP2.1.2	Simbol bahaya di area kerja
		FR2.1.2.1	Memberikan informasi agar berhati-hati terhadap bahaya yang tak terduga	DP2.1.2.1	General Warning Symbol
		FR2.1.2.2	Memberikan Informasi adanya bahan bahan yang mudah terbakar	DP2.1.2.2	Flammable Material Symbol
		FR2.1.2.3	Memberikan informasi	DP2.1.2.3	Electric

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
			adanya tegangan listrik (bahaya sengatan listrik)		Shock Symbol



Gambar 4. 9 Alat Pelindung Diri



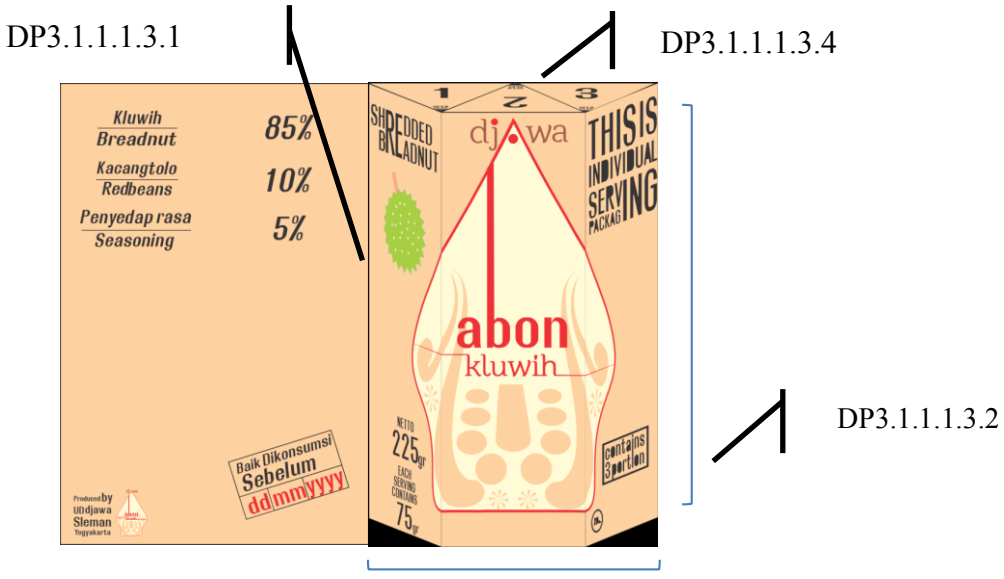
Gambar 4. 10 Simbol Bahaya

Tabel 4. 13 *Mapping* Atribut "Ekonomis"

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
		FR3	Menghemat biaya proses produksi	DP3	Proses produksi yang murah
CA 3	Ekonomis	FR3.1	Mengurangi pemborosan dalam proses produksi	DP3.1	*Minimum waste of overproduction, minimum waste of inventory, minimum waste of repair/defect, minimum waste of waiting, and minimum waste of transport*
		FR3.1.1	Meningkatkan kedisiplinan waktu dalam proses produksi	DP3.1.1	Proses *Just In Time*
		FR3.1.1.1	Mengurangi pemborosan biaya dan waktu	DP3.1.1.1	bahan baku yang murah, tiba tepat waktu, tidak ada cacat produk, dan proses transportasi berkurang
		FR3.1.1.1.1	Memberikan jenis bahan baku yang	DP3.1.1.1.1	Plano (lembar kertas) karton dengan laminasi

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
			murah		Glossy
		FR3.1.1.1.2	Memperlancar waktu proses produksi	DP3.1.1.1.2	*supplier* tiba tepat waktu atau menggunanan *inventory*
		FR3.1.1.1.3	Mengurangi kesalahan produksi	DP3.1.1.1.3	Penanganan *Quality control* yang cermat
		FR3.1.1.1.3.1	Memberikan standar bentuk, informasi dan warna	DP3.1.1.1.3.1	Kemasan berbentuk kardus, terdapat informasi / keterangan produk dalam kemasan, warna campuran coklat, merah dan hitam, dan bergambar abon nabati "kluwih"
		FR3.1.1.1.3.2	Memberikan ukuran potongan kertas yang sesuai dengan kebutuhan	DP3.1.1.1.3.2	Ukuran kemasan Panjang: 8 cm, lebar: 3.4 cm dan Tinggi: 15 cm,

Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
		FR3.1.1.1.3.3	Mengurangi cacat produk pada proses percetakan	DP3.1.1.1.3.3	Master cetakan kemasan yang presisi
		FR3.1.1.1.3.4	Memberikan pola kemasan yang diinginkan pada kertas	DP3.1.1.1.3.4	Trapesium
		FR3.1.1.1.4	Mengurangi pengiriman produk kepada pelanggan (transportasi)	DP3.1.1.1.4	Pengambilan produk dilakukan langsung oleh pelanggan

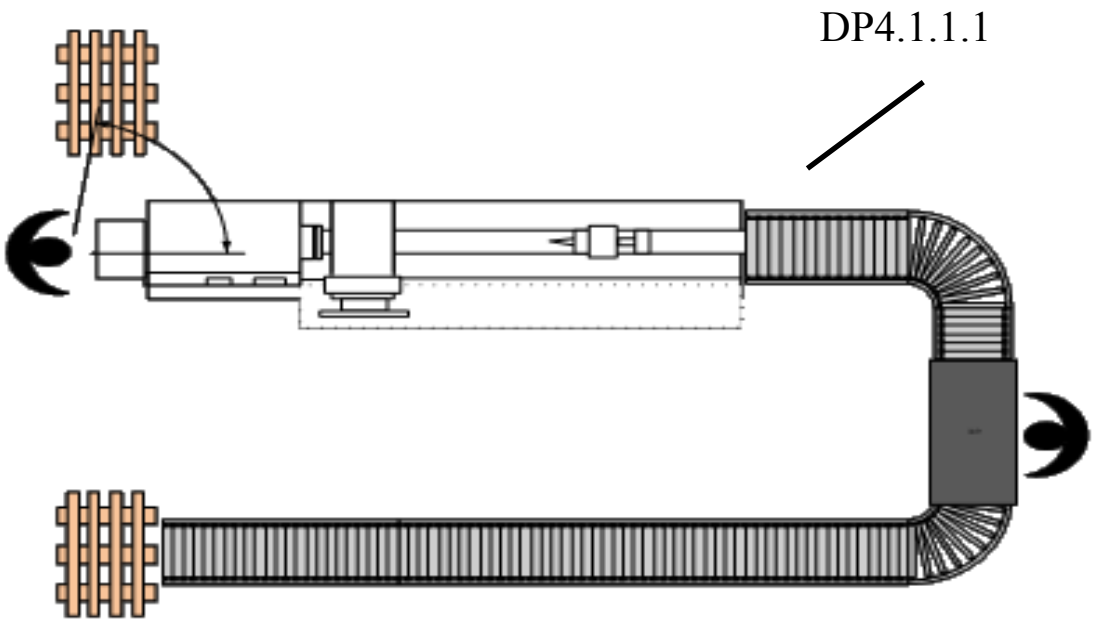


Gambar 4.11 Desain Kemasan Abon Nabati "Kluwih"

(Dicasani, A. 2014)

Tabel 4. 14 *Mapping* Atribut "Efisien"

