

**USULAN RANCANGAN PRODUK INSINERATOR
SEDERHANA SKALA TERBATAS**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

HERDIANTO ARYO PRAKOSO

NRP : 203010059



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

2026

USULAN RANCANGAN PRODUK INSINERATOR SEDERHANA SKALA TERBATAS

Herdianto Aryo Prakoso

NRP : 203010059

Pebimbing Utama :

Ir.Wahyukaton, MT

ABSTRAK

Sampah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin krusial di masyarakat, terutama seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perubahan pola konsumsi. Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya timbulan sampah rumah tangga, di mana sebagian besar masih dikelola dengan cara dibuang atau dibakar secara tidak terkontrol, sehingga menimbulkan dampak pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi teknologi yang efektif, salah satunya melalui pemanfaatan insinerator sebagai alat pengolah sampah. Penggunaan insinerator diharapkan dapat mengurangi volume sampah serta menekan penumpukan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Pada penelitian ini, proses perancangan insinerator sederhana dilakukan dengan menerapkan metode House of Quality dan peta morfologi guna memastikan rancangan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh rancangan insinerator sederhana dengan desain yang ringkas dan mengusung konsep modular, sehingga memudahkan proses perbaikan dan pemeliharaan. Selain itu, insinerator ini dilengkapi burner yang dapat beroperasi menggunakan beberapa alternatif bahan bakar, sehingga lebih fleksibel dalam penerapannya.

Kata Kunci : Sampah, Insinerator, Perancangan, Rumah Tangga, Masyarakat

PROPOSED SIMPLE INCINERATION PRODUCT DESIGN ON A LIMITED SCALE

Herdianto Aryo Prakoso

NRP : 203010059

Principal Advisor:

Ir. Wahyukaton, MT

ABSTRACT

Waste has become an increasingly critical environmental issue in society, particularly with the growth of the population and changes in consumption patterns. These conditions have led to a rise in household waste generation, much of which is still disposed of or burned indiscriminately, resulting in significant environmental pollution. To address this issue, an effective technological solution is required, one of which is the utilization of an incinerator as a waste-processing device. The use of incinerators is expected to reduce waste volume and minimize accumulation at landfill sites. In this study, the design process of a simple incinerator was conducted using the House of Quality method and a morphological chart to ensure that the resulting design aligns with user needs and preferences. The analysis produced a compact incinerator design employing a modular concept, enabling easier maintenance and repair. Additionally, the incinerator is equipped with a burner capable of operating with multiple fuel alternatives, providing greater flexibility in its application.

Keywords: Waste, Incinerator, Design, Household, Community

**USULAN RANCANGAN PRODUK INSINERATOR
SEDERHAN SKALA TERBATAS**

Oleh

HERDIANTO ARYO PRAKOSO

NRP: 203010059

Menyetujui

Tim Pembimbing

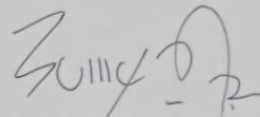
Tanggal 28 Januari 2026

Pembimbing

Penelaah



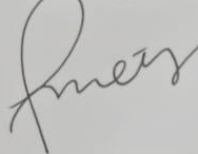
(Ir. Wahyukaton, MT)



(Dr. Ir. Chevy Herli Sumerli A., MT)

Mengetahui

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Sarjana yang tidak dipublikasi terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Pasundan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizing pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizing Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa Judul Tugas Akhir :

USULAN RANCANGAN INSINERATOR SEDERHANA SKALA TERBATAS

Adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing – masing disebutkan sumbernya dengan cara penulisan referensi yang sesuai. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Bandung,

Materai 10.000

Herdianto Aryo Prakoso

NRP : 203010059

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT , atas berkat dan rahmat Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “Usulan Rancangan Insinerator Sederhana Skala Terbatas”. Didalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih atas doa dan dukungan yang diberikan kepada penulis, baik secara pemikiran dan semangat, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat tersusun hingga selesai, kepada yang terhormat bapak/ibu:

1. Orang tua beserta keluarga yang selalu memberikan *support* secara moril maupun materil kepada penulis selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas Doa, Cinta, Kasih Sayang, Kepercayaan dan segala bentuk yang telah diberikan, sehingga penulis merasa terdukung dan termotivasi dalam segala pilihan dan keputusan yang diambil oleh penulis terima kasih telah menjadi figur yang terbaik bagi penulis.
2. Ir. Wahyukaton, MT., selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan arahan, masukan, pemikiran, kritik dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan pelajaran yang diberikan menjadi acuan penulis untuk berkembang dan tumbuh menjadi pribadi yang lebih baik.
3. Dr.Ir. Chevy Herli Sumerli A., MT., selaku dosen penelaah, yang telah memberikan arahan, masukan, motivasi, kritik dan saran yang bermanfaat bagi penulis.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan.
5. Terima kasih seluruh civitas akademik baik itu dosen maupun staf Program Studi Teknik Industri (S1) Universitas Pasundan.
6. Teman – teman para Mahasiswa Teknik Industri Angkatan 2020 serta Sahabat – Sahabat dikampus terima kasih telah menjadi sebagian dari perjalanan hidup studi penulis.
7. Padepokan LORD yang senantiasa memberikan dukungan dan hiburan, terima kasih menjadi keluarga kedua dalam perjalanan kuliah penulis.

8. Keluarga LSIK Asisten Simulasi Sistem Periode 2023 – 2024 yang senantiasa memberikan dukungan, terima kasih telah menjadi rumah kedua dalam perjalanan kuliah penulis.

Penulis juga menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, setiap karya memiliki suatu kekurangan baik dari segi penyusunan, Tata Bahasa ataupun penulisan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca untuk meningkatkan penelitian ini di masa depan. Akhir kata semoga tugas akhir yang penulis karang bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan yang tertarik pada perancangan produk khususnya incinerator, umumnya bagi pembaca.

Bandung,

Herdianto Aryo Prakoso

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
Bab 1 Pendahuluan	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Tujuan Penelitian	I-4
I.4 Batasan Masalah	I-4
I.5 Asumsi	I-5
I.6 Manfaat Penelitian	I-5
I.7 Statistika Penulisan	I-6
Bab 2 Landasan Teori & Studi Literatur	II-1
II.1 Penelitian Terdahulu	II-1
II.2 Definisi Sampah	II-3
II.3 Jenis – Jenis Sampah	II-3
II.4 Insinerasi	II-4
II.4.1 Kriteria Insinerator	II-6
II.5 Perancangan dan Pengembangan Produk	II-8
II.5.1 Definisi Perancangan dan pengembangan Produk	II-8
II.5.2 Tipe Proyek Perancangan dan Pengembangan Produk	II-8
II.5.3 Tahapan Perancangan dan Pengembangan Produk	II-8
II.6 Quality Function Deployment	II-10
II.6.1 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan (<i>Customer Requierment / Voice of Customer</i>)	II-10

II.6.2.	Penentuan Karakteristik Teknis (<i>Technical Requirements</i>).....	II-11
II.6.3.	Penyusunan Matriks Hubungan (<i>House of Quality</i>)	II-11
II.6.4.	Analisis Kompetitif (<i>Competitive Assessment</i>).....	II-11
II.6.5.	Penentuan Prioritas dan Target Teknis (<i>Technical Target</i>)	II-11
II.6.6.	Implementasi dan Evaluasi	II-12
II.7	<i>House of Quality</i>	II-12
II.7.1.	Pengertian Matriks <i>House of Quality</i>	II-12
II.7.2.	Pengisian Matriks <i>House of Quality</i>	II-16
II.8	Peta Morfologi.....	II-21
II.8.1.	Pembuatan Peta Morfologi.....	II-22
Bab 3	Metodologi Penelitian	III-1
III.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
III.2	Studi Pendahuluan.....	III-2
III.3	Rumusan Masalah	III-2
III.4	Studi Literatur.....	III-2
III.5	Tujuan Penelitian.....	III-2
III.6	Manfaat Penelitian.....	III-3
III.7	Pengumpulan Data.....	III-3
III.7.1	<i>Sampling Frame</i>	III-4
III.8	Pengolahan Data.....	III-5
III.8.1	<i>House of Quality</i>	III-5
III.8.2	Peta Morfologi	III-20
III.9	Analisis dan Pembahasan	III-22
III.10	Kesimpulan dan Saran	III-23
Bab 4	Pengolahan Data	IV-1
IV.1	Pengumpulan Data.....	IV-1
IV.1.1	<i>Voice Of Customer</i>	IV-1
IV.2	Pengolahan Data	IV-6
IV.2.1	Pembuatan Matriks <i>House Of Quality</i>	IV-6

Bab 5 Usulan Rancangan Produk	V-1
V.1 Peta Morfologi.....	V-1
V.2 Evaluasi Alternatif.....	V-3
V.3 Usulan Rancangan Produk	V-18
V.4 Estimasi Biaya	V-21
Bab VI Kesimpulan dan Saran	VI-1
VI.1 Kesimpulan	VI-1
VI.2 Saran	VI-1
DAFTAR PUSAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Data Timbulan Sampah Nasional 2024 SIPSN Kementerian Lingkungan Hidup RI 2024	1
Gambar I. 2 Data Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah 2024	2
Gambar II. 1 Pelaksanaan House of Quality	13
Gambar II. 2 House Of Quality	16
Gambar III. 1 Flowchart Penelitian	1
Gambar III. 2 Flowchart House Of Quality	9
Gambar III. 3 Flowchart Peta Morfologi	21
Gambar IV. 1 Diagram Perbandingan Jenis Kelamin Responden	1
Gambar IV. 2 Diagram Perbandingan Usia Responden	1
Gambar IV. 3 Diagram Perbandingan Tempat Tinggal Responden	2
Gambar IV. 4 Diagram Perbandingan Sistem Pengelolaan Sampah	2
Gambar IV. 5 Diagram Perbandingan Jenis Sampah	2
Gambar IV. 6 Diagram Perbandingan Volume Sampah Harian	3
Gambar IV. 7 Diagram Permasalahan sampah pada lingkungan	3
Gambar IV. 8 Diagram Perbandingan Pengetahuan Responden Mengenai Insinerator	3
Gambar IV. 9 Diagram Perbandingan Persetujuan Penggunaan Insinerator Dilingkungan	4
Gambar IV. 10 Diagram Kekhawatiran Responden Pada Penggunaan Insinerator	4
Gambar IV. 11 Matriks Hubungan Antara Customer Requierment dengan Engineering Characteristics	9
Gambar IV. 12 Tabel Analisis Competitive Assesment	11
Gambar IV. 13 Matriks House Of Quality untuk Rancangan Insinerator	12
Gambar V. 1 Usulan Rancangan Insinerator Sederhana	18
Gambar V. 2 Detail Usulan Rancangan Desain Insinerator	18
Gambar V. 3 Detail Rancangan Burning Chamber	19
Gambar V. 4 Detail Rancangan Afterburner Chamber	19
Gambar V. 5 Detail Rancangan Water Chamber	20
Gambar V. 6 Detail Rancangan Fuel Tank	20
Gambar V. 7 Detail Rancangan Burner	21

