

JENIS SKEMA:
PRIME RESEARCH GRANT

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



***RE-DESIGN* MESIN PENGOLAH SAMPAH PLASTIK CREATICS MENGUNAKAN KONSEP LEAN PRODUCT DEVELOPMENT (LPD)**

Tim Pengusul:

Widya Nurcahayanty Tanjung, ST, MT, MBA

Niken Parwati, ST, MM

Aprilia Tri Purwandari, ST, MT

**TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AL AZHAR INDONESIA
DESEMBER 2020**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
RINGKASAN PENELITIAN	3
BAB 1. PENDAHULUAN.....	4
1.1. Latar Belakang	4
1.2. Tujuan Penelitian.....	5
1.3. Urgensi Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. State of The Art	6
2.2. Peta Jalan Penelitian.....	8
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian	9
3.2. Langkah-langkah Penelitian.....	10
BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS.....	11
4.1. Identifikasi <i>Waste</i>	11
4.2. Kuesioner Pendahuluan.....	14
4.3. Kuesioner	18
4.4. Jumlah Populasi dan Sampel.....	21
4.5. Uji Validitas dan Reliabilitas	21
4.6. Skoring Skala <i>Likert</i>	23
4.7. Quality Function Deployment.....	26
4.8. Quality Function Deployment Berdasarkan Pareto Diagram.....	31
4.9. Lean Design Solution Tool	33
4.10. House of Quality Menggunakan Konsep Lean Design Tools.....	48
4.11. Quality Function Deployment Menggunakan Konsep Lean Design Tools Berdasarkan Pareto Diagram.....	52
4.12. Arsitektur Produk	54
4.13. Prototipe	58
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67

RINGKASAN PENELITIAN

Jumlah sampah plastik yang tidak terkontrol dapat berdampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, penerapan prinsip 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace*) sangat penting dalam hal mengolah sampah terutama sampah plastik yang menjadi salah satu faktor utama penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Karena sifat sampah plastik yang sulit untuk diuraikan oleh alam, maka pada penelitian kali ini akan dilakukan perancangan mesin pengolahan sampah plastik yang dapat meminimalisir pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah plastik serta ikut mendukung pemerintah dalam kegiatan *go green*. Mesin ini akan berfungsi secara terintegrasi dari mengolah sampah plastik jenis-jenis tertentu, sampai menghasilkan produk rumah tangga yang bermanfaat. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang ulang prototipe mesin pengolahan sampah plastik yang berfokus pada biaya yang murah dan efisien. Dirancang secara terintegrasi agar dapat menghasilkan produk akhir yang bermanfaat untuk kebutuhan rumah tangga. Dengan demikian pendekatan Lean Product Development (LPD) dan Metode *prototyping* akan diterapkan dalam penelitian ini. Aktifitas akan dimulai dengan melakukan evaluasi terhadap prorotype yang sudah ada sebelumnya, kemudian mengidentifikasi kebutuhan tersembunyi dari konsumen, menyeleksi konsep baru yang dikembangkan, hingga membuat prototipe jenis *alpha* untuk desain baru yang memiliki bentuk geometri dan material yang identik dengan produk yang akan diproduksi.

Kata kunci: *Lean Product Development, prototyping, sampah, plastik, Efisiensi.*

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Disadari atau tidak, sampah merupakan sumber masalah yang terdapat di seluruh bagian dunia dan telah menjadi salah satu permasalahan utama di Indonesia. Sampah yang dihasilkan oleh manusia perhari bisa mencapai 1-3 kg, baik sampah organik maupun anorganik [1]. Salah satu jenis sampah yang menjadi perhatian adalah sampah plastik yang merupakan kontribusi terbesar sampah anorganik.

Diketahui bahwa jumlah sampah plastik telah mencapai angka 825 ton pada tahun 2006 dan kemudian meningkat pada tahun 2008 menjadi 1038,5 ton yang dimana jumlah tersebut akan mengalami peningkatan sebesar 10% pada tahun-tahun berikutnya [2] dan 80% dari sampah tersebut memiliki potensi menjadi sampah yang merugikan dan berbahaya bagi lingkungan [3]. Sampah plastik menjadi masalah utama yang dapat mencemari dan membahayakan lingkungan hidup karena termasuk dalam jenis sampah yang sulit dan membutuhkan waktu sangat lama untuk dapat terurai. Oleh karena itu, perlu dilakukan penanganan dan pengelolaan yang baik terhadap segala jenis sampah terutama sampah plastik.

Saat ini telah dilakukan upaya penanganan sampah plastik dengan pembuatan mesin pengolah sampah yang terintegrasi antara proses pencacah dan proses pencetakan atau pemanas yang disebut Creatics. Namun, Creatics masih memiliki beberapa ruang untuk dilakukan perbaikan yang diantaranya adalah penanggulangan emisi dalam bentuk gas yang dihasilkan oleh mesin, penggunaan jenis besi yang tahan lama, penggunaan mata pisau yang dapat mencacah sampah plastik dalam ukuran besar, memperbanyak jenis limbah sebagai *input*, dan meningkatkan keamanan dalam penggunaan serta pemakaian ruang yang jauh lebih efektif dengan melakukan *re-design* namun tidak menambahkan biaya produksi.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan *re-engineering* dengan pendekatan *Lean Product Development* (LPD) dari mesin Creatics untuk menghasilkan mesin pengolah sampah yang murah dan efisiensi sehingga penanganan serta pengelolaan sampah plastik menjadi lebih baik dan mampu membantu mengatasi permasalahan yang ditimbulkan.

1.2. Tujuan Penelitian

Melakukan perancangan mesin pengolahan sampah tipe *alpha* yang merupakan *re-engineering* dari mesin Creatics yang menggunakan pendekatan LPD untuk dapat menghasilkan mesin pengolah sampah plastik yang murah dan efisien.

1.3. Urgensi Penelitian

Sampah akan terus dihasilkan dan tidak akan berhenti selama manusia masih ada di bumi, hal ini akan menimbulkan permasalahan yang dapat merugikan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menciptakan mesin pengolahan sampah yang tahan lama, efisien, dan ekonomis sebagai penyempurnaan dari produk yang telah dikembangkan sebelumnya sehingga bermanfaat bagi masyarakat untuk mengatasi masalah sampah plastik secara maksimal dengan penanganan dan pengelolaan yang lebih baik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. State of The Art

Pada *state of the art* ini, dapat diketahui bahwa telah terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas penanganan dan pengelolaan sampah anorganik terutama sampah plastik dengan merancang mesin pengolah sampah dengan metode dan output yang berbeda-beda. Beberapa penelitian tersebut tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. State of The Art Penelitian

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Rekayasa Mesin Pemilah dan Penghancur Sampah Otomatis dengan Sistem Kendali Kontrol Sederhana Pada Skala Internal Politeknik Negeri Batam	Fedia Restu (2013)	Dapat digunakan untuk <i>home industry</i> dan perlu dilakukan kajian untuk pengembangan alat agar dapat digunakan dalam skala lebih besar.	Penelitian dengan tujuan untuk menangani sampah plastik dan mesin memiliki kemampuan mencacah sampah plastik.	Pada penelitian ini dibuat mesin pengolah sampah dengan mesin yang dapat melakukan pencacahan dan pelelehan sekaligus sehingga output yang dihasilkan berupa cair.
2	Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah dan Limbah Plastik	Yuli Yetri dkk (2016)	Mesin giling dapat mengelola sampah plastik dengan lebih efektif dan dapat meningkatkan efisiensi biaya pengangkutan sampah.	Penelitian ini menghasilkan alat yang berfungsi untuk memotong atau mencacah sampah plastik menjadi lebih kecil.	Pada penelitian ini, ouput yang dihasilkan dari pengolahan sampah adalah berupa cair.
3	Rancang Bangun Mesin Pengolah Sampah Organik Menjadi Bahan Pupuk Kompos dan Pencacah Pakan Ternak Berdaya Listrik	Nurul Huda Bahari dkk (2018)	Dirancang mesin pengolah sampah organik menjadi bahan pupuk kompos berdaya listrik.	Pada penelitian ini dilakukan perancangan mesin pengolah sampah untuk menghasilkan output yang berguna.	Pada penelitian ini mesin dirancang untuk mengolah sampah anorganik terutama plastik.
4	Perancangan Prototipe Mesin Pengolah Sampah Plastik dan Pengujian Parameter Input Sampah Plastik Yang Optimal	Niken Parwati (2019)	Dirancang prototipe mesin pengolah sampah plastik terintegrasi yang dapat mencacah dan mengolah kembali menjadi produk yang berbeda, seperti <i>building block</i> .	Pada penelitian ini dibuat mesin yang dapat mencacah dan melelehkan sampah plastik sekaligus.	Pada penelitian ini dirancang penanggulangan emisi dalam bentuk gas yang dihasilkan oleh mesin dan dibuat desain yang dapat menjadikan pemakaian ruang efektif.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
5.	Lean product development: hype or sustainable new paradigm?	Amer Ćatić1, Michael Vielhaber (2011)	Membandingkan antara konsep LPD dengan model yang ada pada produk saat ini	Penelitian ini sama-sama membahas mengenai pengembangan produk	Pada penelitian ini pengembangan produk yang dikembangkan akan mengacu pada konsep LPD agar menghasilkan produk yang lebih ekonomis dan efisien.
6.	The way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD)	Erwin Rauch, Patrick Dallasega, Domini k T. Matt (2016)	Penjelasan terkait konsep Pengembangan Produk Lean yang menggunakan desain Aksiomatik untuk desain Proses dan Pengembangannya	Penelitian ini sama-sama membahas mengenai pengembangan produk	Implementasi LPD dalam perancangan prototype produk pengolah sampah plastic “creatics”

Pada Tabel 1, tertera beberapa penelitian yang juga melakukan perancangan mesin pengolah sampah serta persamaan dan perbedaannya dengan penelitian ini. Dapat diketahui bahwa penelitian ini merupakan *re-engineering* dari mesin Creatics yang dimana mesin ini dapat mencacah serta melelehkan sampah plastik secara sekaligus sehingga menghasilkan *output* dalam bentuk cair yang dapat dicetak menjadi berbagai macam barang. Pada kebanyakan penelitian lain mesin yang dirancang hanya dapat melakukan pencacahan sampah atau pelelehan sampah secara terpisah, berbeda dengan mesin pengolah sampah yang dirancang pada penelitian ini. Kekurangan pada mesin pengolah sampah Creatics adalah dimana mesin tersebut menghasilkan emisi berupa gas yang dapat meracuni manusia, maka pada penelitian ini dirancang mesin yang dapat menanggulangi hal tersebut. Kemudian akan dilakukan *re-design* agar ukuran mesin memiliki sifat pemakaian ruang yang efektif namun tidak menambahkan biaya produksi.

Selain itu, pada penelitian ini dirancang mesin yang tahan lama dengan pemilihan material dan bahan-bahan yang sesuai yang juga agar dapat menerima berbagai macam jenis limbah plastik sebagai *input*. *Output* berupa cair yang dihasilkan oleh mesin juga dilakukan perbaikan dengan mengupayakan sinkronisasi waktu mencacah dan melelehkan sampah plastik sehingga dapat keluar lebih cepat dengan volume yang lebih besar. Maka pada penelitian ini dilakukan perancangan ulang dari mesin pengolah sampah Creatics menjadi mesin pengolah sampah yang lebih tahan lama, efisien, dan ekonomis.

2.2. Peta Jalan Penelitian

Peta jalan atau *roadmap* yang berisikan rencana penelitian terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Peta Jalan Penelitian

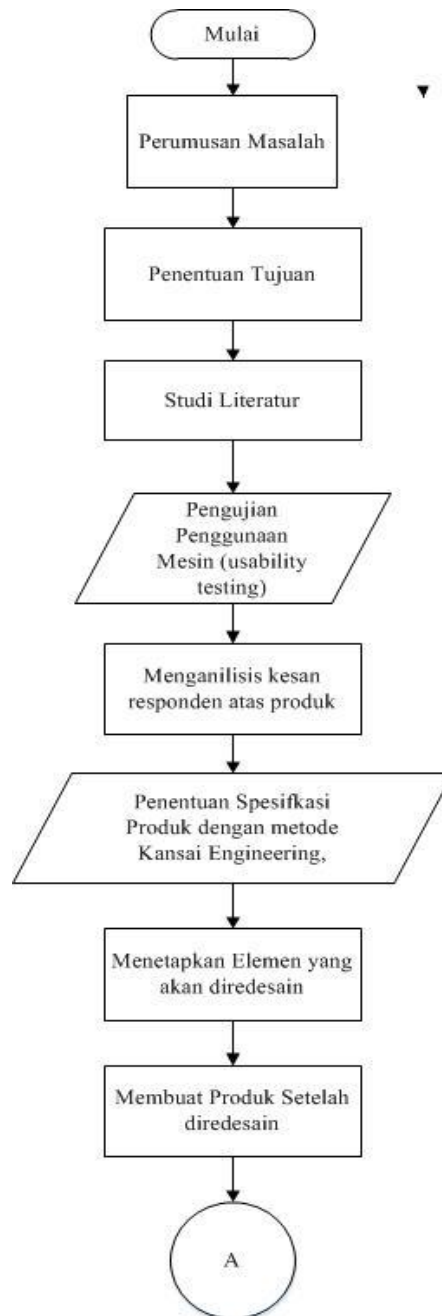
Luaran	Jurnal Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi	Paten sederhana, Artikel pada Jurnal Internasional	Artikel pada Jurnal Internasional	Paten sederhana, Artikel pada Prosiding Internasional
Jenis Kegiatan	Merancang prototipe jenis alpha alat pencacah sampah plastik manual	Validasi teknis dan fungsi produk prototipe <i>alpha</i>	Pengujian sistem (proses pembuatan dan desain fisik produk) yang diperbaiki berdasarkan hasil <i>design for manufacturing</i>	Validasi produk akhir sebelum produksi massal
		Merancang parameter optimal luaran produk yang dihasilkan	Melakukan perbaikan pada prototipe alpha menggunakan <i>design for manufacturing</i>	Pengujian produk kepada customer
		Merancang prototipe jenis <i>alpha</i> mesin pengolah sampah terintegrasi	Analisis ekonomi produk	Perancangan prototipe <i>beta</i> mesin pengolah sampah platuik terintegrasi
Tahun	2018	2019	2020	2021

Berdasarkan Tabel 2 tahun 2018 telah dilakukan penelitian dengan merancang prototipe jenis alpha yang menggunakan material dan geometri hampir sama dengan produk yang akan diproduksi. Tahun 2019 dilakukan pengembangan prototipe mesin pengolah sampah plastik terintegrasi yang terdiri dari proses pencacahan, pelelehan, dan pencetakan menjadi produk *recycle* untuk kebutuhan rumah tangga, seperti *building block* serta dilakukan pengujian parameter yang akan menghasilkan produk dengan kualitas baik sebagai hasil olahan mesin yang telah dibuat. Target luaran dari hasil penelitian berupa paten sederhana dari prototipe yang dibuat dan terbit dalam jurnal internasional. Tahun 2020 akan dilakukan analisis ekonomi dari prototipe yang dihasilkan yang dimulai dengan melakukan klasifikasi biaya, menghitung harga pokok penjualan, perhitungan *payback period*, net present value, dan lain sebagainya. Selanjutnya, dilakukan perbaikan baik desain ataupun proses produksi untuk menghasilkan efisiensi yang lebih besar. Target luarannya adalah artikel pada jurnal internasional. Tahun 2021 akan dilakukan perancangan mesin pengolah sampah dengan jenis prototipe beta, yaitu prototipe yang dirancang dengan geometri, material dan proses pembuatan yang sama dengan yang seharusnya dan dilakukan pengujian penggunaan prototipe kepada konsumen. Terakhir adalah dilakukan validasi berdasarkan hasil pengujian sebelum dilakukan peluncuran produk dan diproduksi secara massal. Target luarannya adalah paten sederhana dan artikel pada jurnal internasional.

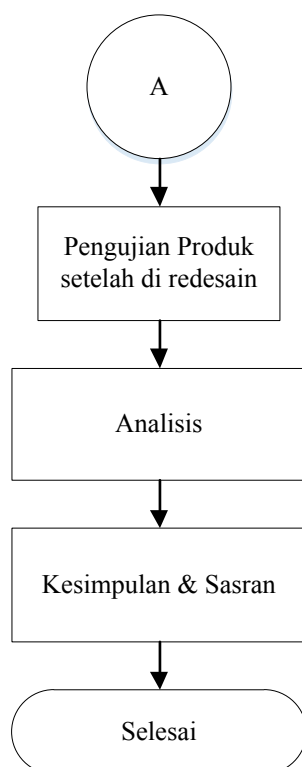
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. *Flowchart* Penelitian

Flowchart penelitian dibuat untuk mendeskripsikan langkah-langkah penelitian yang dilakukan secara sistematis sehingga rangkaian proses menjadi lebih mudah untuk dipahami. Pada Gambar 1, tertera *flowchart* dari penelitian ini.



Gambar 1. *Flowchat* Penelitian



Gambar 2. Flowchat Penelitian (Lanjutan)

3.2. Langkah-langkah Penelitian

Berdasarkan *flowchart* penelitian yang tertera pada Gambar 1, dijelaskan detail tahapan kegiatan dalam menyusun penelitian ini. Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada mesin Creatics kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah dan penetapan tujuan. Setelah itu, dilakukan kajian pustaka dengan studi literatur melalui buku, jurnal, atau penelitian terdahulu. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian penggunaan mesin (*usability testing*), setelah itu menganalisis kesan responden atas produk pada penelitian ini. Kemudian melakukan penentuan spesifikasi produk dengan menggunakan metode LPD dan *Kansai Engineering*. Tahap selanjutnya adalah menetapkan elemen yang akan diredesain untuj mesin yang dirancang dan dapat dilanjutkan dengan membuat produk sesuai dengan redesain yang telah dilakukan.

Setelah dilakukan pembuatan produk, selanjutnya adalah menguji produk tersebut yang kemudian dilanjutkan dengan analisis. Tahap terakhir dari langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah kesimpulan dan saran. Setelah seluruh tahapan-tahapan tersebut telah dilaksanakan, kegiatan penelitian ini dapat dianggap selesai.

BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

4.1. Identifikasi *Waste*

Pada penelitian ini, dilakukan perbaikan desain dengan LPD berdasarkan identifikasi kebutuhan konsumen dan penerapan 8 *tools* dari *Lean Design*. Sebelum melakukan suatu perbaikan desain pada alat pengolah sampah plastik, perlu diidentifikasi *waste* yang terdapat pada mesin Creatics terlebih dahulu. Pemborosan atau *waste* merupakan segala aktivitas atau proses kerja yang merugikan karena tidak memberikan nilai tambah sehingga keberadaannya perlu dieliminasi. *Waste* dapat berupa material, waktu, sumber daya, dan lain-lain yang dapat menghambat dan merugikan suatu proses kerja.

Identifikasi *waste* yang terdapat pada alat pengolah sampah plastik Creatics dilakukan secara manual dengan observasi secara langsung di lapangan dan melakukan wawancara serta diskusi dengan pendahulu yang telah membuat prototipe alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya. Identifikasi ini dilakukan berdasarkan konsep 7 *waste* pada *lean manufacturing* yaitu *defect* (cacat), *waiting* (menunggu), *Inappropriate processing* (proses yang tidak tepat), *unnecessary motion* (gerakan yang tidak perlu), *transportation* (transportasi), *overproduction* (produk yang berlebih), dan *unnecessary inventory* (persediaan yang tidak perlu).

Terdapat beberapa tahapan dalam proses penggunaan alat pengolah sampah plastik Creatics, tahap pertama adalah menyalakan mesin dengan menekan tombol *on/off* dan kemudian menunggu suhu yang dihasilkan *heater* mencapai sekitar 80 derajat celsius, setelah itu dapat diletakkan sampah plastik melalui corong dan kemudian sampah plastik tersebut akan dicacah menggunakan mesin *shredder*. Hasil cacahan plastik tersebut dapat melewati dua pilihan jalur, yaitu jalur yang langsung menuju pada area pemasan plastik (mesin *extruder*) untuk dilelehkan sedangkan jalur kedua yaitu hasil cacahan tersimpan dalam tempat penyimpanan (*storage*) plastik. Jika hasil cacahan plastik tidak ingin langsung dilelehkan, maka dapat digunakan jalur kedua. Setelah hasil cacahan plastik melalui jalur pertama yaitu melewati mesin *extruder* maka hasil cacahan tersebut akan menjadi lelehan plastik yang kemudian dituangkan ke dalam cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan yang dimana pada alat pengolah sampah Creatics ini pencetaknya dibuat dengan tujuan menghasilkan *paving block*. Dengan observasi yang telah dilakukan, maka dapat diidentifikasi *waste* yang perlu dieliminasi dari alat pengolah sampah plastik adalah sebagai berikut.