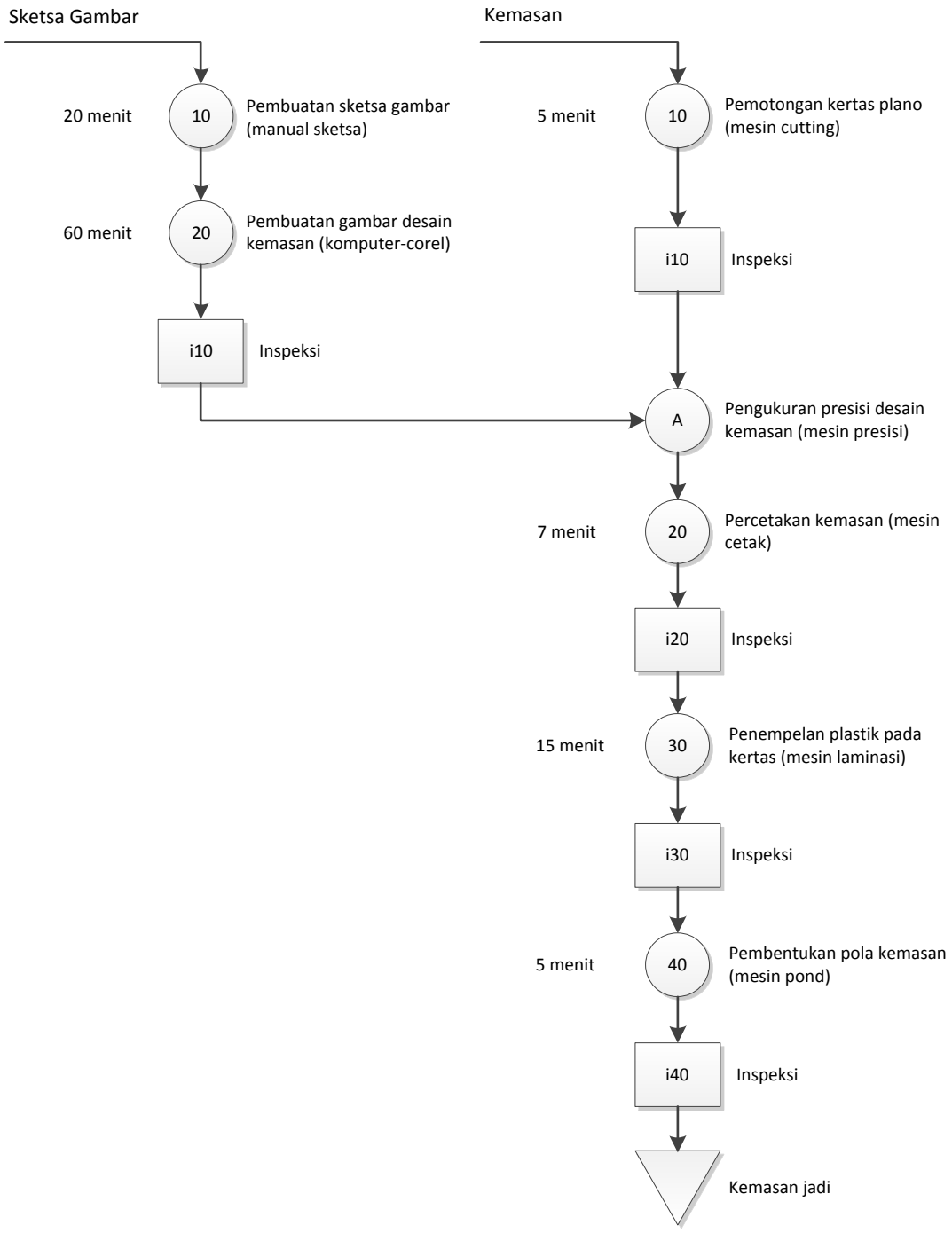
Kode	*Customer Attribute*	Kode	*Functional Requirement*	Kode	*Design Parameters*
CA 4	Efisien	FR4	Mengurangi kegiatan manual didalam proses produksi	DP4	Otomasi produksi
		FR4.1	Meminimalkan kegiatan manual yang dilakukan langsung oleh operator dan memaksimalkan proses otomatis	DP4.1	Prinsip Jidoka
		FR4.1.1	Memaksimalkan aplikasi prinsip jidoka pada proses produksi	DP4.1.1	Proses Pendistribusian otomatis bahan baku antar stasiun kerja
		FR4.1.1.1	Memindahkan bahan baku secara otomatis antar stasiun kerja	DP4.1.1.1	Roll conveyor dengan unsur manusia di setiap stasiun kerja



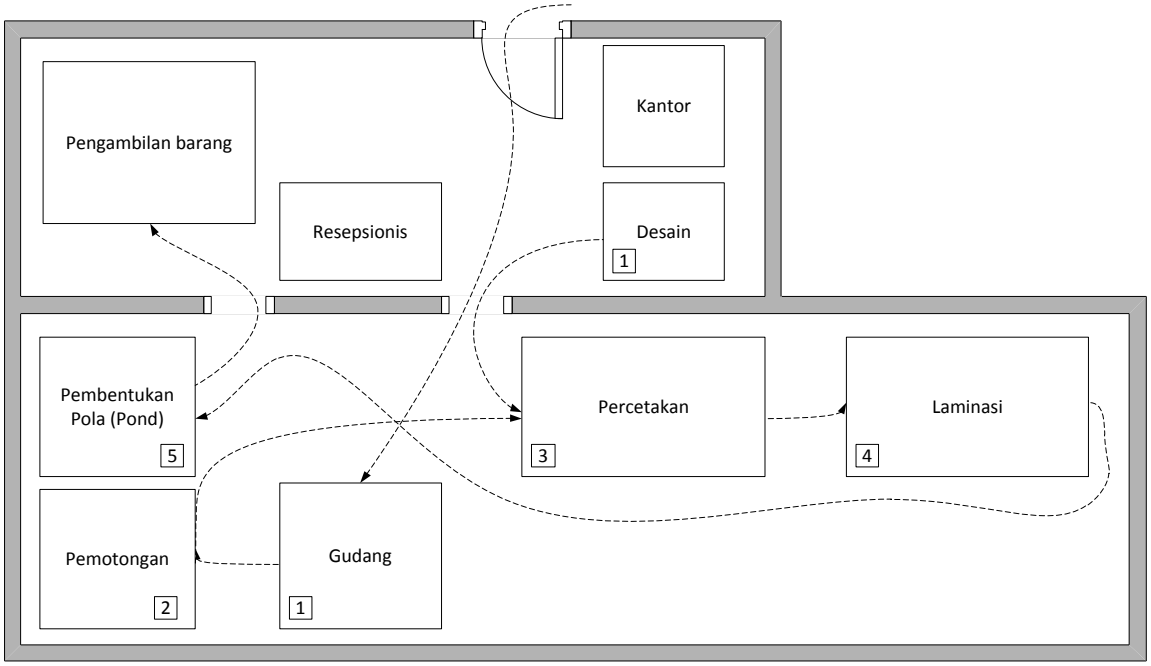
Gambar 4. 12 Roll Conveyor dengan Autonomation

4.3 *Operation Process Chart* dan Aliran Proses Kemasan Abon Nabati "Kluwih"

Berikut ini merupakan OPC dan aliran dari proses pembuatan kemasan Abon Nabati "Kluwih";



Gambar 4. 13 OPC kemasan abon nabati "kluwih"



Gambar 4.14 Aliran Sistem Manufaktur Kemasan

4.4 Validasi Desain Parameter Sistem Manufaktur Kemasan Abon Nabati "Kluwih" Parameter dengan Atribut Pengguna

4.4.1 Uji Kesesuaian

Uji *marginal homogeneity* (homogenitas) atau uji kesesuaian dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuain desain parameter yang diusulkan dengan keinginan pengguna. Validasi dilakukan dengan membandingkan desain parameter usulan dengan keinginan pengguna dengan 4 atribut yang sama (Nyaman, Aman, Ekonomis, dan Efisien). Dengan tingkat signifikansi sebesar 5% maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Uji *Marginal Homogenity*

Atribut	*Asymp. Sig. (2-tailed)*
Nyaman	0.083
Aman	0.166
Ekonomis	0.052
Efisien	0.096

Pada tabel 4.15 semua z hitung berada di atas 0.05. Artinya desain yang diusulkan sudah sesuai dengan keinginan pengguna sistem manufaktur kemasan berdasarkan desain parameter.

4.4.2 Uji Beda

Penggunaan uji beda pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perbedaan antara Desain sistem manufaktur yang diusulkan dengan sistem manufaktur sebelumnya. Berdasarkan proses perhitungan, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Hasil Uji Beda *Wilcoxon*

No	Customer Attributes	*Asymp. Sig. (2-tailed)*
1	Siman yang nyaman	0.004
2	Siman yang aman	0.006
3	Siman yang ekonomis	0.010
4	Siman yang efisien	0.003

Dapat dilihat pada tabel 4.16 bahwa hasil uji beda wilcoxon menunjukkan nilai *p value* dari seluruh atribut berada < 0,05 yang berarti terdapat perbedaan yang dirasakan oleh pengguna terhadap desain usulan dengan desain sebelumnya.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Customer Attribute*

Tabel 4.9 menunjukkan *customer attribute* sistem manufaktur yang valid. Analisis atribut dijelaskan sebagai berikut:

1. Nyaman

   Atribut nyaman menjadi salah satu kebutuhan pengguna dalam mendesain sistem manufaktur pada kemasan abon nabati "kluwih" (Tabel 4.9). Pengguna yang menjadi responden dalam penelitian ini sebagian besar menginginkan sebuah sistem manufaktur kemasan yang lebih nyaman. Dalam hal ini parameter nyaman adalah *workstation* yang ergonomis. Stasiun kerja ergonomis sangat penting bagi pengguna karena dapat mempengaruhi tingkat produktivitas.
2. Aman

   Customer Atributte aman (Tabel 4.9) menjadi salah satu kebutuhan pengguna didalam mendesain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" karena pengguna membutuhkan sistem manufaktur yang jauh dari resiko bahaya kecelakaan kerja.
3. Ekonomis

   Dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan lebih, atribut ekonomis (Tabel 4.9) dibutuhkan sebagai peran "bagaimana sebuah sistem manufaktur dapat menghemat biaya". Pengguna menginginan agar sistem manufaktur menjadi lebih murah dalam berbagai aspek guna untuk menghemat sumber daya. Sehingga tujuan untuk mendapatkan keuntungan lebih akan mudah terpenuhi.
4. Efisien

   Customer attributes terakhir yang diinginkan oleh pengguna adalah efisien (Tabel 4.9). Pada atribut ini pengguna menginginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih

singkat, dengan cara mengurangi kegiatan yang tidak bernilai tambah. Oleh karena itu efisien sangat diperlukan dalam sistem manufaktur untuk menghemat waktu dan usaha.