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Terdahulu 2021 - 2025	1
Tabel II. 2 Relationship Matrix	18
Tabel II. 3 Importance Weight	19
Tabel II. 4 Competitive Benchmarking.....	20
Tabel II. 5 Technical Importance & Goal	20
Tabel II. 6 Peta Morfologi alternatif penyelesaian.....	23
Tabel III. 1 Pembuatan Kuesioner	10
Tabel III. 2 Daftar Pertanyaan Kuesioner	18
Tabel III.2. 1Tabel Lanjutan Daftar Pertanyaan Kuesioner	19
Tabel III.2. 2 Tabel Lanjutan Daftar Pertanyaan Kuesioner	20
Tabel IV.1. 1 Tabel Hasil Perhitungan Nilai IC (Importance to Customer)	5
Tabel IV.2. 1 Tabel Kebutuhan Pelanggan Yang Digunakan Pada House Of Quality	6
Tabel IV.2. 2 Tabel Karakteristik Perancangan	7
Tabel IV.2. 3 Tabel Simbol Pengaruh Antar Karakteristik Perancangan	8
Tabel IV.2. 4 Tabel Tingkat Hubungan Matriks.....	8
Tabel IV.2. 5 Tabel Perhitungan Nilai IC	10
Tabel V. 1 Alternatif - Alternatif Rancangan Insinerator	1
Tabel V. 2 Tabel Lanjutan Alternatif - Alternatif Rancangan Insinerator	2
Tabel V. 3 Pair Wise Comparison Insinerator	3
Tabel V. 4 Weighted Objective Insinerator Sederhana.....	3
Tabel V. 5 Pair Wise Comparison Sistem Pembakaran.....	4
Tabel V. 6 Weighted Objectives Sistem Pembakaran	4
Tabel V. 7 Pair Wise Comparison Metode Pemasukan Limbah.....	5
Tabel V. 8 Weighted Objectives Metode Pemasukan Limbah	5
Tabel V. 9 Pair Wise Comparison Sistem Penyalaan	6
Tabel V. 10 Weighted Objectives Sistem Penyalaan.....	6
Tabel V. 11 Pair Wise Comparison Kontrol Suhu Pembakaran	7
Tabel V. 12 Weighted Objective Kontrol Suhu Pembakaran	7
Tabel V. 13 Pair Wise Comparison Sistem Aliran Udara & Oksigen	8

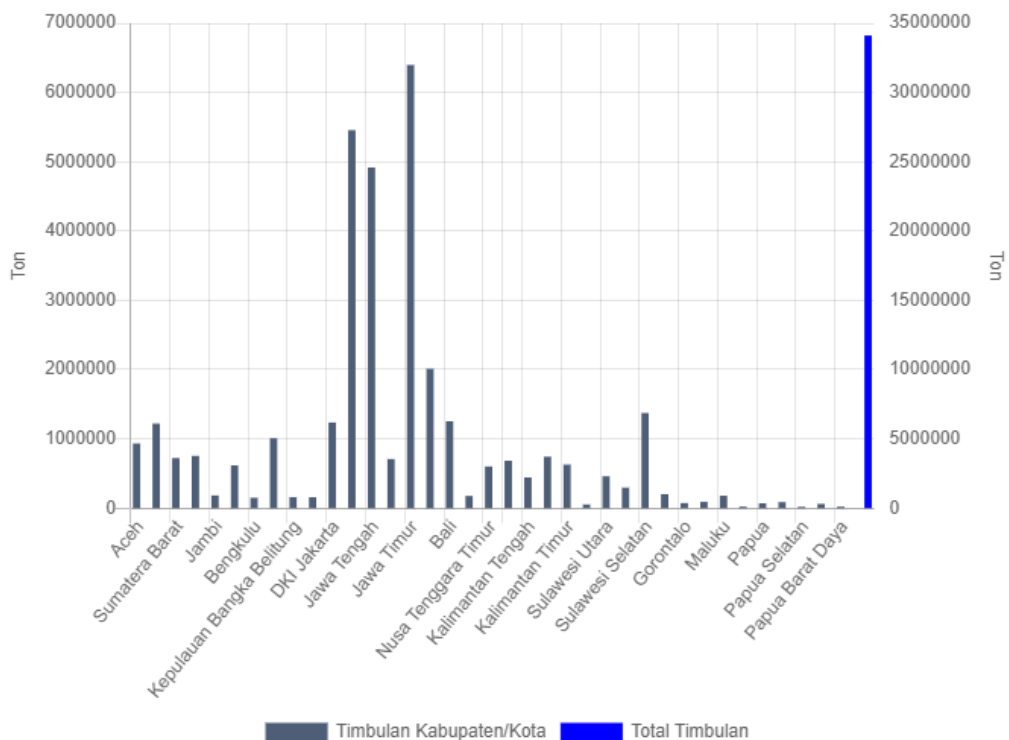
Tabel V. 14 Weighted Objective Sistem Aliran Udara & Oksigen	8
Tabel V. 15 Pair Wise Comparison Ruang Sekunder	9
Tabel V. 16 Weighted Objective Ruang Sekunder	9
Tabel V. 17 Pair Wise Comparison Sistem Pengolahan Gas Buang	10
Tabel V. 18 Weighted Objective Sistem Pengolahan Gas Buang	10
Tabel V. 19 Pair Wise Comparison Exhaust System.....	11
Tabel V. 20 Weighted Objective Exhaust System.....	11
Tabel V. 21 Pair Wise Comparison Sistem Pembuangan Abu	12
Tabel V. 22 Weighted Objective Sistem Pembuangan Abu	12
Tabel V. 23 Pair Wise Comparison Sistem Pendingin	13
Tabel V. 24 Weighted Objective Sistem Pendingin.....	13
Tabel V. 25 Pair Wise Comparison Dimensi & Ukuran Operasi	14
Tabel V. 26 Weighted Objective Dimensi & Ukuran Operasi.....	14
Tabel V. 27 Alternatif Rancangan Insinerator Sederhana Berdasarkan Bobot.....	15
Tabel V. 28 Spesifikasi Alternatif Rancangan Insinerator sederhana.....	15
Tabel V. 29 Estimasi Biaya Pembuatan Insinerator Sederhana.....	21

Bab 1 Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang selalu dihadapi oleh manusia, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan pola konsumsi manusia sampah menjadi salah satu isu permasalahan lingkungan yang sekarang dihadapi. Setiap aktifitas manusia, baik sektor rumah tangga maupun industri, menghasilkan limbah yang perlu dikelola agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Permasalahan pengelolaan sampah rumah tangga menjadi sebuah isu yang terus ada dengan seiring meningkatnya jumlah penduduk dan aktifitas konsumsi masyarakat. Di banyak wilayah, terutama daerah pemukiman padat dan pedesaan, sistem pengelolaan sampah belum berjalan optimal, mengakibatkan sebagian besar sampah masih dibuang secara sembarangan atau dibakar secara asal tanpa kontrol yang baik. Menurut laporan SIPSN tahun 2024, jumlah timbulan sampah di Indonesia mencapai angka 34.097.651,41 Ton per tahun dengan tingkat pengelolaan yang baru mencapai 11.109.831,02 ton.



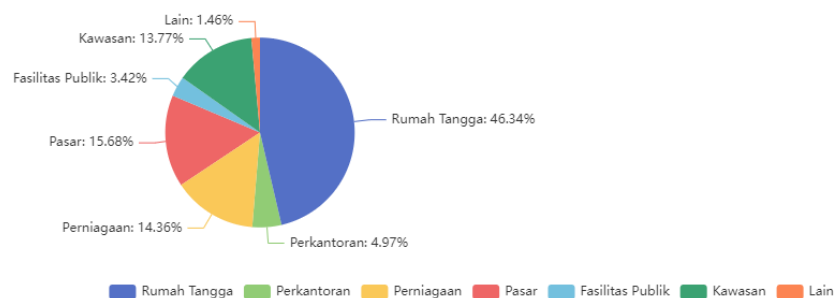
Gambar I. 1 Data Timbulan Sampah Nasional 2024 SIPSN Kementerian Lingkungan

Hidup RI 2024

Sumber : SIPSN Kemenlh

Untuk memahami permasalahan sampah di Indonesia secara menyeluruh, perlu kita ketahui asal timbulan sampah yang menjadi penyumbang terbesar. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2024, sumber sampah di Indonesia didominasi oleh rumah tangga sebesar 46.34%, disusul oleh pasar dengan 15.68%, Perniagaan sebesar 14.36%, Kawasan sebesar 13.77%, Perkantoran sebesar 4.97%, Fasilitas Publik sebesar 3.42%, dan lainnya sebesar 1.46%. Data tersebut menunjukkan bahwa perilaku masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga sangat penting dalam menekan volume sampah nasional.

KOMPOSISI SAMPAH BERDASARKAN SUMBER SAMPAH



Gambar I. 2 Data Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah 2024

Sumber : SIPSN Kemenlh

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah telah melakukan berbagai program pengelolaan sampah di tingkat nasional maupun daerah. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) capaian pengelolaan sampah di Indonesia menunjukkan perkembangan yang cukup meskipun belum mencapai target yang diharapkan yaitu pengurangan timbulan sampah yang signifikan.

Masyarakat pada umumnya masih memiliki kebiasaan membuang sampah tanpa melakukan pemilahan sampah antara sampah organik dan anorganik. Kondisi ini menyebabkan proses pengolahan sampah menjadi kurang efisien karena seluruh jenis sampah menjadi tercampur sejak dari sumbernya. Maka dari itu diperlukan kebiasaan baru masyarakat untuk memilah sampah organik dan anorganik sedari awal di rumah.