Defect (cacat)

Produk yang rusak atau tidak sesuai standar seringkali dihasilkan oleh alat pengolah sampah plastik Creatics. Hal ini terjadi ketika hasil lelehan yang keluar dari mesin *extruder* terlalu lama sehingga menyebabkan hasil lelehan menjadi kering terlebih dahulu sebelum dapat dicetak. Selain itu, hasil cacahan plastik dari mesin *shredder* seringkali tidak dapat bergerak menuju ke tempat penyimpanan atau mesin *extruder* karena posisi mata pisau yang tidak presisi sehingga menyebabkan hasil cacahan tersebut terlalu besar dan tersangkut pada saringan dari mesin *shredder*. Produk rusak yang dihasilkan ini sangat merugikan karena sampah plastik yang tidak dapat diolah dengan baik menyebabkan produk yang dihasilkan tidak memiliki fungsi melainkan menjadi sampah lain yang baru.

Waiting (menunggu)

Pemborosan menunggu pada alat pengolah sampah plastik Creatics terjadi pada proses pemanasan mesin *extruder*. Pada saat mesin dinyalakan, *heater* yang terdapat pada mesin *extruder* akan memanaskan untuk dapat melelehkan plastik. Suhu hasil pemanasan tersebut harus mencapai 80 derajat celsius sehingga setelah dinyalakan, mesin perlu didiamkan dalam waktu yang cukup lama untuk dapat mencapai suhu tersebut dan kemudian mesin dapat digunakan. Selain itu, pemborosan menunggu juga terjadi pada proses pelelehan plastik menggunakan mesin *extruder* yang membutuhkan waktu cukup lama. Ukuran mesin *extruder* yang terlalu panjang menyebabkan proses pelelehan plastik dan hasil pelelehan tidak stabil sehingga tidak dapat keluar dan dicetak dalam waktu yang singkat.

Inappropriate processing (proses yang tidak tepat)

Proses yang tidak tepat atau tidak efektif terdapat pada proses pencacahan dengan menggunakan mesin *shredder*. Ketebalan pisau yang tidak sesuai (terlalu tebal) menyebabkan hasil cacahan menjadi terlalu besar untuk dapat langsung berpindah ke proses pelelehan sehingga diperlukan dua kali proses cacahan untuk dapat melelehkan plastik. Ketidakefektifan pada proses ini menyebabkan terjadinya pemborosan atau *waste* yang merugikan dalam penggunaan alat pengolah sampah plastik Creatics.

Selain itu, desain corong dengan bagian atas yang terbuka tidak berfungsi secara efektif karena menyebabkan terjadinya pentalan dari hasil cacahan plastik pada proses pencacahan dengan menggunakan mesin *shredder*. Hal ini dapat membahayakan operator dan pengguna karena hasil cacahan plastik memiliki struktur yang kecil dan tajam. Proses yang tidak efektif juga terjadi pada pelelehan plastik dengan mesin *extruder*, proses ini menghasilkan emisi dalam

bentuk gas yang dapat membahayakan dan merugikan operator ataupun pengguna ketika sedang menggunakan alat pengolah sampah plastik Creatics.

Unnecessary motion (gerakan yang tidak perlu)

Pada penggunaan alat pengolah sampah plastik kerap kali terjadi gerakan yang tidak perlu terutama pada proses perpindahan hasil cacahan dari mesin *shredder* menuju ke mesin *extruder*. Pada proses ini, operator perlu terus mengawasi karena seringkali hasil cacahan terhambat dan tidak dapat berpindah ke mesin *extruder* sehingga operator perlu melakukan *maintenance*. Rantai yang digunakan pada mesin juga perlu pengawasan operator untuk dioleskan pelumas jika terjadi macet karena terlalu sering digunakan.

Ukuran alat pengolah sampah plastik Creatics yang terlalu besar dan pemakaian ruangannya tidak efektif menyebabkan terjadinya gerakan yang tidak diperlukan dari operator saat mengoperasikan mesin ataupun pada saat memindahkan alat pengolah sampah plastik Creatics dari suatu tempat ke tempat lainnya. Selain itu, gerakan yang tidak perlu juga disebabkan oleh desain yang tidak ergonomis sehingga operator perlu membungkuk dan menghasilkan postur kerja yang tidak baik pada saat melakukan proses pencetakan dan *maintenance*. Kesalahan postur kerja juga terjadi pada proses pengambilan *storage* dan proses memasukkan sampah plastik melalui corong yang disebabkan oleh desain yang tidak ergonomis.

Transportation (transportasi)

Tidak terdapat *waste* pada transportasi karena dalam menggunakan alat pengolah sampah plastik Creatics tidak diperlukan perpindahan material atau *work in process* (WIP) dari satu tempat ke tempat lainnya.

Overproduction (produksi yang berlebih)

Tidak terjadi produksi yang berlebih dalam penggunaan alat pengolah sampah plastik Creatics karena jumlah produk yang dihasilkan sesuai dengan jumlah permintaan dari konsumen yang ada. Hal tersebut dapat terjadi karena sistem produksi yang dilakukan adalah *make to order* yaitu dilakukan produksi ketika terdapat permintaan secara spesifik dari konsumen.

Unnecessary inventory (persediaan yang tidak perlu)

Tidak terdapat persediaan yang tidak diperlukan dalam produksi maupun pengoperasian alat pengolah sampah plastik Creatics. Hal tersebut disebabkan karena produksi alat pengolah sampah plastik dilakukan dengan sistem *Just In Time* (JIT) atau dengan kata lain akan dilakukan produksi jika memang terdapat pesanan.

4.2. Kuesioner Pendahuluan

Dalam melakukan identifikasi kebutuhan konsumen, dapat dilakukan penyebaran kuesioner pendahuluan terlebih dahulu yang kemudian akan dikembangkan menjadi acuan dalam perancangan spesifikasi produk. Pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang dianggap sesuai untuk menjawab pertanyaan yang ada.

Penyebaran kuesioner pendahuluan dilakukan melalui survei tertulis dengan bentuk pertanyaan terbuka yang kemudian akan dijadikan dasar dalam pembuatan kuesioner yang akan disebarkan selanjutnya. Kuesioner pendahuluan ini diberikan kepada 10 orang responden yang dianggap pernah melihat dan menggunakan alat pengolah sampah plastik sejenis. Kuesioner pendahuluan tersebut terdiri dari 10 buah pertanyaan terbuka, seperti yang tertera pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Kuesioner Pendahuluan

Kuesioner Pendahuluan	
No	Pertanyaan
1	Apakah Anda pernah menggunakan alat pengolah sampah plastik?
2	Apakah Anda membutuhkan alat pengolah sampah plastik pada kehidupan sehari-hari?
3	Menurut Anda, seberapa penting penggunaan alat pengolah sampah plastik?
4	Apa saja jenis plastik yang anda ingin olah dengan alat pengolah sampah plastik?
5	Menurut anda, fitur apa saja yang perlu ada di alat pengolah sampah plastik?
6	Menurut anda, bagaimana ukuran yang sesuai untuk alat pengolah sampah plastik?
7	Menurut Anda, sebaiknya sebuah alat pengolah sampah plastik terbuat dari jenis material seperti apa?
8	Produk apa yang anda inginkan dari hasil olahan plastik dengan menggunakan alat pengolah sampah plastik?
9	Apa saja yang anda pertimbangkan dalam memilih suatu alat pengolah sampah plastik?
10	Berapa <i>range</i> harga yang sesuai untuk alat pengolah sampah plastik?

Pertanyaan yang terdapat pada kuesioner pendahuluan tersebut diajukan dengan tujuan untuk mendapatkan opini dan saran dari responden mengenai produk yang nantinya akan dijadikan acuan dalam perancangan dan pengembangan produk untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pendahuluan, diperoleh beberapa pernyataan yang di antaranya adalah seluruh responden mengatakan pentingnya alat pengolah sampah plastik dikarenakan solusi untuk permasalahan mengenai cara mengatasi sampah belum dilakukan dengan baik. Selain itu, alat pengolah sampah plastik ini dapat menghasilkan nilai tambah pada sampah plastik yang telah diolah dan hasilnya dapat bermanfaat serta berdampak positif bagi lingkungan sehingga menurut seluruh responden alat pengolah sampah plastik merupakan produk yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Kemudian diketahui bahwa 60% dari responden pernah menggunakan alat pengolah sampah plastik yang serupa sebelumnya sehingga mengetahui fungsi dasar dan bagaimana cara kerja alat tersebut seperti kegiatan pencacahan, pelelehan, dan pencetakan. Alat pengolah sampah plastik yang pernah digunakan oleh beberapa responden memiliki mesin pencacah (*shredder*) dan mesin pelelehan (*extruder*) yang menjadi satu secara terintegrasi dan beberapa responden lainnya pernah menggunakan alat pengolah sampah plastik dengan kedua mesin tersebut terpisah (tidak terintegrasi). *Output* yang dihasilkan oleh alat pengolah sampah plastik tersebut bermacam-macam seperti vas bunga, anting, jam dinding, dan lainnya.

Terdapat 100% responden yang mengatakan bahwa jenis plastik yang ingin diolah dengan menggunakan alat pengolah sampah plastik adalah jenis plastik PP dan 70% mengatakan jenis plastik HDPE, hal tersebut disebabkan kedua jenis plastik tersebut merupakan jenis plastik yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dengan jumlah yang tidak sedikit. Misalnya seperti botol minum kemasan, botol *shampoo*, tas kresek, dan lain-lain yang memiliki tingkat kesulitan untuk terurai cukup tinggi. Maka dari itu, dibutuhkan alat pengolah sampah plastik untuk dapat mengolah kedua jenis plastik tersebut. Selain itu, beberapa responden lainnya mengatakan bahwa alat pengolah sampah plastik perlu memiliki kemampuan untuk dapat mengolah jenis plastik lainnya seperti PET, LDPE, dan PVC. Beberapa contoh plastik jenis PVC adalah plastik *wrap*, tempat makan yang terbuat dari plastik, dan mainan anak kecil sedangkan contoh plastik jenis LDPE adalah bungkus makanan. Plastik jenis PVC memiliki tingkat kesulitan untuk terurai yang tinggi sehingga alat pengolah sampah plastik dapat berfungsi secara optimal dan lebih bermanfaat jika dapat mengolah beberapa jenis plastik tersebut.

Fitur yang paling dibutuhkan pada alat pengolah sampah plastik adalah *filter* emisi dalam bentuk gas, tempat penyimpanan (*storage*) hasil pencacahan plastik, pencetak, dan *timer*. Alat pengolah sampah plastik umumnya memiliki kemampuan untuk melelehkan sampah plastik yang telah dicacah, proses tersebut secara keseluruhan terbukti cukup berbahaya dan dapat merugikan kesehatan pengguna. Oleh karena itu, hal ini perlu diatasi dengan membuat fitur *filter* emisi dalam bentuk gas dengan fungsi menyaring emisi yang dianggap berbahaya dan mengolah hasil emisi tersebut sehingga menjadi tidak cukup berbahaya pengguna. Tempat *storage* yang digunakan untuk penyimpanan hasil cacahan plastik perlu ada dalam pengolah sampah plastik sehingga penggunaannya dapat menjadi lebih efisien dan efektif karena tidak perlu menyimpan hasil cacahan tersebut di tempat lain dan akan lebih mudah menjangkau hasil cacahan tersebut jika terdapat tempat penyimpanan pada alat pengolah sampah plastik. Pencetak merupakan fitur yang cukup penting untuk ada karena hasil lelehan alat pengolah sampah plastik dapat dibentuk dan menjadi bermanfaat serta memiliki nilai tambah setelah dilakukan proses pencetakan menjadi barang yang sesuai dengan keinginan. Selain itu, terdapat responden yang mengatakan bahwa dibutuhkannya *timer* waktu pengolahan untuk menandakan jika proses pengolahan sampah plastik seperti proses pencacahan dan pelelehan telah selesai.

Ukuran yang diinginkan oleh 70% responden adalah sedang dan 30% mengatakan ukuran yang sesuai untuk alat pengolah sampah plastik berukuran kecil. Alat pengolah sampah plastik perlu memiliki ukuran yang sedang atau kecil (tidak terlalu besar) sehingga pemakaian ruangnya efektif. Selain itu, beberapa responden mengatakan membutuhkan ukuran sedang pada alat pengolah sampah plastik agar dapat dibawa dan dipindah tempatkan kemana saja secara mudah. Namun, ukuran yang sesuai pada alat pengolah sampah plastik juga memerlukan pertimbangan isu ergonomis.

Sebagian besar responden mengatakan material yang sebaiknya digunakan untuk alat pengolah sampah plastik adalah besi, *stainless steel*, dan baja ringan. Hal ini dikarenakan alat pengolah sampah plastik perlu memiliki rangka yang kokoh dan tahan lama. Selain itu, untuk berfungsi dengan baik sebaiknya alat pengolah sampah plastik terbuat dari material yang tidak mudah berkarat, anti panas, dan ringan untuk dapat memiliki tingkat ketahanan yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu lama. Besi dianggap sesuai untuk digunakan sebagai rangka alat pengolah sampah plastik karena sifat besi yang tahan panas dan kokoh. Sedangkan *stainless steel* dapat digunakan karena sifatnya yang tidak mudah berkarat sehingga dapat mengurangi frekuensi diperlukannya dilakukan *maintenance* atau pemeliharaan pada alat pengolah sampah plastik.

Selain itu, 100% responden mengatakan bahwa produk yang diinginkan dari hasil pengolahan sampah plastik adalah alat rumah tangga. Alat rumah tangga yang dimaksud adalah benda yang tidak terhubung secara langsung dengan pengguna seperti alat makan dan minum, melainkan vas bunga, jam dinding, meja, kursi, dan lain-lain sehingga dapat bersifat aman bagi pengguna. Alat rumah tangga merupakan benda yang secara umum sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga hasil olahan plastik yang menjadi alat rumah tangga akan memiliki nilai tambah yang tinggi dan bermanfaat bagi masyarakat.

Kemudian diketahui bahwa 100% responden mengatakan kualitas merupakan hal utama yang dipertimbangkan dalam memilih alat pengolah sampah plastik. Selain itu, terdapat beberapa hal yang juga dijadikan pertimbangan yaitu harga, ukuran, ketahanan, dan fitur. Tingkat kualitas yang dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik menggambarkan hampir keseluruhan fungsi alat tersebut sehingga merupakan hal yang penting untuk memiliki kualitas yang baik seperti halnya dengan ketahanan. Ukuran alat pengolah sampah plastik yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan konsumen juga merupakan hal yang penting karena akan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja, postur kerja, dan lainnya. Selain itu, responden mengatakan bahwa fitur yang inovatif dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen juga penting untuk dimiliki alat pengolah sampah plastik sehingga pengguna dapat memanfaatkan alat pengolah sampah plastik dengan baik dan optimal sesuai dengan kebutuhannya. *Range* harga yang diinginkan oleh 40% responden pada alat pengolah sampah plastik adalah Rp10.000.000-Rp15.000.000 sedangkan 60% mengatakan *range* harga yang sesuai adalah Rp20.000.000-Rp25.000.000. Beberapa responden mengatakan bahwa harga yang ditawarkan harus sesuai dengan kualitas, ukuran, bahan, dan fitur yang ada sehingga calon konsumen akan tertarik untuk memiliki alat pengolah sampah tersebut.

Dengan dilakukannya penyebaran kuesioner pendahuluan ini, dapat diidentifikasi beberapa keinginan dan kebutuhan konsumen terhadap spesifikasi alat pengolah sampah plastik. Hal ini juga dapat digunakan untuk menjadi acuan dalam merancang kuesioner penelitian selanjutnya dengan tujuan mengidentifikasi berbagai macam atribut kebutuhan konsumen pada alat pengolah sampah plastik. Selain itu, kekurangan yang dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik yang telah ada dan dibuat sebelumnya juga perlu diketahui sebelum dapat melakukan pengembangan.

Permasalahan yang terdapat pada prototipe alat pengolah sampah plastik Creatics yang telah dibuat sebelumnya di antaranya adalah emisi berbahaya yang dihasilkan oleh mesin, mesin *shredder* dan *extruder* yang tidak optimal penggunaannya, mesin yang tidak ergonomis,

pemakaian ruangnya tidak efektif, dan pengaman yang kurang bagi pengguna. Hal ini dapat dijadikan acuan dan dasar dalam melakukan proses pengembangan produk pada penelitian ini.

4.3. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data dalam bentuk pertanyaan untuk dapat menganalisis karakteristik dari responden yang mengisi kuesioner tersebut. Sebelumnya telah dilakukan penyebaran kuesioner pendahuluan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pertanyaan dapat dipahami oleh responden dengan optimal. Setelah itu, dapat dilakukan pembuatan kuesioner yang sebenarnya untuk dapat mengidentifikasi kebutuhan konsumen terhadap alat pengolah sampah plastik. Kemudian hasil dari identifikasi konsumen tersebut akan diterjemahkan menjadi spesifikasi produk dalam proses pengembangan dan perancangan alat pengolah sampah plastik ini. Kuesioner yang tertera pada Tabel 4.2 berikut dirancang dengan berdasarkan Dimensi Garvin dengan tujuan untuk menguji dimensi kualitas produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dimensi Garvin terdiri dari delapan dimensi, yaitu *performance* (kinerja), *feature* (fitur), *reliability* (kehandalan), *conformance* (kesesuaian), *durability* (ketahanan), *serviceability* (servis), *aesthetic* (estetika), dan *perceived quality* (persepsi kualitas).

Dengan kuesioner penelitian ini, dapat dilakukan identifikasi apa saja yang dianggap penting oleh konsumen dan kemudian digunakan sebagai acuan dalam melakukan perancangan spesifikasi produk. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pendahuluan yang telah dilakukan, maka dirancang kuesioner yang terdiri dari 21 buah pertanyaan yang merupakan kriteria alat pengolah sampah plastik berdasarkan Dimensi Garvin dan menggunakan skala *likert* yaitu 1-5 untuk digunakan dalam menjawab pertanyaan tersebut.

Dapat diketahui bahwa pertanyaan pertama hingga keempat mengindikasikan dimensi performa, yaitu karakteristik dan operasi dasar yang perlu dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik. Kemudian pertanyaan kelima hingga ketujuh mengindikasikan dimensi fitur, yaitu elemen tambahan untuk menyempurnakan fungsi dasar alat pengolah sampah plastik sehingga dapat meningkatkan ketertarikan pelanggan terhadap produk dan membedakan alat pengolah sampah plastik ini dengan produk sejenis lainnya. Pertanyaan kedelapan dan sembilan mengindikasikan dimensi keandalan, yaitu kemampuan alat pengolah sampah plastik dalam menjalankan fungsinya dengan baik dan memiliki probabilitas kerusakan yang kecil sehingga produk dapat digunakan oleh konsumen secara optimal dan meningkatkan kepuasan bagi pengguna.

Kemudian pertanyaan kesepuluh mengindikasikan dimensi *conformance*, yaitu bagaimana alat pengolah sampah plastik memenuhi spesifikasi tertentu yang dapat menghasilkan nilai tambah bagi produk. Pada alat pengolah sampah ini, dirancang desain yang memiliki pengaman sehingga tidak membahayakan pengguna pada saat mengoperasikan mesin. Pertanyaan kesebelas, dua belas, dan tiga belas mengindikasikan dimensi ketahanan, yaitu kemampuan produk untuk tetap dapat berjalan fungsinya meskipun telah digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang panjang maka diperlukan penggunaan material yang memiliki tingkat ketahanan tinggi dalam pembuatan prototipe alat pengolah sampah plastik ini. Sedangkan pertanyaan keempat belas, lima belas, dan enam belas mengindikasikan dimensi *serviceability*, yaitu berkaitan dengan bagaimana kemudahan perbaikan dari alat pengolah sampah plastik sehingga akan meningkatkan kepuasan konsumen terhadap produk. Maka, perlu dilakukan perancangan desain yang tidak menyulitkan pengguna dalam melakukan pembersihan atau reparasi mesin serta penggunaan mesin atau material yang *spare part*-nya mudah untuk ditemukan ketika dibutuhkan dalam perbaikan mesin.

Pertanyaan tujuh belas dan delapan belas mengindikasikan dimensi estetika yaitu berkaitan dengan bagaimana tampilan fisik yang dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik dari segi warna, ukuran, dan lain-lain sehingga dapat menawarkan fasilitas yang sesuai dengan keinginan konsumen terhadap aspek tersebut. Kemudian tiga pertanyaan terakhir mengindikasikan dimensi *perceived quality*, yaitu bagaimana persepsi kualitas yang dirasakan oleh konsumen terhadap citra yang dimiliki oleh produk dan hal tersebut akan memengaruhi keinginan pelanggan dalam memiliki alat pengolah sampah plastik ini.