5.2 Analisis *Mapping Customer attributes – Desain parameter*

5.2.1 *Analisis Customer attributes - Functional requirements*

Functional Requirement (FR) dibangun untuk memenuhi *Customer Attributes* (CA). Dalam penelitian ini, *Functional Requirement* (FR) didefinisikan sebagai fungsi untuk memenuhi *Customer Attributes* (CA).

a. Nyaman

   Pada *customer atributte* 1 (CA1) (Tabel 4.10), pengguna menginginkan tidak merasakan sakit dan kelelahan saat bekerja. Untuk menjawab *customer atributte* 1 (CA1) fungsi yang mendukung atribut nyaman dijelaskan pada Tabel 4.10 yang diperoleh FR1 yaitu meningkatkan kenyamanan pengguna dalam bekerja yang artinya pengguna sistem manufaktur menginginkan adanya peningkatan kenyamanan terhadap sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" untuk memenuhi atribut nyaman. CA1 ini dijabarkan pada FR1 hingga FR1.2.4.1.

b. Aman

   Dijelaskan pada Tabel 4.12, *Customer atributte* 2 (CA2) pengguna menginginkan sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang dapat memberikan keamanan saat bekerja yang dijelaskan ke dalam *functional requirement*. Untuk menjawab *customer atributte* 2 (CA2) fungsi yang diberikan untuk memenuhi atribut aman yaitu meminimalkan kecelakaan kerja (FR2). Dengan meminimalkan tingkat kecelakaan kerja melalui langkah-langkah antisipasi yang tepat dapat meningkatkan tingkat keamanan dalam bekerja. CA2 ini dijabarkan pada FR2 hingga FR2.1.2.3.

c. Ekonomis

C*ustomer atributte* 3 (CA3) yaitu pengguna menginginkan desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yang ekonomis dijelaskan kedalam *functional requirement*. Untuk menjawab *customer atributte* 3 (CA3) pada Tabel 4.13 diperoleh FR3 yaitu memiliki fungsi menghemat biaya proses produksi. Fungsi tersebut artinya apabila sebuah sistem manufaktur mampu menghemat sumber daya yang ada maka keuntungan akan bertambah dan atribut ekonomis dapat terpenuhi. CA3 ini dijabarkan pada FR3 hingga FR3.1.1.1.4.

d. Efisien

C*ustomer atributte* 4 (CA4) adalah pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" menginginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih singkat, dengan cara mengurangi kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah yang dijelaskan kedalam *functional requirement*. Sementara Efisien adalah tindakan dimana sistem manufaktur dapat menghasilkan lebih banyak output dengan input minimum. Pada tabel 4.14 dijelaskan untuk menjawab *customer atributte* 4 (CA4) maka diperoleh FR4 yaitu memiliki fungsi mengurangi kegiatan manual didalam proses produksi. Dengan berkurangnya kegiatan manual maka dapat menghemat waktu dan usaha. Hal ini dapat meningkatan tingkat efisiensi dalam sistem manufaktur kemasan. CA4 ini dijabarkan pada FR4 hingga FR4.1.1.1. Dan *customer attribute* efisien dapat dipenuhi oleh FR4.1.1.1 yaitu memindahkan bahan baku secara otomatis antar stasiun kerja.

5.2.2 Analisis *Design parameters*

Design Parameters (DP) dibangun untuk memenuhi *Functional Requirement* (FR). Dalam penelitian ini, *Design Parameters* (DP) didefinisikan sebagai strategi untuk mencapai tujuan *Functional Requirement* (FR).

1. Nyaman

   Pada atribut ini menjelaskan tentang parameter desain untuk memenuhi kriteria nyaman. Tata letak produksi dan lingkungan kerja fisik yang ergonomis pada setiap

work station akan memberi fungsi meningkatkan kenyamanan dalam bekerja (FR1). Hal ini akan berdampak pada tingkat kenyamanan pengguna saat bekerja. Pada Tabel 4.10 dijabarkan desain parameter yang dapat untuk memenuhi atribut nyaman yang pertama adalah meja kerja pada stasiun kerja desain dengan lebar 87,83 cm (DP1.1.1.1.1) (Gambar 4.4) untuk jangkauan tangan maksimal pengguna pada meja kerja. Hal ini bertujuan untuk mengurangi gerakan tidak efektif pada saat mendesain atau membuat sketsa kemasan dengan cara menggunakan meja kerja dengan ukuran lebar sesuai dengan jarak jangkauan tangan pengguna. Lalu selanjutnya Letak mesin pemotongan yang berdekatan dengan gudang penyimpanan plano (DP1.1.2.1) dijelaskan pada Tabel 4.10 dan pada Gambar 4.5, akan memudahkan dan memperlancar perpindahan bahan baku dari gudang ke mesin pemotongan. Letak Mesin ukur presisi dan mesin percetakan kemasan saling berdekatan (DP1.1.3.1) dijelaskan pada Tabel 4.10 dan pada Gambar 4.6, akan memudahkan kinerja pengguna pada saat melakukan proses percetakan, karena jarak yang lebih pendek akan memudahkan pergerakan pengguna pada saat percetakan. Selanjutnya adalah Letak pallet terhadap mesin minimal di dalam lingkup jangkauan tangan pengguna dengan persentil 95 dan terdapat conveyor (DP1.1.4.1) (Gambar 4.7) akan memudahkan mobilitas pengguna pada saat proses laminasi. Lalu desain parameter 2 meter sebelah kanan dan sebelah kiri mesin (DP1.1.5.1.1.1) (Gambar 4.8) berfungsi untuk memberikan spasi agar memudahkan pergerakan pengguna pada saat memasukkan bahan baku dan menaruh produk jadi pada pallet dan memberi ruang untuk menempatkan sampah sisa potongan. Pencahayaan pada lingkungan kerja dengan LUX maksimal sebesar 300 (Kep. Menteri Kesehatan No.1405, 2002) (DP1.2.1.1), Suhu ideal lingkungan kerja pada range 20 - 26 derajat C (Lippsmeier, Georg (1994)) (DP1.2.2.1), Intensitas kebisingan 85 desibel (Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/KEPMEN/1999) (DP1.2.3.1), dan 4 m/det2 atau 0,4 Grav (SNI-NAB) (DP1.2.4.1) (Tabel 4.11) adalah berfungsi untuk memberikan batasan-batasan pada pencahayaan, suhu, intensitas kebisingan, dan tingkat vibrasi yang ergonomis pada pengguna. Dari (DP1.1.2.1) hingga (DP1.2.4.1) menurut pengguna sudah dapat memenuhi fungsi pada setiap FRnya.

2. Aman

Pada atribut ini menjelaskan parameter desain untuk memenuhi kriteria Aman (Tabel 4.12). Oleh karena itu semua pengguna harus mempunyai prinsip untuk menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Untuk mencapai fungsi (FR2.1.1.1) yaitu mencegah terjadinya dampak negatif dari kecelakaan kerja maka parameter Pengguna Menggunakan Helm (DP2.1.1.1.1.1), sarung tangan (DP2.1.1.1.2.1) dan sepatu (DP2.1.1.1.3.1) selama bekerja adalah salah satu pengaplikasian K3 untuk mengurangi dampak negatif pada pengguna Tabel 4.11 dan Gambar 4.9. Hal ini sangat dibutuhkan oleh pengguna untuk meningkatkan tingkat keselamatan saat bekerja. Dan untuk menjamin keselamatan pengguna saat bekerja, area kerja harus menggunakan (Gambar 4.10) *General Warning Symbol* (DP2.1.2.1) untuk simbol peringatan pada umumnya diingatkan kepada pengguna untuk selalu berhati-hati, lalu *Flammable Material Symbol* (DP2.1.2.2) adalah simbol peringatan untuk barang atau bahan yang mudah terbakar dan *Electric Shock Symbol* (DP2.1.2.3) adalah Simbol yang menunjukkan adanya listrik tegangan tinggi untuk lebih berhati-hati dari sumber listrik. Hal ini diperlukan untuk memberikan informasi dalam rangka meningkatkan kewaspadaan pengguna dan menghindari cedera yang mengakibatkan berhentinya proses produksi. Dengan demikian fungsi untuk memberikan informasi bahaya di lingkugan kerja dapat terpenuh dan sistem manufaktur menjadi lebih aman (CA2). Dari desain parameter (DP2.1.1.1) hingga (DP2.1.2.3) menurut pengguna sudah memenuhi fungsi pada setiap FRnya.