Dari hasil pemilahan yang baik sedari rumah, maka sampah bisa diklasifikasikan jenisnya yang mana bisa diketahui perlakuan untuk setiap sampah. Sampah organik bisa dimanfaatkan sebagai kompos atau bahan biogas, sedangkan sebagian sampah anorganik

seperti plastik, kertas, dan bahan mudah terbakar lainnya dapat digunakan sebagai input dalam proses insenerasi (pembakaran). Sampah dengan spesifikasi rendah kadar air dan bersifat mudah terbakar inilah yang sangat cocok untuk dijadikan bahan bakar Insinerator sederhana yang dirancang untuk skala rumah tangga atau komunitas kecil. Sisa pembakaran yang dihasilkan dari Insinerator adalah berupa abu hasil pembakaran, dalam hal ini abu bisa dimanfaatkan menjadi campuran material bangunan.

Namun, Insinerator yang tersedia di pasaran umumnya memiliki harga tinggi dan memerlukan perawatan yang kompleks, sehingga untuk skala rumah tangga tidak cocok. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan desain Insinerator sederhana yang efisien, dan ekonomis namun tetap memperhatikan faktor keselamatan dan efektivitas pembakaran.

Melalui prinsip teknik industri seperti analisis kebutuhan, perancangan sistem yang efisien, dan optimasi biaya produksi, rancangan Insinerator sederhana ini diharapkan menjadi sebuah opsi solusi tepat guna untuk pengelolaan sampah rumah tangga. Dengan adanya rancangan ini, masyarakat dapat mengelola sampah secara mandiri sekaligus berkontribusi dalam upaya pengurangan beban TPA dan pelestarian lingkungan.

I.2 Rumusan Masalah

Berlandaskan dari latar belakang masalah yang dipaparkan, teridentifikasi permasalahan mengenai perancangan desain Insinerator skala rumah tangga sebagai berikut :

1. Bagaimana evaluasi desain insinerator sederhana yang dibuat dapat mudah digunakan oleh pengguna?
2. Bagaimana menentukan material, bentuk, dan ukuran Insinerator yang efisien secara finansial?
3. Bagaimana desain insinerator dapat disesuaikan untuk mendukung kebiasaan masyarakat dalam memilah dan membakar sampah dengan cara yang lebih aman digunakan dan efisien secara *cost* operasional ?

I.3 Tujuan Penelitian

Dari identifikasi masalah yang ada terdapat tujuan dari penelitian ini untuk menjawab permasalahan yang ada adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi desain Insinerator sederhana yang dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna.
2. Menentukan spesifikasi dan material yang sesuai agar alat mudah dioperasikan, serta terjangkau secara ekonomi.
3. Untuk menghasilkan rancangan insinerator yang aman digunakan dan efisien *cost* penggunaan dengan mempelajari faktor – faktor perilaku masyarakat sebagai bahan perancangan insinerator .

I.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak melebar luas terdapat batasan masalah dalam penelitian ini, supaya penelitian lebih terfokus dan searah dengan tujuan penelitian, maka dari itu batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya difokuskan pada pengelolaan sampah rumah tangga organik dan non- organik yang memiliki spesifikasi kadar air rendah dan bersifat mudah terbakar.

2. Kajian hanya mencakup aspek desain dan perancangan alat, tidak mencakup uji performa dan uji laboratorium atau analisis kimia emisi.
3. Penelitian yang dilakukan hanya pada sebatas perancangan produk, dan desain produk.
4. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan pembuatan dan penekanan efisiensi biaya.
5. Analisis ekonomi hanya sebatas pada estimasi dan perkiraan biaya pembuatan produk tidak sampai pembuatan *prototype*.
6. Data – data yang diperoleh berdasarkan hasil studi literature dan hasil penelitian baik secara observasi, wawancara, dan kuesioner.

I.5 Asumsi

Agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan yang telah direncanakan diperlukan asumsi sehingga akan mempermudah proses penelitian sebagai berikut :

1. Diasumsikan mayoritas pengguna bisa/bersedia memilah sampah organik dan anorganik pada tingkat dasar.
2. Diasumsikan bahwa kebutuhan market insinerator tinggi dan sangat diperlukan.
3. Diasumsikan penggunaan metode pembakaran sampah dengan skala rumah tangga diperbolehkan.

I.6 Manfaat Penelitian

Adapun terdapat manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

A. Manfaat Akademis :

1. Memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai perancangan desain produk Insinerator sederhana skala rumah tangga.
2. Menambah pengetahuan dan referensi dalam penerapan prinsip teknik industri pada perancangan alat pengelolaan sampah sederhana.
3. Menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya di bidang desain produk dan teknologi tepat guna.

B. Manfaat Praktis :

1. Memberikan opsi solusi alternatif bagi masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga.
2. Sebagai pemicu terciptanya alat pembakaran sampah sederhana, efisien, dan ekonomis yang mudah diterapkan di lingkungan perumahan.
3. Membantu mengurangi beban penumpukan sampah di TPA dan mendukung upaya pelestarian lingkungan.

I.7 Statistika Penulisan

Statistika penulisan ini menjelaskan mengenai bagian bab yang terdapat didalam penelitian in, dimana dalam tugas akhir ini terdiri atas enam bab, berikut merupakan penjelasan dari setiap bab yang ada :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memberikan penjelasan mengenai latar belakang permasalahan yang terjadi pada penelitian yang akan diteliti, kemudian akan dirumuskan kedalam rumusan masalah yang akan diselesaikan melalui tujuan penelitian dimana harus ditetapkan batasan masalahnya agar didapatkan manfaat dari penelitian tersebut serta panduan penulisan laporan yang diuraikan pada sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memberikan pemaparan jelas mengenai landasan teori – teori yang disampaikan oleh para ahli yang berkaitan dengan penelitian juga mendukung dalam proses penyelesaian dari permasalahan penelitian yang dijadikan sebagai panduan oleh peneliti dalam melakukan analisa terhadap permasalahan yang ada pada penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai kerangka tahapan dalam melakukan penelitian yang terkonsep dalam sebuah *flowchart* penelitian dimuali dari tahap awal penelitian,

pengumpulan data, pengolahan data, pemecahan masalah menggunakan metode dan memaparkan tahapan akhir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memberikan pemaparan mengenai proses pengumpulan data – data mengenai aspek – aspek dalam perancangan produk dari objek penelitian untuk menunjang kebutuhan penelitian pada objek yang akan diteliti yang kemudian akan dilakukan tahapan proses pengolahan data untuk mendapatkan hasil penelitian yang akan dilakukan proses analisis dan pembahasan pada bab selanjutnya.

BAB V USULAN PERANCANGAN PRODUK

Bab ini menjelaskan mengenai usulan terkait perancangan produk yang dihasilkan dari penelitian dengan metode yang terpilih dalam pemecahan masalah penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran – saran serta rekomendasi untuk penelitian berikutnya.

Bab 2 Landasan Teori & Studi Literatur

II.1 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait pengembangan produk insinerator berikut merupakan *review* dari penelitian sebelumnya.

Tabel II. 1 Penelitian Terdahulu 2021 - 2025

No	Peneliti	Penelitian	Hasil
1	Zulfikar Lating (2021)	PEMBERDAYAAN MASYARAKAT SEBAGAI UPAYA PEMANFAATAN INSENERATOR DALAM MENGELOLAH SAMPAH ANORGANIK	Dari hasil pengabdian yang telah dilaksanakan dan pengamatan pembuatan insinerator sederhana yang telah dilakukan bersama mitra dalam hal ini masyarakat Desa Tehoru dapat disimpulkan bahwa pembuatan insenerator berjalan dengan baik dan mitra telah memanfaatkan insenerator yang telah dibuat untuk melakukan pembakaran sampah.
2	Jerry Farhan (2022)	Rancang Bangun Kontrol Pada Pembangkit Listrik Bertenaga Uap dari Panas Buang Incenerator Sampah Berbasis PID dengan Menggunakan Stepper Motor	Pengujian terhadap komponen sangat diperlukan untuk memastikan bahwa komponen tersebut dapat bekerja dengan baik dalam kondisi kerja yang dibutuhkan, dan juga untuk memvalidasi kemampuan kerja dari komponen tersebut. Backlash pada katup menyebabkan adanya deadband tiap perubahan arah gerakan dari motor.

Tabel II.1. 1 Lanjutan Tabel II.1 Penelitian Terdahulu 2021 - 2025

No	Peneliti	Penelitian	Hasil
3	Eko Suhartono (2022)	Pemanfaatkan Incenerator Limbah Infeksius: Upaya Menekan Penyebaran Covid-19 Kluster Sekolah	a. Pada tahap identifikasi masalah, telah ditemukan masalah pengolahan limbah infeksius berupa masker yang tidak terpakai atau terbuang. b. Pada tahap pelaksanaan kegiatan pelatihan, para peserta penyuluhan termotivasi dalam pengolahan limbah infeksius.
4	Imron Nurosyidin (Mar 2025)	Pengelolaan Sampah Berbasis Desentralisasi dengan Teknologi Incenerator Termodifikasi Cerobong Wet Scrubber dan Thermoelektrik untuk Mewujudkan Masa Depan yang Berkemajuan	Penelitian ini menyoroti urgensi pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan, terutama di wilayah Yogyakarta yang mengalami peningkatan volume sampah secara signifikan. Metode pengelolaan sampah konvensional terbukti kurang efisien dan menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan serta kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, penerapan teknologi modern seperti daur ulang, pengomposan, dan penggunaan incinerator yang dilengkapi dengan sistem wet scrubber termodifikasi menjadi solusi yang lebih tepat dalam mengatasi permasalahan ini.
5	Herdianto Aryo Prakoso (2025)	Evaluasi Perancangan Desain Insinerator Skala Rumah Tangga	

II.2 Definisi Sampah

Sampah menurut UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah (RI, 2008), adalah sisa dari kegiatan sehari – hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan menurut Azrul Anwar (Azwar, 1990) Sampah adalah Sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan. Menurut Karden Eddy Sontang Manik (Manik, 2003) Sampah merupakan benda yang tidak lagi digunakan atau tidak diinginkan dan harus dibuang, yang dihasilkan dari aktifitas manusia. Dari pemaparan definisi sampah bisa disimpulkan bahwa sampah merupakan sisa atau *waste* yang dihasilkan dari sebuah kegiatan baik yang dilakukan oleh manusia atau alam, baik dihasilkan dari sebuah proses atau dari hasil alamiah yang sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi.

II.3 Jenis – Jenis Sampah

Menurut UU No.18 Tahun 2008 (RI, 2008) dijelaskan bahwa sampah diklasifikasikan menjadi 3 jenis meliputi :

1. Sampah Rumah Tangga, yaitu sampah yang berasal dari kegiatan sehari – hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik. (Pasal 2 ayat 2 UU 18/2008)
2. Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, yaitu sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas lainnya. (Pasal 2 ayat 2 UU 18/2008)
3. Sampah Spesifik, meliputi :
 - Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun;
 - Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun;
 - Sampah yang timbul akibat bencana;
 - Puing bongkaran bangunan;
 - Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah;
 - Sampah yang timbul secara tidak periodik.

