PERANCANGAN ALAT PENGANGKUT KOMPONEN *SPOOL WIRE* DI PT KEMET ELECTRONICS INDONESIA

SKRIPSI

Oleh:

Marben Tahi Bonar Siburian

160410117

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER

UNIVERSITAS PUTERA BATAM

TAHUN 2020

PERANCANGAN ALAT PENGANGKUT KOMPONEN *SPOOL WIRE* DI PT KEMET ELECTRONICS INDONESIA

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh:

Marben Tahi Bonar Siburian

160410117

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER

UNIVERSITAS PUTERA BATAM

TAHUN 2020

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama	: Marben Tahi Bonar Siburian
Npm	: 160410117
Fakultas	: Teknik Dan Komputer
Progaram Studi	: Teknik Industri

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

"Perancangan Alat Pengangkut Komponen Spool Wire Di PT Kemet Electronics Indonesia"

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan "duplikasi' dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah skripsi ini digugurkan dan gelar sarjana yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari siapapun.

batam, 28 Januari 2021

Marben Tahi Bonar Siburian

160410117

PERANCANGAN ALAT PENGANGKUT KOMPONEN *SPOOL WIRE* DI PT KEMET ELECTRONICS INDONESIA

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh

Marben Tahi Bonar Siburian

160410117

Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal

seperti tertera dibawah ini

Batam, 28 Januari 2021

Ganda Sirait, S.Si., M.SI.

Pembimbing

ABSTRAK

PT Kemet Electronics Indonesia adalah sebuah perusahaan berskala internasional yang memproduksi produk kapasitor film. Sebuah perusahaan berskala internasional tentu sangat memperhatikan aspek *continues improvement* dalam bisnisnya. Salah satu pekerjaan yang membutuhkan adanya perbaikan terdapat pada *saction assembly*. Dimana terdapat pekerjaan mengangkat material dengan berat mencapai 85 kg. Pekerjaan ini dapat menimbulkan cidera pada pekerja bila dilakukan secara manual. Untuk itu diperlukan adanya solusi pemecahan masalah terhadap kondisi *handling* material yang ada saat ini. *Axiomatic design* adalah sebuah metodologi perancangan yang dapat menghasilkan solusi perancangan desain yang kompleks dengan cara yang sistematis dan terukur. *House of quality* adalah *tools* yang dapat digunakan untuk menterjemahkan kebutuhan pelanggan kedalam spesifikasi produk sehingga produk dapat memuaskan kebutuhan pelanggan dengan baik. *Axiomatic house of quality* (AHOQ) adalah gabungan dari dua metode tersebut yang dapat digunakan untuk menghasilkan desain yang baik dengan cara yang sistematis dan terukur sekaligus menciptakan solusi desain yang berdasarkan pada kebutuhan pengguna. Penelitian ini menghasilkan tiga buah domain fungsi yang masing-masing domain fungsi diselesaikan dengan masing-masing satu domain solusi fisik. Ketiga domain fungsi tersebut adalah mengangkat material yang diselesaikan dengan sistem hidrolik, memindahkan material yang diselesaikan dengan sistem roda, dan menjaga kualitas material yang diselesaikan dengan sistem lengan penjepit. Domain fungsi dan fisik tersebut dituangkan kedalam sebuah alat bantu pengangkut material *spool wire*. Dengan adanya alat ini pekerjaan mengangkat material seberat 85 kg tidak lagi dikerjakan oleh manusia sehingga keselamatan kerja para karyawan dapat ditingkatkan.

Kata Kunci: perancangan; *axiomatic design*; *QFD*; *material handling*.

ABSTRACT

PT Kemet Electronics Indonesia is an international company that produces film capacitor products. An international company is certainly very concerned about the aspects of continuous improvement in its business. One of the jobs that requires repairs to the saction assembly. Where there is work to lift materials weighing up to 85 kg. This work can cause injury to workers if done manually. For this reason, it is necessary to have a problem-solving solution to the current material handling conditions. Axiomatic design is a design methodology that can produce complex design solutions in a systematic and scalable manner. House Of Quality is a tool that can be used to translate customer needs into product specifications so that products can properly satisfy customer needs. Axiomatic House Of Quality (AHOQ) is a combination of the two methods that can be used to produce good designs in a systematic and at the same time measuring design solutions based on customer needs. The research resulted in three functions, each of which is a function domain in each of the physical solution domains. The areas of this function are lifting the overflowing material with a hydraulic system, moving the backed material using the wheel system, and maintaining the quality of the material filled with the clamping arm system. The functional and physical domains are poured into a tool for transporting the coil wire material. With this tool, the work of lifting materials weighing 85 kg is no longer done by humans so that the work safety of employees can be improved.
Key word: design; axiomatic design; QFD; material handling.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI selaku Rektor Universitas Putera Batam;
2. Bapak Welly Sugianto, S.T., M.M selaku Dekan Fakultas Teknik dan Komputer;
3. Ibu Nofriani Fajrah, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri;
4. Bapak Ganda Sirait, S.Si., M.SI selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam;
6. Keluarga kecilku tercinta yang selalu menjadi sumber motivasi dalam susah payah penulisan tugas akhir ini;
7. Orang tuaku tercinta yang selalu mendoakan anaknya;
8. Manajemen PT Kemet Electronics Indonesia, secara khusus rekan-rekan *Assembly Team* yang telah banyak berpartisipasi dalam penelitian ini;
9. Keluarga besarku teknik industri angkatan 2016 Universitas Putera Batam, yang selalu siap membantu penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini;
10. Serta masih banyak lagi pihak yang berkontribusi dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis.

Kiranya Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan kalian semua dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi Universitas Putera Batam dan PT Kemet Electronics Indonesia.

Batam, 28 Januari 2021

Marben Tahi Bonar Siburian

DAFTAR ISI

ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR RUMUS x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 7
1.3 Batasan Masalah 7
1.4 Rumusan Masalah 7
1.5 Tujuan Penelitian 8
1.6 Manfaat Penelitian 8
1.6.1 Manfaat Teoritis 8
1.6.2 Manfaat Praktis 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Teori Dasar 9
2.1.1 Pengertian Desain 9
2.1.2 Siklus Hidup Produk Dan Jalur Perancangan Produk 10
2.1.3 Konsep Produk 12
2.1.4 Cara Menghasilkan Konsep Solusi 13
2.1.5 Membuat Analogi 13
2.1.6 Keinginan Dan Harapan 14
2.1.7 Menggunakan Perangsang (Stimulus) Yang Berkaitan 14
2.1.8 Mengunakan Stimulus Yang Tidak Berhubungan 15

2.1.9 Menetapkan Sejumlah Tujuan 15
2.1.10 Menggunakn Metode Galeri 15
2.1.11 Axiomatic Design 16
2.1.12 Quality Function Deployment..... 24
2.1.13 Material Handling..... 26
2.2 Penelitian Terdahulu 27
2.3 Kerangka Berpikir..... 30
BAB III METODE PENELITIAN 32
3.1 Desain Penelitian..... 32
3.2 Variable Penelitian..... 33
3.3 Populasi Dan Sampel 33
3.4 Teknik Pengumpulan Data..... 33
3.4.1 Metode Observasi 33
3.4.2 Metode Wawancara 34
3.4.3 Metode Kuesioner..... 34
3.5 Metode Analisis Data..... 34
3.6 Lokasi Penelitian..... 37
3.7 Jadwal Penelitian..... 37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 38
4.1 Hasil Penelitian 38
4.1.1 Data Penelitian..... 38
4.1.2 Pengolahan Data 41
4.2 Pembahasan..... 71
4.2.1 Usulan alat bantu pengangkatan material 71
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 70
5.1 Simpulan 70
5.2 Saran 70

Daftar Pustaka 71

LAMPIRAN 70

Lampiran 1. Pendukung Penelitian 70

Lampiran 2. Daftar Riwayat Hidup 94

Lampiran 3. Surat keterangan penelitian 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus alami produk 11
Gambar 2. 2 Lima langkah metode menyusun konsep Ulrich 12
Gambar 2. 3 konsep desain dengan pendekatan *axiomatic design* 18
Gambar 2. 4 Kerangka berpikir 31
Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian……32
Gambar 4. 1 Troly untuk mengangkut material spool wire …….39
Gambar 4. 2 Dimensi material spool wire 40
Gambar 4. 3 Korelasi antar design parameters 58
Gambar 4. 4 Constraints 59
Gambar 4. 5 Desain 1 63
Gambar 4. 6 Desain 2 63
Gambar 4. 7 Desain 3 64
Gambar 4. 8 Desain terpilih 69
Gambar 4. 9 Desain akhir produk 70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu 28
Tabel 4. 1 Profil karyawan departemen produksi section assembly…..……..41
Tabel 4. 2 Rangkuman jawaban hasil wawancara 43
Tabel 4. 3 Rekap kuesioner tertutup 44
Tabel 4. 4 Nilai korelasi product moment 46
Tabel 4. 5 Uji validitas data 47
Tabel 4. 6 Uji reliabilitas data 49
Tabel 4. 7 Customer attribute 50
Tabel 4. 8 Functional requirement 52
Tabel 4. 9 Design parameters 54
Tabel 4. 10 Matriks desain 55
Tabel 4. 11 Morphological chart 61
Tabel 4. 12 Matriks pugh 65
Tabel 4. 13 Rekap data kuesioner penilaian CAs 67
Tabel 4. 14 Scoring Method 68

DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Persamaan desain 19
Rumus 4. 1 Korelasi *product moment*……...45
Rumus 4. 2 Rumus t-hitung 46
Rumus 4. 3 Reliabilitas instrumen 48
Rumus 4. 4 Indeks korelasi 48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zaman terus berkembang dan bergerak secara dinamis. Bahkan sering kali perubahan terjadi dengan cara dan momentum yang tak terduga. Masyarakat juga terus bertumbuh menjadi lebih kritis dan peka terhadap kualitas. Keadaan tersebut menuntut para pelaku bisnis untuk menjadi lebih peka dan cepat tanggap dalam merespon perubahan yang terjadi. Perusahaan *raksasa* sekalipun tidak lagi bisa merasa terlalu percaya diri dan menganggap remeh pesaing-pesaing kecilnya. Karena semua pihak telah menyadari keadaan tersebut, dan masing-masing juga saling berlomba memperkuat posisi bisnisnya, hal ini lah yang menyebabkan persaingan bisnis menjadi sangat ketat.