3. Ekonomis

Pada atribut ini menjelaskan tentang parameter desain ekonomis (Tabel 4.13). Atribut pelanggan ini menjelaskan sistem manufaktur ingin menghemat biaya. Proses produksi harus *Just in Time* (JIT) proses, karena dampak penggunaan JIT yaitu ketepatan waktu pengiriman, fleksibilitas untuk mengubah volume, perputaran persediaan, dan waktu siklus untuk menghemat biaya (Flynn et al, 1995; Abdallah AB, 2007). Plano (lembar kertas) karton dengan laminasi Glossy (DP3.1.1.1.1) dipilih sebagai bahan baku yang tepat dan murah untuk kemasan abon nabati "kluwih". Selanjutnya *supplier* tiba tepat waktu atau menggunanan *inventory* (DP3.1.1.1.2) untuk ketepatan waktu pemakaian bahan baku. Selanjutnya untuk

penanganan *Quality Control* yang cermat fungsi yang pertama untuk memenuhi hal tersebut adalah memberikan standar bentuk, informasi dan warna (FR3.1.1.1.3.1) dan parameternya adalah Kemasan berbentuk kardus, ada informasi atau deskripsi dari produk dalam kemasan, warna campuran coklat, merah, hitam dan bergambar abon nabati "kluwih" (DP3.1.1.1.3.1) (Dicasani A., 2014). Lalu fungsi berikutnya adalah untuk memberikan ukuran potongan kertas yang sesuai dengan kebutuhan, parameternya adalah ukuran kemasan panjang: 8 cm, lebar: 3.4 cm dan tinggi: 15 cm (DP3.1.1.1.3.2), pola kemasan Trapesium (DP3.1.1.1.3.3) dan master cetakan kemasan yang presisi (DP3.1.1.1.3.4). Desain parameter DP3.1.1.1.3.1, DP3.1.1.1.3.2, DP3.1.1.1.3.3, dan DP3.1.1.1.3.4 diperlukan agar pengguna memiliki standar bentuk kemasan, informasi, warna, ukuran cetak kemasan yang tepat dan parameter tersebut kemudian dikerjakan dengan cermat sehingga dapat mengurangi produk cacat yang nantinya akan mengurangi kerugian dan pemborosan. Parameter yang terakhir adalah menerapkan sistem pengambilan produk dilakukan langsung oleh pelanggan (DP3.1.1.1.4) untuk menghemat biaya transportasi dari perusahaan. Dengan demikian sistem manufaktur kemasan menjadi lebih ekonomis (CA3). Dari desain parameter (DP3.1.1.1.1) hingga (DP3.1.1.1.4) menurut pengguna sudah memenuhi fungsi pada setiap FRnya.

4. Efisien

   Pada atribut ini menjelaskan parameter desain (Tabel 4.14) yang sesuai dengan kebutuhan pengguna untuk proses produksi yang efisien. Hal ini dilakukan dengan cara menambahkan roll conveyor dengan unsur manusia di setiap mesin produksi (Gambar 4.12) (DP4.1.1.1). Desain parameter tersebut dapat memenuhi fungsi memindahkan bahan baku secara otomatis antar stasiun kerja (FR4.1.1.1). Ini adalah proses *Autonomation*, proses yang menggabungkan otomatisasi dan otonom (Jidoka). Dan penggunaan mesin conveyor akan menghemat waktu produksi ketika menghasilkan end item pada setiap langkah. Jadi sistem manufaktur dapat menjadi lebih efisien (CA4). Desain parameter (DP4.1.1.1) menurut pengguna sudah memenuhi fungsi.

5.3 Analisis Validasi Desain Usulan

Berdasarkan uji *marginal homogenity* (homogenitas) pada tabel 4.15 didapatkan hasil bahwa untuk atribut nyaman z values sebesar 0.083, untuk atribut aman z values sebesar 0.166, untuk atribut ekonomis z values sebesar 0.052, dan z values untuk atribut efisien sebesar 0.096. Dari keempat z values atribut tersebut menunjukan bahwa nilai $z > 0.05$ yang artinya terdapat persamaan antara desain parameter usulan dengan atribut yang diinginkan oleh pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih". Karena menurut pengguna desain parameter yang diusulkan pada Tabel 4.10, 4.12, 4.13, dan 4.14 untuk sebuah sistem manufaktur kemasan sudah dapat mewakili keinginan pengguna. Desain parameter yang diusulkan ditampilkan kedalam bentuk visual yaitu dijelaskan pada Gambar 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, dan 4.12 serta informasi tentang nilai ambang batas yang dijelaskan pada Tabel 4.11.

Pada penelitian ini juga dilakukan uji beda dengan menggunakan uji beda *wilcoxon* juga dilakukan dan ditunjukkan oleh Tabel 4.16, fungsinya yaitu untuk mengidentifikasi perbedaan antara desain yang diusulkan oleh peneliti dengan desain sebelumnya yang sudah ada. Adapun nilai pada sistem manufaktur yang nyaman 0.004, sistem manufaktur yang aman 0.006, sistem manufaktur yang ekonomis 0.010 dan sistem manufaktur yang efisien 0.003. Hasil dari uji ini yaitu adanya perbedaan yang signifikan antara desain yang diusulkan oleh peneliti dengan sistem manufaktur yang yang sudah ada, hal ini diketahui dari nilai *Asymp. Sig.* < 0.05.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Empat atribut yang diinginkan dalam sebuah desain sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" yaitu nyaman, aman, ekonomis dan efisien.

2. Desain parameter yang dapat memenuhi keinginan pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" pada atribut Nyaman yaitu :
    a. Meja kerja pada stasiun kerja desain dengan lebar 87,83 cm (DP1.1.1.1.1),
    b. Letak mesin pemotongan yang berdekatan dengan gudang penyimpanan plano (DP1.1.2.1),
    c. Letak Mesin ukur presisi dan mesin percetakan kemasan saling berdekatan (DP1.1.3.1),
    d. Letak pallet sesuai jangkauan tangan pengguna dengan persentil 95 dan terdapat roll conveyor (DP1.1.4.1),
    e. 2 meter sebelah kanan dan sebelah kiri mesin pond (DP1.1.5.1.1.1),
    f. Pencahayaan pada lingkungan kerja dengan LUX maksimal sebesar 300 (DP1.2.1.1), Suhu ideal lingkungan kerja pada range 20 - 26 derajat C (DP1.2.2.1), Intensitas kebisingan 85 desibel (DP1.2.3.1), dan 4 m/det2 atau 0,4 Grav (DP1.2.4.1).

    Sementara pada atribut aman menggunakan prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja antara lain:
    a. Menggunakan Helm kerja (DP2.1.1.1.1.1),
    b. Sarung tangan (DP2.1.1.1.2.1),
    c. Sepatu saat bekerja (DP2.1.1.1.3.1),

d. *General Warning Symbol (*DP2.1.2.1*), Flammable Material Symbol (*DP2.1.2.2*), and Electric Shock Symbol* (DP2.1.2.3)

Pada atribut Ekonomis yaitu:

a. Plano (lembar kertas) dengan laminasi berbahan plastik glossy (DP3.1.1.1.1),
b. *Supplier* tiba tepat waktu / menggunakan stok lama (DP3.1.1.1.2),
c. Kemasan berbentuk kardus, ada informasi atau deskripsi dari produk dalam kemasan, warna campuran coklat, merah, hitam dan bergambar abon nabati "kluwih" (DP3.1.1.1.3.1),
d. Ukuran kemasan panjang: 8 cm, lebar: 3.4 cm dan tinggi: 15 cm (DP3.1.1.1.3.2),
e. Pola kemasan Trapesium (DP3.1.1.1.3.3),
f. Master cetakan kemasan yang presisi (DP3.1.1.1.3.4),
g. Pengambilan produk langsung oleh pelanggan (DP3.1.1.1.4),

Pada atribut efisien yaitu:

Penggunaan mesin Conveyor dengan unsur manusia di setiap mesin produksi (DP4.1.1.1).

3. Desain parameter yang diusulkan dinyatakan valid untuk memenuhi kriteria desain yang diinginkan pengguna pada tingkat signifikansi sebesar 5%.

6.2 Saran

Saran yang direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya pembahasan lebih lanjut mengenai:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, dilakukan pembahasan tentang aspek sistem manufaktur kemasan yang lebih luas yang belum dijelaskan dalam penelitian ini.
2. Diharapakan pada penelitian selanjutnya, dilakukan pembahasan berkaitan simulasi proses sistem manufaktur dengan usulan yang ada.
3. Melakukan penelitian lanjutan lainnya dengan menggunakan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Abdallah, A.B. & Matsui, Y. 2007. The Relationship Between JIT Production and Manufacturing strategy and their impact on JIT performance. *POMS 18th annual conference*, 007-0254.

Andemeskel, F. 2013. Total Productive Maintenance Implementation Procedures in Manufacturing Organizations Using Axiomatic Design Principles. *Proceeding of ICAD2013*. Lodz

Antonio, J. C., Augusto, P. C., & Arau´jo Calarge, F. 2010. *Axiomatic design application for minimising the difficulties of QFD usage*. Int. J.Production Economics 125, 1–12.

Arcidiacono, G. & Brown, C. A. 2013 Axiomatic Design of Production Systems for Operational Excellence. *Proceeding of ICAD2013*. Lodz

Beranda MITI. 2013. Pergeseran Pola Konsumsi Masyarakat. (*online*): http://beranda-miti.com/pergeseran-pola-konsumsi-masyarakat. (1 April 2013)

Bridger, R.S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. McGraww-Hill,Inc

Bridger, R.S. 2003. *Introduction to Ergonomics 2nd Edition London and New York*: Taylor & Francis.

Cenadi, C. S. 2000. *Peranan Desain Kemasan dalam Dunia Pemasaran*. Nirmana, 2, 92-103.

Cochran, D. S., Eversheim, W., Kubin, G. & Sesterhenn, M. L. 2000. The Application of Axiomatic Design and Lean Management Principles in the Scope of Production System Segmentation. *The International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 6, 1377-1396 2000.