Tabel 4.2 Kuesioner Penelitian

Kuesioner		
No	Dimensi	Pertanyaan
1	<i>Performance</i>	Alat pengolah sampah plastik mudah untuk digunakan dan dioperasikan
2		Alat pengolah sampah plastik tidak menghasilkan emisi berupa gas yang beracun
3		Alat pengolah sampah plastik dapat mengolah dan menghasilkan berbagai jenis produk
4		Alat pengolah sampah plastik memiliki storage sebagai tempat alternatif penyimpanan
5	<i>Feature</i>	Alat pengolah sampah plastik dalam pemakaian ruangnya bersifat efektif
6		Alat pengolah sampah plastik mudah disimpan, dibawa, dan dipindahkan kemana saja
7		Alat pengolah sampah plastik mempunyai desain yang ergonomis
8	<i>Reliability</i>	Kecepatan putar mata pisau mesin alat pengolah sampah plastik dapat diatur dan stabil
9		Keluaran leburan plastik mesin alat pengolah sampah plastik stabil sesuai dengan suhu mesin pemanasnya
10	<i>Conformance</i>	Alat pengolah sampah plastik memiliki pengaman untuk mengurangi kecelakaan
11	<i>Durability</i>	Alat pengolah sampah plastik tidak mudah berkarat
12		Alat pengolah sampah plastik mempunyai kinerja operasi dalam jangka lama
13		Alat pengolah sampah plastik adalah mesin yang tidak mudah rusak
14	<i>Serviceability</i>	Tersedia sparepart mesin yang mudah didapatkan untuk alat pengolah sampah plastik
15		Alat pengolah sampah plastik memiliki kemudahan dalam melakukan reparasi mesin
16		Alat pengolah sampah plastik mudah untuk dibersihkan
17	<i>Aesthetic</i>	Alat pengolah sampah plastik mempunyai warna yang menarik
18		Alat pengolah sampah plastik memiliki desain body yang menarik
19	<i>Perceived Quality</i>	Alat pengolah sampah plastik memiliki hasil olahan plastik yang menarik dan bermanfaat
20		Alat pengolah sampah plastik memiliki mesin yang terintegrasi dan dapat bekerja dengan efektif dan efisien
21		Alat pengolah sampah plastik ramah lingkungan

4.4. Jumlah Populasi dan Sampel

Jumlah populasi yang dijadikan sebagai responden pada penelitian ini merupakan mahasiswa, dosen, atau pekerja yang dianggap memahami mengenai inovasi teknologi. Maka ditentukan jumlah seluruh responden untuk menjawab kuesioner yaitu sebanyak 32 orang sehingga memenuhi syarat suatu data untuk dapat diolah dan jumlahnya mendekati jumlah populasi dengan persebaran distribusi normal. Kemudian dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan teknik *Slovin* untuk menentukan jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini, perhitungan dilakukan dengan menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% menggunakan rumus berikut [19].

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$
$$n = \frac{32}{(1 + 32 \times 0.05^2)} = 29.62 = 30 \text{ sampel}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka dapat diketahui nilai sampel (n) yang diperlukan adalah sebanyak 30 dari 32 data yang sebenarnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa 30 data yang telah diperoleh dapat dianggap telah mewakili populasi.

4.5. Uji Validitas dan Reliabilitas

Setelah dilakukan penyebaran kuesioner kepada 32 orang responden, kemudian perlu dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Suatu instrumen penelitian dapat dikatakan baik atau tidaknya dapat diketahui berdasarkan validitas dan reliabilitasnya. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diperoleh valid dan reliabel yaitu memastikan bahwa kuesioner yang telah dibuat disusun dengan baik dan dapat mengukur gejala serta menghasilkan data yang valid.

Pada penelitian ini, dilakukan uji validitas dan reliabilitas dengan *software* SPSS dan menggunakan metode *Spearman*, hal tersebut dilakukan karena kuesioner yang diberikan berupa skala *likert* sehingga hasil kuesioner bersifat skala ordinal karena terdapat unsur pemeringkatan (*ranking*) pada setiap pilihan jawaban dari pertanyaan dalam kuesioner. Pada Tabel 4.3 berikut tertera hasil uji validitas menggunakan *software* SPSS.

Tabel 4.3 Hasil Uji Validitas menggunakan *Software* SPSS

Spearman's rho	Koefisien Korelasi	Sig. (2-Tailed)	Keterangan	Spearman's rho	Koefisien Korelasi	Sig. (2-Tailed)	Keterangan
VAR1	0.857	0.000	Valid	VAR12	0.75	0.000	Valid
VAR2	0.858	0.000	Valid	VAR13	0.813	0.000	Valid
VAR3	0.885	0.000	Valid	VAR14	0.794	0.000	Valid
VAR4	0.919	0.000	Valid	VAR15	0.861	0.000	Valid
VAR5	0.744	0.000	Valid	VAR16	0.841	0.000	Valid
VAR6	0.906	0.000	Valid	VAR17	0.823	0.000	Valid
VAR7	0.761	0.000	Valid	VAR18	0.673	0.000	Valid
VAR8	0.843	0.000	Valid	VAR19	0.824	0.000	Valid
VAR9	0.869	0.000	Valid	VAR20	0.791	0.000	Valid
VAR10	0.867	0.000	Valid	VAR21	0.635	0.000	Valid
VAR11	0.773	0.000	Valid				

Data yang telah diperoleh dari kuesioner yang telah disebarakan kepada 32 responden dapat dikatakan valid ketika nilai dari “Sig. (2-tailed)” lebih kecil dari 0.05. Berdasarkan hasil uji validitas yang telah dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS, maka dapat diketahui bahwa kuesioner yang telah dibuat dan disebarakan yang terdiri dari 21 pertanyaan adalah valid. Selanjutnya dapat dilakukan uji reliabilitas dengan menggunakan *software* SPSS untuk mengidentifikasi kehandalan dari kuesioner yang telah dibuat.

Tabel 4.4 Hasil Uji Reliabilitas menggunakan *Software* SPSS

Case Processing Summary				Reliability Statistics	
		N	%	Cronbach's Alpha	N of Items
Cases	Valid	32	100.0		
	Excluded ^a	0	0.0		
	Total	32	100.0		

Setelah itu dapat dilakukan uji reliabilitas dengan *software* SPSS. Data yang diperoleh dapat dikatakan reliabel jika nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0.6, maka dapat diketahui bahwa pertanyaan kuesioner adalah reliabel karena memiliki nilai yang lebih besar (0.963 > 0.06) yang artinya instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian dapat dikatakan reliabel (handal).

4.6. Skoring Skala *Likert*

Kuesioner penelitian dibuat dengan tujuan menganalisis tingkat kepentingan terhadap kriteria mengenai alat pengolah sampah plastik berdasarkan Dimensi Garvin menurut konsumen. Tingkat kepentingan tersebut disusun dalam kuesioner dengan menggunakan skala *likert* yang dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur pendapat dan persepsi konsumen terhadap beberapa kriteria tentang alat pengolah sampah plastik yang diberikan. Skala *likert* yang digunakan yaitu 1-5 dengan keterangan (1) adalah Sangat Tidak Penting; (2) adalah Tidak Penting; (3) adalah Cukup Penting; (4) adalah Penting; (5) adalah Sangat Penting.

Tingkat kepentingan beberapa kriteria menurut konsumen tersebut kemudian dapat digunakan untuk membuat urutan atau *ranking*. *Ranking* tersebut dibuat untuk mendeskripsikan prioritas kriteria kebutuhan konsumen dari yang sangat penting hingga sangat tidak penting. Identifikasi dan penentuan prioritas dari kebutuhan pelanggan perlu dilakukan untuk menjadi acuan pada saat melakukan penyusunan spesifikasi produk. Produk yang dihasilkan diharapkan dapat sesuai dengan kebutuhan konsumen sehingga konsumen tertarik dalam menggunakan produk tersebut.

Pengolahan data yang dapat dilakukan dengan kuesioner pada penelitian ini adalah menggunakan teknik skoring untuk memperoleh nilai tingkat kepentingan dari setiap kriteria yang terdapat pada kuesioner. Tahap pertama dalam melakukan perhitungan skoring skala *likert* adalah dengan membuat skor ideal dan *rating scale*. Skor ideal dibuat dengan mengalikan nilai skala dengan jumlah responden yang mengisi kuesioner seperti yang tertera pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.5 Nilai Skala

Skala Jawaban	Nilai
Sangat Tidak Penting (STP)	1
Kurang Setuju (KP)	2
Cukup Setuju (CP)	3
Setuju (S)	4
Sangat Setuju (SP)	5

Tabel 4.6 Rentan Nilai Skala

Rating Scale	
Skor	Skala
0-30	STP
31-60	KP
61-90	CP
91-120	S
121-150	SP

Skor ideal tersebut dibuat untuk mengidentifikasi setiap kriteria yang terdapat dalam kuesioner tergolong dalam skala mana berdasarkan tingkat kepentingannya. Kemudian dapat dilakukan perhitungan skor dan tingkat kepentingan seperti pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Skor dan Tingkat Kepentingan Kriteria

No	Atribut Kebutuhan Konsumen	STP (1)	TP (2)	CP (3)	P (4)	SP (5)	Skor	Tingkat Kepentingan
<i>Performance</i>								
1	Mudah untuk dioperasikan	1	5	3	8	15	127	3.97
2	Emisi tidak beracun	1	3	9	4	15	125	3.91
3	Hasil produk beragam	2	2	6	7	15	127	3.97
4	Memiliki tempat penyimpanan	2	1	8	6	15	127	3.97
<i>Feature</i>								
5	Pemakaian ruang yang efektif	2	4	4	9	13	123	3.84
6	Mudah disimpan, dibawa, dan dipindahkan	1	5	11	6	9	113	3.53
7	Desain yang ergonomis	1	2	8	4	17	130	4.06
<i>Reliability</i>								
8	Kecepatan putar mata pisau stabil dan dapat diatur	2	3	4	8	15	127	3.97
9	Hasil leburan plastik stabil	2	3	4	8	15	127	3.97
<i>Conformance</i>								
10	Dilengkapi pengaman	1	1	6	6	18	135	4.22
<i>Durability</i>								
11	Tidak mudah berkarat	1	2	10	3	16	127	3.97
12	Masa pakai panjang	2	3	5	7	15	126	3.94
13	Tidak mudah rusak	1	1	9	8	13	127	3.97
<i>Serviceability</i>								
14	Sparepart mudah didapat	3	2	6	6	15	124	3.88
15	Reparasi mesin mudah	2	2	5	7	16	129	4.03
16	Mudah dibersihkan	1	4	5	8	14	126	3.94
<i>Aesthetics</i>								
17	Warna menarik	2	3	10	7	10	116	3.63
18	Desain body menarik	2	2	8	7	13	123	3.84
<i>Perceived Quality</i>								
19	Hasil olahan menarik dan bermanfaat	1	2	3	7	19	137	4.28
20	Alat terintegrasi, efisien, dan efektif	3	2	5	4	18	128	4.00
21	Ramah lingkungan	2	1	6	5	18	132	4.13

Contoh perhitungan kriteria 1:

1. Skor = Nilai Skala x Jumlah Responden

$$= (1 \times 1) + (2 \times 5) + (3 \times 3) + (4 \times 8) + (5 \times 15) = 127$$

2. Tingkat kepentingan = Total Skor ÷ Jumlah Responden

$$= 127 \div 32 = 3.97$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui tingkat kepentingan dari setiap kriteria yang ada. Kemudian tahap selanjutnya adalah menentukan urutan prioritas dari 21 kriteria yang ada untuk dijadikan acuan dan sasaran utama dalam pengembangan alat pengolah sampah plastik sehingga kebutuhan konsumen dapat terpenuhi dengan baik dan meningkatkan kepuasan konsumen di masa yang akan datang.

Setelah melakukan penentuan prioritas berdasarkan tingkat kepentingan dari tiap kriteria, maka spesifikasi produk pada pengembangan produk perlu diutamakan pada kriteria yang merupakan prioritas utama dan kemudian pada pengembangan atribut lainnya. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui tingkat kepentingan dari setiap kriteria yang ada. Lima kriteria yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi berdasarkan kebutuhan

konsumen adalah hasil olahan yang menarik dan bermanfaat dengan nilai sebesar 4.28; dilengkapi pengaman dengan nilai sebesar 4.22; ramah lingkungan dengan nilai sebesar 4.13; desain yang ergonomis dengan nilai sebesar 4.06; dan reparasi mesin yang mudah dengan nilai sebesar 4.03.

Tabel 4.8 Prioritas Tingkat Kepentingan Kriteria Kebutuhan Konsumen

No	Atribut Kebutuhan Konsumen	Dimensi	STP (1)	TP (2)	CP (3)	P (4)	SP (5)	Tingkat Kepentingan	Rank
1	Hasil olahan menarik dan bermanfaat	<i>Perceived Quality</i>	1	2	3	7	19	4.28	1
2	Dilengkapi pengaman	<i>Conformance</i>	1	1	6	6	18	4.22	2
3	Ramah lingkungan	<i>Perceived Quality</i>	2	1	6	5	18	4.13	3
4	Desain yang ergonomis	<i>Feature</i>	1	2	8	4	17	4.06	4
5	Reparasi mesin mudah	<i>Serviceability</i>	2	2	5	7	16	4.03	5
6	Alat terintegrasi, efisien, dan efektif	<i>Perceived Quality</i>	3	2	5	4	18	4.00	6
7	Mudah untuk dioperasikan	<i>Performance</i>	1	5	3	8	15	3.97	7
8	Hasil produk beragam	<i>Performance</i>	2	2	6	7	15	3.97	7
9	Memiliki tempat penyimpanan	<i>Performance</i>	2	1	8	6	15	3.97	7
10	Kecepatan putar mata pisau stabil dan dapat diatur	<i>Reliability</i>	2	3	4	8	15	3.97	7
11	Hasil leburan plastik stabil	<i>Reliability</i>	2	3	4	8	15	3.97	7
12	Tidak mudah berkarat	<i>Durability</i>	1	2	10	3	16	3.97	7
13	Tidak mudah rusak	<i>Durability</i>	1	1	9	8	13	3.97	7
14	Masa pakai panjang	<i>Durability</i>	2	3	5	7	15	3.94	8
15	Mudah dibersihkan	<i>Serviceability</i>	1	4	5	8	14	3.94	8
16	Emisi tidak beracun	<i>Performance</i>	1	3	9	4	15	3.91	9
17	Sparepart mudah didapat	<i>Serviceability</i>	3	2	6	6	15	3.88	10
18	Pemakaian ruang yang efektif	<i>Feature</i>	2	4	4	9	13	3.84	11
19	Desain body menarik	<i>Aesthetics</i>	2	2	8	7	13	3.84	11
20	Warna menarik	<i>Aesthetics</i>	2	3	10	7	10	3.63	12
21	Mudah disimpan, dibawa, dan dipindahkan	<i>Feature</i>	1	5	11	6	9	3.53	13

Hasil olahan plastik menarik dan bermanfaat merupakan fungsi utama dari alat pengolah sampah plastik itu sendiri, jika hasil olahan plastik tidak bermanfaat maka hanya akan menjadi sampah baru dan tidak memberi nilai tambah bagi produk. Jika produk hasil olahan plastik menarik maka produk tersebut dapat dijual kembali dan alat pengolah sampah plastik dapat menjadi sumber mata pencaharian dan menguntungkan bagi pengguna. Untuk dapat mewujudkan hal tersebut, perlu disediakan berbagai macam alat pencetak ke dalam berbagai bentuk sehingga lelehan plastik dapat dibentuk menjadi produk baru yang menarik dan bermanfaat. Pengaman pada alat pengolah sampah plastik sangat dibutuhkan, sehingga penggunaan alat pengolah sampah plastik tidak berbahaya dan aman bagi pengguna. Jika tidak terdapat pengaman, pantulan hasil cacahan plastik yang kecil dan tajam dapat terpental dan membahayakan pengguna sehingga penggunaannya menjadi tidak optimal. Untuk mengatasi hal ini, perlu dibuat corong yang tertutup sehingga dapat menahan pantulan plastik serta

membuat corong dengan tinggi yang sesuai berdasarkan isu ergonomis sehingga pengguna tidak mengalami kesalahan postur kerja.

Alat pengolah sampah plastik harus ramah lingkungan agar tidak menjadi dampak negatif bagi lingkungan sekitar maupun pengguna. Ramah lingkungan pada alat pengolah sampah plastik bisa dalam bentuk penggunaan sumber daya yang tidak boros, tidak menghasilkan emisi atau limbah yang berbahaya bagi lingkungan, dan lain-lain. Desain yang ergonomis merupakan salah satu aspek yang penting bagi pengguna karena akan memengaruhi kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan mesin. Selain itu, jika alat pengolah sampah plastik memiliki desain yang ergonomis maka dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja, kesalahan postur kerja, dan lain-lain bagi pengguna. Sedangkan kemudahan dalam reparasi produk dibutuhkan oleh pengguna agar tidak diperlukan ahli atau *skill* yang tinggi dalam memperbaiki alat pengolah sampah plastik jika terjadi kerusakan atau kemacetan pada mesin. Hal ini dapat tercapai jika *sparepart* dari alat pengolah sampah plastik mudah untuk dijangkau oleh pengguna dan sistem *assembly* mesin yang tidak terlalu kompleks.

4.7. Quality Function Deployment

Perhitungan *Quality Function Deployment* dalam penelitian kali ini menggunakan analisis matrik *House of Quality* (HoQ). Analisis ini digunakan untuk dapat mengetahui korelasi antara hubungan keinginan pelanggan dengan peneliti. Pada *Quality Function Deployment* terdapat 2 tahapan yaitu yang pertama adalah metode *Quality Function Deployment* yang ditentukan oleh peneliti, dan langkah selanjutnya akan membuat kembali *Quality Function Deployment* yang ditentukan peneliti ditambah dengan metode 8 *Lean Design Tools*, perbedaan dari kedua tahapan ini yaitu terletak oleh penentuan karakteristik kualitas pelayanan (*HOWs*).

Customer Requirements

Berdasarkan Gambar 4.1 pada *house of quality* (HoQ) dimana pada bagian tersebut berisikan tentang hal – hal yang dibutuhkan dari konsumen, *customer requirement's* didapatkan dari pengajuan kuesioner, terdapat 21 pertanyaan yang diajukan. Nantinya *customer requirement's* akan menyatakan seberapa besar tingkatan kepentingan bagi setiap atribut yang ada bagi konsumen. Berikut adalah gambar HoQ pada produk alat pengolah sampah plastik:

Relationship Between Customer Requirement's and Technical Description

Dapat dilihat bahwa *relationship* menentukan hubungan antara *customer requirement's and technical description* dimana hubungan tersebut ditentukan dengan nilai secara kumulatif untuk mendapatkan nilai bobot. Untuk menentukannya hubungan tersebut dilakukan dengan symbol dapat dilihat pada gambar 4.1 terdapat 3 bobot yaitu kuat, sedang maupun lemah.

Bobot kuat menandakan hubungan yang terjadi antara *customer requirement's and technical description* sangat memenuhi keinginan pelanggan, bobot sedang menandakan hubungan antara *customer requirement's and technical description* terpenuhi, sedangkan pada bobot lemah mendandakan bahwa antara *customer requirement's and technical description* tidak begitu mempengaruhi terpenuhinya keinginan pelanggan.

Correlation Matrix

Correlation matrix terdapat diatas kolom *technical description* dimana merupakan penentu dari struktur dari hubungan *technical description*. *Correlation matrix* juga mengidentifikasi apakah respon teknis saling menguatkan, terdapat 3 simbol pada *correlation matrix*, symbol kuat menandakan bahwa apabila *technical description* mengalami kenaikan maka akan berdampak dengan kenaikan item, symbol sedang menandakan bahwa apabila *technical description* mengalami kenaikan maka tidak terlalu berpengaruh pada item, dan pada symbol lemah menandakan bahwa apabila *technical description* mengalami kenaikan maka tidak berpengaruh pada item.. pada gambar 4.1 ada hampir semua *technical description* yang sangat memiliki hubungan yang kuat, kecuali roda penggerak tidak memiliki hubungan antara item yang lain.

Customer Competitive Assessment

Customer Competitive Assessment melihat bagaimana posisi tingkat kepuasan dari *customer requirement's* terhadap produk yang dibandingkan, terdapat 2 kompetitor pada Creatics 2.0 yaitu Sumpah Sampah dan Robries Indo. Pada gambar 4.1 berdasarkan dari hasil penentuan *customer competitive assessment* bahwa dari 21 atribut yang diinginkan oleh customer memiliki nilai kisaran 2 hingga 5.

Important to Customer

Important to customer menjadi peranan yang sangat penting karena mengetahui kebutuhan konsumen. Kebutuhan konsumen menjadi dasar peneliti untuk membuat spesifikasi produk yang jelas dan detail. Nilai tersebut didapatkan dari hasil *kusioner* yang telah diajukan.

Kemudian menghitung nilai rata – rata dari setiap pertanyaan, hal tersebut untuk melihat nilai/bobot yang didapatkan. Tingkat nilai/bobot yang ditetapkan yaitu 1 – 10.

Target Value

Menunjukkan besarnya sasaran atau keinginan oleh tim pengembang (peneliti) yang ingin dicapai dalam rangka kepuasan konsumen terhadap pelayanan yang diberikan. *Target Value* didapatkan dari pertimbangan peneliti terhadap competitor dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Tingkatan skala yang ditetapkan oleh peneliti yaitu 1 – 5. Berdasarkan dari gambar 4.1 bahwa dari 21 atribut kebutuhan produk yang diinginkan konsumen memiliki nilai kisaran 3 hingga 5

Scale Of Factor

Merupakan nilai rasio perbandingan antara *target value* dibagi dengan penilaian Creatics 2.0 yang terdapat pada *customer competitive assement*, bisa juga disebut dengan performa dari produk. Artinya semakin tinggi *scale of factor* maka semakin keras usaha yang harus dilakukan tim pengembang untuk meningkatkan kualitas pelayanan. Dapat dilihat pada gambar 4.1 penilaian paling tinggi yaitu 1,67 dimana customer sangat mementingkan produk pengolah sampah plastik nantinya agar mudah untuk disimpan, dibawa, dan dipindahkan, kemudian juga mendapatkan nilai 1,5 dimana customer menginginkan desain body yang menarik. Hal tersebut akan menjadi pertimbangan kepada peneliti untuk membuat produk pengolah sampah plastik.