Dalam hal mempertahankan posisi bisnis di dalam persaingan, biasanya perusahaan-perusahaan yang bersaing akan berusaha menonjolkan dirinya dari para pesaingnya di mata para konsumen. Seperti menjanjikan kualitas tinggi, harga yang rendah, maupun layanan yang terbaik. Selain itu juga, dalam hal mempertahankan posisi bisnis, berkaitan dengan kualitas (karena nilai dari kualitas itu adalah relative terhadap kepuasan pengguna) dan kepuasan pengguna (konsumen) yang sifatnya terus berubah secara dinamis, maka kualitas juga memerlukan perbaikan yang berkesinambungan agar dapat mengimbangi perubahan konsumen.

Berbicara mengenai perbaikan yang berkesinambungan, PT Kemet Electronics Indonesia juga terus melakukan proses evaluasi. Salah satunya adalah

evaluasi terhadap kesehatan dan keselamatan kerja para karyawan didalam bekerja. PT Kemet Electronics Indonesia adalah sebuah perusahaan berskala internasional yang memproduksi produk kapasitor film. Kegiatan produksi dilakukan mulai dari bahan baku hingga menjadi produk yang siap pakai. Beberapa komponen utama yang menjadi bahan baku dalam pembuatan kapasitor adalah seperti film, babet, kawat tembaga, resin, dan *box* kapasitor. Didalam pembutanya terdapat beberapa proses utama seperti *winding, andspray, bar preparation, element preparation, deburring, assembly, post curing, dan electrical testing*.

Winding adalah proses awal dari pembuatan kapasitor, pada proses ini lembaran film digulung hingga mencapai nilai yang diinginkan, tetapi masih dalam bentuk *mandreel*. *Andspray* adalah proses pemberian lapisan metal berbahan babet pada kedua sisi *mandreel*. Pemberian lapisan ini bertujuan untuk memungkinkannnya pengelasan kawat pada badan *Element*. *Bar preparation* merupakan proses pemotongan *mandreel* sehingga menjadi bentuk *bar*. *Element preparation* adalah proses pemotongan *bar* menjadi potongan-potongan *element* sekaligus proses penentuan nilai kapasitansi *element*. Dengan kata lain, proses ini merupakan proses pemotongan *bar* untuk mendapatkan nilai dan kapasitansi kapasitor. *Deburring* adalah proses pembersihan *element-element* yang baru dipotong agar terbebas dari sisa-sisa potongan yang masih menempel pada *element* dan juga membersihkan *element* dari partikel debu yang dapat mengganggu poses pengelasan. *Assembly* adalah proses dimana beberapa komponen disatukan seperti *element*, kawat tembaga, *box*, dan cairan *epoxy*. Dalam prosesnya, kawat tembaga dilas agar menyatu dengan badan *element*, kemudian *box* dipasangkan pada *element*

dan kawat tembaga yang sudah dilas dan setelah itu diisi dengan cairan *epoxy*. *Post curing* adalah proses pengeringan dan pengerasan cairan *epoxy* yang baru saja dirakit pada proses *assembly*. Proses yang terakhir adalah *electrical testing*, yaitu proses pengecekan nilai tegangan dan kapasitansi dari kapasitor yang telah jadi.

Satu dari beberapa kegiatan proses produksi yang menjadi perhatian penulis adalah kegiatan proses *assembly* yang berkaitan dengan aktifitas pengangkatan salah satu bahan baku seperti yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu gulungan kawat tembaga (*spool wire*) yang memiliki berat maksimum hingga mencapai 80 kg, yang masih dilakukan secara manual. Pegangkatan material *spool wire* secara manual dapat menyebabkan cacat pada material itu sendiri berupa goresan pada sisi material karena bergesekan pada benda sekitar pada saat pengangkatan. Beban yang berlebihan menyebabkan kontrol yang rendah pada operator karena sebagian besar tenaga telah dipakai untuk menahan beban sehingga hanya sedikit tenaga yang tersisa untuk mengontrol gerakan. Selain cacat pada material itu sendiri, resiko yang lainnya adalah cidera pada operator yang melakukan pengangkatan material *spool wire*.

Sebuah penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Ari Ramdana (2018) dengan judul “Analisis Pengaruh *Manual Material Handling* (MMH) Pada Proses Muat Barang Dan Beban Angkat Terhadap Keluhan *Musculoskeletal* Dengan Metode *Nordic Body Map* (NBM) Dan *Recommended Weight Limit* (RWL)”, terhadap para pekerja bongkar muat di industry garmen menunjukkan bahwa sebuah aktifitas pengangkatan barang dengan beban 25 sampai dengan 35 kilogram yang dikerjakan oleh para pekerja memiliki resiko cidera. Meskipun secara teori

pengangkatan beban 25-35 kilogram masih dapat dilakukan tanpa menggunakan alat bantu, pada kenyataan hal tesebut masih dapat menimbulkan cidera jika dikerjakan dengan posisi tubuh yang tidak tepat (Ramdana, 2018).

Jika mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Ari Ramdani, maka kegiatan mengangkat material spool wire dengan beban mencapai 80 kg sangat beresiko menimbulkan cidera. Terlebih lagi jika pekerjaan tersebut dikerjakan dengan posisi tubuh yang tidak benar. Salah satu contoh cidera yang bisa saja terjadi pada para pekerja yang melakukan pengangkatan material spool wire dengan beban mencapai 80 kg dan dengan posisi tubuh yang tidak benar adalah *musculoskeletal disorders*. *Musculoskeletal disorders* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang, mulai dari keluhan sangat ringan hingga sangat sakit (Rahman, 2017). Salah satu faktor yang dapat dilakukan untuk peningkatan produktifitas dan efisiensi perusahaan dalam pemberdayaan penilaian sumber daya manusia adalah pengembangan peralatan yang lebih efektif (Sirait, 2020).

Salah satu peraturan di indonesia yang mengatur tentang batasan beban angkat adalah peraturan menteri tenaga kerja transmigrasi dan koperasi No.PER.01/Men/1987 tentang kesehatan dan keselamatan kerja dalam bidang penebangan dan pengangkutan kayu. Rumus beban angkat yang digunakan sebagai dasar perhitungan adalah 5/7 kg berat badan. Sebagai contoh, bila seseorang memiliki berat badan 70 kg, maka beban angkat maksimum yang boleh ia angkat adalah 50 kg.

Bila mengacu pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Transmigrasi dan Koperasi No.PER.01/Men/1978 tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja dalam bidang Penebangan dan Pengangkutan Kayu, dapat dikatakan bahwa kegiatan mengangkat material *spool wire* seberat 80 kg adalah pekerjaan yang tidak aman yang dapat menyebabkan cidera. Untuk itu perlu dibuat sebuah alat yang mampu memperkecil atau bahkan menghilangkan resiko cidera dalam aktifitas pengangkatan material *spool wire* di PT Kemet Electronics Indonesia.

Kondisi saat ini di PT Kemet Electronics Indonesia, pengangkatan material *spool wire* masih dilakukan secara manual dengan mengunakan alat bantu sederhana yaitu troli. Karyawan akan mengangkat material spool wire secara manual (yang biasanya dikerjakan oleh dua orang karena bebannya yang mencapai 80 kg) ke atas troli, kemudian mendorong atau membawa material tersebut di atas troli menuju mesin produksi yang akan dipasangkan material spool wire. Setelah itu material akan diturunkan kembali dari atas troli dengan cara yang sama, yaitu mengangkat material secara manual. Jarak yang ditempuh dalam proses pemindahan material dari lokasi penyimpanan material menuju mesin produksi adalah antara 10 sampai 30 meter. Panjang jarak pemindahan tergantung pada mesin mana yang akan dipasang material spool wire, yaitu antara 10 sampai 35 meter.