Departemen Perdagangan Republik Indonesia. 2014. Data Ekspor dan Impor Industri Non Minyak. (*online*): http://www.kemendag.go.id. (15 April 2015).

Dicasani, A. 2014. *Desain Kemasan Abon Nabati Dengan Pendekatan "Kansei Engineering"*. Yogyakarta: UII Press.

Ergonomi, L. D. 2012. *Bank Data Antropometri*. Yogyakarta: Lab DSK&E Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

Flynn B., Sakakibara, S. & Schroeder R. 1995. Relationship between JIT and TQM: Practices and performance. *Academy of management Journal*. Vol. 38, No. 5, pp.1325-1360.

Gay, L.R. dan Diehl, P.L. 1992. *Research Methods for Business and. Management*. New York: MacMillan Publishing Company.

Guenov, M. D. & Barker, S. G. 2004. *Application of Axiomatic Design and Design Structure Matrix to the Decomposition of Engineering Systems.* Beadfordsgire, United Kingdom: Cranfield University.

International Monetary Fund. 2012. World Economic Outlook Database. (*online*): http://www.imf.org/ (15 April 2015)

Jogiyanto, H., M. 1999. *Analisis dan Desain Sistem Informasi : Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis,* Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Jogiyanto, H., M. 2001. *Analisa dan Desain Sistem*, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Kolmogorov, A. N. 1933. *Sulla Determinazione Empirica* (Vol. 4). Giornale dell'Intituo Italiano degli Attuari.

Kartajaya, H. 1996. *Marketing Plus 2000 Siasat Memenangkan Persaingan Global.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Lemeshow, S., David, W., Hosmer, Jr. & Janelle Klar. 1990. *Adequacy of sample size in Health studies*. World Health Organization 363'.072. ISBN 0 471 92517 9.

Liker, J. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Lippsmeier, Georg. 1994. *Tropenbau Building in the Tropics*, *Bangunan Tropis* (terj.). Jakarta: Erlangga.

Maxwell, A. E. 1970. Comparing the Classification of Subjects by Two-Way Classification. *British Journal of Psychiatry, 116*, 651-655.

McNemar, Q. 1947. Note On The Sampling Error Of The Difference Between Correlated Proportions Or Percentages. *Psychometrika, 12*, 153-157.

Narimawati, U. & Munandar, D. 2008. *Teknik Sampling: Teori dan Praktik Menggunakan SPSS 15.* Yogyakarta: Gava Media.

Nurmianto, E. 2004. *Konsep Dasar dan Aplikasinya.* Surabaya: Guna Widya.

Park, G. J. 2007. *Analytic Methods for Design Practice.* XV: Springer.

Pheasant, S. 2003. *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work Second Edition.* Taylor & Francis.

Priambodo, M. 2012. *Peningkatan Keberhasilan Proses Lini Produksi Dengan Metode Axiomatic Design, Six Sigma, TRIZ, dan DOE*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Roscoe dikutip dari Uma Sekaran. 2006. *Metode Penelitian Bisnis*. Jakarta: Salemba Empat. pp.1992:252

Rundh, B. 2013. Linking Packaging to Marketing: How Packaging is Influencing The Marketing Strategy. *British Food Journal* , Vol. 115 Iss: 11, pp.1547 - 1563.

S. S. Heragu. 2006. *Facilities Design*, 2nd Edition, iUniverse, Lincoln, NE.

Sayatman, R. L. 2007. *Studi Komunikasi Visual Pada Kemasan Makanan Ringan*. Desain Idea Desain Produk Industri vol 8 no 1 Februari 2007.

Sheskin, D. J. 2004. *Handbook of Parametric and Non Parametric Statistical Procedures Third Edition.* Washington: Chapman & Hall/CRC.

Siswanto, A., Haryuti. 1991. *Kebisingan.* Jawa Timur: Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Departemen Tenaga Kerja.

Stuart, A. 1955. A Test for Homogenity of The Marginal Distribution in a Two-Way Classification. *Biometrika, 42*, 412-416.

Singarimbum, M. 1989. *Metode Penelitian Survey.* Jakarta: LP3ES.

Stevenson, M. 1989. *Principles of Ergonomics.* Australia.

Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods).* Bandung: Alfabeta.

Suh, N. P. 1990. *The Principles of Design.* New York: Oxford University Press. ISBN 0-19-504345-6.

Suh, N. P. 1998. *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press.

Suh, N. P. 1998. *Manufacturing System Design.* M. I.T. Cambridge, MA 02139, USA. Annals of the ClRP Vol. 47/2/1998

Suh, N. P. 1999. A Theory of Complexity, Periodicity, and The Design Axioms. *Research in Engineering Design, 11*, 116-131.

Suh, N. P. 2001. *Axiomatic Design: Advances and Applications.* New York: Oxford University Press.

Suh, N. P. 2003. *Complexity : Theory and Applications.* New York: Oxford University Press.

Suh, N. P. 2007. Ergonomic, Axiomatic and Complexity Theory. *Theoritical Issues in Ergonomic Science, 8*(2), 101-121.

Sumarjaya, I. W. 2010. Uji Kenormalan Univariat. *Jurnal Matematika vol. 1, No. 1*, 21-30.

Sun, X., & Yang, Z. 2008. Generalized McNemar's Test for Homogenity of the Marginal Distributions. *SAS Global Forum*, 382.

Sutalaksana, I., Anggawisastra, R. & Tjakraatmadja, J. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja.* Bandung.

Tayyari, F. & Smith, J. L. 1997. *Occupational Ergonomic: Principles and Application.* London: Chapman & Hall.

Walker, G. 2002. *Common Statistical Methods for Clinical Research with SAS Examples, 2nd edition.* Cary, North Carolina: SAS Institute Inc.

Wismanto, Y. B. 2007. *Statistika Dasar.* Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.

Wignjosoebroto, S. 2003. *Pengantar Teknik & Manajemen Industri.* Surabaya: Gnawidya.

Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi Studi gerak dan Waktu Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja.* Surabaya: Gnawidya.

Yamin, S. & Kurniawan, H. 2009. *SPSS COMPLETE.* Jakarta: Salemba Infotek.

LAMPIRAN

KUISIONER 1
IDENTIFIKASI KEBUTUHAN KONSUMEN

Kepada

Yth. Bpk/ Ibu/ Sdr/ I

Di Yogyakarta

Dengan Hormat,

Saya adalah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saya sedang melakukan penlitian Tugas Akhir dengan judul "**Desain Sistem Manufaktur Kemasan Abon Nabati "Kluwih" Menggunakan Metode Axiomatic Design**". Sehubungan dengan hal tersebut, saya mengharapkan kesediaan Bpk/ Ibu/ Sdr/ I untuk mengisi kuesioner ini. Saya menyadari bahwa waktu Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berharga, untuk itu saya sangat berterima kasih atas kesediaan dan perhatian Bpk/ Ibu/ Sdr/ I yang telah meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini. Partisipasi Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berguna dalam memberikan kontribusi dalam penelitian ini. Seluruh jawaban dalam kuesioner ini hanya digunakan untuk penelitian *paper* dan Tugas Akhir.

Hormat Saya,

Angga Wisudianto

I. PROFIL RESPONDEN

Petunjuk pengisian:
Pada pertanyaan dibawah ini, pada masing – masing nomor silahkan Anda pilih salah satu dari pilihan jawaban yang tersedia

1. Nama :

2. Jenis Kelamin:
   a. Laki – Laki
   b. Perempuan

3. Berapakah usia anda saat ini?
   a. < 20 tahun
   b. 21-30 tahun
   c. 31-40 tahun
   d. 41-50 tahun
   e. > 50 tahun

4. Pendidikan terakhir:
   a. SD (atau sederajat)
   b. SMP (atau sederajat)
   c. SMA (atau sederajat)
   d. Perguruan tinggi
   e. Lainnya.....

5. Apakah pekerjaan anda saat ini?
   a. Pelajar / Mahasiswa
   b. Pegawai negeri
   c. Wiraswasta / pengusaha
   d. Karyawan
   e. Lainnya.....

6. Pada proses produksi sebuah kemasan abon nabati, apakah menurut anda perlu dilakukan perbaikan?
   a. Ya
   b. Tidak

Bagian II

Analisis Kebutuhan Pelanggan

Masyarakat yang semakin khawatir dengan kualitas produk membuat banyak produsen makanan dan minuman lebih kompetitif dalam persaingan menciptakan produk berkualitas. Sebuah produk yang berkualitas tidak hanya dilihat dari kualitas produknya saja tetapi juga sangat mendukung peran kemasan dalam nilai estetika. Sebuah desain kemasan yang menarik akan membentuk komunikasi visual produk kepada konsumen. Kemasan yang menarik dan sesuai dengan keinginan konsumen akan mempengaruhi konsumen untuk membeli produk, oleh karena itu peneliti perlu mengembangkan sistem manufaktur yang ideal untuk menghasilkan desain kemasan kompetitif. Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan sebuah sistem manufaktur kemasan yang efektif, efisien, dan ekonomis sehingga dapat menciptakan sebuah kemasan yang kompetitif.

Pertanyaan ini berkaitan dengan kebutuhan pelanggan untuk mengisikan serta memberikan tanda centang (√), jawaban dan pilihan dibawah ini boleh lebih dari satu jawaban dan pilihan.