Sampah berasal dari kegiatan penghasil sampah seperti pasar, rumah tangga, pertokoan (kegiatan komersial/perdagangan), penyapuan jalan, taman, atau tempat umum lainnya, dan kegiatan lain seperti dari industri dengan limbah yang sejenis sampah – Sampah yang dihasilkan manusia sehari-hari kemungkinan mengandung limbah berbahaya, seperti sisa batere, sisa oli/minyak rem mobil, sisa bekas pemusnah nyamuk, sisa biosida tanaman, dsb.

Berdasarkan cara pengelolaannya, sampah dibagi sebagai berikut

- Komponen mudah membusuk (*putrescible*): sampah rumah tangga, sayuran, buah-buahan, kotoran binatang, bangkai, dan lain-lain
- Komponen bervolume besar dan mudah terbakar (*bulky combustible*): kayu, kertas, kain plastik, karet, kulit dan lain-lain
- Komponen bervolume besar dan sulit terbakar (*bulky noncombustible*): logam, mineral, dan lain-lain
- Komponen bervolume kecil dan mudah terbakar (*small combustible*) – Komponen bervolume kecil dan sulit terbakar (*small noncombustible*)
- Wadah bekas: botol, drum dan lain-lain
- Tabung bertekanan/gas – Serbuk dan abu: organik (misal pestisida), logam metalik, non metalik, bahan amunisi dsb
- Lumpur, baik organik maupun non organik
- Puing bangunan
- Kendaraan tak terpakai
- Sampah radioaktif.

II.4 Insinerasi

Insinerasi adalah suatu metode pengolahan sampah dengan cara membakar sampah pada temperatur tinggi. Insinerasi dan sistem pengolahan sampah dengan temperatur tinggi dinamakan pengolahan termal (*thermal treatment*) (Damanhuri, 2010). Adapun yang mengungkapkan bahwa insinerasi merupakan suatu teknologi pengolahan sampah dengan cara pembakaran senyawa yang terkandung pada material sampah dengan menggunakan udara berlebih, pada suhu antara 850°C sampai 1200°C Proses ini memungkinkan transformasi energi kimia yang terkandung dalam limbah menjadi energi

panas (Lisbona, 2023). Dari pembahasan ahli dapat disimpulkan bahwa insinerasi adalah sebuah metode untuk penanganan sampah dengan cara membakar dengan temperatur tinggi mulai dari 850°C hingga 1200°C.

Dalam melakukan proses insinerasi dibutuhkan alat/*tool* untuk membantu dalam proses menaikkan temperatur hingga yang diinginkan maka diperlukan alat yaitu insinerator. Secara umum insinerator merupakan alat berupa tungku pembakaran yang digunakan untuk mengolah limbah padat, yang mengkonversi materi padat (sampah) menjadi materi gas atau abu melalui proses pembakaran oksidatif penuh pada suhu tinggi. Untuk mendesain insinerator ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam perancangannya, diantaranya jumlah gas pembakaran, sisa hasil pembakaran dan desain insinerator. Berdasarkan metode pembakaran terdapat 2 jenis alat yaitu tipe *continuous* dan tipe *batch*. Hal yang membedakan antara kedua tipe pembakaran terdapat pada cara membakar sampahnya, pada tipe *continuous* sampah akan dibakar secara berkala terus menerus hingga sejumlah sampah yang dibakar habis. Sedangkan insinerator tipe *batch* pembakaran sampah dilakukan dengan menetapkan sejumlah sampah yang akan dibakar pada sekali tahap pembakaran (Budiman, 2001).

Pada *incinerator* terdapat 2 ruang bakar, yang terdiri dari *Primary Chamber* dan *Secondary Chamber*.

a. *Primary Chamber*

Berfungsi sebagai tempat pembakaran sampah. Selain pembakaran pada *primary chamber* terjadi reaksi dekomposisi termal yang disebabkan kondisi pembakaran dirancang untuk meminimasi jumlah udara dari yang seharusnya. Dalam reaksi dekomposisi termal, zat organik terurai menjadi karbon monoksida dan metana. Suhu pada ruang utama diatur pada suhu berkisar 600°C hingga 800°C, untuk mencapai suhu tersebut pemanasan didalam ruang utama didukung oleh energi dari *burner* dan energi pembakaran limbah yang terbakar yang dibantu dengan suplai udara yang cukup dan terkendali.

Padatan hasil pembakaran pada ruang utama berupa karbon berbentuk padatan yang tidak mampu dibakar oleh insinerator seperti logam, kaca dan abu (mineral), atau pun arang. Hasil sisa pembakaran ini dapat diminimasi, untuk sisa pembakaran berbentuk arang dapat dengan melakukan pembakaran secara optimal hingga arang terurai oleh api

bertemperatur tinggi sedangkan padatan yang tidak bisa diurai dengan insinerator dapat diminimasi dengan melakukan pemilahan sampah dengan mendetail terlebih dahulu sebelum melakukan insinerasi.

b. *Secondary Chamber*

Pada *secondary chamber*, merupakan jalur keluar dari gas hasil pembakaran dan dekomposisi termal yang nantinya gas yang tertampung pada ruang kedua akan dibakar hingga gas buangan menjadi sangat – sangat minim, untuk mencapai pembakaran gas yang optimal didukung oleh udara dengan jumlah yang terkontrol. Selain itu, gas yang tertampung pada *secondary chamber* yang sudah tercampur dengan udara dibakar oleh sumber panas yang sama dengan *primary chamber* pada suhu sekitar 800°C - 1100°C, maka dari itu gas yang terurai termal akan terurai menjadi CO_2 dan H_2O .

II.4.1 Kriteria Insinerator

Adapun spesifikasi sebuah produk dapat dikatakan insinerator jika memenuhi kriteria – kriteria tersebut antara lain :

1. Fungsi Utama : Pembakaran Limbah Pada Suhu Tinggi

Sebuah insinerator harus dirancang agar bisa membakar berbagai jenis limbah, seperti limbah padat, cair, dan gas, pada suhu yang cukup tinggi, yaitu antara 800°C hingga 1100°C. Tujuannya adalah untuk mengurangi volume dan berat limbah serta mengubah bahan organik menjadi gas dan abu. Jika sebuah alat tidak bisa mencapai atau mempertahankan suhu dalam rentang 800°C hingga 1100°C, maka alat tersebut tidak bisa disebut sebagai insinerator secara fungsional.

2. Terdapat sistem ruang pembakaran (*combustion chamber*)

Pada insinerator harus memiliki minimal 2 ruang pembakaran :

- *Primary Chamber* : Ruang dimana limbah/sampah dibakar
- *Secondary Chamber* : Ruang untuk pembakaran lanjutan dimana gas buang agar polutan berbahaya teroksidasi sempurna.

Sistem ini wajib ada pada insinerator untuk menjamin bahwa pembakaran pada insinerator sempurna dan emisi gas buang aman.

3. Memiliki sistem pengendalian emisi (*emission control system*)

Insinerator wajib dilengkapi dengan sistem penangkap gas buang, seperti *cyclone separator*, *scrubber*, *bag filter*, atau *electrostatic precipitator (ESP)*. Fungsi dari sistem ini adalah untuk mengurangi partikel debu, gas beracun seperti CO, NO_x, Sox, serta senyawa dioksin dan furan. Jika tidak memiliki sistem pengendali emisi ini, maka alat tersebut tidak bisa disebut sebagai insinerator yang ramah lingkungan.

4. Reduksi volume dan massa limbah signifikan

Menggunakan insinerator memerlukan hasil pembakaran limbah berupa abu yang hanya sebesar 10% dari volume awalnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembakaran berjalan efisien dan membuktikan bahwa reaksi oksidasi terjadi secara sempurna.

5. Bahan konstruksi tahan suhu tinggi

Pada pembuatan produk tersebut memerlukan pemilihan material yang sangat teliti dan selektif, dalam hal pembuatan insinerator harus menggunakan bahan – bahan refraktori yang tahan panas dimana bahan yang mampu menahan suhu > 1000°C. Tujuannya agar struktur produk tidak rusak, efisien, dapat mempertahankan panas, dan mencegah kebocoran gas/emisi berbahaya.

6. Sistem suplai udara dan kontrol pembakaran

Pada desain incinerator harus memiliki airflow yang baik maka dari itu memerlukan sistem udara primer dan sekunder untuk memastikan suplai oksigen yang diperlukan dalam membantu proses pembakaran cukup. Selain itu, diperlukan juga sistem udara yang dapat diatur secara manual atau otomatis agar rasio udara terhadap bahan bakar optimal.

7. Kepatuhan terhadap standar dan regulasi

Pembuatan insinerator khususnya di Indonesia perlu mengacu pada standar dan regulasi yang ada hal ini merujuk pada :

- **PermenLHK No. P.56/MenLHK-Setjen/2015** tentang baku mutu emisi insinerator.
- **SNI 19-3964-1994** tentang insinerator limbah padat non-B3.

Produk dapat disebut insinerator bila memenuhi standar desain, suhu operasi, dan emisi sesuai ketentuan tersebut.

II.5 Perancangan dan Pengembangan Produk

II.5.1 Definisi Perancangan dan pengembangan Produk

Perancangan produk adalah serangkaian langkah yang dimulai dari memahami kebutuhan konsumen, lalu diubah menjadi ide produk yang bisa memenuhi kebutuhan itu, sampai akhirnya diubah menjadi desain yang siap dibuat. Proses ini tidak hanya memperhatikan tampilan atau bentuk produk, tetapi juga fungsi, kinerja, kenyamanan, harga, dan kesederhanaan dalam proses pembuatan (Ulrich, 2015).

II.5.2 Tipe Proyek Perancangan dan Pengembangan Produk

Terdapat 4 tipe proyek dalam perancangan dan pengembangan produk adalah sebagai berikut :

1. Produk Berbasis Platform Baru

Inovasi produk bertujuan untuk merancang serangkaian produk baru berdasarkan suatu platform yang segar dan umum. Kumpulan produk inovatif ini akan memasuki segmen pasar dan kategori produk yang sudah dikenal luas.

2. Variasi dari Platform Produk yang Sudah Ada

Proses pengembangan produk untuk memperluas platform yang sudah ada agar lebih efektif dalam menjangkau pasar yang sudah dikenal dengan satu atau lebih produk baru.