Pada saat operator melakukan pengangkatan material secara manual, terdapat tiga gerakan utama yang terjadi yakni gerakan mengangkat, gerakan memindahkan, dan gerakan menurunkan material. Diantara ketiga gerakan tersebut, gerakan mengangkat dan menurunkan material adalah pekerjaan yang memiliki potensi

resiko terbesar. Sedangkan gerakan memindahkan material tidak terlalu beresiko karena masih dibantu dengan penggunaan troli sederhana. Namun penggunaan troli ini juga masih dirasa belum memenuhi kelayakan, karena kontrol yang rendah terhadap material pada saat material dipindahkan sehinga rawan terjatuh yang dapat menimbulkan cacat pada material itu sendiri, dan juga resiko kecelakaan kerja karena material yang terjatuh dapat menimpa operator. Oleh karena itu dimensi pekerjaan pemindahan material juga akan disertakan dalam dimensi perancangan alat ini.

Perancangan adalah suatu proses penciptaan solusi terhadap suatu keadaan yang membutuhkan pemecahan masalah, dimana solusi disusun berdasarkan masalah-masalah itu sendiri. Dalam hal ini, perancangan yang akan dilakukan adalah untuk menciptakan solusi terhadap permasalahan pengangkatan material spool wire di PT Kemet Electronics Indonesia. Perancangan yang dilakukan akan menghasilkan solusi fisik berupa alat yang mampu memberikan solusi terhadap permasalahan-permasalahan pengangkatan material *spool wire*.

Perancangan yang dilakukan akan menghasilkan sebuah alat pengangkut yang mampu melakukan pekerjaan pengangkatan material *spool wire*, dengan kapasitas kemampuan mengangkut minimum beban hingga mencapai 80 kg. Kedua, alat juga harus mampu memindahkan material *spool wire* dari tempat penyimpanan material menuju mesin produksi. Dan yang ketiga adalah,alat harus dapat menurunkan kembali material *spool wire* untuk diletakkan pada posisi yang diinginkan. Alat ini akan mengambil alih beban kerja yang memiiki potensi menimbulkan resiko cidera yang sebelumnya ditanggung oleh operator, sehingga

pekerjaan pengangkutan material *spool wire* memiliki tingkat keselamatan kerja yang lebih baik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah diuraikan di atas, penulis mengidentifikasikan masalah yang akan menjadi bahan penelitian selanjutnya.

1. Adanya pengangkatan material yang memiliki beban berlebih secara manual.
2. Belum tersedianya alat yang memadai untuk aktifitas pemindahan material.
3. PT Kemet Electronics Indonesia ingin melakukan perbaikan berkesinambungan.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat terfokus dan memiliki arah dan tujuan yang jelas, serta menghindari pembahasan yang terlalu meluas maka perlu diberikan batasan masalah. Adapaun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perancangan hanya berfokus pada spesifikasi teknis pengangkatan dan pemindahan material *spool wire*.
2. Alat yang akan dirancang hanya ditujukan pada material *spool wire* yang ada di PT Kemet Electronics Indonesia, di departemen produksi *saction* EOL.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana rancangan fungsional alat pengangkut *spool wire* ?
2. Bagaimana rancangan alat pengangkut *spool wire* yang dapat memenuhi rancangan fungsional alat ?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menciptakan rancangan fungsional alat pengangkut *spool wire*.
2. Menciptakan rancangan fisik alat pengangkut *spool wire* yang memenuhi rancangan fungsional alat.

1.6 Manfaat Penelitian

Mengenai manfaat yang ingin diberikan dari hasil penelitian ini, terdapat dua manfaat yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi dalam bidang studi perancangan produk. Selain itu juga penelitian ini dapat memberikan sumbangsih perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang pendidikan.

1.6.2 Manfaat Praktis

Adapun manfaat praktis yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kemampuan dalam hal perancangan bagi penulis.
2. Memberikan bahan referensi dalam bidang perancangan bagi para pembaca yang ingin melakukan studi perancangan.
3. Memberikan solusi pemecahan masalah pengangkatam material di perusahaan, dalam hal ini PT Kemet Electronics Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Bab tinjauan pustaka ini akan membahas tentang metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian ini serta istilah-istilah penting yang akan dipakai di dalam penelitian. Selain itu juga bab tinjauan pustaka ini akan membahas tentang penelitian-penelitian terdahulu mengenai penelitian yang masih berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Penelitian-penelitian tersebut akan digunakan sebagai referensi bagi penulis dalam melakukan penelitian selanjutnya, sehingga diharapkan penulis dapat menghasilkan penelitian yang lebih baik.

2.1.1 Pengertian Desain

Pengertian yang paling mendasar dari kata desain adalah merancang, merencana, merancang bangun, atau merekayasa. Dalam bahasa Inggris ditulis dengan "*to design*". Gregory: mendefinisikan sebagai "mengaitkan produk dengan situasi untuk memberikan kepuasan*".* Definisi tersebut lebih mengutamakan adanya sebuah korelasi diantara subuah benda atau barang dengan suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan tujuan memberikan suatu kepuasan bagi si pengguna barang tersebut. Fielden: "desain teknik adalah penggunaan prinsip-prinsip ilmiah, informasi teknis dan imajinasi dalam definisi struktur mekanik, mesin atau sistem untuk menjalankan fungsi dengan ekonomi dan efisiensi maksimum". (Tahid dan Nurcahayati dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Jika melihat pada definisi desain yang dikemukakan oleh Fielden sangat terlihat bahwa definisi tersebut hanya berfokus pada dunia teknik (*engineering*) dalam kaitannya dengan segi ekonomis dan efisiensi. Definisi tersebut sangat besifat sempit dan kaku karena tidak dapat dipungkiri pada kenyataanya desain juga sangat erat kaitannya dengan disiplin-disiplin ilmu lainnya. Akan tetapi hal tersebut masih dapat diterima karena peran engineering terasa semakin penting dalam suatu proses desain. Hal tersebut semakin terasa sejak terjadinya revolusi industri di eropa dan amerika pada akhir abad ke-18 dan terus berlangsung hingga saat ini.

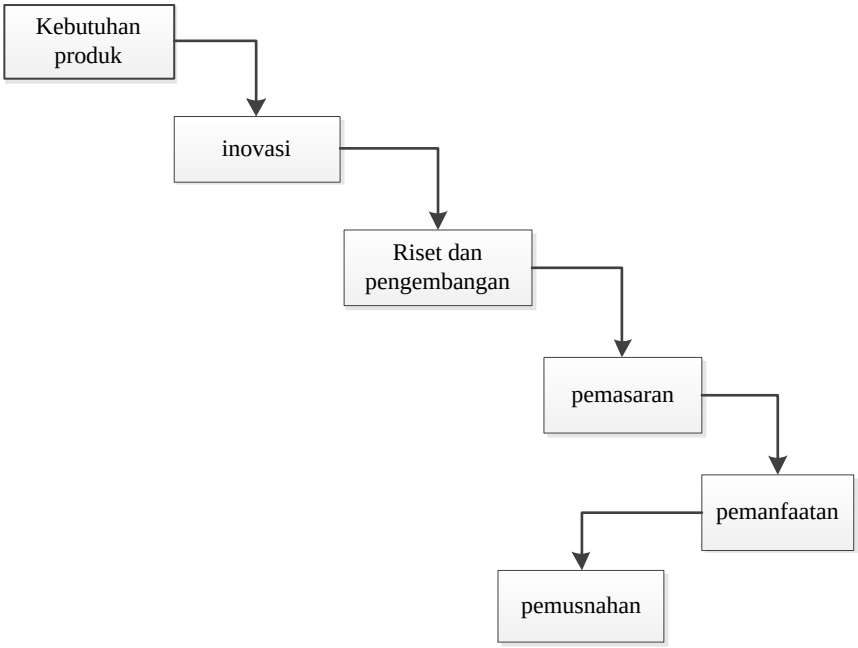
Perubahan pengertian desain juga dapat ditemukan pada pernyataan Anthony Bertram, dalam bukunya yang berjudul *Design*, yaitu sebagai berikut : “Pada tahun 1588 kata 'desain' memiliki arti 'tujuan, tujuan, niat: pada tahun 1657 berarti' hal yang dituju '. Pada tahun 1938, kata ini memperoleh makna gabungan dari tujuan ditambah hal yang dituju. Ia datang untuk memikirkan rencana dan pembuatan sampai objek jadi.” (Tahid dan Nurcahyati dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

2.1.2 Siklus Hidup Produk Dan Jalur Perancangan Produk

Produk adalah sebuah benda teknik yang keberadaannya di dunia merupakan hasil karya keteknikan, yaitu hasil rancangan , pembuatan teknik, dan hal-hal terkait lainnya (Harsokusumo, 2000). Produk tidaklah ada secara natural di dunia ini. Melainkan merupakan hasil ciptaan manusia yang bertujuan untuk mengerjakan fungsinya memberikan kemudahan dan atau menggantikan tugas manusia.