Menurut anda apa yang anda inginkan pada sistem manufaktur kemasan agar prosesnya cepat, tepat, dan murah?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kuesioner II

Nama : _____

Jenis Kelamin : ☐ Laki-laki ☐ Perempuan

Usia : ☐ Tahun

Menindaklanjuti hasil kuisioner pertama mengenai kriteria yang diinginkan untuk sebuah sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih", saya telah melakukan olah serta pilah data dan didapatkan 9 kriteria. Bagaimana pendapat Anda mengenai kriteria-kriteria desain sistem manufaktur kemasan di bawah ini?

Petunjuk pengisian:

Silahkan jawab pertanyaan dengan cara melingkari pilihan yang tersedia sesuai dengan apa yang anda ketahui dan anda rasakan.

No	Pernyataan	Skala Penilaian				
		STS	TS	N	S	SS
1	Sistem Manufaktur yang Murah					
2	Sistem Manufaktur yang Hemat					
3	Sistem Manufaktur yang Singkat					
4	Sistem Manufaktur yang Mudah					
5	Sistem Manufaktur yang Modern					
6	Sistem Manufaktur yang Cepat					
7	Sistem Manufaktur yang Aman					
8	Sistem Manufaktur yang Nyaman					
9	Sistem Manufaktur yang Murah					

Keterangan :

STS= Sangat Tidak Setuju ; TS= Tidak Setuju ; N= Netral ; S= Setuju ; SS= Sangat Setuju

STP= sangat tidak penting ; TP= tidak penting ; N= Netral ; P= Penting; SP= Sangat Penting

KUISIONER

PENENTUAN DESIGN PARAMETER

Kepada

Yth. Bpk/ Ibu/ Sdr/ I

Di Yogyakarta

Dengan Hormat,

Saya adalah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saya sedang melakukan penlitian Tugas Akhir dengan judul "**Desain Sistem Manufaktur Kemasan Abon Nabati "Kluwih" Menggunakan Metode Axiomatic Design"**. Sehubungan dengan hal tersebut, saya mengharapkan kesediaan Bpk/ Ibu/ Sdr/ I untuk mengisi kuesioner ini. Saya menyadari bahwa waktu Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berharga, untuk itu saya sangat berterima kasih atas kesediaan dan perhatian Bpk/ Ibu/ Sdr/ I yang telah meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini. Partisipasi Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berguna dalam memberikan kontribusi dalam penelitian ini. Seluruh jawaban dalam kuesioner ini hanya diguanakan untuk penelitian tugas akhir ini.

Hormat Saya,

Angga Wisudianto

Petunjuk Pengisian :

- Berikan tanda (√) pada kolom yang disediakan disetiap pertanyaan.

Nama : _____

Jenis Kelamin : ☐ Laki-laki ☐ Perempuan

Usia : ☐ Tahun

---

1. Untuk memenuhi atribut nyaman parameter apakah yang anda inginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih nyaman ?

   ☐ Jarak antar mesin saling berdekatan
   ☐ Nilai ambang batas pada lingkungan kerja yang sesuai
   ☐ Lainnya _____

2. Untuk memenuhi atribut aman parameter apakah yang anda inginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih aman?

   ☐ Menggunakan alat pelindung diri
   ☐ Menggunakan symbol bahaya pada area kerja
   ☐ Lainnya _____

3. Untuk memenuhi atribut ekonomis parameter apakah yang anda inginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih ekonomis?

   ☐ Menggunakan bahan baku laminasi glossy
   ☐ Menggunakan bahan baku laminasi minyak
   ☐ Lainnya _____

4. Untuk memenuhi atribut efisien parameter apakah yang anda inginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih efisien?

- ☐ Menggunakan *roll conveyor* untuk mendistribusikan bahan baku
- ☐ Menggunakan *forklift* untuk mendistribusikan bahan baku
- ☐ Lainnya_____

KUISIONER

KESESUAIAN DESAIN PARAMETER DENGAN *CUSTOMER ATTRIBUTE*

Kepada
Yth. Bpk/ Ibu/ Sdr/ I
Di Yogyakarta

Dengan Hormat,

Saya adalah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saya sedang melakukan penlitian Tugas Akhir dengan judul "**Desain Sistem Manufaktur Kemasan Abon Nabati "Kluwih" Menggunakan Metode Axiomatic Design**". Sehubungan dengan hal tersebut, saya mengharapkan kesediaan Bpk/ Ibu/ Sdr/ I untuk mengisi kuesioner ini. Saya menyadari bahwa waktu Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berharga, untuk itu saya sangat berterima kasih atas kesediaan dan perhatian Bpk/ Ibu/ Sdr/ I yang telah meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini. Partisipasi Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berguna dalam memberikan kontribusi dalam penelitian ini. Seluruh jawaban dalam kuesioner ini hanya digunakan untuk penelitian tugas akhir ini.

Hormat Saya,

Angga Wisudianto

Petunjuk Pengisian :

- Berikan tanda (√) pada kolom yang disediakan disetiap pertanyaan.
- Pilihlah jawaban sesuai dengan opini anda terhadap desain sistem manufaktur kemasan.

Nama : _____

Jenis Kelamin : ☐ Laki-laki ☐ Perempuan

Usia : ☐ Tahun

Dari hasil desain parameter yang didapatkan pada kuisoner tahap II, maka dibuat desain sistem manufaktur kemasan berdasarkan parameter desain terpilih. Bagaimana pendapat anda mengenai keinginan anda sebelum dilakukan perbaikan dengan desain parameter mengenai sistem manufaktur yang telah dibuat berikut?

Berilah tanda (√) pada bagian yang Anda kehendaki!
Keterangan :

1 = Sangat Tidak Sesuai

2 = Tidak Sesuai

3 = Cukup Sesuai

4 = Sesuai

5 = Sangat Sesuai

Berikan tanda (X) pada pilihan yang tersedia !

DESAIN PARAMETER

1. Desain parameter yang dapat memenuhi keinginan pengguna sistem manufaktur kemasan abon nabati "kluwih" pada atribut Nyaman yaitu meja kerja pada stasiun kerja desain dengan lebar 93,61 cm (DP1.1.1.1.1), Letak mesin pemotongan yang berdekatan dengan gudang penyimpanan plano (DP1.1.2.1), Letak Mesin ukur presisi dan mesin percetakan kemasan saling berdekatan (DP1.1.3.1), Letak pallet sesuai jangkauan tangan pengguna dengan persentil 95 dan terdapat roll conveyor (DP1.1.4.1), Lokasi penyimpanan berdekatan dengan proses awal (mesin pemotong), 2 meter sebelah kanan dan sebelah kiri mesin pond (DP1.1.5.1.1.1), Pencahayaan pada lingkungan kerja dengan LUX maksimal sebesar 300 (DP1.2.1.1), Suhu ideal lingkungan kerja pada range 20 - 26 derajat C (DP1.2.2.1), Intensitas kebisingan 85 desibel (DP1.2.3.1), dan 4 m/det2 atau 0,4 Grav (DP1.2.4.1).

2. Sementara pada atribut aman menggunakan prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja antara lain Menggunakan Helm kerja (DP2.1.1.1.1.1),, sarung tangan (DP2.1.1.1.2.1), dan sepatu saat bekerja (DP2.1.1.1.3.1), *General Warning Symbol, Flammable Material Symbol, and Electric Shock Symbol* (DP2.1.1.1.2.1).

3. Pada atribut Ekonomis yaitu Plano (lembar kertas) dengan laminasi berbahan plastik glossy (DP3.1.1.1.1), *supplier* tiba tepat waktu / menggunakan stok lama (DP3.1.1.1.2), Kemasan berbentuk kardus, ada informasi atau deskripsi dari produk dalam kemasan, warna campuran coklat, merah, hitam dan bergambar abon nabati "kluwih" (DP3.1.1.1.3.1). Lalu ukuran kemasan panjang: 8 cm, lebar: 3.4 cm dan tinggi: 15 cm (DP3.1.1.1.3.2), pola kemasan Trapesium (DP3.1.1.1.3.3) dan master cetakan kemasan yang presisi (DP3.1.1.1.3.4), pengambilan produk langsung oleh pelanggan (DP3.1.1.1.4).

4. Dan yang terakhir pada atribut efisien adalah penggunaan mesin Conveyor dengan unsur manusia di setiap mesin produksi (DP4.1.1.1).

No	Desain Sistem Manufaktur kemasan abon nabati "kluwih"	Sebelum					Sesudah				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Siman yang nyaman										
2	Siman yang aman										
3	Siman yang ekonomis										
4	Siman yang efisien										

KUISIONER
UJI BEDA

Kepada
Yth. Bpk/ Ibu/ Sdr/ I
Di Yogyakarta

Dengan Hormat,

Saya adalah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saya sedang melakukan penlitian Tugas Akhir dengan judul "**Desain Sistem Manufaktur Kemasan Abon Nabati "Kluwih" Menggunakan Metode Axiomatic Design**". Sehubungan dengan hal tersebut, saya mengharapkan kesediaan Bpk/ Ibu/ Sdr/ I untuk mengisi kuesioner ini. Saya menyadari bahwa waktu Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berharga, untuk itu saya sangat berterima kasih atas kesediaan dan perhatian Bpk/ Ibu/ Sdr/ I yang telah meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini. Partisipasi Bpk/ Ibu/ Sdr/ I sangat berguna dalam memberikan kontribusi dalam penelitian ini. Seluruh jawaban dalam kuesioner ini hanya digunakan untuk penelitian tugas akhir ini.