Sales Point

Besarnya nilai jual suatu produk pengolah sampah plastik memiliki nilai jual yang tinggi. Nilai ini dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan nilai jual, yaitu nilai 1 artinya tidak memiliki nilai jual, 1,2 nilai jual rata – rata dan 1,5 nilai jual tinggi. Berdasarkan pada gambar 4.1 *customer requirement* 1,2,3,5,6,7,9,10,11,12,13,16,17,18,19,21 memiliki tingkat skala 1,5 artinya atribut tersebut termasuk kedalam nilai jual yang tinggi dimana nantinya atribut tersebut mempunyai nilai jual. Kemudian pada *customer requirement* 4,14,15 memiliki tingkat skala 1,2 artinya atribut tersebut termasuk kedalam kategori rata – rata, dimana nilai penjualan tidak terlalu berpengaruh, selanjutnya pada *customer requirement* 8 dan 20 memiliki tingkat skala 1 artinya atribut tersebut termasuk kedalam kategori rendah yaitu tidak memiliki nilai jual.

Absolute Weight

Merupakan besaran bobot untuk tiap atribut konsumen yang menjadi dasar evaluasi terhadap penentuan prioritas dari 21 macam atribut. Berdasarkan hasil nilai tersebut terdapat 1 nilai tertinggi yaitu 23 terdapat pada atribut ke 3 dimana konsumen sangat menginginkan produk mudah disimpan, dibawa dan dipindahkan, kemudian nilai tertinggi yaitu 20 terdapat pada atribut ke 2 dan 7 dimana konsumen menginginkan alat pengolah sampah plastik tidak mudah berkarat dan desain body yang menarik.

Technical Competitive Assessment

Technical competitive assessment melihat bagaimana posisi tingkat kepuasan dari *technical description* yang telah dibuat oleh tim pengembang atau peneliti. Pada *Technical competitive assessment* juga membandingkan mesin Craetics 2.0 dengan 2 kompetitor yaitu Sumpah Sampah dan Robers Indo dapat dilihat pada gambar 4.1 nilai yang didapatkan yaitu sebesar 2 hingga 5.

Technical Difficulties

Penilaian dari *technical difficulties* dilakukan untuk mengetahui tingkat kesulitan yang dapat diantisipasi oleh perusahaan untuk menjalankan tujuan desainnya. Dapat dilihat pada gambar 4.1 terdapat nilai 0 pada penilaian pengolahan sampah plastik yaitu energi yang digunakan, controller mesin, kecepatan dynamo, besi, roda penggerak dan warna mesin artinya peneliti atau tim pengembang tidak menemukan kesulitan secara teknis dalam penerapannya.

Nilai 1 pada penilaian pengolahan sampah plastik yaitu kecepatan pisau, kecepatan shredder, material mesin, keamanan mesin, tempat penyimpanan, ukuran kompleks, kecepatan extruder, kecepatan shredder, kemampuan isap exhaust, mesin yang terintegrasi, cetakan plastik, karbon aktif, kain *fiber glass*, artinya tim pengembang menemui kesulitan secara teknis dalam pengerjaannya maupun penerapannya. Nilai 2 pada penilaian pengolahan sampah plastik yaitu keluaran plastik per menit, penyaringan yang efektif, artinya peneliti menemui kesulitan yang rumit secara teknis dalam penerapannya.

Target Value

Menunjukkan besarnya sasaran atau keinginan oleh tim pengembang (peneliti) yang ingin dicapai dalam rangka pencapaian dari karakteristik produk pengolahan sampah plastik. *Target Value* didapatkan dari pertimbangan peneliti terhadap *technical description*. Tingkat skala

yang ditetapkan oleh peneliti yaitu 1 – 5. Berdasarkan dari gambar 4.1 bahwa dari 21 atribut kebutuhan produk yang diinginkan konsumen memiliki nilai kisaran 3 hingga 5.

Absolute Importance

Suatu ukuran yang menunjukkan prioritas yang harus dilaksanakan oleh tim pengembang dengan melihat hubungan antara *technical description*, *customer requirements* dan tingkat kepentingan *customer requirements*. Pada gambar 4.1 3 dari 21 atribut respon teknis yang harus diprioritaskan terlebih dahulu yaitu kain *fiber glass*, warna mesin dan karbon aktif.

Relative Importance

Berguna untuk membantu dalam menentukan respon teknis mana yang akan mendapatkan prioritas untuk dilaksanakan terlebih dahulu. Nilai yang didapatkan berdasarkan perkalian *absolute wight* dan *correlation matrix* pada setiap atribut *technical description*. Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan nilai tertinggi 1350 yaitu material mesin, 1026 yaitu kain *fiber glass* dan nilai 878 yaitu besi.

4.8. Quality Function Deployment Berdasarkan Pareto Diagram

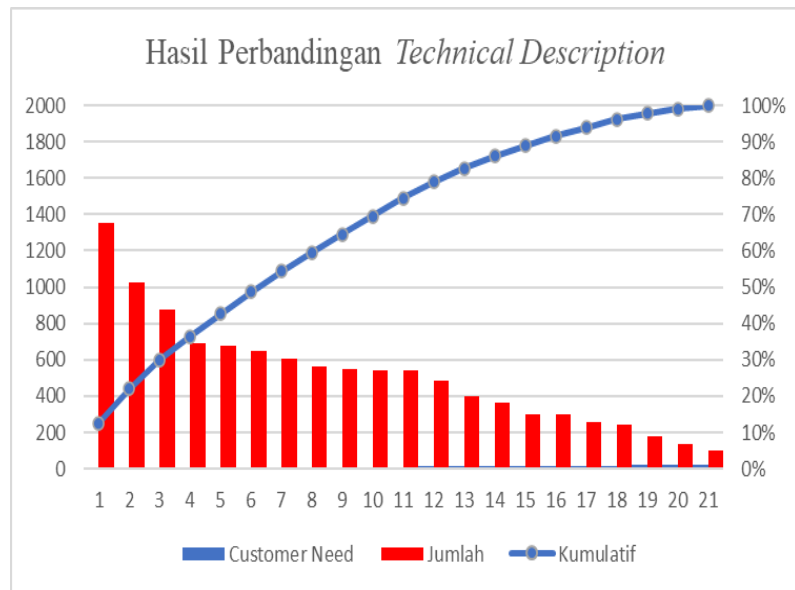
QFD Berdasarkan Technical Description Menggunakan Metode Pareto Diagram

Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah *Technical Description* menggunakan Metode *Pareto*

No	Technical Description	Jumlah	Persentase	Kumulatif
1	Material Mesin	1350	12,5%	12,5%
2	Kain Fiber Glass	1026	9,5%	22,0%
3	Besi	878	8,1%	30,1%
4	Warna Mesin	690	6,4%	36,5%
5	Karbon Aktif	675	6,2%	42,7%
6	Mesin yang Terintegrasi	648	6,0%	48,7%
7	Ukuran Kompleks	608	5,6%	54,3%
8	Kecepatan Shredder	560	5,2%	59,5%
9	Keluaran Plastik per Menit	547	5,1%	64,6%
10	Energi yang Digunakan	540	5,0%	69,6%
11	Cetakan Plastik	540	5,0%	74,5%
12	Kecepatan Dinamo	486	4,5%	79,0%
13	Controller Mesin	400	3,7%	82,7%
14	Roda Penggerak	360	3,3%	86,1%
15	Kecepatan Extruder	302	2,8%	88,9%
16	Pemanasan Maksimal	297	2,7%	91,6%
17	Kemampuan Isap Exhaust	257	2,4%	94,0%
18	Tempat Penyempianan	243	2,2%	96,2%
19	Ketajaman Pisau	176	1,6%	97,9%
20	Penyaringan yang Efektif	135	1,2%	99,1%
21	Keamanan Mesin	97	0,9%	100,0%
TOTAL		10813	100%	100%

Dari tabel dan gambar tersebut dapat diketahui sebanyak 21 atribut pada *technical description* yang paling dominan dengan melihat nilai kumulatifnya fungsinya untuk

membantu tim pengembang secara cepat dalam mengidentifikasi atribut manakah yang harus membutuhkan perhatian khusus dan cepat.



Gambar 4.2 Hasil Perbandingan *Technical Description* dengan *Pareto Diagram*

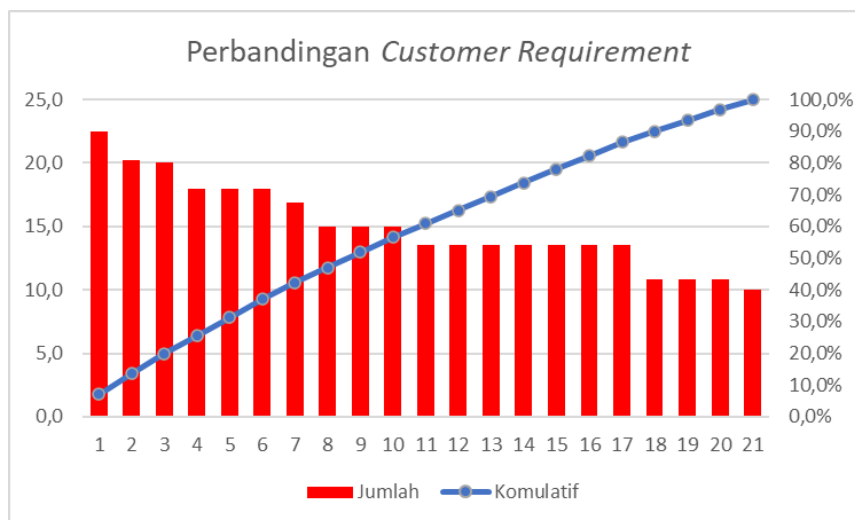
Berdasarkan tabel dan gambar diatas diketahui materia mesin memiliki pengaruh yang lebih besar yaitu sebesar 69 % kemudian persentase kedua dipengaruhi oleh kain *fiber glass* yaitu sebesar 51% dan persentase ketiga dipengaruhi oleh besi yaitu sebesar 44%. Ketiga atribut tersebut harus menjadi proses yang diteliti kembali oleh tim pengembang sebelum memproduksi alat pengolah sampah plastik sehingga persentase yang diakibatkan oleh ke tiga atrbut berkurang.

QFD Berdasarkan Customer Requirement Menggunakan Metode Pareto Diagram

Dari tabel dan gambar tersebut dapat diketahui sebanyak 21 atribut pada *customer requirement* yang paling dominan dengan melihat nilai komulatifnya fungsinya untuk membantu tim pengembang secara cepat dalam mengidentifikasi atribut manakah yang harus membutuhkan perhatian khusus dan cepat. Berdasarkan tabel dan gambar dibawah ini diketahui atribut mudah disimpan, dibawa dan dipindahkan memiliki pengaruh yang lebih besar yaitu sebesar 85 % kemudian persentase kedua dipengaruhi oleh desain body yang menarik yaitu sebesar 80 % dan persentase ketiga dipengaruhi oleh tidak mudah berkarat yaitu sebesar 80%. Ketiga atribut tersebut harus menjadi proses yang diteliti kembali oleh tim pengembang sebelum memproduksi alat pengolah sampah plastik sehingga persentase yang diakibatkan oleh ke tiga atribut berkurang.

Tabel 4.10 Perhitungan Jumlah *Customer Requirement* menggunakan Metode *Pareto*

No	Customer Need	Jumlah	Persentase	Kumulatif
1	Mudah disimpan, dibawa, dipindahkan	22,5	7,1%	7,1%
2	Desain body menarik	20,3	6,4%	13,5%
3	Tidak Mudah Berkarat	20,0	6,3%	19,9%
4	Output leburan setabil	18,0	5,7%	25,6%
5	Sparepart mudah didapat	18,0	5,7%	31,3%
6	Mudah dibersihkan	18,0	5,7%	37,0%
7	Mudah digunakan dan dioperasikan	16,9	5,3%	42,4%
8	Warna menarik	15,0	4,8%	47,1%
9	Desain yang ergonomis	15,0	4,8%	51,9%
10	Ramah lingkungan	15,0	4,8%	56,6%
11	Hasil Olahan Menarik dan Bermanfaat	13,5	4,3%	60,9%
12	Memiliki tempat penyimpanan	13,5	4,3%	65,2%
13	Emisi tidak beracun	13,5	4,3%	69,4%
14	Hasil produk beragam	13,5	4,3%	73,7%
15	Terintegrasi, efisien dan efektif	13,5	4,3%	78,0%
16	Dilengkapi pengaman	13,5	4,3%	82,3%
17	Masa pakai panjang	13,5	4,3%	86,6%
18	Tidak mudah rusak	10,8	3,4%	90,0%
19	Resparasi mesin mudah	10,8	3,4%	93,4%
20	Kecepatan putar stabil, dapat diatur	10,8	3,4%	96,8%
21	Pemakain ruang bersifat efektif	10,0	3%	100%
TOTAL		315,5	100%	100%



Gambar 4.3 Hasil Perbandingan *Customer Requirement* dengan Metode *Pareto* Diagram

4.9. Lean Design Solution Tool

Analisis dengan *Lean Design* dilakukan untuk dapat melaksanakan pengembangan produk alat pengolah sampah plastik yang memiliki nilai tinggi serta *waste* yang rendah. Dengan *Lean Design Solution*, dilakukan optimasi strategi *ilities* untuk meminimasi *evil ings* dengan tujuan mencapai kesuksesan dan memberikan nilai tambah bagi perancang maupun

bagi konsumen. Pada penelitian ini, dilakukan penerapan delapan *Lean Design Solution Tools* untuk menganalisis *ility* dan *ings* pada alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya dan kemudian melakukan pengembangan serta pembaharuan.

“As Is” Iility Checklist

“As Is” *Iility Checklist* digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana performa alat pengolah sampah plastik Creatics terhadap delapan Dimensi Garvin, baik kelebihan maupun kekurangan yang memerlukan perbaikan. Hal ini dilakukan agar pengembang dapat memahami dengan jelas kondisi produk sekarang sebelum melakukan perubahan dan pengembangan terhadap produk tersebut.

Berdasarkan analisis tersebut, dapat diketahui bahwa alat pengolah sampah plastik Creatics masih memerlukan pengembangan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Berdasarkan dimensi *performance*, diketahui bahwa mesin *extruder* yang berfungsi untuk melelehkan hasil cacahan plastik diketahui menghasilkan emisi atau asap dalam bentuk gas yang berbahaya bagi pengguna maupun lingkungan sehingga perlu direduksi atau penambahan fungsi lainnya yang dapat memperbaiki hal tersebut.

Tabel 4.11 Identifikasi Kelebihan dan Kebutuhan Pengembangan pada Creatics

Strategy Iility Value	Good	Needs Improvement
<i>Performance</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mudah untuk digunakan dan dioperasikan Memiliki informasi yang jelas mengenai tiap fitur yang ada pada produk Memiliki <i>storage</i> untuk hasil cacahan plastik dan <i>tools</i> yang dibutuhkan dalam pengoperasian mesin 	<ul style="list-style-type: none"> Pada pengoperasiannya dihasilkan emisi berupa gas berbahaya Memerlukan proses pencacahan berulang.
<i>Feature</i>	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat roda untuk memudahkan proses pemindahan alat pengolah sampah plastik 	<ul style="list-style-type: none"> Ukuran dan berat alat pengolah sampah plastik menimbulkan kesulitan untuk dibawa dan dipindahkan Pemakaian ruangnya tidak bersifat efektif Desain yang tidak ergonomis
<i>Reliability</i>	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki controller untuk mengatur kecepatan dan arah gerak mata pisau pada mesin <i>shredder</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Ketebalan pisau yang tidak sesuai menyebabkan ukuran hasil cacahan terlalu besar untuk dilelehkan Keluaran hasil lelehan plastik tidak optimal dan stabil karena ukuran mesin extruder yang terlalu panjang
<i>Conformance</i>	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat jaring besi pada bagian luar alat pengolah sampah plastik 	<ul style="list-style-type: none"> Corong yang tidak berfungsi dengan baik sehingga membahayakan operator atau pengguna Tidak ada pelindung pada bagian mesin extruder sehingga panas yang dihasilkan dapat membahayakan pengguna
<i>Durability</i>	<ul style="list-style-type: none"> Terbuat dari material yang tidak mudah rusak 	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat material yang mudah berkarat Terdapat beberapa material yang memerlukan perawatan secara berkala Mesin shredder yang tidak presisi menyebabkan alat pengolah sampah plastik memiliki kinerja operasi dalam jangka pendek
<i>Serviceability</i>	<ul style="list-style-type: none"> Sparepart mudah untuk didapatkan Perawatan dapat dilakukan tanpa memerlukan ahli 	<ul style="list-style-type: none"> Cukup sulit untuk dilakukan perbaikan dan untuk dibersihkan Membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan servis atau perawatan
<i>Aesthetic</i>	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki warna yang menarik 	<ul style="list-style-type: none"> Desain body yang kurang menarik
<i>Perceived Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> Hasil olahan plastik dapat menghasilkan berbagai macam recycle product Mesin terintegrasi antara mesin pencacah (<i>shredder</i>) dan mesin pemanas (<i>extruder</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Mesin tidak ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang beracun

Selain itu, alat pengolah sampah plastik Creatics yang memiliki ketebalan mata pisau 1 cm pada mesin *shredder* menyebabkan putaran mata pisau menjadi lambat dan bagi beberapa jenis plastik memerlukan proses pencacahan yang berulang untuk kemudian dapat dilelehkan dengan mesin *extruder*. Berdasarkan dimensi *feature*, diidentifikasi bahwa alat pengolah sampah plastik Creatics memiliki ukuran yang cukup besar yaitu 1 m x 0.65 m menyebabkan kesulitan bagi pengguna untuk membawa dan memindahkan alat tersebut dan juga pemakaian ruangnya tidak bersifat efektif. Selain itu, penempatan mesin *extruder*, *storage*, serta corong yang tidak mempertimbangkan isu ergonomis menyebabkan pengguna seringkali mengalami kesalahan postur kerja.

Berdasarkan dimensi *reliability*, dapat diidentifikasi bahwa keluaran hasil lelehan plastik dari mesin *extruder* tidak optimal dan stabil disebabkan ukuran mesin *extruder* yang terlalu panjang dan ulir yang tidak presisi. Selain itu, seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa ketebalan pisau yang tidak sesuai menyebabkan ukuran hasil cacahan terlalu besar untuk dapat langsung dilelehkan sehingga memerlukan proses pencacahan secara berulang.

Kemudian berdasarkan dimensi *conformance*, dapat diidentifikasi bahwa corong pada alat pengolah sampah plastik Creatics memiliki desain yang tidak dapat berfungsi dengan optimal untuk melindungi pengguna dari pantulan dari hasil cacahan plastik yang tajam dan berbahaya. Selain itu, tidak terdapat pelindung pada bagian mesin *extruder* yang dapat mengurangi panas yang dihasilkan sehingga dapat membahayakan pengguna dalam menggunakan mesin maupun ketika sedang melakukan reparasi atau perawatan ketika mesin sedang menyala.

Berdasarkan dimensi *durability*, dapat diketahui bahwa terdapat material yang memerlukan perawatan secara berkala seperti rantai, *shredder*, dan lainnya. Mesin *shredder* yang dibuat tidak presisi juga menyebabkan penggunaannya menjadi tidak optimal dan membutuhkan pengawasan secara terus menerus untuk dapat mencacah plastik.

Sedangkan berdasarkan dimensi *serviceability*, diketahui bahwa pada alat pengolah sampah plastik Creatics cukup sulit untuk dilakukan reparasi ketika ada hasil cacahan yang macet atau untuk sekadar membersihkan bagian dalam alat, hal ini disebabkan oleh jaring besi yang terdapat pada bagian luar alat sehingga mempersulit pengguna untuk menjangkau bagian dalam. Selain itu, untuk melakukan perbaikan juga diperlukan waktu yang cukup lama terutama ketika terjadi macet pada mesin *shredder* dan ketika hasil lelehan menyangkut pada ulir *extruder*.

Pada dimensi *aesthetic*, dapat diidentifikasi bahwa desain *body* dari alat pengolah sampah plastik Creatics yang bentuknya kurang menarik namun memiliki kombinasi warna produk yang menarik. Sedangkan pada dimensi *perceived quality*, alat pengolah sampah plastik

Creatics dapat dipandang sebagai alat pengolah sampah plastik yang tidak ramah lingkungan dan berbanding terbalik dengan tujuan utamanya disebabkan emisi beracun yang dihasilkan oleh mesin..

Evil Ing Buster

Tools ini digunakan untuk mengidentifikasi *ings* terburuk yang terjadi alat pengolah sampah plastik Creatics berdasarkan empat domain produk yaitu *design*, *supply*, *manufacture*, dan *customer* serta delapan Dimensi Garvin. Dengan *tools* ini dapat diidentifikasi permasalahan yang ada pada alat pengolah sampah plastik Creatics secara lebih detail dan jelas.