3. Perbaikan untuk Produk yang Sudah Ada

Inovasi produk yang kemungkinan hanya mencakup tambahan atau modifikasi pada beberapa detail dari produk yang telah ada, dengan tujuan mempertahankan lini produk dalam menghadapi persaingan.

4. Secara Umum Produk Baru

Proses pengembangan produk yang mencakup produk yang sangat berbeda atau teknologi produksi baru, dan dapat bermanfaat dalam penjelajahan pasar yang masih asing dan belum terjamah (Ulrich, 2015).

II.5.3 Tahapan Perancangan dan Pengembangan Produk

Secara keseluruhan, Proses Untuk Mengembangkan Produk biasanya terbagi menjadi tahapan-tahapan yang dikenal juga sebagai fase. Berdasarkan penjelasan Karl T. Ulrich dan Steven D. Eppinger dalam buku mereka yang bertajuk "Desain dan Pengembangan Produk", keseluruhan proses pengembangan produk terdiri dari enam

fase, yang mencakup perencanaan produk, pengembangan konsep, desain tingkat sistem, desain rinci, pengujian dan perbaikan, serta produksi awal. Adapun fase – fase yang terdapat pada perancangan dan pengembangan produk sebagai berikut :

a. Fase 0. Perencanaan

Proses ini dinamakan ‘tahap nol’ karena ia mendahului persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk sesungguhnya.

b. Fase 1. Pengembangan Ide

Di tahap pengembangan ide, kebutuhan dari pasar yang ditargetkan dianalisis, beragam alternatif konsep produk diciptakan dan dinilai, dan satu atau lebih ide dipilih untuk pengembangan dan pengujian lebih lanjut. Konsep yang dimaksud di sini adalah penjelasan mengenai bentuk, fungsi, dan penampilan suatu produk, yang biasanya disertai dengan berbagai spesifikasi, analisis terhadap produk pesaing, serta pertimbangan finansial dari proyek tersebut.

c. Fase 2. Desain Tingkatan Sistem

Tahap Desain Tingkatan Sistem meliputi penentuan arsitektur produk dan penjabaran produk menjadi subsistem dan komponen-komponen terkait. Hasil dari tahapan ini biasanya terdiri dari pengaturan bentuk produk, spesifikasi fungsional untuk masing-masing subsistem produk, serta skema aliran proses awal untuk proses perakitan akhir.

d. Fase 3. Perencanaan Detail

Fase perencanaan detail mencakup semua spesifikasi mengenai bentuk, bahan, dan toleransi dari setiap elemen unit produk serta pengenalan semua bagian standar yang diakuisisi dari pemasok. Proses rencana ditentukan, dan alat dirancang untuk setiap bagian yang diproduksi dalam sistem pembuatan. Hasil dari fase ini berupa catatan pengendalian untuk produk, gambar dari setiap bagian produk dan alat produksinya, spesifikasi untuk komponen yang dapat dibeli, serta rencana untuk proses pembuatan dan perakitan produk.

e. Fase 4. Pengujian dan Perbaikan

Fase pengujian dan perbaikan mencakup pembangunan dan penilaian berbagai versi awal dari produk tersebut. Prototipe awal (alpha) biasanya dirancang menggunakan bagian-bagian dengan bentuk dan jenis material yang sama dengan produksi nyata,

meskipun tidak memerlukan proses pembuatan yang serupa dengan yang diterapkan dalam proses produksi aktual. Tujuan dari prototipe beta biasanya adalah untuk menjawab pertanyaan terkait kinerja dan keandalan demi menemukan kebutuhan perubahan teknis untuk produk akhir.

f. Fase 5. Produksi Awal

Dalam fase produksi awal, produk diproduksi menggunakan sistem pembuatan yang sebenarnya. Tujuan dari produksi awal ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam menangani masalah yang mungkin muncul selama proses produksi yang sebenarnya. Pada beberapa titik dalam fase transisi ini, produk mulai diluncurkan dan tersedia untuk didistribusikan (Ulrich, 2015).

II.6 Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) merupakan cara sistematis yang digunakan untuk menerjemahkan keinginan pelanggan menjadi spesifikasi teknis yang bisa dipakai dalam merancang dan mengembangkan produk. Mazur menekankan bahwa QFD bukan hanya alat untuk meningkatkan kualitas, tetapi juga merupakan metode perencanaan strategis yang berfokus pada penciptaan nilai melalui pemahaman mendalam tentang suara pelanggan. Menurut Mazur, QFD membantu organisasi dalam mengurangi perbedaan antara apa yang diharapkan pelanggan dan keputusan teknis yang diambil oleh tim pengembangan, sehingga produk akhir dapat memenuhi atau bahkan melebihi ekspektasi pelanggan (Mazur, 2014).

Pada QFD terdapat beberapa komponen utama dan tahapan yang saling terhubung untuk menerjemahkan *voice of customer* menjadi *technical requirement* (Spesifikasi teknis produk). Komponen utama dalam QFD adalah sebagai berikut :

II.6.1. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan (*Customer Requirement / Voice of Customer*)

Tahap awal dalam QFD adalah mengenali dan memahami secara menyeluruh apa yang diinginkan, diperlukan, dan diharapkan oleh konsumen dari produk atau layanan yang akan diciptakan. Informasi dapat dikumpulkan melalui wawancara, jajak pendapat, pengamatan langsung, atau dengan menganalisis feedback dari pelanggan. Tujuan dari

langkah ini adalah untuk merekam suara konsumen dengan presisi agar dasar pengembangan produk benar-benar sejalan dengan kebutuhan yang ada di pasar. Contohnya Pelanggan menginginkan produk yang tahan lama, mudah digunakan, ringan, dan ramah lingkungan.

II.6.2. Penentuan Karakteristik Teknis (*Technical Requirements*)

Setelah keinginan pengguna telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengubah keinginan tersebut menjadi ciri-ciri teknis yang bisa diukur dan dikelola sepanjang proses desain. Ciri-ciri teknis ini adalah respons atau solusi teknis terhadap keinginan pengguna yang telah ditentukan sebelumnya. Setiap keinginan pengguna akan dihubungkan dengan satu atau lebih parameter teknis yang relevan.

II.6.3. Penyusunan Matriks Hubungan (*House of Quality*)

Tahapan ketiga adalah menyusun *House of Quality* (HoQ), yang merupakan matriks kunci dalam QFD yang menggambarkan keterkaitan antara kebutuhan konsumen (apa) dan fitur teknis dari produk (bagaimana). Di dalam matriks ini, dilakukan evaluasi mengenai seberapa kuat sambungan antara tiap kebutuhan dengan elemen teknis. Hubungan ini biasanya diwakili dengan simbol atau nilai tertentu (kuat, sedang, lemah). Dengan proses ini, tim pengembang dapat mengidentifikasi fitur teknis mana yang paling berdampak pada kepuasan konsumen sehingga bisa diutamakan dalam proses desain.

II.6.4. Analisis Kompetitif (*Competitive Assessment*)

Pada titik ini, dilakukan perbandingan antara produk yang sedang dalam proses pengembangan dengan produk dari pesaing, berdasarkan pandangan pelanggan dan spesifikasi teknisnya. Analisis ini memberikan wawasan mengenai posisi produk dalam pasar serta mengidentifikasi aspek mana yang membutuhkan peningkatan untuk dapat bersaing. Oleh karena itu, QFD tidak hanya mengutamakan kebutuhan pelanggan, tetapi juga memperhatikan situasi pasar dan persaingan yang terjadi.

II.6.5. Penentuan Prioritas dan Target Teknis (*Technical Target*)

Tahap berikutnya adalah menentukan rangkaian prioritas dan tujuan teknis yang perlu dicapai demi memenuhi ekspektasi pelanggan dengan sebaik-baiknya. Penentuan

prioritas ini dilakukan berdasar pada seberapa penting kebutuhan pelanggan dan sejauh mana hubungan antara kebutuhan tersebut dan karakteristik teknis yang ada. Hasil dari proses ini berupa target angka atau spesifikasi teknis yang dijadikan pedoman dalam proses perancangan, pengembangan, serta pembuatan produk.

II.6.6. Implementasi dan Evaluasi

Tahap akhir adalah mengimplementasikan hasil studi QFD dalam tahap pengembangan produk dan menilai hasil yang telah diperoleh. Penilaian dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan pelanggan berdasarkan prioritas yang telah ditentukan sebelumnya. Jika ada ketidaksesuaian yang terdeteksi, maka desain atau proses perlu direvisi agar hasil akhirnya menjadi maksimal.

II.7 *House of Quality*

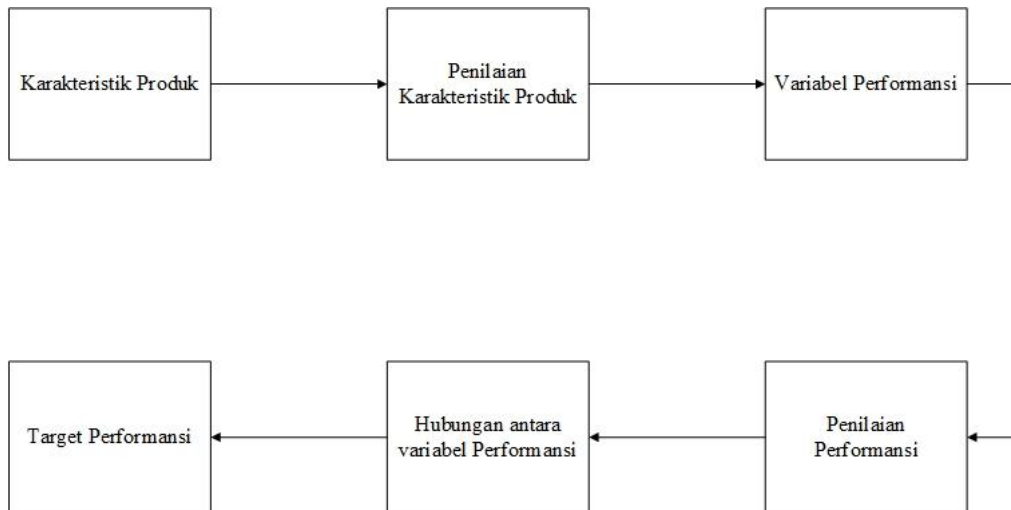
House Of Quality (HOQ) adalah komponen awal dan merupakan elemen dari pengembangan QFD. Di dalam *House Of Quality* terdapat *WHATs* (yang mewakili kebutuhan pelanggan/suara konsumen), *HOWs* (yang menunjukkan persyaratan teknis), serta matriks hubungan penilaian kompetitif (antara konsumen dan aspek teknis). *House of Quality* atau rumah kualitas adalah alat yang dipakai untuk menerapkan struktur QFD (Wicaksono, 2013).