Pertama kalinya keberadaan desain ada ketika manusia memiliki kebutuhan akan suatu produk. Pada tahap ini, yang menjadi pertimbangan desain produk

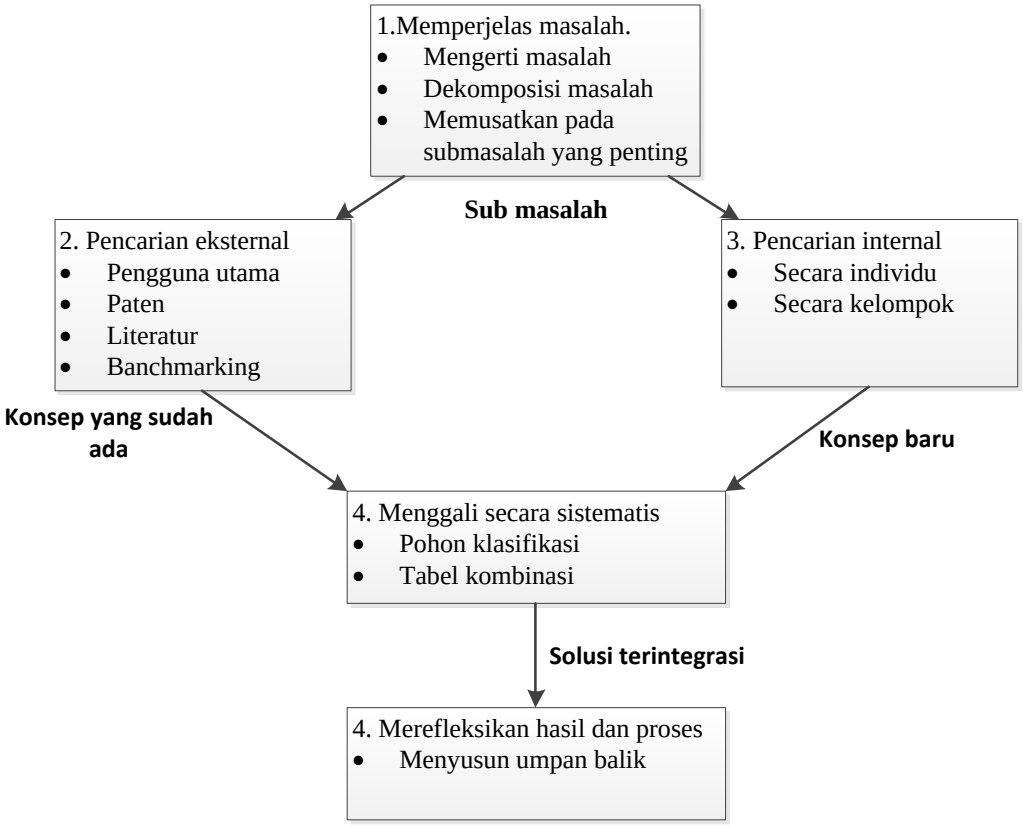
dipetakan yakni mulai dari fungsi yang akan dicapai, atribut keinginan konsumen, hingga atribut yang berkaitan dengan produk. Selanjutnya akan muncul sebuah tahap inovasi ketika fungsi, system, dan segi desain yang baru diperlukan. Oleh karena ada tujuan fungsi dan sistem yang baru itulah, kemudian dilakukan riset atau penelitian mengenai performansinya, reliability-nya, kemampuan produksinya, dan lain-lain. Selanjutnya produk memasuki tahap pemasaran. Lamanya pemanfaatan suatu produk oleh konsumennya bergantung pada kemunculan produk kompetitor atau substitusi, teknologi baru, atau memudarnya suatu tren. Ketika produk tidak lagi diminati oleh konsumen, selanjutnya produk akan memasuki tahap akhir yaitu tahap pemusnahan.



Gambar 2. 1 Siklus alami produk

Sumber: harsokusumo, 2000

2.1.3 Konsep Produk



Gambar 2. 2 Lima langkah metode menyusun konsep Ulrich

Konsep produk adalah sebuah gambaran atau pemikiran mengenai teknologi, prisip kerja, dan bentuk produk (Ulrich). Merancang sebuah produk memiliki beberapa langkah dan diawali dengan merancang sebuah konsep (Sianturi & Fuad, 2018). Konsep produk merupakan gambaran singkat bagaimana produk memuaskan kebutuhan pelanggan. Sebuah konsep biasanya dipersepsikan sebagai sebuah sketsa atau sebagai sebuah model 3 dimensi secara garis besar dan sering kali disertai oleh sebuah uraian gambar. Sebuah produk dapat memuaskan kebutuhan pelanggan dan dapat sukses dipasarkan bergantung pada nilai yang

tinggi untuk ukuran kualitas yang mendasari konsep. Sebuah konsep yang bagus kadangkala dilaksanakan secara kurang baik pada tahap pengembangan berikutnya, tetapi sebuah konsep yang buruk jarang dimanipulasi untuk mencapai sukses yang menguntungkan. Untungnya penyusunan konsep biasanya relatif murah dan dapat dilaksanakan dengan cepat jika dibandingkan dengan proses pengembangan lainnya.

2.1.4 Cara Menghasilkan Konsep Solusi

Bagi para profesional dibidang teknik perancangan, menghasilkan sebuah konsep solusi yang baik untuk sebuah submasalah tidaklah menjadi pekerjaan yang sulit. Pengalaman mereka dalam setiap pemecahan masalah telah menciptakan sebuah serangkaian teknik untuk menghasilkan konsep solusi yang mereka gunakan untuk mendorong pemikiran mereka. Namun berbeda halnya dengan para pengembang produk yang baru dengan pengalaman mereka yang masih minim. Tidak seperti professional berpengalaman, mereka belum memiliki teknik menghasilkan konsep solusi yang cocok dengan mereka. Ahli pengembangan produk yang baru juga dapat dibantu dengan serangkaian petunjuk yang mendorong ide baru atau mendorong hubungan antar pemikiran . Van Gundy (1998), Van Oech (1983), dan McKim (1980) memberikan banyak saran yang membantu. Berikut ini adalah beberapa cara yang telah dibuktikan cukup berguna:

2.1.5 Membuat Analogi

Perancang berpengalaman selalu bertanya pada diri mereka sendiri, alat lain apa yang dapat memecahkan masalah serupa. Seringkali mereka akan bertanya pada

diri mereka senndiri apakah ada analogi alamiah atau analogi biologi untuk masalah tersebut. Mereka akan berpikir apakah masalah mereka berada pada skala dimensi yang lebih luas atau sempit dan kemudian dari sana mereka akan mempertimbangkannya. Mereka akan bertanya alat apa yang dapat mengerjakan hal serupa dalam area penerapan yang berbeda (Ulrich, 2001).

2.1.6 Keinginan Dan Harapan

Memualai sebuah pemikiran atau komentar dengan "saya harap kita dapat…" atau "saya ingin tau apa yang terjadi jika…" membantu seseorang atau kelompok untuk mempertimbangkan kemunkinan baru. Pertanyaan-pertanyaan ini menyebabkan adanya anlisis (refleksi) terhadap batasan masalah. Sebagai contoh, seorang anggota tim perancang alat pemaku saat berhadapan dengan panjang *rail gun* (sebuah alat elektromagnetik untuk mengeluarkan proyektil) untuk menggerakkan sebuah paku, mengatakan "saya harap alat ini panjangnya satu meter". Pembahasan komentar ini membawa pada pemikiran mungkin saja alat yang panjang dapat digunakan, sepeprti sebuah tongkat untuk memaku, sehingga memungkinkan pengguna untuk bertumpu pada kaki mereka (Ulrich, 2001).

2.1.7 Menggunakan Perangsang (Stimulus) Yang Berkaitan

Banyak orang dapat memikirkan sebuah ide baru saat dihadapkan pada sebuah stimulus baru. Stimulus yang berkaitan adalah stimulus yang membangkitkan hal yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi. Sebagai contoh satu cara untuk membangkitkan stimulus yang berkaitan adalah, untuk masing-masing individu dalam kelompok pembahasan menghasilkan sebuah daftar pemikiran (hasil kerja sendiri) dan menukarnya dengan anggota tim lainnya.

Dengan menghadapi pemikiran orang lain, banyak orang mampu menghasikan pemikiran baru. Stimulus lainnya adalah pernyataan kebutuhan pelanggan dan foto dari lingkungan pengguna produk.

2.1.8 Mengunakan Stimulus Yang Tidak Berhubungan

Kadang-kadang sembarang stimulus yang tidak berhubungan, dapat berguna dalam memunculkan pemikiran baru. Sebuah contoh untuk teknik ini adalah memilih secara acak satu dari sekumpulan foto benda dan kemudian memikirkan beberapa cara dari benda tersebut yang mungkin dapat berhubungan dengan masalah yang dihadapi. Cara lainnya, masing-masing orang dapat mengambil foto secara acak di jalanan, untuk selanjutnya digunaan sebagai stimulus ide baru. Cara ini juga dijalankan sebagai langkah perubahan yang baik untuk kelompok yang sudah jenuh.

2.1.9 Menetapkan Sejumlah Tujuan

Menghasilkan pemikiran-pemikiran baru daat melelahkan. Mendekati akhir pembahasan, individu dan kelompok dapat menemukan sejumlah tujuan ang berguna sebagai kekuatan stimulus. Sebuah tim perancangan alat seringkali memberikan tugas menyusun konsep perorangan dengan target 10 sampai 20 konsep.

2.1.10 Menggunakn Metode Galeri

Metode galeri adalah suatu cara untuk menampilkan sejumlah besar konsep secara serentak untuk didiskusikan. Uraian masing-masing konsep yang dituliskan masing-masing pada selembar kertas, dipasang di dinding ruang rapat. Anggota tim

memperhatikan masing-masing konsep. Pembuat konsep dapat menawarkan penjelasan dan kelompok kemudian membuat usulan untuk memperbaiki konsep atau secara langsung mengajukan konsep yang berhubungan. Metode ini merupakan cara yang baik untuk menyatukan upaya individu dan kelompok.