Dapat diketahui berdasarkan dimensi *performance* dan domain *design* bahwa alat pengolah sampah plastik Creatics belum memiliki desain standar disebabkan alat ini adalah inovasi baru yang masih membutuhkan pengembangan secara terus menerus.

Selain itu, pada domain *supply* diidentifikasi bahwa terdapat berbagai macam material yang dibutuhkan dalam merancang alat pengolah sampah plastik Creatics sehingga dibutuhkan *supplier* yang dapat menyediakan material tersebut dengan kualitas yang baik dan harga yang terjangkau. Kemudian untuk dimensi *reliability* pada domain *supply*, diidentifikasi bahwa tidak terdapat *supplier* mesin *shredder* dan *extruder* karena mesin tersebut dibuat secara manual oleh yang bertanggung jawab dalam kegiatan produksi.

Hal ini dapat menyebabkan kesulitan jika didapat pesanan serta sulit bagi pengembang baru untuk mendapatkan atau menghasilkan mesin *shredder* dan *extruder* yang serupa karena tidak ada *supplier* tetap dari kedua mesin tersebut. Selain itu, pada domain *customer* diketahui bahwa dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk melakukan proses pencetakan yang disebabkan oleh mesin *extruder* tidak presisi dan hasil lelehan keluar dengan lambat sehingga seringkali hasil lelehan tersebut telah kering sebelum sampai pada cetakan. Identifikasi *evil ings* dengan *tools Evil Ing Buster* yang dideskripsikan secara lengkap dalam bentuk tabulasi tertera pada Tabel 4.10 berikut.

Kemudian berdasarkan dimensi *durability* dan domain *design*, diketahui bahwa dibutuhkan *skill* yang tinggi dalam melakukan perancangan dan pengembangan lanjutan dari alat pengolah sampah plastik Creatics ini karena diperlukan berbagai macam analisis secara ilmiah. Selain itu, mesin *shredder* dan *extruder* yang tidak presisi juga menyebabkan penggunaannya menjadi tidak optimal dalam mencacah dan melelehkan sampah plastik. Pada dimensi *aesthetics* dan domain *manufacture*, diidentifikasi bahwa dibutuhkan waktu yang lama untuk melakukan proses pengecatan sehingga produksi membutuhkan waktu yang cukup lama.

Tabel 4.12 Identifikasi *Evil Ings* pada Creatics menggunakan *Evil Ing Buster*

Evil Ings	Design Domain	Supply Domain	Manufacture Domain	Customer Domain
<i>Performance</i>	Tidak memiliki desain standar.	Terdapat terlalu banyak macam bagian dan material.	Ketebalan pisau tidak presisi.	Membahayakan pengguna disebabkan emisi dalam bentuk gas yang dihasilkan.
<i>Feature</i>	Desain tidak compact.	-	-	Membuat pengguna mengalami kesalahan postur kerja.
<i>Reliability</i>	Desain ukuran mesin utama (<i>shredder</i> dan <i>extruder</i>) tidak sesuai.	Tidak terdapat supplier mesin <i>shredder</i> dan <i>extruder</i> .	Ulir dalam mesin <i>extruder</i> tidak presisi.	Membutuhkan waktu yang lama untuk dapat mencetak hasil lelehan plastik.
<i>Conformance</i>	Desain corong tidak berfungsi secara optimal.	-	Material yang digunakan untuk corong terlalu berat.	Pengaman yang dimiliki tidak optimal untuk mengurangi kecelakaan bagi pengguna.
<i>Durability</i>	Dibutuhkan skill yang tinggi untuk merancang desain yang tidak mudah rusak.	-	Mesin shredder tidak presisi dan sering mengalami kendala.	Alat pengolah sampah tidak dapat digunakan secara optimal oleh pengguna.
<i>Serviceability</i>	Desain bagian luar menyebabkan sulit untuk dilakukan perawatan dan pembersihan mesin.	-	-	Perawatan dan reparasi membutuhkan waktu yang lama.
<i>Aesthetic</i>	Desain body yang kurang menarik.	-	Dibutuhkan waktu yang lama untuk proses mengecat.	-
<i>Perceived Quality</i>	Tidak terdapat banyak pilihan cetakan.	-	Membutuhkan skill yang tinggi untuk merancang mesin terintegrasi.	Tidak ramah lingkungan bagi pengguna.

Pada dimensi *perceived quality* dan domain *design*, diketahui bahwa pada penggunaan alat pengolah sampah plastik Creatics tidak tersedia pilihan cetakan namun hanya tersedia cetakan untuk *paving block* sehingga hal ini dapat menghambat pengguna untuk menghasilkan produk yang bermanfaat dan memiliki nilai tambah lainnya.

Ility Value Baseline Tool

Tools ini digunakan untuk memberikan penilaian terhadap performa alat pengolah sampah plastik Creatics berdasarkan Dimensi Garvin. Penilaian dilakukan oleh *stakeholder* yang pada penelitian ini adalah tim pengembang dari Creatics 2.0 yang terdiri dari 5 orang. Penilaian yang dapat diberikan terdiri dari skala 1 hingga 10, semakin besar nilainya maka semakin bagus performa dari alat pengolah sampah plastik Creatics. Skala 1-2 artinya sangat rendah, 3-4 artinya rendah, 5-6 artinya rata-rata, 7-8 artinya baik, dan 9-10 artinya *excellent*. Hasil penilaian dengan *Ility Value Baseline Tool* tersebut tertera pada Tabel 4.11.

Tabel 4.13 Penilaian Menggunakan *Ility Value Baseline Tool*

Primary Values Rating Tool	Rating					Rata- Rata	Why?
	S1	S2	S3	S4	S5		
<i>Performance</i>	8	6	7	8	7	7.2	Creatics memiliki performa yang cukup baik dalam mengolah plastik dan menjadikannya produk bermanfaat meskipun masih memiliki beberapa kekurangan. Selain itu, mudah untuk digunakan dan
<i>Feature</i>	6	7	6	6	6	6.2	Ukuran dan berat Creatics menyebabkan cukup sulit untuk dipindahkan dan desainnya tidak ergonomis.
<i>Reliability</i>	5	5	6	6	5	5.4	Keluaran lehan plastik tidak stabil dan membutuhkan waktu yang lama serta diperlukan proses pencacahan secara berulang.
<i>Conformance</i>	6	7	6	7	7	6.6	Corong tidak dapat melindungi operator dari pantulan cacahan plastik dan tidak terdapat pengaman yang dapat mengurangi panas pada mesin <i>extruder</i> .
<i>Durability</i>	8	8	8	7	7	7.6	Mesin <i>shredder</i> yang kurang presisi menyebabkan mesin tidak dapat digunakan secara optimal.
<i>Serviceability</i>	6	8	7	8	8	7.4	Reparasi dan perawatan mesin cukup sulit untuk dilakukan.
<i>Aesthetic</i>	8	7	8	8	7	7.6	Kombinasi warna yang dimiliki alat pangolah sampah plastik Creatics menarik.
<i>Perceived Quality</i>	8	8	7	8	8	7.8	Hasil olahan plastik bermanfaat dan mesin bekerja secara terintegrasi.

Dapat diketahui bahwa nilai rata-rata terkecil terdapat pada dimensi *reliability*, yang menunjukkan bahwa menurut para *stakeholder* performa dari alat pengolah sampah plastik Creatics memiliki kekurangan pada keterandalannya yang artinya belum dapat menjalankan fungsinya dengan baik dan optimal. Penyebab utama hal tersebut terjadi adalah keluaran hasil lehan plastik dari mesin *extruder* yang tidak stabil serta membutuhkan waktu yang lama dan proses pencacahan plastik dengan mesin *shredder* yang perlu dilakukan secara berulang sehingga penggunaan performa alat pengolah sampah plastik Creatics menjadi tidak efektif dan efisien. Sedangkan nilai rata-rata terbesar dengan nilai sebesar 7.8 terdapat pada dimensi *perceived quality* yang artinya menurut pendapat *stakeholder*, konsumen memiliki persepsi yang baik dan sesuai dengan tujuan serta fungsi terhadap alat pengolah sampah plastik Creatics.

Dengan kata lain, alat pengolah sampah plastik Creatics dipandang sebagai produk yang dapat menghasilkan olahan plastik bermanfaat dan mesin bekerja secara terintegrasi. Dengan diketahuinya hal ini, maka perlu dilakukan perbaikan dan pengembangan pada performa alat pengolah sampah plastik Creatics dengan mengutamakan permasalahan yang terdapat pada dimensi *reliability* yaitu pada mesin *shredder* dan mesin *extruder* untuk mengoptimalkan fungsi produk saat dioperasikan oleh pengguna.

Innovation Matrix

Innovation matrix merupakan *tools* yang digunakan agar tim pengembang dapat membuat solusi untuk menyelesaikan persamaan *ility* (atribut produk) dan *ing* (seluruh proses terkait produk) yang dimana perlu dilakukan optimasi strategi *ilities* dan meminimasi *evil ings*. Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan matriks inovasi yang berisi solusi dengan susunan yang terdiri dari empat Target Produk yaitu *function* (fungsi), *parts* (bagian), *materials* (bahan/material), dan *people* (manusia) terhadap lima *Design Tactic* yaitu *eliminate* (menyisihkan), *reduce* (mengurangi), *integrate* (mengintegrasikan), *re-use* (penggunaan kembali), dan *add* (menambahkan). Matriks tersebut tertera pada Tabel 4.12 berikut.

Pada *Design Tactic* yaitu *eliminate*, solusi yang ada adalah tidak dilakukan eliminasi fungsi yang terdapat pada terhadap alat pengolah sampah plastik Creatics karena fungsi utama yang dimiliki adalah mencacah dan melelehkan sampah plastik yang tidak perlu diisikan namun hanya memerlukan perbaikan dan pengembangan agar menjadi utilitasnya menjadi optimal.

Tabel 4.14 *Innovation Matrix*

Target Tactic	Function	Parts	Materials	People
Eliminate	Tidak dilakukan eliminasi fungsi.	Eliminasi bagian yang tidak memiliki utilitas tinggi.	Eliminasi material yang memiliki harga tinggi.	Tidak dilakukan eliminasi.
Reduce	Tidak dilakukan pengurangan performa fungsi.	Pengurangan bagian dengan mengkombinasikan fungsi.	Pengurangan jumlah material yang dibutuhkan.	Pengurangan jumlah orang yang dibutuhkan untuk melakukan servis.
Integrate	Mengintegrasikan fungsi produk.	Mengintegrasikan beberapa bagian dalam satu bagian.	Tidak dilakukan integrasi.	Tidak dilakukan integrasi.
Re-Use	Menggunakan ulang solusi fungsi sebelumnya.	Menggunakan ulang beberapa solusi desain sebelumnya.	Menggunakan ulang material untuk mengurangi risiko.	Tidak dilakukan penggunaan ulang.
Add	Menambahkan fungsi baru.	Menambahkan bagian baru untuk memudahkan perbaikan.	Menambahkan material untuk meningkatkan performa.	Dilakukan penambahan.

Kemudian pada terhadap alat pengolah sampah plastik Creatics terdapat terlalu banyak besi *hollow* yang menempati bagian dalam dan penggunaannya tidak optimal yang artinya seharusnya dapat dilakukan pengurangan penggunaan besi *hollow* dan juga terdapat beberapa material yang memiliki harga tinggi sehingga perlu dieliminasi untuk meminimasi biaya.

Pada *Design Tactic* yaitu *reduce*, solusi yang ada adalah dengan tidak melakukan pengurangan performa fungsi justru melakukan pengembangan dari performa yang ada. Kemudian dilakukan pengurangan bagian dengan mengkombinasikan fungsi, hal ini diterapkan pada *storage*. Pada alat pengolah sampah plastik Creatics, letak *storage* berada pada bagian pinggir mesin *shredder* yang menyebabkan memerlukan penambahan jarak dan secara otomatis menambahkan besar ukuran alat serta material yang digunakan. Untuk menjadikan alat pengolah sampah plastik memiliki desain yang *compact* dan pengurangan penggunaan material, dilakukan kombinasi fungsi dari *storage* dan jalur menuju mesin *extruder*, jalur tersebut dapat digunakan langsung sebagai tempat untuk dilalui hasil cacahan plastik menuju mesin *extruder* dan juga dapat digunakan sebagai *storage* jika tidak ingin langsung dilelehkan. Selain itu, desain bagian dalam alat pengolah sampah plastik perlu dibuat mudah dijangkau oleh pengguna sehingga tidak sulit untuk dilakukan reparasi atau perawatan dan tidak membutuhkan orang dengan jumlah yang banyak.

Pada *Design Tactic* yaitu *integrate*, solusi yang ada adalah mengintegrasikan fungsi produk seperti fungsi yang sudah terdapat pada alat pengolah sampah plastik Creatics yaitu mesin pencacah plastik dan pelelehan plastik yang terintegrasi terdapat pada satu produk. Selain itu, juga perlu dilakukan integrasi beberapa bagian menjadi dalam satu bagian sehingga penggunaan tiap bagian menjadi optimal dan tidak hanya memenuhi *space* yang ada.

Pada *Design Tactic* yaitu *re-use*, solusi yang dilakukan adalah menggunakan kembali solusi mengenai fungsi yang sudah ada sebelumnya seperti fungsi mesin *shredder*, *extruder*, dan *storage* sehingga memudahkan proses pengembangan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Kemudian perlu digunakan kembali solusi desain sebelumnya yang telah terbukti dapat bekerja dengan baik jika diterapkan pada alat pengolah sampah plastik yaitu seperti bentuk *storage*, peletakkan dinamo, peletakkan *gearbox*, dan lain-lain. Selain itu, perlu dilakukan penggunaan kembali material yang telah diketahui dengan baik untuk mengurangi risiko yang ada seperti penggunaan besi *hollow* untuk rangka, penggunaan plat besi untuk bagian meja rangka, dan lainnya.

Pada *Design Tactic* yaitu *add*, dilakukan penambahan fungsi baru yaitu *filter* atau penyaringan untuk emisi dalam bentuk gas yang dihasilkan oleh mesin *extruder* dan berbahaya bagi pengguna. Dengan penambahan fungsi ini, alat pengolah sampah plastik jadi memiliki nilai tambah dan dapat mencapai tujuannya sebagai produk yang ramah lingkungan. Kemudian dilakukan penambahan bagian baru seperti akrilik pada bagian corong dan bagian *storage* yang akan memudahkan perbaikan dan identifikasi jika mungkin terjadi permasalahan yang artinya secara otomatis dilakukan penambahan material untuk dapat meningkatkan performa.

Ility Checklist

Tools ini digunakan untuk memastikan bahwa tim pengembang telah memahami sudut pandang dan atribut kebutuhan konsumen terhadap alat pengolah sampah plastik. Pada *tools* ini, *stakeholder* memberikan persepsinya mengenai atribut yang dibutuhkan oleh konsumen pada tiap Dimensi Garvin.

Tabel 4.15 Ility Checklist

Dimensi	Sub-Ility #1	Sub-Ility #2	Sub-Ility #3	Sub-Ility #4
<i>Performance</i>	• Terdapat penyaring (<i>filter</i>) untuk emisi gas	• Ketebalan pisau dapat digunakan untuk mencacah berbagai jenis plastik	• Terdapat storage sebagai alternatif penyimpanan	• Terdapat berbagai pencetak dengan berbagai macam bentuk
<i>Feature</i>	• Produk memiliki desain yang ergonomis	• Produk dapat dengan mudah dibawa dan dipindahkan kemana saja	• Produk memiliki pemakaian ruangan yang bersifat efektif	
<i>Reliability</i>	• Kecepatan putar mata pisau dapat diatur	• Proses pengolahan plastik dapat diselesaikan dalam 10 menit		
<i>Conformance</i>	• Corong memiliki sistem yang tertutup	• Terdapat pelindung pada mesin <i>extruder</i>		
<i>Durability</i>	• Memiliki kinerja operasi selama 4-5 tahun			
<i>Serviceability</i>	• Perawatan dilakukan setiap bulan dan memiliki kemudahan dalam reparasi	• Tidak dibutuhkan penyesuaian saat melakukan perawatan	• Mesin dapat dibersihkan dalam waktu 10-30 menit	• Sparepart untuk servis dapat dijangkau dengan mudah
<i>Aesthetic</i>	• Memiliki kombinasi warna yang menarik	• Memiliki desain yang menarik		
<i>Perceived Quality</i>	• Dapat menghasilkan olahan plastik menjadi produk yang bermanfaat	• Ramah lingkungan	• Terintegrasi dan mudah dioperasikan	

Pada Tabel 4.13, diketahui bahwa *ility* (atribut) dari tiap Dimensi Garvin dibuat ke dalam beberapa *sub-ility*. Urutan *sub-ility* tersebut dibuat berdasarkan urutan kepentingan dari masing-masing atribut menurut tim pengembang dan berdasarkan kuesioner yang telah disebarakan sebelumnya. Berdasarkan penjabaran tersebut maka dapat diketahui *ility* yang dianggap memiliki nilai paling penting dan dijadikan acuan serta harus dapat dicapai dalam pengembangan selanjutnya. Pada dimensi *performance*, perlu dibuat *filter* untuk menyaring emisi dalam bentuk gas yang berbahaya bagi pengguna. Pada dimensi *feature*, diketahui bahwa perlu dibuat desain yang mempertimbangkan isu ergonomis sehingga pengguna tidak mengalami kesalahan postur kerja. Kemudian pada dimensi *conformance*, perlu dirancang desain corong yang optimal untuk menjalankan fungsinya dalam melindungi pengguna dari pantulan cacahan plastik.

Pada dimensi *durability*, alat pengolah sampah plastik harus memiliki ketahanan yang baik dengan penggunaan material yang sesuai sehingga alat pengolah sampah plastik dapat memiliki kinerja operasi empat hingga lima tahun. Sedangkan pada dimensi *serviceability*, kemudahan perawatan dan reparasi merupakan sifat yang harus dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik. Pada dimensi *aesthetic*, memiliki tampilan produk terutama kombinasi warna yang menarik merupakan atribut yang penting sehingga dapat menarik bagi konsumen dan

meningkatkan keinginan konsumen untuk memiliki produk. Selain itu, pada dimensi *perceived quality*, atribut yang dianggap memiliki nilai yang paling penting adalah alat pengolah sampah plastik dapat menghasilkan olahan plastik yang bermanfaat sehingga akan memberikan nilai tambah bagi produk maupun konsumen.

Innovation Flow

Tools ini digunakan untuk mempermudah tim pengembang dalam mengidentifikasi pengembangan yang akan dilakukan berdasarkan empat elemen yaitu *function* (fungsi), *parts* (bagian), *materials* (bahan/material), dan *people* (manusia). Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi hanya untuk pengembangan yang akan dilakukan sekarang tidak untuk lima hingga sepuluh tahun ke depan seperti yang tertera pada Tabel 4.14.

Tabel 4.16 *Ility Checklist*

Creatics 2.0	Step (Now)
Functions	Mesin <i>extruder</i> dan <i>shredder</i> yang terintegrasi dalam satu alat.
	Memiliki penyaring (<i>filter</i>) untuk emisi dalam bentuk gas yang dihasilkan mesin.
	Desain alat yang aman dan ergonomis.
	Hasil keluaran lelehan plastik cepat dan stabil.
	Desain corong yang aman untuk melindungi operator.
Material	Terbuat dari material yang kuat dan tahan dalam jangka yang lama.
	Terbuat dari material yang tidak memerlukan perbaikan secara berkala.
Processes	Proses pencacahan, pelelehan, dan pencetakan dapat dilakukan dengan waktu yang singkat.
People	Tidak memerlukan <i>skill</i> tinggi dalam melakukan reparasi maupun perawatan.
	Menggunakan mesin untuk membuat bagian utama alat pengolah sampah plastik.

Berdasarkan elemen *function*, dapat diketahui bahwa dalam pengembangan yang sekarang mesin utama dalam melakukan proses pencacahan dan pelelehan terintegrasi dalam satu alat. Kemudian dibuat *filter* untuk emisi berbahaya dengan memanfaatkan karbon aktif sehingga dapat menyaring komponen berbahaya yang terdapat pada gas tersebut. *Filter* tersebut perlu dirancang menggunakan material yang tahan panas karena perlu diletakkan dekat dengan mesin *extruder* yang menghasilkan emisi. Selain itu, penggunaan karbon aktif dilakukan karena berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh komunitas *precious plastic* [19] bahwa dengan menggunakan karbon aktif dapat menyaring komponen berbahaya yang terdapat dari emisi (seperti *styrene*, *benzene*, dan lain-lain) secara optimal. Desain dari alat pengolah sampah plastik juga perlu dibuat berdasarkan isu ergonomis, terutama pada bagian hasil keluaran *extruder*, tempat pengambilan *storage*, dan ukuran corong sehingga dapat mengurangi terjadinya kesalahan postur kerja bagi pengguna.

Kemudian hasil keluaran lelehan plastik cepat dan stabil dapat dicapai ketika ukuran mesin *extruder* tidak terlalu panjang sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama dalam menghasilkan lelehan, ulir yang presisi juga merupakan hal yang penting agar keluaran lelehan plastik menjadi stabil. Pada alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya, panjang mesin *extruder* adalah sepanjang 65 cm sehingga pada pengembangan Creatics 2.0 perlu dirancang mesin *extruder* yang lebih pendek dari 65 cm. Berdasarkan elemen *material*, perlu digunakan material yang kuat dan tahan lama sehingga tidak diperlukan perbaikan secara terus menerus. Pada alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya, mesin *shredder* memerlukan pengawasan dan perbaikan secara terus menerus untuk dapat digunakan sehingga perlu digunakan material yang dapat menyelesaikan permasalahan ini.