Hormat Saya,

Angga Wisudianto

Petunjuk Pengisian :

- Berikan tanda (√) pada kolom yang disediakan disetiap pertanyaan.
- Pilihlah jawaban sesuai dengan opini anda terhadap sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih.

---

1. Nama : _____
2. Jenis Kelamin : ☐ Laki-laki ☐ Perempuan
3. Usia : ☐ Tahun

Dari hasil desain parameter yang didapatkan pada kuisoner tahap II, maka dibuat desain berdasarkan keinginan pengguna yang telah ditetapkan. Bagaimana pendapat Anda mengenai desain sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih yang diusulan dengan sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih yang sudah ada?

Berilah tanda (√) pada bagian yang Anda kehendaki!
Keterangan :

1 = Sangat Tidak Baik

2 = Tidak Baik

3 = Cukup Baik

4 = Baik

5 = Sangat Baik

Berdasarkan hasil desain yang terpilih maka perlu dilakukan validasi apakah kebutuhan pengguna telah terpenuhi dari desain yang terpilih dibandingkan dengan desain yang sebelumnya ada. Berikan penilaian anda berdasarkan *Customer Attribute* yang ada.

1. Nyaman

   Atribut nyaman menjadi salah satu kebutuhan pengguna dalam mendesain sistem manufaktur pada kemasan abon nabati "kluwih". Pengguna yang menjadi responden dalam penelitian ini sebagian besar menginginkan sebuah sistem manufaktur kemasan yang lebih nyaman. Dalam hal ini parameter nyaman adalah *workstation* yang ergonomis. Stasiun kerja ergonomis sangat penting bagi pengguna karena dapat mempengaruhi tingkat produktivitas.

2. Aman

   Customer Atributte aman menjadi salah satu kebutuhan pengguna didalam mendesain sistem manufaktur kemasan abon nabati “kluwih” karena pengguna membutuhkan sistem manufaktur yang jauh dari resiko bahaya kecelakaan kerja.

3. Ekonomis

   Dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan lebih, atribut ekonomis dibutuhkan sebagai peran “bagaimana sebuah sistem manufaktur dapat menghemat biaya". Pengguna menginginan agar sistem manufaktur menjadi lebih murah dalam berbagai aspek guna untuk menghemat sumber daya. Sehingga tujuan untuk mendapatkan keuntungan lebih akan mudah terpenuhi.

4. Efisien

   Customer attributes terakhir yang diinginkan oleh pengguna adalah efisien. Pada atribut ini pengguna menginginkan agar sistem manufaktur menjadi lebih singkat, dengan cara mengurangi kegiatan yang tidak bernilai tambah. Oleh karena itu efisien sangat diperlukan dalam sistem manufaktur untuk menghemat waktu dan usaha.

Di bawah ini juga terdapat sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih sebelum dan desain sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih yang diusulkan :

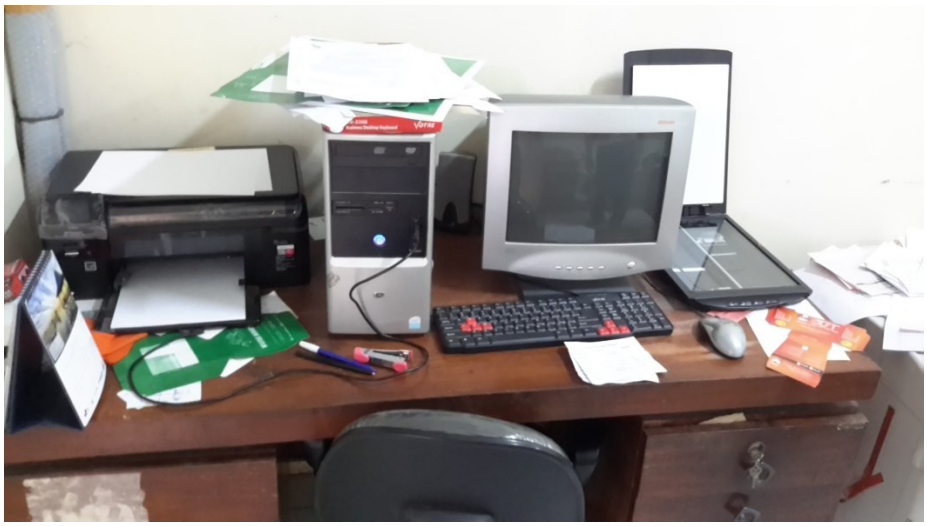
KONDISI SEBELUM



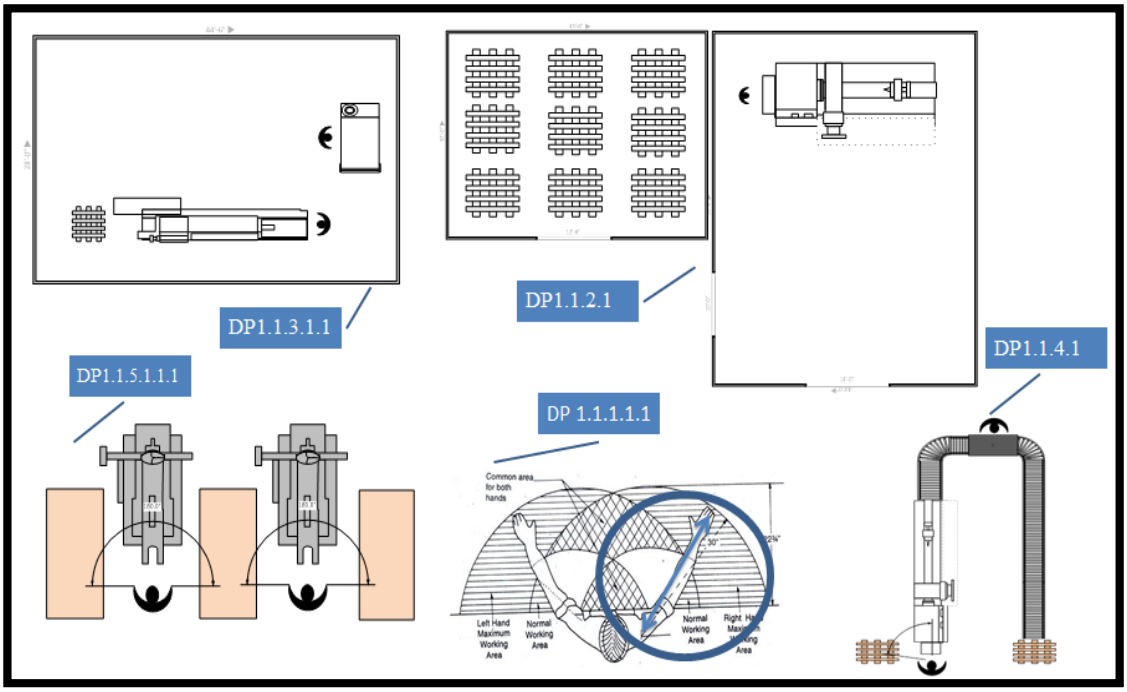








DESAIN USULAN



Keterangan:

a. Meja kerja pada stasiun kerja desain dengan lebar 87,83 cm (DP1.1.1.1.1),
b. Letak mesin pemotongan yang berdekatan dengan gudang penyimpanan plano (DP1.1.2.1),
c. Letak Mesin ukur presisi dan mesin percetakan kemasan saling berdekatan (DP1.1.3.1),
d. Letak pallet sesuai jangkauan tangan pengguna dengan persentil 95 dan terdapat roll conveyor (DP1.1.4.1),
e. 2 meter sebelah kanan dan sebelah kiri mesin pond (DP1.1.5.1.1.1)