2.1.11 Axiomatic Design

Axiomatic design (AD) dikembangkan oleh Nam Pyo Suh dari MIT (*Masssuchet Institute of Technology*) sebagai upaya membuat logika proses desain. *Axiomatic design* tidak hanya diterapkan pada pengembangan produk saja, tetapi juga pada banyak aplikasi lainnya. Melalui pendekatan sistematis dan pertimbangan aksioma independensi dan aksioma informasi, bahkan proyek yang sangat kompleks dapat dikuasai sehingga mengurangi kompleksitas dalam tugas desain (Rauch et al., 2016). *Axiomatic design is a design tool to solve design problem systematically and effectively while converting customer needs into functional requirements, design parameters, and process variables* (Hosseinpour, 2013). Sebelum memasuki teori dari *Axiomatic Design*, maka terlebih dahulu perlu diketehui beberapa istilah pentingnya :

CA : *Customer Attribute*. Adalah domain yang menampung kebutuhan dari sudut pandang pengguna.

FR : *Functional Requirement*. Adalah domain yang menampung semua fungsi yang ingin dicapai dari suatu desain atau produk.

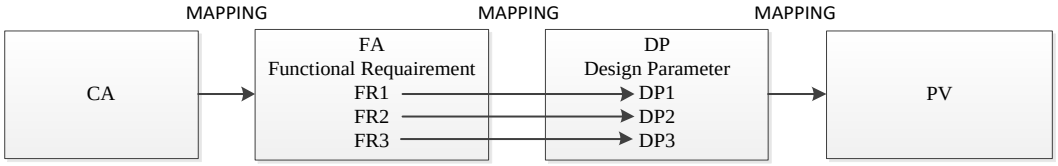
DP : *Design Parameter*. Adalah domain yang menjadi manifestasi dari FR bagaimana fungsi dari domain FR itu diwujudkan.

PV : *Process Variable*. Adalah yang membahas bagaimana desain atau produk dibuat. Atau dengan kata lain, PV adalah domain proses produksi dari suatu desain sebelum menjadi produk.

Aksioma pertama : adalah aksioma independen yang menyatakan, “menjaga kebebasan kebutuhan fungsi “. Maksudnya adalah, idealnya suatu perubahan pada suatu desain parameter yang spesifik hanya memiliki efek pada satu fungsi saja. Di dalam desain *axiomatic* jumlah pasangan antara fungsi dapat dianalisa dan digunakan untuk membimbing pengembangan produk (Diater,2000 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Aksioma kedua : “minimasi konten informasi desain“. Meskipun pernyataan ini memiliki makna matematis yang tidak disajikan dalam tulisan ini, inti dari aksioma ini adalah desain yang paling simpel memiliki peluang sukses terbesar dan merupakan alternatif terbaik (Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Dasar dari teori desain ini adalah ide dari functional requirements (FRs) dan design parameter (DPs). Suh melihat proses desain teknik sebagai interplay antara apa yang hendak dicapai dan bagaimana mencapainya. Tujuan selalu dinyatakan sebagai domain fungsional, dan selanjutnya (solusi fisik) dikembangkan pada domain fisik. Prosedur desain ditentukan berdasarkan dengan hubungan dua domain tersebut pada setiap level hirarki proses desain sebagaimana pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 konsep desain dengan pendekatan *axiomatic design*

Sumber : Suh, Nam Pyo, 2000 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010

Tujuan dari desain didefinisikan dalam domain *functional requirement* (FRs). Dalam rangka memperoleh kebutuhan fungsi yang memuaskan, dibuatlah satu domain lagi yaitu *design parameters* (DPs). Sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar 2.3, proses desain berdasarkan dari pemetaan (mapping) FRs dari domain fungsi ke DPs untuk menciptakan produk, proses, sistem atau suatu gabungan yang memenuhi kebutuhan. Proses pemetaan ini tidaklah khusus, sehingga akan ada lebih dari satu desain yang dapat dihasilkan dari pengembangan DPs untuk memenuhi FRs. Namun hasil yang diperoleh tetaplah berdasarkan kreatifitas desainer. Desain aksioma menyediakan prinsip-prinsip yang membuat pemetaan DPs ke FRs menghasilkan desain yang baik.

Proses pemetaan dari domain yang satu ke domain yang lain dapat dinotasikan secara matematis dalam bentuk vektor yang menyatakan bagaimana hubungan antara tujuan desain dan solusi desain. Mula-mula kita membuat set FRs yang sudah diketahui pada domain FRs. Kemudian kita melakukan hal yang serupa pada set DPs (solusi dari FRs) dan meletakkannya pada domain DPs. Hubungan yang dibentuk ditulis dalam persamaan berikut :

{FR}= [A] {DP}

[A] adalah desain matriks yang menjadi karakter dari desain. Persamaan di atas disebut juga persamaan desain. Untuk desain matriks dengan 3 FRs dan 3 DPs, maka bentuk persamaannya adalah :

$$|A| = \begin{vmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{vmatrix}$$

Persamaan di atas dapat juga ditulis dalam bentuk elemen penyusunnya menjadi :

$$FR_i = \sum_{j=1}^{3} A_{ij} DP_j$$

Rumus 2. 1 Persamaan desain

Atau

$FR_1 = A_{11}DP_1 + A_{12}DP_2 + A_{13}DP_3$

$FR_2 = A_{21}DP_1 + A_{22}DP_2 + A_{23}DP_3$

$FR_3 = A_{31}DP_1 + A_{32}DP_2 + A_{33}DP_3$

Pada design matrix, ada dua kasus khusus : diagonal matriks dan triangular matriks. Pada diagonal matriks, seluruh Aij =0 kecuali dimana i=j.

$$[A] = \begin{vmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} \end{vmatrix}$$

Pada desain matriks triangular ada dua kondisi : (LT) Lower Triangular dan (UT) Upper Triangular.

LT

$$[A] = \begin{vmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{vmatrix}$$

UT

$$[A] = \begin{vmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ 0 & A_{22} & A_{23} \\ 0 & 0 & A_{33} \end{vmatrix}$$

Suatu desain dinyatakan memenuhi aksioma pertama bila design matriks berbentuk salah satu dari diagonal atau triangular. Ketika design matriks berbentuk diagonal, maka setiap fungsinya (FRs) berkorespondensi dengan DPs secara terpisah dan satu-satu. Dalam axiomatic design, hal ini dinamakan dengan *uncoupled design*. Ketika design matriks berbentuk triangular, maka independensi FRs dapat dijamin jika dan hanya jika DPs ditentukan dalam urutan yang benar. Kondisi seperti ini dikatakan sebagai *decoupled design*.

Dalam hal kaitannya dengan bagaimana FRs berinteraksi terhadap DPs, maka desain terbagi tiga :

1. *Uncoupled Design* / Ideal Design

Ketika jumlah DPs = FRs, maka desain merupakan desain yang ideal. Artinya setiap FRs yang harus dipenuhi fungsinya, berkorespondensi satu-satu dengan DPs sebagai solusi domain fisiknya (Suh, 2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

2. Redundant Design

Redundant design atau terkadang dapat diartikan sebagai *overdesign* terjadi, ketika jumlah DPs yang diperlukan sebagai solusi domain fisik lebih besar dari jumlah FRs (Suh, 2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

$$\begin{vmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} & A_{14} & A_{15} \\ A_{21} & A_{22} & 0 & A_{24} & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \\ DP_4 \\ DP_5 \end{vmatrix}$$

Design matrix semacam ini memiliki beragam karakteristik, tergantung DP mana yang diubah dan dibuat tetap. Jika DP1 dan DP4 dibuat berubah setelah DPs yang lain dibuat tetap untuk mengontrol nilai FRs, desain menjadi coupled. Dalam kondisi yang lain, jika kita membuat tetap nilai DP1 , DP4 dan DP5, desain menjadi seperti uncoupled design. Jika DP3, DP4, dan DP5 dibuat tetap, desain kemudian menjadi decoupled design. Jika DP1 dan DP4 diset terlebih dahulu, desain tampaknya menjadi uncoupled redundant design (Suh, 2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

3. *Coupled Design*.

Ketika jumlah DPs kurang dari FRs, maka akan selalu terjadi *coupled design*. Buktinya diberikan sebagai berikut : sebagai contoh, ada tiga FRs yang harus dipenuhi oleh seorang desainer dengan hanya dua DPs saja. Maka design matrix-nya adalah seperti dibawah ini:

$$\begin{vmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X & 0 \\ 0 & X \\ A_{31} & A_{32} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{vmatrix}$$

Jika A31 dan A32 bernilai 0, maka FR3 tidak dapat terpenuhi, konsekuensinya desain tidak berfungsi.

Akan ada banyak solusi desain yang dapat memenuhi kebutuhan FRs. Namun ketika desain FRs ditemukan dan mengubah desain, maka solusi harus mengikuti.

Set DPs yang baru tidak boleh sekedar modifikasi pada DPs. Namun lebih jauh lagi, ia haruslah solusi yang komplit. Batasan desain menggambarkan batasan solusi yang dapat diterima.