Pada alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya, diperlukan waktu yang cukup lama untuk menyelesaikan proses pencacahan serta pelelehan. Untuk dapat memenuhi cetakan dengan ukuran sekitar 5 cm x 3 cm, dibutuhkan waktu selama 9 menit untuk menyelesaikan proses pencacahan tanpa proses berulang sekaligus dengan proses pelelehan. Maka untuk elemen *processes*, diperlukan penggunaan mesin *shredder* dan *extruder* dengan spesifikasi yang sesuai untuk dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dan proses keseluruhan dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih cepat. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, dibutuhkan *extruder* dengan ukuran yang lebih pendek dan ulir yang presisi dan juga dibutuhkan mesin *shredder* dengan ketebalan pisau 0.5 cm agar putaran pisau menjadi stabil dan tidak dibutuhkan pengulangan dalam proses pencacahan. Sedangkan untuk elemen *people*, perlu dirancang desain yang tidak terlalu kompleks dan bagian dalam mesin mudah untuk dijangkau sehingga tidak dibutuhkan *skill* yang tinggi dalam melakukan reparasi ataupun perawatan. Selain itu, untuk pembuatan mesin utama seperti mesin *shredder* dan *extruder*, lebih baik digunakan bantuan mesin untuk mempercepat proses pembuatan serta meningkatkan tingkat presisi dari mesin tersebut.

Three Sharks Prediction Tool

Tools ini digunakan untuk tim pengembang melakukan prediksi mengenai perkembangan alat pengolah sampah plastik untuk sekarang dan untuk di masa yang akan datang dengan tujuan untuk memastikan bahwa desain dari produk yang dirancang menjadi cukup *robust* untuk kebutuhan pasar. Penggunaan *tools* ini tertera dalam bentuk tabulasi pada Tabel 4.14. Pada *tools* ini, dilakukan prediksi berdasarkan tiga kategori yaitu *marketplace* (pasar), *technology* (teknologi), dan *competition* (kompetisi). Kemudian prediksi dilakukan untuk tiga tahapan yaitu *step* (generasi pertama), *stretch* (generasi kedua), dan *leap* (generasi ketiga).

Berdasarkan kategori *marketplace*, pada generasi pertama atau dengan kata lain adalah alat pengolah sampah plastik Creatics yang telah dibuat sebelumnya diketahui bahwa belum dapat memenuhi atribut kebutuhan konsumen dengan optimal berdasarkan Dimensi Garvin yang artinya desain dan fungsi yang telah dirancang belum cukup *robust*.

Sedangkan pada generasi kedua yaitu pada penelitian ini, dilakukan penambahan fungsi dan fitur untuk dapat memenuhi atribut kebutuhan konsumen. Kemudian pada generasi ketiga atau di masa yang akan datang, diprediksi bahwa meskipun terdapat perubahan pasar hal tersebut tidak akan mengganggu posisi alat pengolah sampah plastik yang sedang dirancang karena memiliki inovasi tersendiri yang membedakan dengan alat pengolah sampah plastik lainnya.

Tabel 4.17 Analisis *Three Sharks Prediction Tool*

Kategori	Generasi	Prediksi
Marketplace	Step	Strategi desain dari produk tidak dapat memenuhi kategori Dimensi Garvin dengan optimal.
	Stretch	<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan pisau 0.5 cm sehingga dapat mencacah plastik dengan optimal dan stabil. • Ukuran mesin <i>extruder</i> lebih pendek dari 65 cm. • Produk memiliki desain yang ergonomis. • Mudah untuk melakukan perbaikan dan perawatan. • Produk tidak mudah rusak dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.
	Leap	Tidak ada yang mengganggu dari yang terjadi pada perubahan pasar.
Technology	Step	Teknologi yang digunakan pada sistem alat pengolah sampah plastik adalah teknologi sederhana yang sudah pernah ada sebelumnya.
	Stretch	Terdapat penambahan fungsi yang dapat membuat alat pengolah sampah plastik menjadi ramah lingkungan dan aman bagi pengguna.
	Leap	Teknologi baru yang memungkinkan hasil olahan plastik menjadi bahan bakar atau inovasi lainnya sehingga dapat mengganggu bisnis produk.
Competition	Step	Hal yang membedakan produk ini dengan alat pengolah sampah plastik lainnya adalah dalam satu mesin dapat dilakukan dua proses sekaligus (pencacahan dan pelehan).
	Stretch	Di masa yang akan datang kemungkinan akan dihasilkan inovasi baru pada alat pengolah sampah plastik sehingga dapat menjadi pesaing produk ini.
	Leap	Penggabungan pesaing yang menghasilkan inovasi serupa dapat mengancam posisi produk ini di pasar.

Pada kategori *technology*, diketahui bahwa pada generasi pertama teknologi yang digunakan pada sistem alat pengolah sampah plastik merupakan teknologi yang sudah ada

sebelumnya namun dilakukan inovasi dengan mengintegrasikan dua mesin dalam satu alat. Kemudian untuk generasi kedua yaitu pada penelitian ini, dilakukan penambahan fungsi yaitu *filter* untuk emisi berbahaya sehingga menjadi ramah lingkungan dan aman untuk pengguna. Sedangkan pada generasi ketiga diprediksi bahwa kemungkinan terdapat alat pengolah sampah plastik sejenis yang memanfaatkan teknologi terbaru untuk dapat menghasilkan olahan produk menjadi bahan bakar atau lainnya yang memungkinkan dapat mengganggu bisnis produk alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0. Untuk itu, pada pengembangan selanjutnya perlu memanfaatkan teknologi terbaru yang ada sehingga dapat mengoptimalkan fungsi yang terdapat dalam produk.

Pada kategori *competition*, dapat dideskripsikan bahwa alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya dapat bersaing dengan baik dibandingkan dengan kompetitor alat pengolah sampah plastik sejenis karena Creatics menawarkan inovasi baru yang membedakan dengan produk lain dan membirikan ciri khas bagi produk. Sedangkan pada generasi kedua, memungkinkan untuk dihasilkan inovasi baru pada kompetitor yang menghasilkan produk sejenis sehingga dapat menjadi pesaing dari Creatics 2.0.

Kemudian pada generasi ketiga diprediksi bahwa akan terdapat pesaing yang bergabung dan menghasilkan inovasi produk serupa sehingga menyebabkan posisi alat pengolah sampah plastik Creatics yang sedang dikembangkan menjadi terancam posisinya di pasar. Oleh karena itu, perlu dilakukan inovasi secara terus menerus untuk membedakan Creatics dengan produk sejenis lainnya agar tidak mengancam posisi produk di pasar.

Product Architecture “Chunk Check”

Product Architecture “Chunk Check” merupakan *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi dampak yang dihasilkan terhadap empat produk domain yaitu *design*, *supply*, *manufacture*, dan *customer use* berdasarkan arsitektur desain produk yang dikembangkan. *Tools* ini berguna untuk memahami dengan baik dampak yang dihasilkan dari pengembangan desain produk yang dilakukan. Dampak tersebut dideskripsikan dalam bentuk tabulasi yang tertera pada Tabel 4.15 berikut. Arsitektur desain produk yang dikembangkan untuk Creatics 2.0 pada penelitian ini adalah membuat *filter* untuk menyaring emisi yang dihasilkan mesin serta sistem *storage* untuk penyimpanan yang berbeda dengan sebelumnya. Hal ini menyebabkan pada domain *supply*, diperlukan rantai pasok yang baru untuk memasok material yang dibutuhkan dalam merancang kedua bagian tersebut begitu juga dengan domain *design* dan *manufacture* yang akan mengalami proses baru dalam merancang serta membuat *filter* dan *storage* penyimpanan tersebut.

Tabel 4.18 Analisis *Product Architecture* “*Chunk Check*”

Creatics 2.0	Design Domain	Supply Domain	Manufacture Domain
<i>Performance</i>	Mebutuhkan desain baru untuk <i>filter</i> dan <i>storage</i> .	Menggunakan rantai pasok baru.	Proses baru pada pembuatan <i>filter</i> dan <i>storage</i> .
<i>Feature</i>	Mebutuhkan desain baru yang ergonomis.	Tidak ada.	Tidak ada.
<i>Reliability</i>	Mebutuhkan desain baru untuk mesin <i>shredder</i> dan <i>extruder</i> .	Menggunakan rantai pasok baru.	Proses baru pada pembuatan <i>shredder</i> dan <i>extruder</i> .
<i>Conformance</i>	Mebutuhkan desain baru untuk corong.	Dapat digunakan rantai pasok yang sudah ada.	Proses baru pada pembuatan corong.
<i>Durability</i>	Tidak ada.	Menggunakan rantai pasok baru.	Tidak ada.
<i>Serviceability</i>	Mebutuhkan desain rangka produk yang baru.	Tidak ada.	Proses baru pada pembuatan rangka mesin.
<i>Aesthetic</i>	Mebutuhkan desain baru untuk tampilan produk.	Tidak ada.	Tidak ada.
<i>Perceived Quality</i>	Mebutuhkan desain baru untuk cetakan.	Tidak ada.	Proses baru pada pembuatan cetakan.

Dalam perancangan desain produk Creatics 2.0, dilakukan pertimbangan isu ergonomis dalam proses pengoperasian alat pengolah sampah plastik oleh pengguna. Oleh karena itu, pada domain *design* akan dibutuhkan desain baru yang ergonomis berdasarkan analisis yang telah dilakukan sehingga pada domain *customer use* dapat terjadi pengurangan kesalahan postur kerja yang dialami oleh pengguna.

Selain itu, dilakukan penggunaan mesin *shredder* dan *extruder* yang berbeda yaitu dengan perubahan utamanya terdapat pada ketebalan mata pisau dengan ukuran 0.5 cm dan ukuran panjang mesin *extruder* adalah 56 cm. Maka dapat diketahui bahwa pada domain *design*, dibutuhkan desain baru untuk kedua mesin tersebut dan kemudian secara otomatis akan memengaruhi pemilihan pemasok mengenai material kebutuhan mesin tersebut pada domain *supply*. Dengan pengembangan ini, dampaknya pada domain *customer use* adalah penggunaan alat pengolah sampah plastik akan menjadi lebih optimal dengan mesin *shredder* yang presisi dan juga tidak memerlukan proses pencacahan berulang serta waktu yang dibutuhkan untuk melelehkan plastik akan lebih singkat.

Pengembangan lain yang dilakukan untuk Creatics 2.0 dilakukan untuk memiliki dampak mengurangi kecelakaan yang terjadi pada domain *customer use* dengan membuat desain corong yang dapat melindungi pengguna secara optimal dari pantulan cacahan plastik. Hal ini menyebabkan dibutuhkannya desain serta proses baru untuk corong pada domain *design* dan domain *manufacture*. Material yang dibutuhkan untuk membuat corong adalah plat besi yang sama dengan alat pengolah sampah Creatics sebelumnya, sehingga dapat digunakan rantai pasok yang sudah ada pada perancangan sebelumnya.

Untuk dapat merancang alat pengolah sampah plastik yang tahan lama dan memiliki kinerja operasi dalam jangka yang lama, diperlukan penggunaan material penyusun mesin dengan kualitas yang baik. Oleh karena itu, pada domain *supply* diperlukan rantai pasok yang baru untuk dapat memasok bahan-bahan yang memiliki kualitas yang bagus namun dengan harga yang terjangkau.

Dalam mencapai kemudahan untuk melakukan perawatan, reparasi, dan pembersihan pada alat pengolah sampah plastik maka perlu dirancang desain rangka produk yang baru pada domain *design*. Desain perlu dibuat mudah untuk dijangkau oleh pengguna dan tidak memiliki penutup sehingga memudahkan proses reparasi. Oleh karena itu, terjadi proses baru pada pembuatan rangka mesin yang berbeda dengan alat pengolah sampah Creatics sebelumnya pada domain *manufacture*.

Pada dimensi *aesthetic*, perlu dirancang desain baru yang dapat menghasilkan tampilan luar produk menarik bagi konsumen. Hal utama yang perlu dipertimbangkan pada tampilan luar produk adalah bentuk dan kombinasi warna yang digunakan. Pemilihan warna pada produk Creatics 2.0 dapat didasari dengan analisis berdasarkan psikologis atau pemasaran mengenai hal tersebut. Kemudian untuk dimensi *perceived quality* adalah bagaimana persepsi terhadap produk yang berdasarkan analisis atribut kebutuhan konsumen sebelumnya yaitu alat pengolah sampah plastik Creatics harus dapat menghasilkan olahan plastik yang menarik dan bermanfaat. Oleh karena itu, perlu dirancang desain baru pada domain *design* untuk membuat pilihan cetakan yang dapat digunakan oleh pengguna untuk dapat menghasilkan olahan yang bermanfaat sehingga akan terjadi proses baru pada pembuatan cetakan tersebut dalam domain *manufacture* dengan harapan dapat memberikan nilai tambah yang tinggi bagi pengguna.

Tabel 4.19 Data Hasil Pengembangan Produk Menggunakan *Lean Design Tools*

Dimensi	Sub-Ility #1	Sub-Ility #2	Sub-Ility #3	Sub-Ility #4
<i>Performance</i>	• Terdapat penyaring (<i>filter</i>) untuk emisi gas	• Ketebalan pisau dapat digunakan untuk mencacah berbagai jenis plastik	• Terdapat storage sebagai alternatif penyimpanan	• Terdapat berbagai pencetak dengan berbagai macam bentuk
<i>Feature</i>	• Produk memiliki desain yang ergonomis	• Produk dapat dengan mudah dibawa dan dipindahkan kemana saja	• Produk memiliki pemakaian ruangan yang bersifat efektif	
<i>Reliability</i>	• Kecepatan putar mata pisau dapat diatur	• Proses pengolahan plastik dapat diselesaikan dalam 10 menit		
<i>Conformance</i>	• Corong memiliki sistem yang tertutup	• Terdapat pelindung pada mesin <i>extruder</i>		
<i>Durability</i>	• Memiliki kinerja operasi selama 4-5 tahun			
<i>Serviceability</i>	• Perawatan dilakukan setiap bulan dan memiliki kemudahan dalam reparasi	• Tidak dibutuhkan penyesuaian saat melakukan perawatan	• Mesin dapat dibersihkan dalam waktu 10-30 menit	• Sparepart untuk servis dapat dijangkau dengan mudah
<i>Aesthetic</i>	• Memiliki kombinasi warna yang menarik	• Memiliki desain yang menarik		
<i>Perceived Quality</i>	• Dapat menghasilkan olahan plastik menjadi produk yang bermanfaat	• Ramah lingkungan	• Terintegrasi dan mudah dioperasikan	

Customer Requirement

Berdasarkan gambar 4.4 bagaian tersebut berisikan tangan hal – hal yang dibutuhkan dari konsumen, *customer requirement's* didapatkan dari pengajuan kusioner, terdapat 21 pertanyaan yang diajukan. Nantinya *customer requirement's* akan menyatakan seberapa besar tingkan kepentingan bagi setiap atribut yang ada bagi konsumen. Untuk pertanyaan yang diajukan sama dengan pembahasan pertama *HoQ*.

Technical Description

Berdasarkan gambar 4.4 *technical description* berisikan tentang kebutuhan teknis, data yang didapatkan berdasarkan hasil pengembangan *lean design* menggunakan konsep *8 lean design tools*. Pada *technical description* terdapat 21 penjabaran mengenai teknis dari sebuah produk. Nantinya *technical description* akan menjadi penilaian yang akan dibandingkan dengan *customer requirement's* untuk menentukan hubungan tingkat kekuatan satu sama lain.

Relationship Between Customer Requirement's and Technical Description

Dapat dilihat bahwa *relationship* menentukan hubungan antara *customer requirement's and technical description* dimana hubungan tersebut ditentukan dengan nilai secara kumulatif untuk mendapatkan nilai bobot. Untuk menentukannya hubungan tersebut dilakukan dengan symbol dapat dilihat pada gambar 4.4 terdapat 3 bobot yaitu kuat, sedang maupun lemah.

Bobot kuat menandakan hubungan yang terjadi antara *customer requirement's and technical description* sangat memenuhi keinginan pelanggan, bobot sedang menandakan hubungan antara *customer requirement's and technical description* terpenuhi, sedangkan pada bobot lemah mendandakan bahwa antara *customer requirement's and technical description* tidak begitu mempengaruhi terpenuhinya keinginan pelanggan.

Correlation Matrix

Correlation matrix terdapat diatas kolom *technical description* dimana merupakan penentu dari struktur dari hubungan *technical description*. *Correlation matrix* juga mengidentifikasi apakah respon teknis saling menguatkan, terdapat 3 simbol pada *correlation matrix*, symbol kuat menandakan bahwa apabila *technical description* mengalami kenaikan.

Hal tersebut akan berdampak dengan kenaikan item, symbol sedang menandakan bahwa apabila *technical description* mengalami kenaikan maka tidak terlalu berpengaruh pada item, dan pada symbol lemah menandakan bahwa apabila *technical description* mengalami kenaikan maka tidak berpengaruh pada item pada Gambar 4.4 ada hampir semua *technical description* yang sangat memiliki hubungan yang kuat, kecuali corong memiliki system yang tertutup, ketebalan pisau, terdapat storage, berbagai macam bentuk cetakan, kecepatan dynamo, kain *fiber glass* dan roda penggerak.

Customer Competitive Assesment

Pada penjelasan mengenai penilaian *customer competitive assesment* yang terdapat pada *house of quality* menggunakan konsep 8 *design tools* sama dengan penjelasan yang terdapat pada gambar 4.1 yang menjelaskan *customer competitive assesment* pada metode *house of quality* yang pertama. Hal itupun sama dengannya penjelasan mengenai *important to customer, target value, sales up factor, sales point, absolute wight* yang terdapat pada gambar 4.1. hal tersebut dikarenakan tidak ada perubahan karena atribut yang diajukan sama.

Technical Competitive Assessment

Technical competitive assessment melihat bagaimana posisi tingkat kepuasan dari *technical description* yang telah dibuat oleh tim pengembang atau peneliti. Pada *Technical competitive assessment* juga membandingkan mesin Craetics 2.0 dengan 2 kompetitor yaitu Sumpah Sampah dan Robers Indo dapat dilihat pada gambar 4.4 nilai yang didapatkan yaitu sebesar 2 hingga 5.

Technical Difficulties

Penilaian dari *technical difficulties* dilakukan untuk mengetahui tingkat kesulitan yang dapat diantisipasi oleh perusahaan untuk menjalankan tujuan desainnya. Dapat dilihat pada gambar 4.4 terdapat nilai 0 pada penilaian pengolahan sampah plastik yaitu besi, roda penggerak dan controller mesin artinya peneliti atau tim pengembang tidak menemukan kesulitan secara teknis dalam penerapannya. Nilai 1 pada penilaian pengolahan sampah plastik yaitu terdapat penyaringan filter, kecepatan mata pisau dapat diatur, perawatan ditentukan setiap bulan, kombinasi warna yang menarik, ketebalan pisau, pelindung mesin *extruder*, terdapat storage, berbagai macam bentuk cetakan, mesin dibersihkan dalam waktu 10 – 30 menit, material yang kuat dan tahan lama, mesin yang terintegrasi, kecepatan dynamo, kain *fiber glass*.

Berdasarkan hal tersebut, artinya tim pengembang menemui kesulitan secara teknis dalam pengerjaannya maupun penerapannya. Nilai 2 pada penilaian pengolahan sampah plastik yaitu desain yang ergonomis, corong yang memiliki system yang tertutup, kinerja operasi selama 4 – 5 tahun dan proses pengolahan diselesaikan dalam 10 menit artinya peneliti menemui kesulitan yang rumit secara teknis dalam penerapannya.

Target Value

Menunjukkan besarnya sasaran atau keinginan oleh tim pengembang (peneliti) yang ingin dicapai dalam rangka pencapaian dari karakteristik produk pengolahan sampah plastik. *Target Value* didapatkan dari pertimbangan peneliti terhadap *technical description*. Tingkat skala yang ditetapkan oleh peneliti yaitu 1 – 5. Berdasarkan dari gambar 4.4 bahwa dari 21 atribut kebutuhan produk menggunakan konsep 8 *design tools* yang diinginkan konsumen memiliki nilai kisaran 4 hingga 5.