II.7.1. Pengertian Matriks *House of Quality*

Matriks *House Of Quality* (HOQ) adalah salah satu bentuk paling umum dari representasi QFD. Struktur matriks ini pada dasarnya terdiri dari dua komponen utama. Bagian horizontal dari matriks tersebut mencakup informasi terkait konsumen yang dikenal sebagai tabel pelanggan. Sementara itu, bagian vertikal matriks berisi informasi teknis sebagai tanggapan terhadap masukan dari konsumen, dan disebut sebagai tabel teknis.

Informasi pelanggan berfungsi untuk memberikan data dalam pengembangan metode QFD, sedangkan informasi teknis merupakan respons yang diperlukan dari konsumen yang berguna bagi distributor. Tony Wijaya (2011:53) menjelaskan bahwa

matriks House of Quality atau rumah kualitas berfungsi sebagai alat dalam penggunaan struktur QFD. Produk akhir dari penerapan metode QFD adalah matriks House of Quality. Matriks ini memiliki bentuk seperti rumah. Pelaksanaan *House of Quality* adalah sebagai berikut :



Gambar II. 1 Pelaksanaan *House of Quality*

Berikut merupakan penjelasan dari tahapan pembuatan matriks *House of Quality* sesuai dengan diagram :

1. Menetapkan Karakteristik Produk
Sifat-sifat produk yang dimaksud di sini adalah ciri atau jenis kebutuhan yang selaras dengan preferensi pelanggan, yang mencakup desain, bahan, cara penyampaian produk, kualitas, dan lainnya.
2. Melakukan Penilaian Karakteristik Produk
Evaluasi ini dilakukan untuk mengubah keinginan pelanggan menjadi rangkaian proses terkait produk atau layanan bahan baku tersebut.
3. Menetapkan Variabel Performansi Pemasok
Pemasok yang dirujuk di sini adalah pemasok untuk unit usaha yang diperlukan dalam proses produksi yang perlu diidentifikasi.
4. Melaksanakan Penilaian Performansi
Evaluasi kinerja yang dimaksud merujuk pada kelebihan dan kekurangan dari rencana pengembangan lembaga pendidikan.

Dilihat dari komponen yang terlibat, pembuatan HOQ (*House of Quality*) ini tampak cukup sederhana. Namun, meskipun prosesnya sedikit kompleks, hal ini tetap dapat dimengerti oleh pembaca yang akan menjalani tahapan pengembangan. Dengan demikian, pembaca dapat melaksanakan perencanaan pengembangan dengan cara yang lebih terorganisir. Adapun tahapan dalam pengerjaan HoQ adalah sebagai berikut :

1. Pengenalan Konsumen/Pengguna

Awal dari QFD adalah dengan mengidentifikasi apa yang perlu diselesaikan berdasarkan kebutuhan pengguna.

2. Mengidentifikasi Kebutuhan Pelanggan

Kebutuhan pelanggan sering kali dikenal sebagai suara pelanggan. Proses ini mencakup elemen-elemen yang diperlukan oleh pelanggan dan masih bersifat umum, sehingga tidak mudah untuk langsung diaktan, perlu ditentukan terlebih dahulu.

3. Menilai Tingkat Kepentingan

Ini adalah penilaian tentang seberapa penting VOC dan didapatkan dari hasil analisis kuesioner yang telah disebarakan.

4. Evaluasi Kompetitif Pelanggan

Proses evaluasi ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang diperoleh.

5. Menentukan Kebutuhan Teknis

Kebutuhan teknis adalah pengembangan dari kebutuhan pelanggan. Di bagian ini akan ditetapkan berdasarkan kemampuan yang ditentukan oleh pelanggan.

6. Menentukan Hubungan

Agar mendapatkan nilai dalam bentuk angka, langkah berikutnya adalah menentukan hubungan antara kebutuhan pelanggan dan persyaratan teknis. Hal ini membantu menemukan nilai bobot yang tepat.

7. Menentukan Target

Target ditentukan dengan mengetahui seberapa banyak yang cukup, yang merupakan perhitungan berdasarkan spesifikasi dari *HOWs*. Nilai target ini digunakan untuk memenuhi keinginan pelanggan, sehingga nilai target yang ditetapkan sebaiknya tinggi dan rasional.

8. Membuat Matrik Korelasi

Matrik korelasi berada di atas matrik House Of Quality, yang merupakan bagian paling atas dan menjadi penentu struktur hubungan antar item *HOW*.

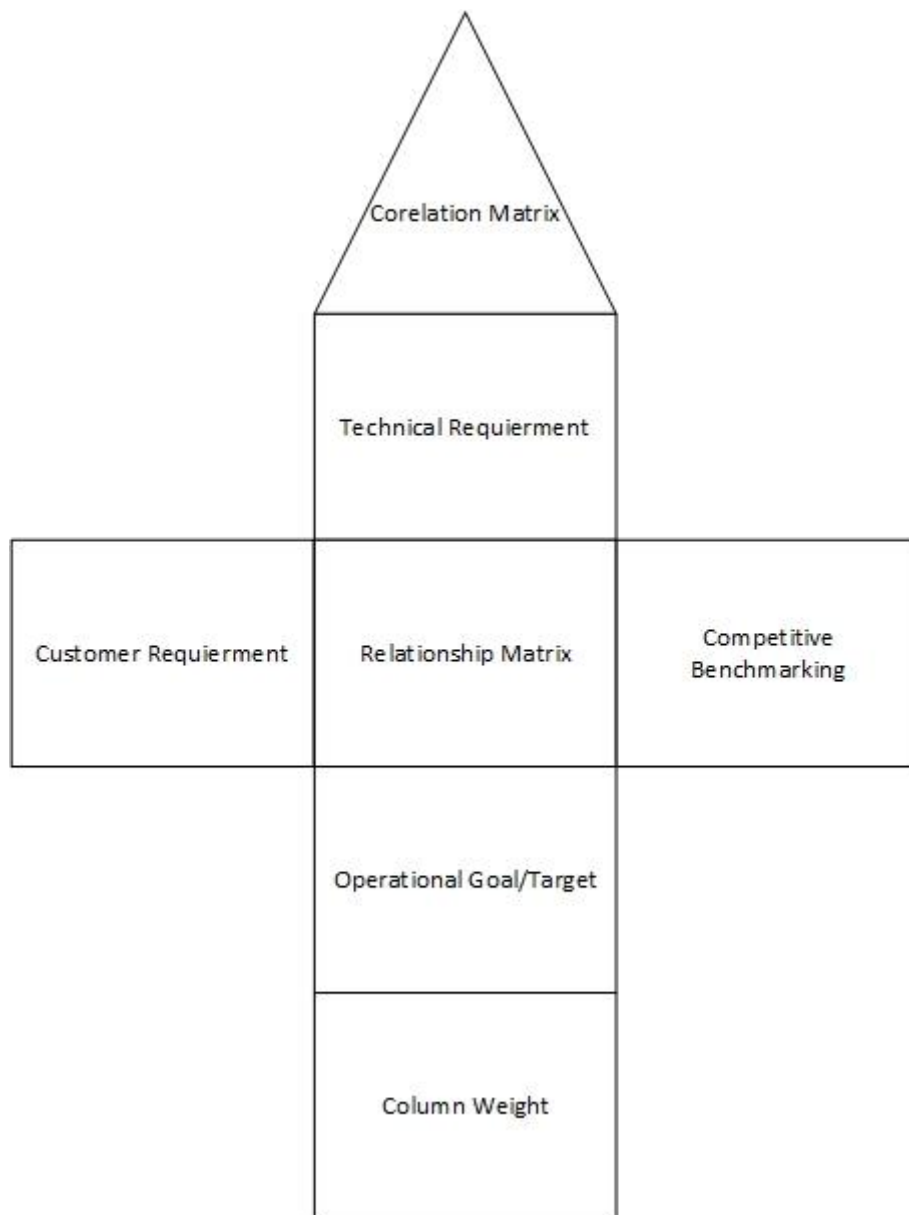
9. Membuat Analisis Penilaian Teknis Kompetitif.

Analisis ini dilakukan dengan membandingkan produk yang sudah ada dengan produk yang akan dibuat.

10. Menentukan Bobot

Bobot ditentukan berdasarkan hubungan korelasi antara kebutuhan pelanggan dan persyaratan teknis.

Hubungan ini ditentukan dari jenis hubungan yang terjadi.



Gambar II. 2 *House Of Quality*

Sumher : Imam Djati Widodo

II.7.2. Pengisian Matriks *House of Quality*

Sebelum melakukan pengisian matriks *House of Quality* adapun pembuatan perencanaan yang diperlukan diantaranya :

Pengisian *Customer Requierment (WHATs)*

Langkah pertama yaitu mengisi seluruh kebutuhan pelanggan (*WHATs*) di sisi kiri matriks. Kebutuhan pelanggan ini diperoleh dari pengambilan data langsung melalui hasil

wawancara, survei, observasi, dan penyebaran kuesioner langsung terhadap pengguna/pelanggan.

Sebagai contoh kebutuhan pelanggan untuk rancangan desain insinerator diantaranya :

- Tidak menimbulkan asap
- Mudah dioperasikan
- Hemat bahan bakar
- Aman digunakan
- Tahan lama

Selanjutnya kebutuhan tersebut dimasukkan ke kolom kiri HoQ dengan urutan berdasarkan tingkat kepentingan pelanggan.

Pengisian *Technical Requirement (HOWs)*

Pada bagian atas matriks, diisi respon teknis (*HOWs*) atau parameter teknis yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan pelanggan. Kebutuhan teknis ini berkaitan dengan spesifikasi desain yang akan dibuat baik dari segi ukuran, jenis material, kebutuhan fitur dari produk yang didesain, hal ini menjadi acuan bagi perancang.

Contoh dari respon teknis untuk kebutuhan yang diinginkan adalah sebagai berikut :

- Rasio udara dan bahan bakar,
- Temperatur dalam ruang bakar,
- Jenis material yang digunakan,
- Ketebalan material produk,
- Efisiensi bahan bakar,
- Desain jalur udara.

Respon teknis menjadi bagian pada kepala kolom HoQ.