Batasan desain (*design constraint*) boleh jadi pada batasan pada input ataupun pada sistem. Batasan yang paling utama adalah batasan pada spesifikasi desain seperti berat, kekuatan material, biaya, ataupun ukuran, kemudian pada kapasitas mesin, hukum fisika, ataupun bentuk. Sebuah batasan adalah perbedaan dari suatu FR dimana ia tidak dapat independen terhadap FR yang lain (Suh,2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Dua desain aksioma yang telah disebutkan sebelumnya merupakan bentuk ringkasnya. Sekarang akan dinyatakan ulang dalam bentuk yang lebih jelas.

Aksioma 1 : *the independence axiom*

Alternatif pernyataan 1: sebuah desain yang optimal selalu menjaga independensi FR.

Alternatif pernyataan 2 : dalam sebuah desain yang diterima, DPs dan FRs berhubungan seperti DP yang spesifik dapat disesuaikan untuk memenuhi korespondensinya dengan FR tanpa berefek pada FR yang lain.

Aksioma 2 : *the information axiom*

Alternatif pernyataan : desain terbaik adalah secara fungsional desain yang tidak berpasangan yang berisi seminimum mungkin informasi.

Ada tujuh akibat (*corollary*) utama yang dapat diturunkan dari dua aksioma dasar. Kita dapat melihat pernyataan dibawah ini sebagai aturan desain yang sangat berguna dalam keputusan desain.

Corollary 1: Decoupling of A Coupled Design

Pemisahan komponen-komponen atau aspek-aspek dari solusi jika FRs berpasangan atau menjadi saling berkaitan dari desain yang semestinya.

Corollry 2 : Minimize FRs

Minimasi jumlah FRs dan hambatan. Bertambahnya elemen yang satu ini dapat menambah konten informasi. Jangan mencoba membuat desain yang melebihi kebutuhan (*over design*). Sebuah desain yang menjalankan fungsi yang berlebih dari yang diperlukan, akan lebih mahal untuk dioperasikan ataupun dibuat. Dan juga reliabilitas yang rendah.

Corollary 3 : Integration of Physical Parts.

Mengintegrasikan fitur desain dalam satu fisik desain dianjurkan, selama FRs dapat secara independen memenuhi desain yang semestinya.

Corollary 4 : Use of Standardization

Penggunaan komponen yang terstandarisasi memungkinkan pergantian komponen yang mudah dan murah. Selama ia masih menjalankan desain yang semestinya.

Corollary 5 : Use of Symmetry

Penggunaan bentuk atau penyusunan yang simetri jika konsisten dengan FRs dan batasan desain.

Corollary 6 : Largest Tolerance

Spesifikasikan toleransi terbesar yang diperkenankan.

Corollary 7 : Uncoupled Design

With Less Information carilah sebuah desain yang *uncoupled* yang memerlukan sedikit informasi daripada *coupled design* untuk memenuhi FRs. Selalu kerjakan uncoupled design yang mengandung sedikit informasi. Implikasi dari akibat ini adalah, jika seorang desainer menyodorkan sebuah desain yang *uncoupled*, namun mengandung informasi lebih banyak dari desain yang coupled, maka ia sebaiknya mulai lagi dari awal karena desain yang baik barangkali tercecer di tempat lain (Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

2.1.12 Quality Function Deployment

Salah satu metode yang dapat membantu dalam proses perancangan dan pengembangan produk adalah *quality function deployment* (QFD) dimana di dalamnya terdapat *tools house of quality* (HOQ). QFD sendiri memiliki 4 fase yakni fase 1 (*product planning*), fase 2 (*product design*), fase 3 (*process planning*) dan fase 4 *(production planning)* (Mehrjerdi, 2010 di dalam Karo et al., 2018). *Quality function deployment* (QFD) pertama sekali didasari pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh Katsuyoshi Ishihara yang pada waktu itu bekerja pada devisi komponen elektronik di perusahaan Matsushita. Katsuyoshi Ishihara adalah orang pertama yang menerapkan pengerahan fungsi (*function deployment*) untuk memperjelas tugas-tugas dari kualitas (Kumar & Garnaik, 2016 di dalam Sandova et al., 2020).

Tujuan dari prinsip QFD adalah untuk memastikan bahwa kebutuhan dan keinginan pengguna dapat terpenuhi dalam suatu proses penurunan suatu produk. Itu sebabnya QFD dikatakan berawal dari suara pelanggan (pengguna) dan sering

dalam bahasa inggris QFD disebut sebagai *customer-driven product development* atau *customer-focused design* (Prastyo et al., 2019).

Yang paling terkenal dari representasi metode QFD adalah HOQ atau rumah kualitas. HOQ digunakan oleh para perancang di berbagai bidang untuk menterjemahkan persyaratan konsumen, hasil riset pasar dan *benchmarking* data ke dalam sejumlah target teknis prioritas. Bentuk umum dari rumah kualitas terdiri dari 5 komponen utama (Kasan & Yohanes, 2017) yakni:

1. *Voice of customer* "WHATs" daftar persyaratan terstruktur yang berasal dari persyaratan konsumen.
2. *Voice of organization* "HOWs", daftar karakteristik produk terstruktur yang relevan dengan persyaratan konsumen dan terukur.
3. *Relationship Matrix*, matrix ini menggambarkan persepsi tim QDF mengenal keterkaitan antara *technical* dan *costumer requirement*. Skala yang cocok diterapkan dan digambarkan menggunakan simbol berikut:

   ● = melambangkan hubungan kuat

   ○ = melambangkan hubungan sedang

   Δ = melambangkan hubungan lemah
4. *Planning Matrix* "WHYs", menggambarkan persepsi konsumen yang diamati dalam survey pasar, termasuk didalamnya kepentingan relatif dari persyaratan konsumen, perusahaan, kinerja perusahaan dan pesaing dalam memenuhi persyaratan tersebut.
5. *Technical corelation* "ROOF Matrix", digunakan untuk mengidentifikasikan, dimana technical requirement saling mendukung

atau saling menggangu satu dengan lainnya didalam desain produk. Matriks ini dapat mengetengahkan kesempatan untuk inovasi.

2.1.13 Material Handling

Material handling atau penanganan material merupakan bagian yang paling banyak menimbulkan biaya pada sebuah system produksi (Sari, 2011). Pemindahan bahan atau material – istilah ini diterjemahkan dari *material handling* – adalah suatu suatu aktifitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat dengan perencanaan tata letak fasilitas produksi. Kegiatan ini sebetulnya merupakan aktifitas yang diklasifikasikan "*non produktif*" sebab tidak memberikan perubahan nilai apa-apa terhadap material atau bahan yang dipindahkan. Disini tidak akan terjadi perubahan bentuk, dimensi maupun sifat-sifat fisik atau kimiawi dari material yang dipindahkan. Di sisi lain justru aktifitas pemindahan bahan atau material tersebut akan menambah biaya (*cost*). Dengan demikian sedapat-dapatnya kegiatan pemindahan bahan tersebut harus dieliminir atau paling tepat untuk menekan biaya pemindahan bahan tersebut adalah dengan memindahkan bahan pada jarak yang sependek-pendeknya dengan mengatur tata letak fasilitas produksi atau departemen yang ada.

Material handling is defined simply as moving material. Improvement in material handling have positively affected workers more than any others area of work design and ergonomics (Stephens, 2020).

Berdasarkan perumusan yang dibuat oleh *American Material Handling Society* AMHS), pengertian mengenai material handling diartikan sebagai ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*),

pembungkusan/pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), sekaligus pengontrolan/pengawasan (*controling*) dari bahan atau material dengan segala bentuknya (Sritomo Wignjosoebroto, 2009).

Pemindahan bahan adalah bagian dari sistem industri yang memberi pengaruh tentang hubungan dan kodisi fisik dari babhan/material dan/atau produk terhadap proses produksi tanpa adanya perubahan-perubahan dan kondisi/bentuk material atau produk itu sendiri. Pemindahan bahan ini juga merupakan suatu seni atau ilmu didalam memindahkan, membungkus, atau menyimpan bahan dalam segala macam bentuknya yang ada. Prinsip didalam menetapkan sistem konsep "*the best handling si no handling at all"*. Material handling adalah aliran bahan yang harus direncanakan secermat-cermatnya sehingga material atu bahan akan bisa diindahkan pada saat dan menuju lokasi yang tepat (Sritomo Wignjosoebroto, 2009).