Absolute Importance

Suatu ukuran yang menunjukkan prioritas yang harus dilaksanakan oleh tim pengembang dengan melihat hubungan antara *technical description*, *customer requirements* dan tingkat kepentingan *customer requirements*. Pada gambar 4.4 4 dari 21 atribut respon teknis menggunakan konsep 8 *design tools* yang harus diprioritaskan terlebih dahulu yaitu kain terdapat penyaring filter, kain *fiber glass*, desain yang ergonomis dan karbon aktif

Relative Importance

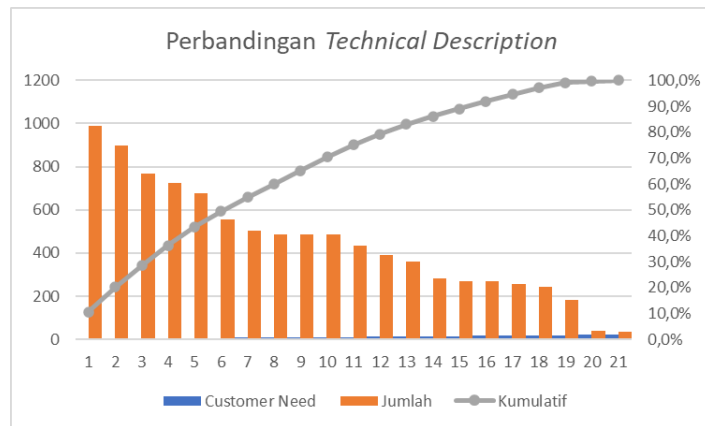
Berguna untuk membantu dalam menentukan respon teknis mana yang akan mendapatkan prioritas untuk dilaksanakan terlebih dahulu. Nilai yang didapatkan berdasarkan perkalian *absolute wight* dan *correlation matrix* pada setiap atribut *technical description*. Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan nilai tertinggi 990 yaitu kain *fiber glass*, 900 yaitu kain desain yang ergonomis dan nilai 770 yaitu penyaring filter.

4.11. Quality Function Deployment Menggunakan Konsep Lean Design Tools Berdasarkan Pareto Diagram

Dari tabel dan gambar diatas dapat diketahui sebanyak 21 atribut pada *technical description* dengan menggunakan konsep 8 *lean desgin tools* yang paling dominan dengan melihat nilai komulatifnya fungsinya untuk membantu tim pengembang secara cepat dalam mengidentifikasi atribut manakah yang harus membutuhkan perhatian khusus dan cepat.

Tabel 4.20 Perhitungan Jumlah *Technical Description* menggunakan Metode *Pareto*

No	Technical Description	Jumlah	Persentase	Kumulatif
1	Kain Fiber Glass	990	10,6%	10,6%
2	Desain yang Ergonomis	900	9,6%	20,2%
3	Terdapat Penyaring Filter	770	8,2%	28,5%
4	Besi	726	7,8%	36,2%
5	Karbon Aktif	675	7,2%	43,5%
6	Controller Mesin	555	5,9%	49,4%
7	Pelindung Mesin Extruder	504	5,4%	54,8%
8	Mesin Dibersihkan Dalam Waktu 10 - 30 Menit	486	5,2%	60,0%
9	Mesin yang Terintegrasi	486	5,2%	65,2%
10	Kecepatan Dinamo	486	5,2%	70,4%
11	Material Kuat dan Tahan Lama	432	4,6%	75,0%
12	Corong Memiliki Sistem yang Terutup	389	4,2%	79,2%
13	Roda Penggerak	360	3,9%	83,1%
14	Terdapat Storage	284	3,0%	86,1%
15	Kecepatan Mata Pisau dapat Diatur	270	2,9%	89,0%
16	Berbagi Macam Bentuk Cetakan	270	2,9%	91,9%
17	Perawatan Dilakukan Setiap Bulan	257	2,7%	94,6%
18	Kinerja Operasi Selama 4 - 5 Tahun	243	2,6%	97,2%
19	Kombinasi Warna yang Menarik	182	2,0%	99,2%
20	Proses Pengolahan Diselesaikan 10 Menit	41	0,4%	99,6%
21	Ketebelan Pisau	36	0,4%	100,0%
TOTAL		9340	100%	100%



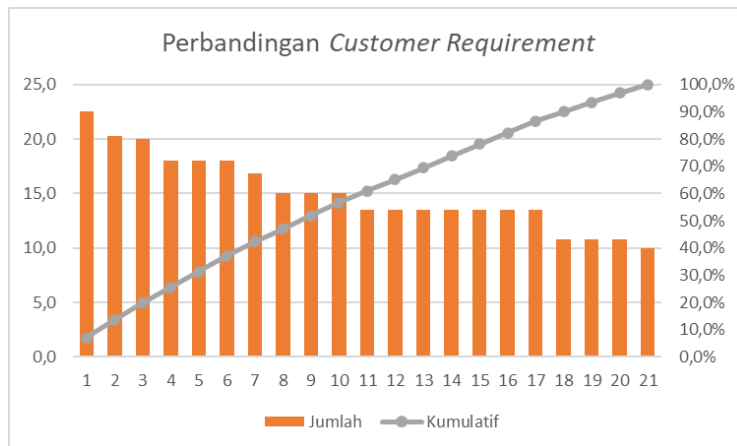
Gambar 4.3 Hasil Perbandingan *Technical Description* dengan Metode *Pareto Diagram*

Berdasarkan tabel dan gambar diatas diketahui kain *fiber glass* memiliki pengaruh yang lebih besar yaitu sebesar 79% kemudian persentase kedua dipengaruhi oleh kain desain yang ergonomis yaitu sebesar 75% dan persentase ketiga dipengaruhi oleh terdapat penyaring filter yaitu sebesar 69%. Ketiga atribut tersebut harus menjadi proses yang diteliti kembali oleh tim pengembang sebelum memproduksi alat pengolah sampah plastik sehingga persentase yang diakibatkan oleh ke tiga atrbut berkurang.

QFD Menggunakan Konsep Lean Design Tools Berdasarkan Customer Requirement Menggunakan Metode Pareto Diagram

Tabel 4.21 Perhitungan Jumlah *Customer Requirement* dengan Metode *Pareto*

No	Customer Need	Jumlah	Persentase	Kumulatif
1	Mudah disimpan, dibawa, dipindahkan	22,5	7,1%	7,1%
2	Desain body menarik	20,3	6,4%	13,5%
3	Tidak Mudah Berkarat	20,0	6,3%	19,9%
4	Output leburan setabil	18,0	5,7%	25,6%
5	Sparepart mudah didapat	18,0	5,7%	31,3%
6	Mudah dibersihkan	18,0	5,7%	37,0%
7	Mudah digunakan dan dioperasikan	16,9	5,3%	42,4%
8	Warna menarik	15,0	4,8%	47,1%
9	Desain yang ergonomis	15,0	4,8%	51,9%
10	Ramah lingkungan	15,0	4,8%	56,6%
11	Hasil Olahan Menarik dan Bermanfaat	13,5	4,3%	60,9%
12	Memiliki tempat penyimpanan	13,5	4,3%	65,2%
13	Emisi tidak beracun	13,5	4,3%	69,4%
14	Hasil produk beragam	13,5	4,3%	73,7%
15	Terintegrasi, efisien dan efektif	13,5	4,3%	78,0%
16	Dilengkapi pengaman	13,5	4,3%	82,3%
17	Masa pakai panjang	13,5	4,3%	86,6%
18	Tidak mudah rusak	10,8	3,4%	90,0%
19	Resparasi mesin mudah	10,8	3,4%	93,4%
20	Kecepatan putar stabil, dapat diatur	10,8	3,4%	96,8%
21	Pemakaian ruang bersifat efektif	10,0	3%	100%
TOTAL		315,5	100%	100%



Gambar 4.6 Hasil Perbandingan *Customer Requirement* dengan Metode *Pareto Diagram*

Dari tabel dan gambar diatas dapat diketahui sebanyak 21 atribut pada *customer requirement* menggunakan konsep 8 *desing tools* yang paling dominan dengan melihat nilai kumulatifnya fungsinya untuk membantu tim pengembang secara cepat dalam mengidentifikasi atribut manakah yang harus membutuhkan perhatian khusus dan cepat. Berdasarkan tabel dan gambar diatas diketahui atribut mudah disimpan, dibawa dan dipindahkan memiliki pengaruh yang lebih besar yaitu sebesar 85 % kemudian persentase kedua dipengaruhi oleh desain body yang menarik yaitu sebesar 80 % dan persentase ketiga dipengaruhi oleh tidak mudah berkarat yaitu sebesar 80%. Ketiga atribut tersebut harus menjadi proses yang diteliti kembali oleh tim pengembang sebelum memproduksi alat pengolah sampah plastik sehingga persentase yang diakibatkan oleh ke tiga atrbut berkurang.

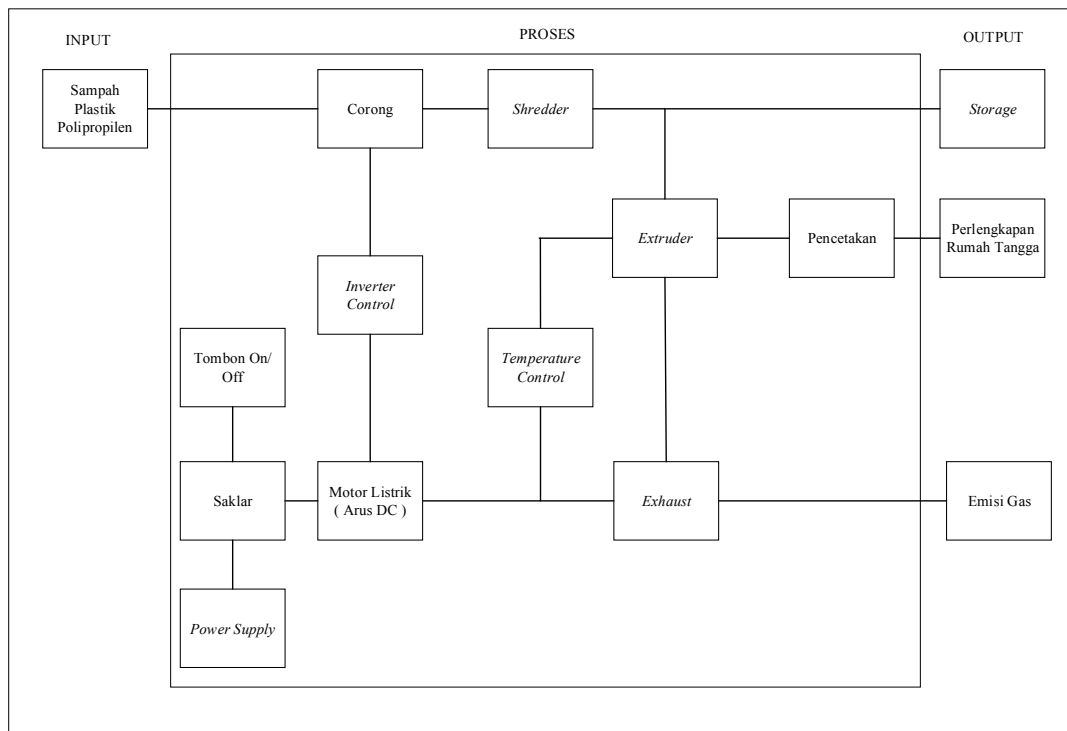
4.12. Arsitektur Produk

Penentuan arsitektur produk merupakan hal yang paling pneting karena arsitektur akan berpengaruh terhadap perubahan desain produk, kinerja produk dan yang lainnya. Berikut adalah skema produk dan interkasi fundamental dan incidental

Skema Produk

Skema produk menggambarkan suatu diagram tentang pengertian tim pengembang dalam elemen atau komponen yang menyusun sebuah produk yaitu pada alat pengolah sampah plastik. Berikut adalah skema produk dari alat pengolah sampah Creatics 2.0. Berdasarkan gambar 4.7 skema produk mesin Creatics 2.0 pada tahapan awal *power supply* akan memberikan daya terhadap mesin, pada saat mesin dinyalakan yaitu dengan menekan tombol on maka daya tersebut akan menghasilkan arus DC sehingga mengaktifkan motor listrik.

Kemudian arus akan membagikan 3 komponen pada mesin, terjadi perubahan energi listrik menjadi energi gerak kepada mata pisau, *screw* dan *exhaust*. Arus akan terjadi perubahan dari energi listrik menjadi energi panas kepada *heatband*. Pada saat sampah plastik jenis PP dimasukan kedalam corong, maka mata pisau akan mencacah sampah plastik tersebut. Kemudian setelah dicacah, hasil cacahan tersebut akan melewati 2 pilihan jalur, pilihan pertama yaitu hasil akan tersimpan kedalam kotak penyimpanan pencacah, pilihan kedua yaitu hasil akan lanjut menuju *screw*.



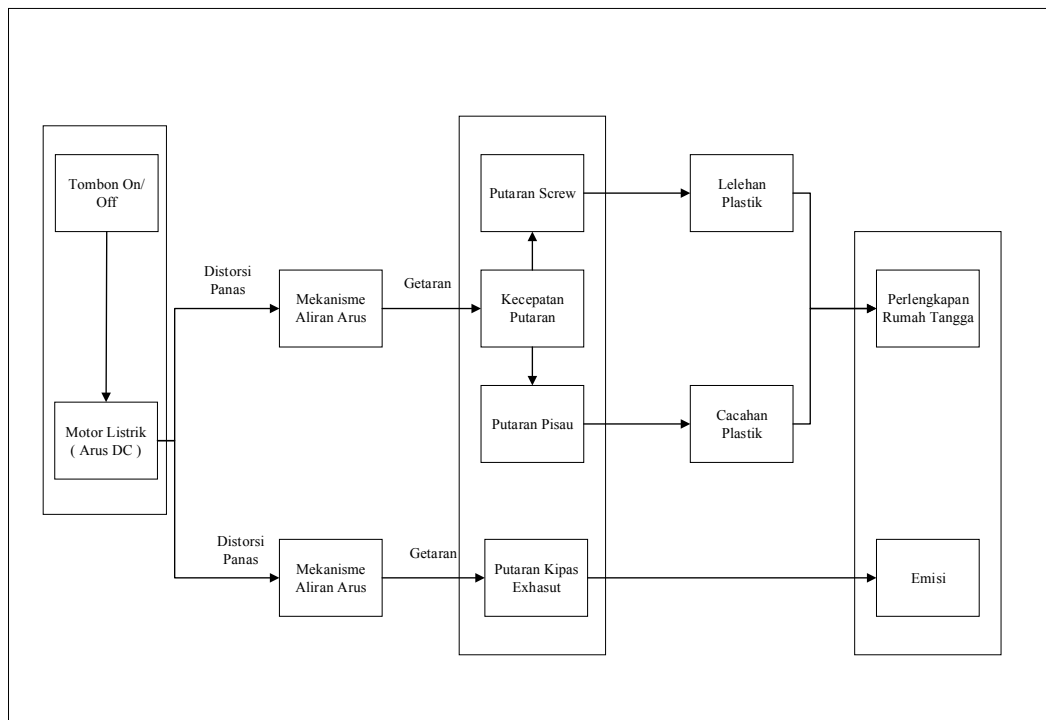
Gambar 4.7 Skema Produk Mesin Creatics 2.0

Apabila jalur kedua yang dipilih maka proses selanjutnya cacahan plastik akan menuju ke *extruder* dimana pada proses ini plastik akan mengalami pemanasan yang diberikan oleh *heat band* hingga menjadi lelehan plastik, kemudian plastik akan didorong menggunakan *screw* hingga plastik masuk kedalam proses pencetakan. Pada saat proses plastik menuju dari *screw* ke pencetakan, komponen *exhaust* akan bekerja yaitu dengan menghisap emisi gas yang dikeluarkan oleh plastik pada saat proses pemanasan untuk di saring, agar emisi yang dikeluarkan tidak beracun.

Interaksi Fundamental dan Insidental

Interaksi fundamental adalah adanya hubungan koerspondensi untuk garis – garis skema yang menghubungkan satu dengan lainnya. Tujuannya untuk dipahami dan direncanakan secara baik dikarenakan hal ini sangat mendasar pada sistem oprasinya. Sedangkan interaksi

incidental menjelaskan interaksi yang muncul karena elemen fungsional menjadi bentuk fisik tertentu. Berikut merupakan gambaran interaksi fundamental dan incidental yang terjadi pada mesin Creatics 2.0



Gambar 4.8 Interaksi Fundamental dan Insidental

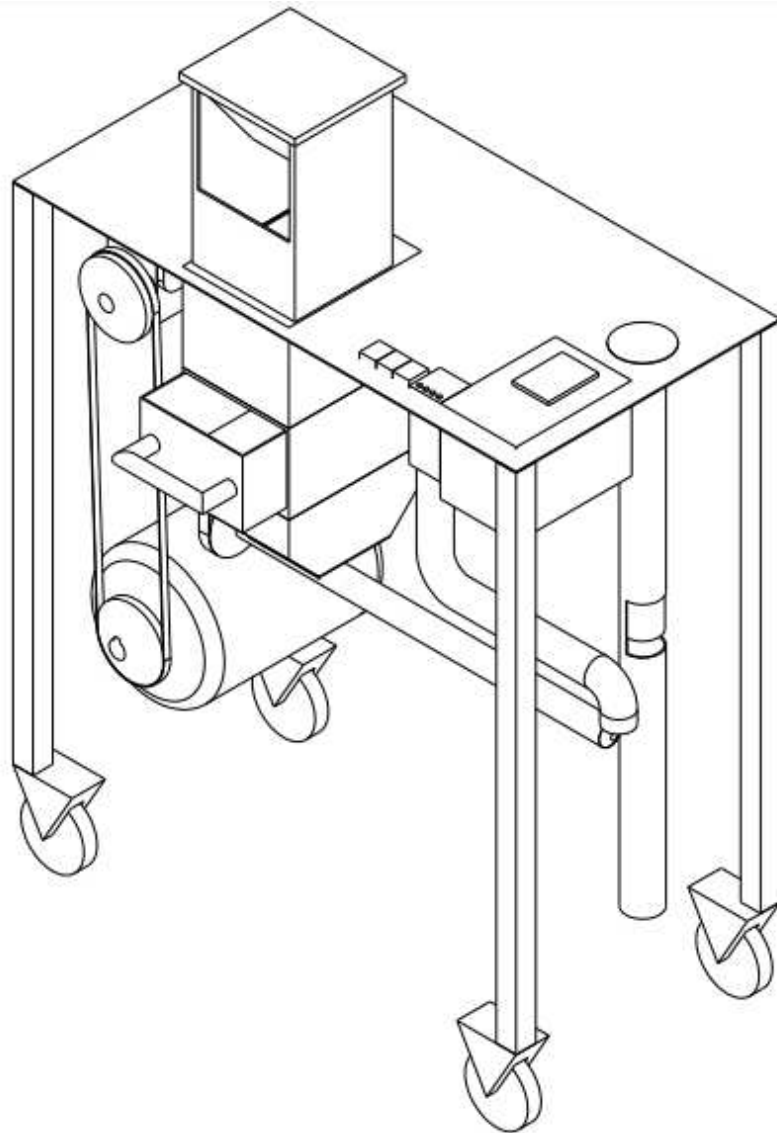
Interaksi fundamental yang terjadi yaitu pada saat tombol dinyalakan maka akan membuat motor listrik berjalan, energi listrik tersebut akan terbagi menjadi 2 yaitu arus menuju mata pisau dan menuju *screw*. Kemudian arus yang kedua yaitu menuju *exhaust*. Hal tersebut dinamakan mekanisme aliran arus.. Untuk menghasilkan plastik yang sempurna maka harus memperhatikan kecepatan tiap komponen, seperti kecepatan mata pisau dan *screw* diatur dengan menggunakan *controller*, selain itu juga *controller* mengatur arah gerakan mata pisau *forward* dan *reverse*. Kemudian pada bagian *screw* terdapat pemanas, pada bagian pemanas terdapat *temperature controller* fungsinya untuk mengatur suhu yang diinginkan dalam melelehkan plastik. Selain itu juga terdapat *exhaust* yang berfungsi untuk mengisap emisi gas yang dikeluarkan pada saat melelehkan plastik.

Interaksi insidental yang terjadi pada mesin Creatics 2.0 yaitu terdapat mekanisme arus yang berbeda. Untuk menjalankan *screw* dan mata pisau maka energi yang dikeluarkan oleh motor listrik akan menimbulkan gerakan serta getaran. Getaran yang dihasilkan oleh motor listrik nantiinya akan membuat mata pisau dan *screw* berputar. Untuk menjalankan *heat band* atau pemanas pada *extruder* maka energi listrik yang dikeluarkan akan menimbulkan energi panas. Energi panas ini yang akan diberikan oleh *heat band* kepada *extruder* untuk melelehkan

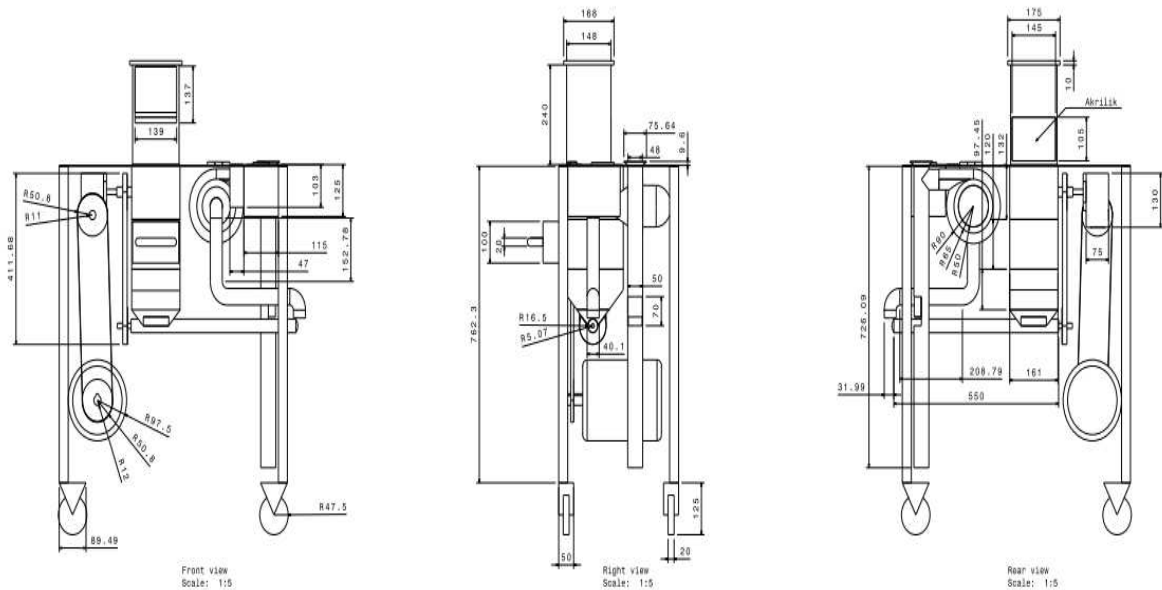
plastik. Kemudian mekanisme yang terakhir, untuk menjalankan sebuah *exhaust* energi yang dikeluarkan sama halnya dengan *screw* dan mata pisau, dimana energi listrik akan menimbulkan gerakan dan getaran sehingga akan membuat baling – baling kipas pada *exhaust* akan berputar, sehingga emisi gas dapat terisap oleh *exhaust*.