Rekomendasi Nilai Ambang Batas lingkungan fisik pada area kerja

DP1.2.1.1, DP1.2.2.1, DP1.2.3.1, dan DP1.2.4.1

Parameter	NAB
Pencahayaan	LUX maksimal sebesar 300 (Kep. Menteri Kesehatan

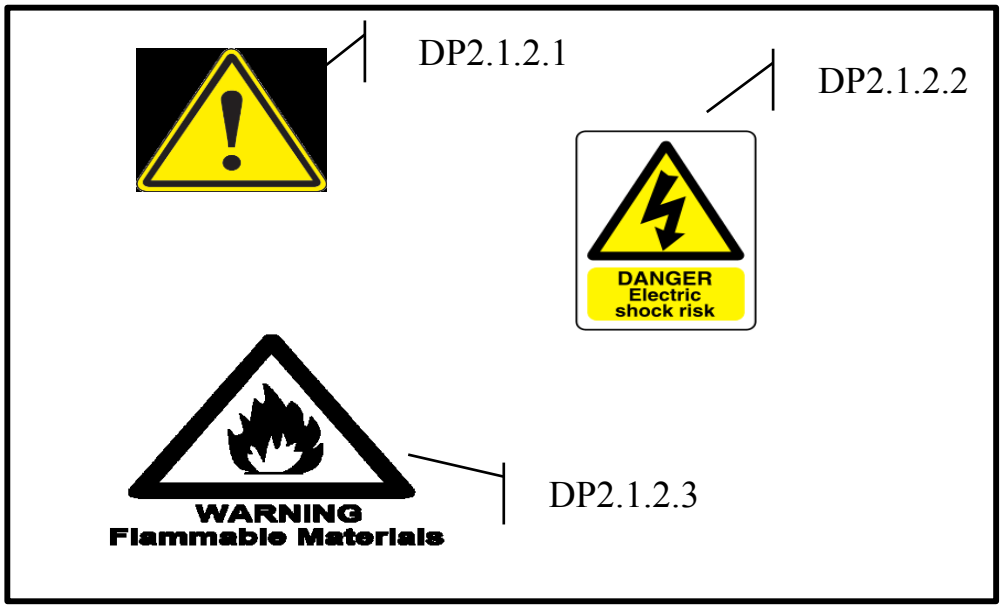
	No.1405, 2002)
Suhu	Suhu ideal lingkungan kerja pada range 20 - 26 derajat C (Lippsmeier, Georg (1994))
Kebisingan	Intensitas kebisingan 85 desibel (Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/KEPMEN/1999)
Getaran	4 m/det2 atau 0,4 Grav (SNI-NAB)



Alat Pelindung Diri

Keterangan :

a. Menggunakan Helm kerja (DP2.1.1.1.1.1),
b. Sarung tangan (DP2.1.1.1.2.1),
c. Sepatu saat bekerja (DP2.1.1.1.3.1),



Gambar Simbol Bahaya

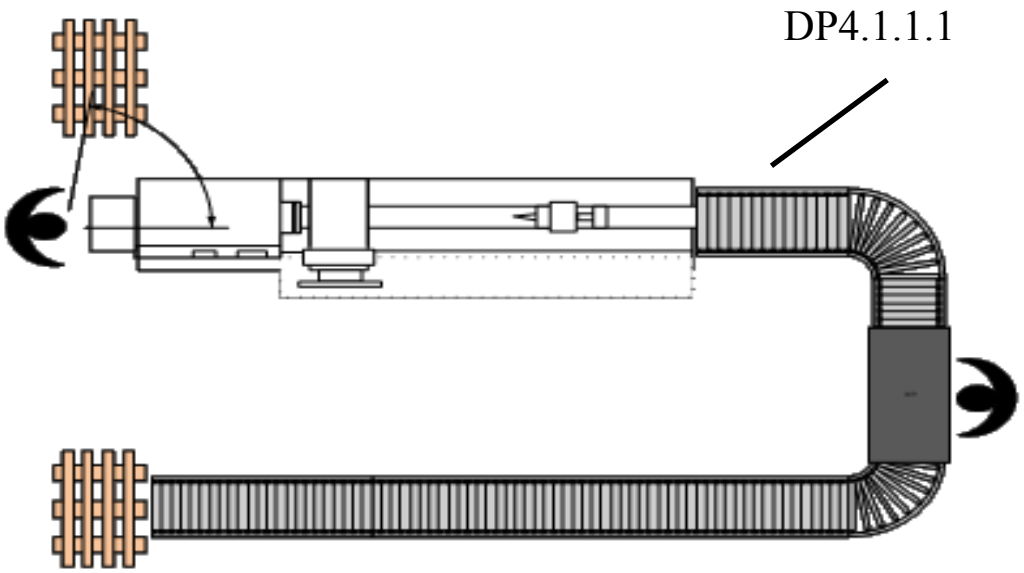
Keterangan :

General Warning Symbol, Flammable Material Symbol, and Electric Shock Symbol.

Pada atribut ekonomis usulan yang diberikan yaitu:

a. Plano (lembar kertas) dengan laminasi berbahan plastik glossy (DP3.1.1.1.1),
b. *Supplier* tiba tepat waktu / menggunakan stok lama (DP3.1.1.1.2),
c. Kemasan berbentuk kardus, ada informasi atau deskripsi dari produk dalam kemasan, warna campuran coklat, merah, hitam dan bergambar abon nabati "kluwih" (DP3.1.1.1.3.1),
d. Ukuran kemasan panjang: 8 cm, lebar: 3.4 cm dan tinggi: 15 cm (DP3.1.1.1.3.2),
e. Pola kemasan Trapesium (DP3.1.1.1.3.3),
f. Master cetakan kemasan yang presisi (DP3.1.1.1.3.4),
g. Pengambilan produk langsung oleh pelanggan (DP3.1.1.1.4),

Pada atribut efisien yaitu:



Gambar Conveyor dengan Autonomation

Penggunaan mesin Conveyor dengan unsur manusia di setiap mesin produksi (DP4.1.1.1).

No	Desain sistem manufaktur kemasan abon nabati kluwih	Sebelum					Sesudah				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Siman yang nyaman										
2	Siman yang aman										
3	Siman yang ekonomis										
4	Siman yang efisien										

Nilai Kritis Uji Kolmogorov-Smirnov

n	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330

24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252
45	0,156	0,179	0,198	0,222	0,238
50	0,148	0,170	0,188	0,211	0,226
55	0,142	0,162	0,180	0,201	0,216
60	0,136	0,155	0,172	0,193	0,207
65	0,131	0,149	0,166	0,185	0,199
70	0,126	0,144	0,160	0,179	0,192
75	0,122	0,139	0,154	0,173	0,185
80	0,118	0,135	0,150	0,167	0,179
85	0,114	0,131	0,145	0,162	0,174
90	0,111	0,127	0,141	0,158	0,169
95	0,108	0,124	0,137	0,154	0,165
100	0,106	0,121	0,134	0,150	0,161
Pendekatan	$1,07/\sqrt{n}$	$1,22/\sqrt{n}$	$1,36/\sqrt{n}$	$1,52/\sqrt{n}$	$1,63/\sqrt{n}$

Tabel r

N	Taraf Signif		N	Taraf Signif		N	Taraf Signif	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	27	0.381	0.487	55	0.266	0.345
4	0.950	0.990	28	0.374	0.478	60	0.254	0.330
5	0.878	0.959	29	0.367	0.470	65	0.244	0.317
6	0.811	0.917	30	0.361	0.463	70	0.235	0.306
7	0.754	0.874	31	0.355	0.456	75	0.227	0.296
8	0.707	0.834	32	0.349	0.449	80	0.220	0.286
9	0.666	0.798	33	0.344	0.442	85	0.213	0.278
10	0.632	0.765	34	0.339	0.436	90	0.207	0.270
11	0.602	0.735	35	0.334	0.430	95	0.202	0.263
12	0.576	0.708	36	0.329	0.424	100	0.195	0.256
13	0.553	0.684	37	0.325	0.418	125	0.176	0.230
14	0.532	0.661	38	0.320	0.413	150	0.159	0.210
15	0.514	0.641	39	0.316	0.408	175	0.148	0.194
16	0.497	0.623	40	0.312	0.403	200	0.138	0.181
17	0.482	0.606	41	0.308	0.398	300	0.113	0.148
18	0.468	0.590	42	0.304	0.393	400	0.098	0.128
19	0.456	0.575	43	0.301	0.389	500	0.088	0.115

20	0.444	0.561	44	0.297	0.384	600	0.080	0.105
21	0.433	0.549	45	0.294	0.380	700	0.074	0.097
22	0.423	0.537	46	0.291	0.376	800	0.070	0.091
23	0.413	0.526	47	0.288	0.372	900	0.065	0.086
24	0.404	0.515	48	0.284	0.368	1000	0.062	0.081
25	0.396	0.505	49	0.281	0.364			
26	0.388	0.496	50	0.279	0.361			

Bank Data Antropometri Jangkauan Tangan Laki Laki Lab DSKE FTI UII

No	Umur	Suku	Berat	Jt
		Bangsa	Badan	
1	49	Jawa	65	83.2
2	21	Jawa	63	77
3	20	Sanger	55	85
4	20	Jawa	50	77
5	20	Melayu	47	79.5
6	20	Jawa	58	74
7	20	Jawa	73	82.5
8	21	Aceh	41	77
9	21	Jawa	49	75
10	22	Jawa	50	77
11	20	Jawa	56	76.5
12	20	Batak	45	78.5
13	21	Jawa	46	90
14	21	Jawa	62	80
15	21	Bugis	41	79.5
16	20	Jawa	46.5	85
17	20	Jawa	58	72.5
18	22	Jawa	44.5	80
19	20	Sumatera	60	72
20	20	Jawa	48	71.8
21	21	Sumatera	76	81.5
22	20	Jawa	48	82.5
23	20	Melayu	57	70.5
24	20	Jawa	38	73.5
25	20	Melayu	52	66.5
26	18	Banjar	63	84

27	20	Jawa	55	64.5
28	19	Jawa	50	69.5
29	20	Jawa	49	71.5
30	20	Dayak	45	79
31	21	Jawa	65	86.5
32	21	Kalimantan	60	82
33	21	Jawa	55	87.5
34	20	Jawa	44	80
35	21	Kalimantan	55	75
36	20	Jawa	49	80.5
37	21	Kalimantan	40	85
38	21	Aceh	89	80