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah alat bagi penulis untuk memperkaya wawasan dan referensi dalam melakukan penelitian. Referensi-referensi dari penelitian terdahulu akan dijadikan sebagai acuan dalam menghasilkan penelitian yang lebih baik dan membantu penulis untuk menghindari kekurangan-kekurangan yang terdapat pada penelitian terdahulu tesebut. Penelitian yang akan dilakukan penulis juga dipastikan tidak akan sama persis dengan penelitian yang telah pernah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang diangkat oleh penulis dan yang akan dijadikan sebagai referensi dalam melakukan penelitian ini

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

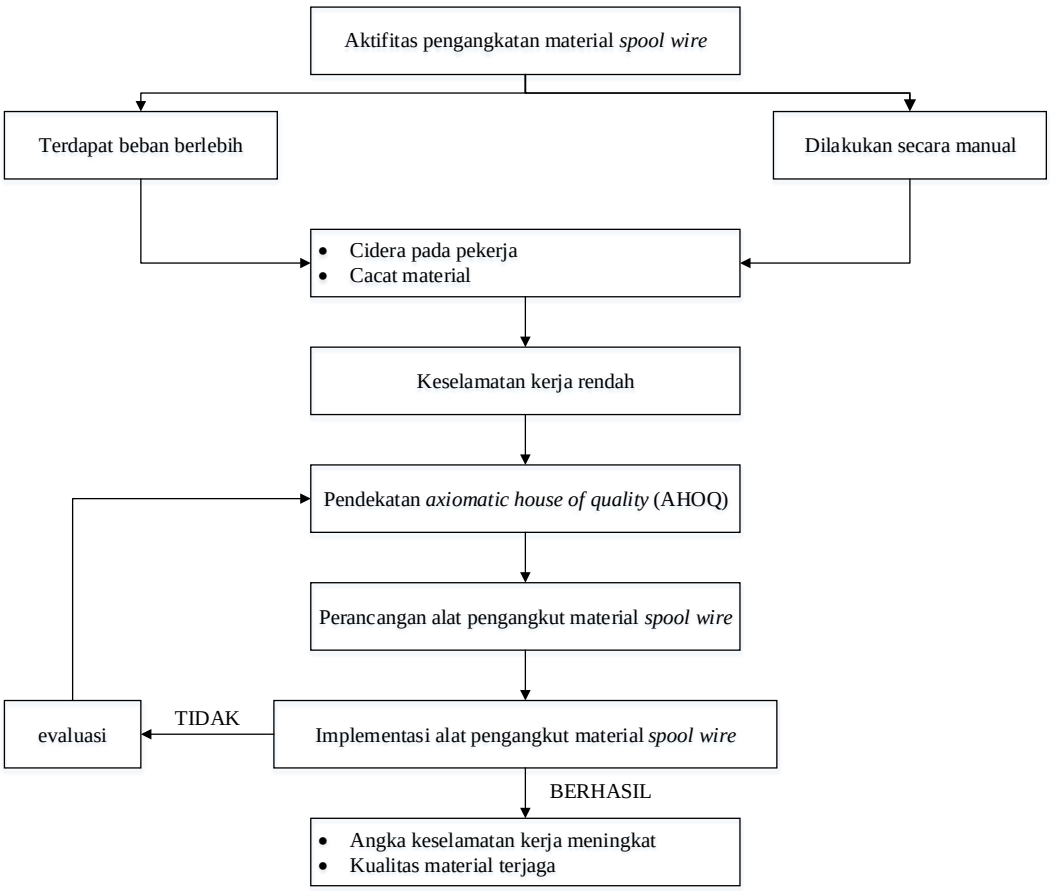
Judul Penelitian	Perancangan Alat Pengangkut Galon Ke Dispenser Dengan Pendekatan Metode *Axiomatic Design*
Nama Peneliti	Muhammad Syukran Ghufrani
Masalah	Aktifitas mengangkat galon ke atas dispenser memiliki resiko cidera
Metodologi	*Axiomatic Design*
Kesimpulan	1. Proses megangkat galon secara manual merupakan pekerjaan yang berat dan beresiko besar menimbulkan cidera pada daerah punggung apabila dipaksakan. 2. fungsi utama dari perancangan alat pengangkut galon adalah: *rotating, lifting, structure*. 3. beban gaya yang ditanggung oleh otot belakang dan L5/S1 direduksi dan dipindahkan ke tangan saat menekan tuas.
Judul Penelitian	Konsep Rancangan Alat Penanam Benih Jagung Dengan Pendekatan Axiomatic Design
Nama Peneliti	Oni Achmadi dan Hari Purnomo
Masalah	Beban peralatan yang berat dan posisi membungkuk pada saat peletakan benih jagung
Metodologi	*Axiomatic Design*
Kesimpulan	1. alat penanam benih jagung tradisional masih memiliki kekurangan pada berat dan ketidak efektifan pada proses penanaman. 2. hasil inovasi dalam penelitian menghasilkan desain alat penanam benih jagung yang aman, ergonomis dan mempermudah proses penanaman.

Judul Penelitian	Redesain Produk Berfokus Pada *Customer Requirements* Dengan Integrasi *Axiomatic Designdan House of Quality*
Nama Peneliti	Debrina Puspita Andriani, Mochamad Choiri, FX Berri Desrianto
Masalah	Kondisi rak sepatu yang masih belum memenuhi harapan pelangga karena masih terdapat masalah kenyamanan, estetika dan material yang kokoh.
Metodologi	Axiomatic House Of Quality (AHOQ)
Kesimpulan	Model rak sepatu telah sesuai dengan prinsip *axiomatic design*. Setiap *functional requirement* adalah independen dan masing-masing *functional requirement* dijawab hanya dengan satu *design parameters*.
Judul Penelitian	Perancangan Alat Pengangkat Sistem Hidrolik Tipe H Pada Tempat Pencucian Mobil Dengan Kapasitas Maximum 2.5 Ton
Nama Peneliti	Ervini Meladiani, Bayu Permana, Marsudi dan Ahmad Zayadi
Masalah	Meningkatnya kebutuhan alat angkat mobil yang efektif dan efisien karena meningkatnya jumlah kendaraan mobil (Meladiyani et al., 2018).
Metodologi	Observasi dan pengamatan
Kesimpulan	1. Dari hasil perhitungan terhadap poros/piston silinder hidrolik maka tegangan bengkok bahan > tegangan bengkok yang terjadi, sehingga silinder hidrolik dinyatakan kuat dan aman untuk mengangkat beban 2,5 ton. 2. Tegangan geser izin pada plat dan batang penahan > tegangan geser yang terjadi sehingga konstruksi batang penahan dan bahan BJ 37 dinyatakan kuat dan aman untuk menahan beban sebesar 2,5 ton. 3. Garpu penjepit pin pada batang penahan dan bahan BJ 37 dinyatakan aman dan kuat karena tegangan geser yang diizinkan pada bahan > dari tegangan geser yang terjadi.
Judul Penelitian	Analisis Perancangan Alat Bantu *Material Handling* Produksi Genteng Menggunakan Metode *Axiomatic House Of Quaity* (AHOQ)
Nama Peneliti	Muhammad Dian Putra, Ishardita Pambudi Tama, Debrina Puspita Andriani
Masalah	Keterbatasan lahan penjemuran genteng dan keluhan kelelahan para pekerja karena terlalu banyak aktifitas pemindahan genteng satu per satu.
Metodologi	*Axiomatic House Of Quality*

Kesimpulan	1. spesifikasi dan desain alat bantu didapatkan dari pengolahan data kebutuhan customer yang terdiri dari 3 bagian yaitu bagian badan rak, bagian roda dan bagian pengatur kemiringan. 2. jumlah kapasitas yang dapat ditampung alat bantu adalah 42 genteng. Kapasitas yang meningkat dapat meningkatkan kapasitas penjemuran dan mengurangi aktifitas pemindahan genteng secara satu per satu.
Judul Penelitian	*Integration Axiomatic Design with Quality Function Deployment and Sustainable design for the satisfaction of an airplane tail stakeholders*
Nama Peneliti	Mohammadali Shahi Ashtiany dan Alireza Alipour
Masalah	Kompleksitas masalah desain produk pembuatan pesawat dan pemenuhan kebutuhan para pemangku kepentingan
Metodologi	*Axiomatic Design* dan QFD
Kesimpulan	Axiomatic design diterapkan pada desain konseptual awal dari ekor beech barons G58, untuk mendapatkan konfigurasi yang lebih baik. Pertimbangan CNs dan Keberlanjutan yang dipetakan ke dalam FRs dan DPs berdasarkan aturan axiomatic oleh QFD menghasilkan dua buah design matrix yang menunjukkan korelasi antara FRs dengan DPs dengan hasil aksioma independensi yang memuaskan (Ashtiany & Alipour, 2016).
Judul Penelitian	*Integration of Axiomatic Design with Quality Function Deployment for Sustainable Modular Product Design*
Nama Peneliti	Arash Hosseinpour
Masalah	Membuat rancangan kursi roda yang baru yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan persyaratan berkelanjutan.
Metodologi	Integrasi *Axiomatic Design* Dengan *Quality Function Deployment*
Kesimpulan	Hasil keputusan matriks untuk desain kursi roda menunjukkan bahwa biaya, jejak lingkungan, bobot daur ulang, jumlah komponen dan kemudahan perawatan adalah parameter terpenting untuk memenhi kebutuhan pelanggan dan pertimbangan berkelanjutan.