Pengisian Matriks Hubungan

Pada bagian tengah HoQ berisi hubungan antara kebutuhan pelanggan dengan respon teknis. Melakukan pengaruh hubungan ini sangat penting karena menunjukkan seberapa kuat dan berpengaruh setiap aspek teknis berkontribusi pada terhadap pemenuhan

kebutuhan pelanggan. Hal ini biasanya digunakan simbol atau angka dengan skala sebagai penentuan hubungannya sebagai berikut :

Tabel II. 2 *Relationship Matrix*

Simbol	Nilai	Makna
●	9	Hubungan kuat
○	3	Hubungan sedang
△	1	Hubungan lemah
–	0	Tidak ada hubungan

Contoh pengisian :

- Kebutuhan pelanggan “Tidak menimbulkan asap” memiliki hubungan kuat dengan “rasio udara-bahan bakar” dan “temperatur ruang bakar”, karena kedua parameter mempengaruhi pembentukan asap maka diberikan simbol (●).
- Sedangkan untuk “Tidak menimbulkan asap” dengan “ketebalan material” tidak saling berpengaruh maka hubungan yang ditimbulkan lemah karena tidak memiliki korelasi terhadap emisi asap maka diberikan simbol (△).

Pengisian bagian hubungan ini penting karena menentukan tingkat kontribusi teknis terhadap kepuasan pelanggan.

Pengisian *Correlation Matrix*

Bagian atas HoQ menggambarkan hubungan antar respon teknis. Setelah respon teknis dipaparkan maka akan dibuat hubungan korelasi, hal ini dibutuhkan karena setiap respon teknis akan sangat berpengaruh antara satu sama lainnya. Jika dua parameter saling mendukung maka diberi simbol “+”, dan jika dua parameter saling bertentangan maka diberi simbol “-”.

Contoh :

- Parameter meningkatkan temperatur ruang bakar saling mendukung dengan efisiensi bahan bakar maka diberi simbol (+).
- Parameter meningkatkan temperatur ruang bakar dapat menurunkan ketahanan material pelapis dimana saling bertentangan maka diberi simbol (-).

Dengan analisis ini, desainer dapat memahami *trade-off* antarparameter dan mengantisipasi konflik desain.

Pengisian *Importance Weight*

Kolom ini menunjukkan tingkat kepentingan terhadap setiap kebutuhan pelanggan. Hal ini menunjukkan skala prioritas dalam menentukan kebutuhan pelanggan, dengan membuat pembobotan kepentingan ini akan memudahkan desainer dalam melakukan perancangan desain produk dengan mengutamakan kebutuhan mana yang harus didahulukan. Nilai pembobotan ini diperoleh dari hasil survei atau kuesioner pengguna dengan skala (misal 1-5 atau 1-10). Nilai kepentingan ini akan menjadi dasar dalam menghitung prioritas teknis di bagian akhir.

Contoh :

Tabel II. 3 *Importance Weight*

Kebutuhan Pelanggan	Tingkat Kepentingan (1-5)
Tidak Berasap	5
Mudah dioperasikan	4
Hemat Bahan Bakar	4
Aman digunakan	3
Tahan Lama	3

Pengisian *Competitive Benchmarking*

Pada Tahap ini, melakukan perbandingan produk antara produk yang sudah ada dipasar yaitu produk pesaing dan produk referensi dengan produk yang akan dikembangkan. Perbandingan ini diperlukan untuk menganalisis kelebihan dan kekurangan produk pesaing dan produk referensi dan menyesuaikan dengan produk yang dikembangkan. Penilaian dilakukan untuk setiap kebutuhan pelanggan menggunakan skala yang sama (misal 1-5).

Contoh :

Tabel II. 4 *Competitive Benchmarking*

Kebutuhan	Produk Pesaing	Produk saat ini	Target
Tidak Berasap	3	4	5
Mudah digunakan	4	2	4
Hemat bahan bakar	2	1	3

Analisis ini membantu dalam menentukan *positioning* produk yang dirancang dibandingkan dengan competitor, serta seberapa besar peningkatan yang diinginkan.

Pengisian *Technical Importance* dan *Goal* (Target Teknis)

Tahap terakhir adalah menghitung tingkat kepentingan setiap respon teknis dan menetapkan *goal* atau target teknis yang akan dicapai. Pada tahap merupakan final dari spesifikasi desain yang akan dibuat oleh desainer yang akan menjadi rancangan produk final. Nilai kepentingan teknis diperoleh dari hasil jumlah pembobotan hubungan (9, 3, 1) dikalikan dengan tingkat kepentingan pelanggan. Setelah itu, desainer dapat menetapkan nilai target kuantitatif untuk setiap aspek teknis berdasarkan hasil benchmarking, data uji, atau standar desain.

Contoh Hasil Akhir :

Tabel II. 5 *Technical Importance & Goal*

Respon Teknis	Nilai Penting Teknis	Rank	Target (<i>Goal</i>)	Satuan
Temperatur Ruang Bakar	130	1	900°C	°C
Rasio Udara – Bahan Bakar	105	2	1 : 6	-
Efisiensi Panas	95	3	85%	%
Ketebalan Dinding	70	4	2,5 mm	mm
Jenis Material	60	5	Stainless AISI 304	-

Dengan ini, bagian akhir matriks HoQ memberikan arah dan prioritas bagi pengembangan desain produk.

Secara umum, mengisi matriks HOQ dilakukan dengan cara menghubungkan kebutuhan pelanggan dengan karakteristik teknis produk secara jelas dan terukur. Dengan memberi bobot, menganalisis hubungan, serta menentukan target teknis, HOQ membantu tim desain mengetahui prioritas pengembangan dan tujuan kinerja yang jelas. Hasil dari HOQ bisa digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi desain, menguji produk, serta melakukan peningkatan secara berkelanjutan.

II.8 Peta Morfologi

Peta morfologi adalah metode yang digunakan secara sistematis untuk menghasilkan berbagai ide produk dengan memecah fungsi utama menjadi bagian-bagian kecil, lalu menemukan beberapa solusi yang mungkin untuk setiap bagian tersebut. Metode ini masih sering digunakan dalam penelitian dan praktik perancangan produk dalam 10 tahun terakhir karena efektif dalam meningkatkan kreativitas sekaligus tetap terstruktur. Menurut Pahl & Beitz, peta morfologi membantu desainer mengembangkan berbagai kombinasi solusi melalui proses eksplorasi yang terarah berdasarkan fungsi produk (Pahl, 2013). Di sisi lain, Ulrich & Eppinger menjelaskan bahwa peta morfologi digunakan pada tahap awal pengembangan konsep untuk membandingkan berbagai ide desain secara teratur, sehingga memudahkan proses mengevaluasi dan memilih ide yang terbaik (Ulrich, 2015). Dalam studi desain teknik yang lebih baru, seperti karya Lindemann, ditegaskan bahwa peta morfologi meningkatkan kualitas inovasi karena mendorong desainer untuk mempertimbangkan lebih banyak pilihan solusi dibandingkan pendekatan yang hanya bergantung pada intuisi. Karena itu, dalam 10 tahun terakhir, peta morfologi tetap menjadi teknik utama dalam perancangan konseptual, terutama dalam pengembangan produk teknologi dan industri (Lindemann, 2016).

Dari pemaparan definisi yang ada dapat disimpulkan bahwa peta morfologi dalam perancangan produk adalah alat bantu konseptual yang digunakan dalam tahap pengembangan konsep desain dengan tujuan untuk memberikan alternatif – alternatif terbaik dalam perancangan dan pengembangan produk.

II.8.1. Pembuatan Peta Morfologi

Berikut merupakan tahapan – tahapan dalam pembuatan peta morfologi :

1. Mengenali Kebutuhan Pengguna dan Masalah Desain

Langkah pertama adalah memahami apa yang dibutuhkan pengguna dan masalah apa yang mereka hadapi. Untuk melakukan ini, bisa dilakukan melalui pengamatan langsung, wawancara, atau kuesioner agar mengetahui harapan dan keinginan pengguna terhadap produk. Hasil dari proses ini kemudian dirangkum menjadi daftar kebutuhan pengguna dan spesifikasi produk awal yang harus dipenuhi.

Contoh: Untuk produk "tempat sampah otomatis," kebutuhan pengguna meliputi sistem buka-tutup tanpa menyentuh, hemat energi, mudah dibersihkan, serta memiliki tampilan yang menarik.

2. Menentukan Fungsi Pokok Produk

Setelah mengetahui kebutuhan, langkah selanjutnya adalah menentukan fungsi utama dari produk. Fungsi utama menjelaskan apa yang dilakukan produk, bukan cara kerjanya. Pada tahap ini, desainer membuat penguraian fungsi atau functional decomposition agar fungsi tersebut dapat dianalisis secara lebih rinci.

Contoh fungsi utama: membuka tutup secara otomatis, menampung sampah, menutup kembali, serta memberi tanda jika sampah sudah penuh.

3. Menguraikan Fungsi Menjadi Sub-Fungsi

Fungsi utama kemudian dibagi menjadi beberapa sub-fungsi agar bagian-bagian produk bisa dianalisis secara mendetail. Hal ini bertujuan untuk memberikan alternatif solusi yang beragam untuk setiap bagian.

Contoh: Fungsi "membuka tutup otomatis" dapat dibagi menjadi tiga sub-fungsi, yaitu sistem deteksi tangan, mekanisme buka-tutup, dan sumber energi.

4. Menentukan Berbagai Alternatif Penyelesaian untuk Setiap Fungsi

Tahap ini merupakan inti dari peta morfologi. Untuk setiap fungsi atau sub-fungsi, desainer membuat sejumlah alternatif penyelesaian yang bisa dipertimbangkan. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabel, di mana setiap baris mewakili suatu fungsi, dan setiap kolom berisi opsi penyelesaiannya.

Contoh Tabel Sederhana :

Tabel II. 6 Peta Morfologi alternatif penyelesaian

Fungsi	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Deteksi Tangan	Sensor Inframerah	Sensor Ultrasonik	Tombol sentuh
Mekanisme buka tutup	Motor DC	Servo	Pegas
Sumber Tenaga	Baterai AA	Daya USB	Li-ion Rechargeable
Indikator Penuh	LED	Suara Buzzer	Notifikasi Aplikasi

5. Menggabungkan Alternatif Menjadi Konsep Desain

Setelah semua alternatif telah dibuat, langkah berikutnya adalah menggabungkan satu alternatif dari setiap fungsi menjadi satu konsep desain produk. Setiap kombinasi yang dihasilkan disebut sebagai satu “konsep alternatif.” Pemilihan kombinasi ini didasarkan pada sejauh mana fungsi tersebut cocok dan efisien dalam diterapkan.