Desain Produk

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dilakukan identifikasi apa saja spesifikasi yang perlu ada dalam alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen serta dapat memperbaiki permasalahan yang terdapat pada alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya. Dengan desain produk yang dibuat pada penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan prototipe yang lebih baik dari sebelumnya dan memiliki utilitas yang optimal. Desain yang telah dirancang tertera pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Desain Produk Keseluruhan



Gambar 4.10 Desain Produk (Tampak Depan, Samping, dan Belakang)

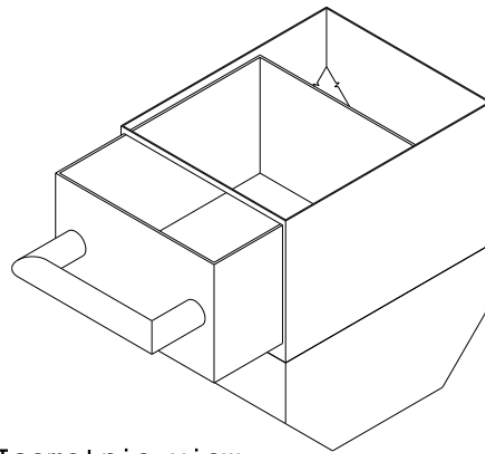
Berdasarkan desain yang telah dirancang tersebut dapat diketahui bahwa alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 memiliki fitur dan penambahan fungsi yang berbeda dari Creatics sebelumnya. Cara kerja yang dimiliki oleh desain ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan Creatics sebelumnya, yaitu sebagai berikut. Sampah plastik diletakkan pada *shredder* untuk dicacah melalui corong pada bagian rangka luar. Kemudian plastik tersebut dicacah dengan kecepatan yang dapat diatur melalui *controller*.

Jika hasil cacahan tidak ingin langsung dilelehkan dengan mesin *extruder*, maka hasil cacahan tersebut dapat secara langsung jatuh ke dalam *storage* tempat penyimpanan di bagian bawah *shredder* dan dapat disimpan. Jika hasil cacahan ingin langsung dilelehkan, *storage* perlu diambil agar cacahan dapat langsung jatuh ke mesin *shredder* dan dapat dilelehkan. Suhu pada mesin *extruder* dapat diatur melalui *controller*. Hasil lelehan plastik tersebut kemudian akan terdorong oleh ulir sehingga hasil lelehan tersebut akan masuk ke dalam cetakan yang tersedia dan dapat menjadi produk baru.

4.13. Prototipe

Berdasarkan desain yang telah dirancang untuk alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 maka tahapan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah merealisasikan desain tersebut menjadi prototipe. Bagian utama dari prototipe produk ini adalah mesin *shredder*, mesin *extruder*, *storage* untuk tempat penyimpanan, *filter* untuk melakukan penyaringan emisi, dan permesinan.

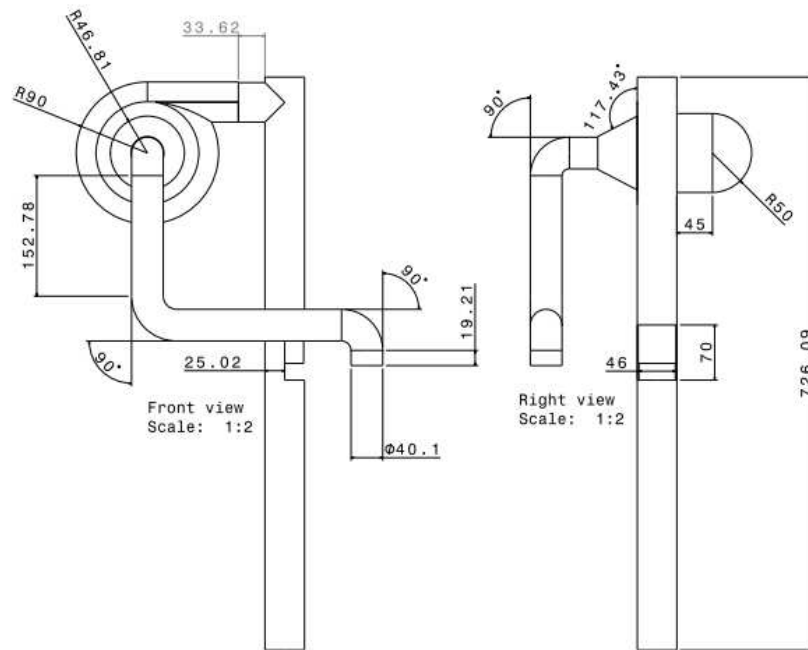
Berdasarkan prototipe tersebut, dapat diidentifikasi keunggulan dan perbedaan yang dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 dengan Creatics adalah sebagai berikut. Memiliki desain konsep *storage* yang berbeda dengan sebelumnya seperti yang tertera pada Gambar 4.11 berikut.



Isometric view
Scale: 1:1

Gambar 4.11 Desain *Storage* Penyimpanan

Pada Creatics sebelumnya, *storage* terdapat di bagian samping *shredder* dan terdapat dua jalur dari mesin *shredder* menuju mesin *extruder* sehingga hal ini menyebabkan proses penyimpanan hasil cacahan ke dalam *storage* dan perpindahan hasil cacahan menuju mesin *extruder* menjadi tidak efektif dan efisien. Selain itu, hal ini dapat menyebabkan banyaknya ruang pada keseluruhan alat pengolah sampah plastik yang kurang dibutuhkan dan kebutuhan penggunaan material yang lebih banyak. Sedangkan pada Creatics 2.0, *storage* diletakkan di bagian bawah *shredder* sehingga hasil cacahan dapat jatuh ke dalam *storage* dengan cepat dan efisien kemudian ketika *storage* dikeluarkan hasil cacahan tersebut akan langsung jatuh ke dalam *extruder*. Ketika *storage* dikeluarkan, tidak terdapat lubang pada jalur dari mesin *shredder* menuju mesin *extruder* karena terdapat pintu yang terbuat dari plat besi yang terdapat di bagian bawah *storage*. Pintu tersebut memiliki fungsi engsel sehingga ketika *storage* dikeluarkan, pintu akan tertutup secara otomatis untuk mencegah hasil cacahan jatuh keluar. Memiliki *filter* yang berfungsi sebagai penyaring emisi dalam bentuk gas yang dihasilkan oleh mesin *extruder*.



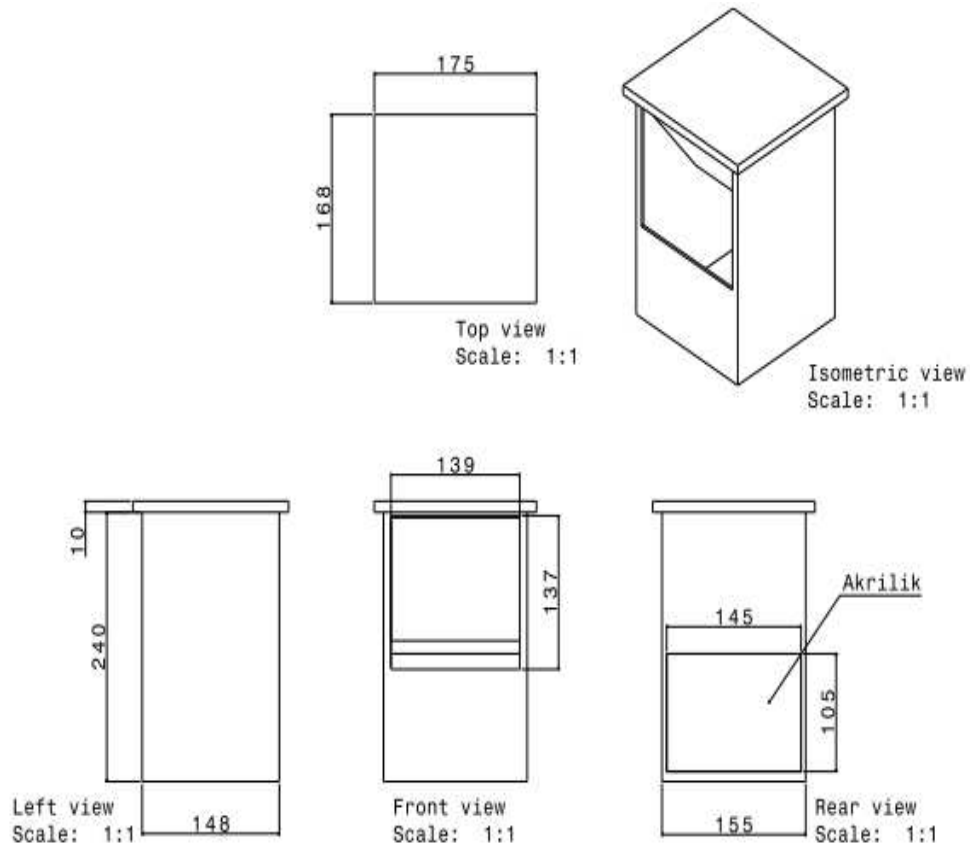
Gambar 4.12 Desain Penyaring (*Filter*)

Pada Creatics sebelumnya, dihasilkan emisi dalam bentuk gas yang mengandung komponen berbahaya bagi pengguna. Oleh karena itu, pada Creatics 2.0 dirancang desain filter untuk dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Cara kerja dari *filter* ini adalah dengan menghirup emisi dan kemudian gas tersebut disaring dengan menggunakan karbon aktif yang diletakkan dalam pipa *filter*. Dengan proses penyaringan tersebut, gas yang kemudian dikeluarkan tidak lagi mengandung komponen yang berbahaya bagi kesehatan pengguna dan ramah lingkungan.

Memiliki desain yang pemakaian ruangnya efektif serta mudah disimpan, dibawa, dan dipindahkan. Desain alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya memiliki panjang 100 cm dan lebar 60 cm sedangkan pada desain Creatics 2.0 memiliki panjang 76 cm dan lebar 40 cm. Selain itu, terdapat roda pada Creatics 2.0 yang dapat memudahkan proses perpindahan alat.

Desain Creatics 2.0 yang lebih ergonomis dengan mempertimbangkan isu-isu ergonomis dalam perancangannya. Digunakan data antropometri dalam menentukan ukuran pada keseluruhan alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 terutama pada bagian yang seringkali menyebabkan kesalahan postur kerja bagi pengguna yaitu bagian *corong*, keluaran *extruder*, dan *storage*. Desain alat pengolah sampah Creatics 2.0 memiliki tinggi sebesar 76 cm sedangkan *storage* memiliki tinggi total 24 cm dan pada tinggi 10.3 cm pengguna dapat menjangkau corong untuk memasukkan sampah plastik.

Memiliki desain corong yang lebih optimal penggunaannya. Desain tersebut tertera pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Desain Corong

Desain corong tersebut dirancang dengan mempertimbangkan fungsi keamanannya untuk melindungi pengguna dari pantulan cacahan plastik yang berbahaya. Corong memiliki pintu yang terbuat dari plat besi dan juga terdapat engsel sehingga dapat tertutup secara otomatis setelah pengguna memasukkan sampah plastik dan tidak akan terdapat pantulan hasil cacahan yang keluar. Selain itu, bagian belakang dari corong terbuat dari bahan akrilik yang transparan sehingga bagian corong ini tidak akan menghalangi penglihatan pengguna terhadap *shredder* pada proses pencacahan.

Pada alat pengolah sampah plastik Creatics sebelumnya, terdapat kesulitan melakukan pembersihan bagian dalam mesin. Selain itu, jika terjadi macet pada jalur dari mesin *shredder* menuju mesin *extruder* maka sulit untuk dilakukan reparasi yang disebabkan terdapat penutup pada bagian rangka. Sedangkan pada Creatics 2.0, desain yang dirancang tanpa bagian penutup pada rangka alat pengolah sampah plastik dilakukan dengan tujuan mempermudah untuk melakukan kegiatan perawatan, reparasi, dan pembersihan mesin sehingga memudahkan pengguna untuk menjangkau bagian dalam alat pengolah sampah plastik.

Pada desain alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 tidak terdapat penutup pada bagian rangka sehingga digunakan kain *fiberglass* pada mesin *extruder* untuk meredam panas yang dihasilkan oleh mesin tersebut dan dapat menghindari pengguna untuk mengalami kecelakaan pada saat melakukan proses pencetakan.

Mesin *extruder* pada alat pengolah sampah plastik sebelumnya memiliki panjang 65 cm sehingga menyebabkan dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk keluaran hasil lelehan. Maka dari itu, panjang mesin *extruder* yang digunakan untuk Creatics 2.0 diperpendek yaitu memiliki panjang 55 cm sehingga otomatis akan mempercepat proses pelelehan. Tertera mesin *extruder* yang terdapat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Mesin *Extruder* pada Creatics 2.0

Selain itu, mesin *shredder* yang digunakan pada alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 memiliki ketebalan mata pisau 0.5 cm dan pada bagian bawahnya terdapat saringan. Menggunakan saringan dan ketebalan pisau tersebut, hasil cacahan plastik yang dapat jatuh ke dalam mesin *extruder* sudah dalam ukuran yang kecil sehingga tidak diperlukan proses pencacahan berulang untuk dapat melelehkan sampah plastik. Selain itu, terdapat *controller* pada alat pengolah sampah plastik untuk mengatur kecepatan putar dari mata pisau.



Gambar 4.15 Mesin *Shredder* pada Creatics 2.0

Pembuatan mesin utama yang tidak dilakukan sepenuhnya secara manual menghasilkan mesin yang lebih presisi dan optimal utilitasnya. Hal ini dapat membuat Creatics 2.0 tidak mudah rusak sehingga memiliki kinerja operasi dalam jangka yang lama. Disediakan pilihan cetakan untuk membuat produk dari hasil lelehan plastik selain *paving block* seperti cetakan untuk membuat vas bunga atau perabotan rumah tangga lainnya.

Perancangan dan pengembangan prototipe yang telah dilakukan oleh tim pengembang dapat berfungsi sesuai dengan rencana dan tujuan utamanya. Selain itu, keunggulan yang dimiliki oleh alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0 dapat menyelesaikan beberapa permasalahan yang sebelumnya terdapat pada Creatics serta dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Hasil akhir produk Creatics 2.0 dapat dilihat pada gambar 4.16 dan 4.17 dibawah ini.



Gambar 4.16 Tampak Samping Creatics 2.0



Gambar 4.17 Tampilan Mesin Creatics 2.0

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan dalam perancangan dan pengembangan alat pengolah sampah plastik Creatics 2.0, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan matriks *House of Quality* dan *House of Quality* menggunakan konsep *Lean Design Tools* poin utama dari sisi *Technical Description* adalah material mesin pada alat pengolah sampah plastic Creatics 2.0 harus diklasifikasi terlebih dahulu, penggunaan kain *fiber glass* pada komponen ekstruder untuk melindungi operator dari paparan panas pada heat band, menggunakan bahan material besi, memiliki desain yang ergonomis, memiliki fitur yaitu penyaring pada filter yang digunakan pada alat pengolah sampah plastic. Sedangkan berdasarkan *Customer Requirement*, poin yang perlu diperhatikan adalah kemudahan untuk dibawa, disimpan dan dipindahkan kemana saja, memiliki desain body yang menarik, serta menggunakan material dan bahan yang tidak mudah berkarat.
2. Identifikasi perbaikan yang perlu dilakukan dan solusi yang dapat diterapkan adalah penambahan *filter* (penyaring), dirancang desain yang ergonomis berdasarkan data antropometri, kecepatan putar mata pisau dan proses pelelehan menggunakan *extruder* yang stabil, penggunaan material yang tahan lama dan tidak mudah rusak, konsep baru yang diterapkan pada corong dan *storage*, merancang desain yang dapat memiliki kemudahan untuk melakukan perbaikan dan reparasi, serta menyediakan pilihan cetakan untuk menghasilkan olahan produk beragam yang bermanfaat.
3. Keunggulan dan perbedaan yang dimiliki oleh Creatics 2.0 dengan Creatics atau alat pengolah sampah plastik lainnya yaitu memiliki ruang penyimpanan yang penggunaannya lebih efektif dan efisien, memiliki *filter* yang berfungsi sebagai penyaring emisi dalam bentuk gas yang dapat berbahaya bagi kesehatan pengguna, memiliki desain yang pemakaian ruangnya efektif serta mudah disimpan dan dipindahkan dengan dimensi panjang 76 cm, lebar 40 cm, serta memiliki roda yang dapat memudahkan proses perpindahan alat.
4. Desain lebih ergonomis dengan mempertimbangkan isu-isu ergonomis dalam perancangannya yaitu Corong memiliki pintu yang dapat tertutup secara otomatis setelah pengguna memasukkan sampah plastik sehingga aman dalam menjaga pantulan hasil

cacahan plastic, memiliki kemudahan untuk melakukan pembersihan dan reparasi bagian dalam mesin karena dirancang tanpa bagian penutup pada bagian rangka, menggunakan kain *fiberglass* pada mesin *extruder* untuk meredam panas yang dihasilkan oleh mesin tersebut sehingga aman bagi pengguna, memiliki mesin *extruder* yang lebih pendek dengan ukuran 55 cm dan mata pisau yang lebih tipis dengan ketebalan 0.5 cm dapat membuat proses penggunaan mesin menjadi lebih efektif dan optimal, mesin utama yang dibuat lebih presisi sehingga tahan lama dan tidak mudah rusak, memiliki pilihan cetakan untuk hasil lelehan plastik sehingga dapat menghasilkan produk yang beragam dan bermanfaat.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disimpulkan, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis dengan menggunakan metode *Design for Manufacturing* (DFM) sehingga dalam pengembangan dapat dilakukan pertimbangan berdasarkan biaya dan kualitas komponen.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu digunakan jumlah responden yang lebih banyak sehingga dapat menggambarkan atribut yang dibutuhkan oleh konsumen dengan lebih akurat dan dapat menutupi jumlah data yang tidak dapat digunakan.
3. Diharapkan kedepannya penelitian selanjutnya, sumber energi yang digunakan berasal dari panas surya atau *solar thermal energy* agar penggunaan energi yang efektif dan efisien.
4. Dengan menggunakan metode QFD diharapkan penentuan atribut – atribut pada *technical description* dapat diimplementasikan ke dalam produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Restu, Fedia. “Rekayasa Mesin Pemilah dan Penghancur Sampah Otomatis dengan Sistem Kendali Kontrol Sederhana Pada Skala Internal Politeknik Negeri Batam,” *Jurnal Integrasi*, vol. 5, no. 1, Maret, ISSN: 2085-3858, 2013.
- [2] N. Ichlas, Nofriadi, dan Rusmardi. “Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik Dengan Sistem *Crusher* Dan Silinder Pemotong Tipe *Reel*,” Disertasi, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta, 2014.
- [3] P. P. Hijrah dan Y. Yebi. “Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif,” *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, vol. 2, no. 1, Januari, ISSN: 2085-1227, 2010.
- [4] Y. Yuli, S. Hendri, H. Rahmi. “Rancangbangun Mesin Pencacah Sampah dan Limbah Plastik,” Politeknik Negeri Padang, Padang, 2016.
- [5] B. H. Nurul, Budianto, dan H. Faiz. “Rancang Bangun Mesin Pengolah Sampah Organik Menjadi Bahan Pupuk Kompos dan Pencacah Pakan Ternak Berdaya Listrik Berkapasitas 25 kg/jam,” Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 2014.
- [6] P. W. Rio. “Mesin Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Pelet Plastik,” Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah, 2017.
- [7] Amer ćatić, michael vielhaber. “International Conference on Engineering Design, iced11 15-18august2011, technical university of denmark”, 11th international conference on engineering design, Technical University of Denmark, 2011.
- [8] Erwin Rauch a, Patrick Dallasega a, Dominik T. Matt a, “The way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD)”, 26th CIRP Design Conference, Elsevier, 2016.