2.3 Kerangka Berpikir

Gambar 2.4 adalah bentuk kerangka berpikir dalam penelitian ini:



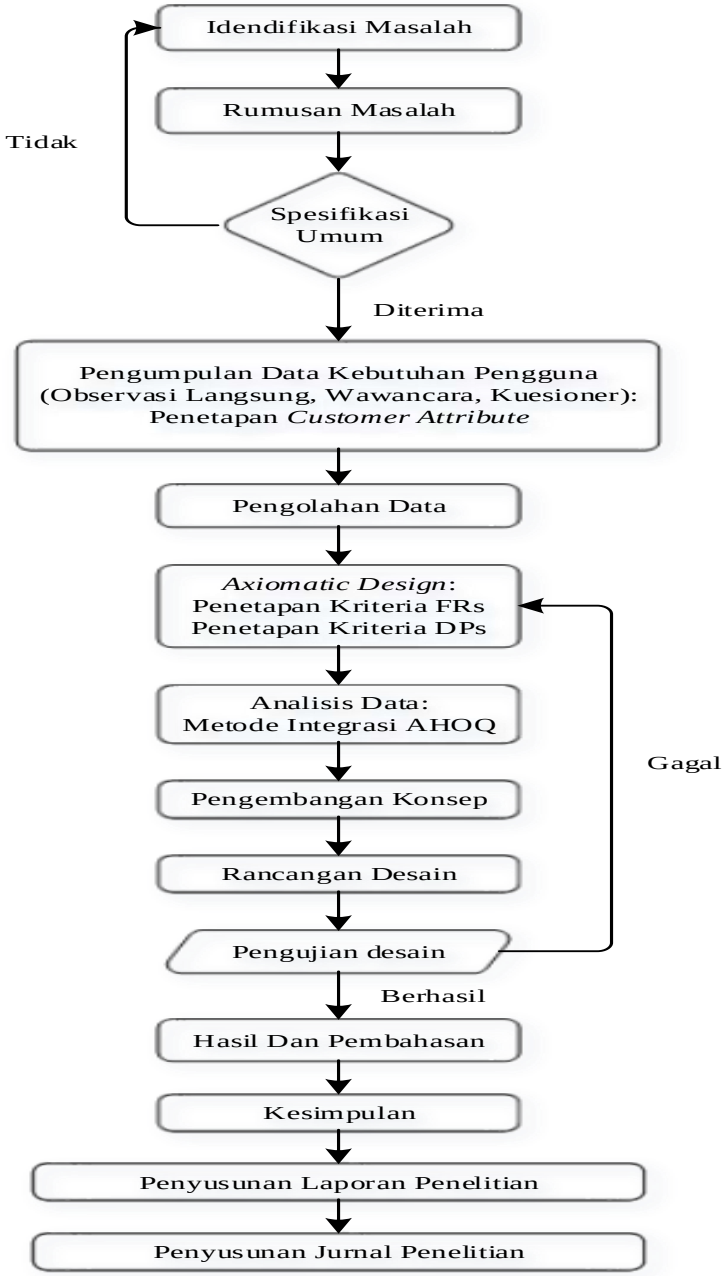
Gambar 2. 4 Kerangka berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Bentuk dari desain penelitian ini dapat di lihat seperti bagan di bawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian

3.2 Variable Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel penelitian yakni variabel dependen dan variabel independen. Yang menjadi variabel dependen penelitian ini adalah pekerjaan pengangkatan material *spool wire*. Sedangkan yang menjadi variabel independen dalam pnelitian ini adalah rancangan alat pengangkut material *spool wire*.

3.3 Populasi Dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator mesin yang melakukan pekerjaan pengangkatan material *spool wire*, setter mesin, dan teknisi mesin yang memiliki kaitan pekerjaan pengangkatan material *spool wire*. Total jumlah populasi dalam penelitian ini adalah 12 orang.

Sampel dalam penelitian ini adalah keseluruhan jumlah populasi. Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini menggunakan metode sampling jenuh. Hal ini dikarenakan keterbatasan jumlah populasi yang menjadi objek penelitian, sehingga seluruh populasi akan menjadi sampel penelitian yang berjumlah 12 orang.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam mengumpulkan data penelitian ini ialah metode observasi dan metode wawancara.

3.4.1 Metode Observasi

Data yang dikumpulkan oleh peneliti melalui metode observasi langsung di lapangan adalah meliputi berat material *spool wire* dan dimensi material *spool wire.*

3.4.2 Metode Wawancara

Untuk mengetehui kebutuhan pekerja yang melakukan pekerjaan pengangkatan material *spool wire* terhadap alat yang akan dirancang, maka peneliti melakukannya dengan cara mewawancara para karyawan secara langsung. Instrument yang digunakan adalah daftar pertanyaan yang sudah disiapkan terlebih dahulu, yang akan diajukan langsung oleh peneliti dalam bentuk wawancara. Informasi yang didapat dari hasil wawancara dengan para karyawan akan menjadi dasar perancangan alat pengangkut material *spool wire*. Informasi tersebut akan menjadi kunci keberhasilan alat yang akan dirancang melakukan fungsinya sesuai dengan kebutuhan karyawan. Informasi ini lah yang nantinya akan dijadikan sebagai *customer attribute* (CAs).

3.4.3 Metode Kuesioner

Kuesioner disebarkan kepada para narasumber dalam hal ini adalah para pekerja di *saction assembly*. Kuesioner yang disebarkan merupakan kuesioner tertutup. Penyebaran kuesioner bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai tanggapan dan persepsi para karyawan tentang kondisi pengangkatan material *spool wire*. Data yang diperoleh dari hasil kuesioner akan diolah untuk mengukur validitas dan reabilitas data. Selain itu juga, dari data kuesioner akan didapatkan informasi tentang *customer attribute* yang akan menjadi acuan dalam menentukan spesifikasi perancangan alat.

3.5 Metode Analisis Data

Dalam melakukan suatu penelitian, dibutuhkan suatu metode yang cocok dengan alur penelitian yang akan dikerjakan (Napitupulu & Suzen, 2019). Adapun

metode dan langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Data yang terkumpul dalam penelitian ini adalah berasal dari hasil observasi langsung di lantai produksi. Pengamatan langsung dilakukan terhadap material *spool wire*. Selain observasi, data juga diperoleh dari hasil wawancara dan kuesioner yang dibagikan kepada para karyawan yang berkaitan dengan pekerjaan pengangkatan material *spool wire*.

2. Identifikasi kebutuhan pengguna

Mengidentifikasi kebutuhan pengguna bertujuan untuk mengetahui kebutuhan para pengguna dalam hal ini ialah karyawan yang berkaitan dengan pengangkatan material *spool wire*, terhadap alat pengangkut material *spool wire* yang akan dirancang. Informasi kebutuhan penguna tersebut kemudian akan digunakan untuk menyusun *customer attribute*. *Customer attribute* adalah domain yang menampung kebutuhan dari sudut pandang pengguna (Dian Putra et al., 2016).

3. Menetapkan spesifikasi dan target

Pada tahap penetapan spesifikasi dan target hal yang dilakukan adalah menyusun *functional requirement* berdasarakan pada *custumer attribute*, desain parameter dan menambahkan *constraint*. Domain yang menampung seluruh fungsi yang ingin dicapai dari suatu desain produk disebut sebagai *functional requirement* (Andriani et al., 2018). Desain parameter adalah transformasi *functional requirement* kedalam bentuk fisik. Sedangkan *constraint* adalah domain yang berfungsi sebagai control terhadap desain parameter yang ditentukan. Penetuan

constraint merupakan tahap terpenting dalam tahapan-tahapan pengembangan produk, karena fungsinya sebagai kontrol (Andriani et al., 2018).

4. Menyusun model integrasi antara *house of quality* dan *axiomatic design*

Axiomatic house of quality dapat membantu menterjemahkan *voice of customer* dengan lebih terstruktur dan membantu dalam mengembangkan desain berdasarkan kebutuhan fungsional dari pengguna (Dian Putra et al., 2016). Penyusunan model integrasi *house of quality dan axiomatic design* (AHOQ) dalam penelitian ini dilakukan dalam 4 tahapan, yaitu menyusun matriks *functional requirement* dan desain parameter, mengkorelasikan antar desain parameter, menambahkan *constraint* dan bagaimana hubungannya terhadap desain parameter, dan yang terakhir adalah mengevaluasi model AHOQ yang sudah dirangkai pada tahapan-tahapan sebelumnya.

5. Mengembangkan konsep desain

Pada tahap ini pekerjaan selanjutnya adalah menciptakan beberapa konsep desain yang dibuat berdasarkan pada spesifikasi dan target yang telah ditetapkan terlebih dahulu pada tahap integrasi *house of quality* dan *axiomatic design*, dan juga peta morfologi.

6. Memilih konsep desain

Tahap pemilihan konsep desain bertujuan untuk menemukan satu konsep terbaik yang akan dijadikan sebagai keputusan untuk diimplementasikan. Pemilihan konsep dilakukan dengan menggunakan *screening method* dan *scoring method*.

7. Menguji konsep

Konsep terpilih selanjutnya diuji guna mengetahui apakah desain sudah sesuai dan telah memenuhi harapan para penggunanya. Pengujian konsep dilakukan dengan cara menampung tanggapan atau penilaian langsung dari para pengguna terhadap deskripsi desain produk.

8. Menentukan desain akhir produk

Jika konsep desain telah diuji, maka tahapan terakhir adalah menetapkan desain akhir produk. Desain akhir produk yang akan ditetapkan tentunya sudah termasuk adanya perbaikan jika dalam tahap pengujian ditemukan kritik dan saran dari para pengguna.

3.6 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT.Kemet Electronics Indonesia yang berlokasi di kawasan industrial batamindo lot 325, kota Batam.

3.7 Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal penelitian

No	Tahapan penelitian	Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pendahuluan penelitian																								
2	Observasi objek penelitian																								
3	Pengambilan dan pengolahan data																								
4	Analisis data																								
5	Pengembangan konsep																								
6	Perancangan desain																								
7	Pengujian desain																								
8	Pembuatan alat																								
9	Penyusunan laporan penelitian																								