Contoh:

Konsep A: Sensor IR + Servo + Baterai + LED → Tempat sampah otomatis yang hemat energi.

Konsep B: Sensor ultrasonik + Motor DC + USB + Suara → Tempat sampah pintar yang memberi notifikasi melalui suara.

6. Menilai dan Memilih Konsep Terbaik

Setelah berbagai konsep telah terbentuk, desainer harus mengevaluasi setiap konsep untuk menentukan mana yang terbaik. Evaluasi bisa dilakukan dengan metode seperti Pugh’s Matrix atau Weighted Scoring. Aspek yang dinilai mencakup biaya, mudahnya perawatan, daya tahan, estetika, efisiensi energi, serta mudahnya dalam proses produksi. Konsep yang mendapat nilai tertinggi akan dipilih untuk dikembangkan lebih lanjut ke tahap desain detail.

7. Membuat Visualisasi Konsep Akhir

Langkah terakhir adalah membuat visualisasi dari konsep yang dipilih. Visualisasi bisa dalam bentuk sketsa tangan, model 3D menggunakan software

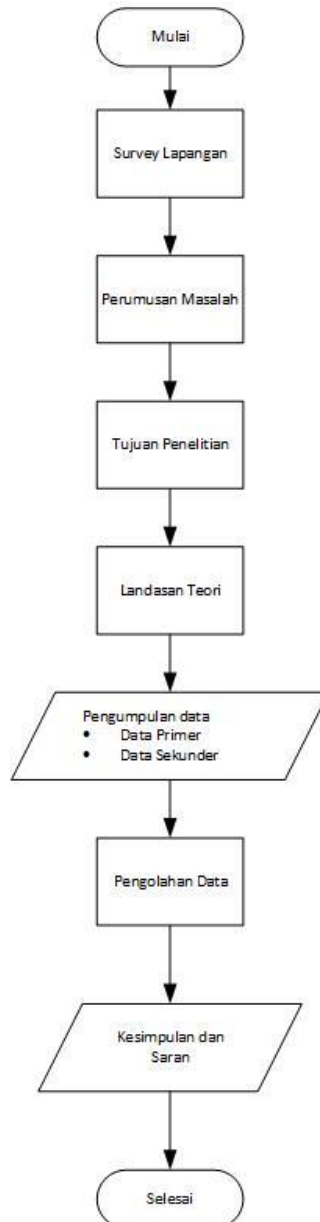
CAD, atau bahkan pembuatan prototipe sederhana. Tujuannya adalah untuk mengecek kelayakan desain secara visual dan fungsional sebelum memasuki tahap produksi.

Secara umum, membuat peta morfologi melibatkan proses yang terstruktur, mulai dari mengetahui kebutuhan pengguna hingga memilih konsep yang paling sesuai. Metode ini membantu desainer dalam menyusun ide-ide, menjelajahi berbagai pilihan solusi, serta menghasilkan desain yang kreatif dan berguna. Dengan demikian, peta morfologi tidak hanya menjadi alat bantu untuk menganalisis, tetapi juga cara untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kualitas hasil desain produk.

Bab 3 Metodologi Penelitian

III.1 *Flowchart* Penelitian

Berikut merupakan *flowchart* penelitian yang menggambarkan tahapan – tahapan dari penelitian yang dilakukan :



Gambar III. 1 *Flowchart* Penelitian

III.2 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan pada penelitian ini merupakan tahap awal untuk mengumpulkan informasi awal tentang objek penelitian. Tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti pada studi pendahuluan ini meliputi observasi lokasi penelitian untuk mengetahui kebiasaan masyarakat dalam memilah dan membakar sampah. Selain itu, dilakukan pembuatan kuesioner yang akan dibagikan kepada masyarakat mengenai perlakuan pengurangan sampah dengan metode pembakaran. Hasil ini akan menjadi rancangan awal untuk pembuatan desain insenerator.

III.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah adalah sebuah pernyataan jelas mengenai permasalahan yang akan dipecahkan dalam suatu penelitian. Dalam konteks akademik, rumusan masalah memiliki fungsi sebagai landasan dalam memfokuskan dan membatasi lingkup permasalahan serta membantu dalam menetapkan tujuan penelitian. Pada penelitian ini rumusan masalah yang ada meliputi bagaimana desain yang optimal dalam pembuatan insinerator skala rumah tangga.

III.4 Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini adalah untuk memahami aspek teoritis dan praktis yang dapat membantu peneliti memahami teori – teori keilmuan yang dikemukakan oleh ilmuwan atau peneliti sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian. Selain itu, studi literatur berguna dalam membantu mengumpulkan informasi dan referensi yang akan digunakan dalam penelitian. Referensi ini didapatkan dari buku, jurnal ilmiah, atau hasil penelitian sebelumnya, dan studi literature juga bisa menjadi *trigger* untuk memunculkan ide – ide baru sehingga penelitian dapat lebih berkembang lagi.

III.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian memiliki fungsi sebagai sasaran penyelesaian masalah dalam penelitian. Dalam hal ini, tujuan penelitian sebagai arah dan fokus utama pada proses penelitian seperti membantu menetapkan parameter untuk pengumpulan data, analisis,

dan interpretasi. Dalam penelitian ini tujuan utamanya adalah untuk merancang dan mengembangkan desain insinerator yang mampu mendukung kebiasaan masyarakat dalam mengelola sampah secara lebih aman dan efisien.

III.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah penjelasan yang menunjukkan bahwa suatu masalah layak untuk diteliti, serta untuk menunjukkan signifikansi masalah yang diteliti. Pada penelitian ini manfaat penelitian adalah hal yang berguna dalam perancangan desain insinerator dan juga manfaat yang didapatkan oleh peneliti.

III.7 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dibagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder berikut merupakan penjelasannya :

1. Pengumpulan Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan / sumber pertama, pada perancangan desain insinerator data primer diperoleh dari :

- Observasi Lapangan : melakukan observasi pada tempat pembakaran sampah saat ini, mengamati jenis dan volume sampah yang dibakar, melihat kebiasaan masyarakat dalam memilah dan membakar sampah.
- Wawancara atau Kuesioner : melakukan wawancara atau penyebaran kuesioner kepada masyarakat dan petugas kebersihan atau pengelola lingkungan mengenai pengelolaan sampah di lingkungan rumah dan menanyakan tentang kebutuhan atau keinginan pengguna agar desain insinerator lebih sesuai.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang sudah tersedia atau sudah dikumpulkan oleh pihak lain, pada perancangan desain insinerator data sekunder diperoleh dari :

- Literatur Ilmiah : jurnal atau buku tentang teknologi insinerator, penelitian sebelumnya tentang efisiensi pembakaran atau desain alat.
- Dokumen Resmi atau Peraturan :Peraturan pemerintah tentang pengelolaan sampah, SNI atau standar teknis alat pembakar sampah.

- Data Statistik atau Laporan : data volume sampah rumah tangga, laporan penggunaan insinerator.

III.7.1 *Sampling Frame*

Pada pengumpulan data ini diperlukan *sampling frame* yaitu daftar atau kumpulan elemen populasi yang menjadi dasar untuk pengambilan sampel dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini klasifikasi sampel yang diambil adalah masyarakat yang berhubungan dengan sampah – sampah jenis rumah tangga baik produsen sampah maupun dengan pengelola sampah rumah tangga.

Dalam mengumpulkan data diperlukan metode penumpukan data, pada penelitian ini pengumpulan data menggunakan pendekatan metode *non-probability sampling* yaitu *Purposive Sampling*. Pemilihan metode ini didasarkan pada pertimbangan bahwa penelitian berfokus pada masyarakat yang memiliki keterlibatan langsung dengan pengelolaan sampah, baik sebagai produsen maupun sebagai pengelola dengan responden dipilih secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu.

Data yang diperoleh harus memenuhi kecukupan data penelitian, untuk mengukur kecukupan data yang diperoleh adalah dengan mengukur kejenuhan data (*data saturation*). Mengingat penelitian menggunakan metode *Non-Probability Sampling* dengan pendekatan *Purposive Sampling*, maka ukuran kecukupan data tidak didasarkan pada jumlah responden tertentu melainkan pada hasil wawancara/kuesioner dan observasi menunjukan pola informasi yang berulang serta tidak terdapat temuan baru yang signifikan.

Akan tetapi jika diperlukan uji kecukupan data maka digunakan rumus slovin untuk menghitung ukuran sampel minimum dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

- n : Ukuran sampel minimum yang dibutuhkan
- N : Ukuran Populasi
- e : Tingkat toleransi kesalahan (*error*)

Setelah menghitung ukuran sampel minimum selanjutnya menentukan kecukupan data. Untuk menentukannya adalah dengan membandingkan hasil ukuran sampel minimum n

dengan jumlah sampel aktual yang didapatkan (N_{aktual}). Adapun parameter untuk mengetahui apakah data sudah cukup atau tidak adalah sebagai berikut :

- Jika $N_{aktual} \geq n$: jumlah sampel sudah cukup secara kuantitatif
- Jika $N_{aktual} \leq n$: perlu menambah sampel hingga setidaknya mencapai n

III.8 Pengolahan Data

Dalam tahapan pengolahan data pada penelitian ini terdapat 2 metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *House Of Quality* dan Peta Morfologi. *House Of Quality* digunakan untuk mengubah kebutuhan atau keinginan pengguna menjadi spesifikasi teknis produk dan peta morfologi digunakan untuk memberikan beberapa alternatif rancangan produk.

III.8.1 *House of Quality*

Dalam metode ini data yang didapatkan akan diidentifikasi berdasarkan kebutuhan pelanggan (*Voice Of Customer*), selanjutnya menentukan tingkat kepentingan dengan memberikan nilai berdasarkan skala yang ditetapkan, setelahnya menentukan karakteristik teknis dengan mengubah data kebutuhan menjadi aspek teknis yang bisa diukur, selanjutnya menentukan hubungan antara kebutuhan dan karakteristik teknis dengan *matrix relationship*, setelah itu mengidentifikasi hubungan mendukung dan bertentangan dengan *correlation matrix*, dan yang terakhir dengan menghitung prioritas teknis.

1. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan (Voice of Customer)

Mengetahui secara mendalam apa yang benar – benar diinginkan pelanggan terhadap produk atau layanan.

Kegiatan :

- Melakukan wawancara, survei, atau observasi langsung terhadap pengguna.
- Mengumpulkan data – data pelanggan untuk produk apa yang diinginkan.
- Menyusun daftar kebutuhan (*Customer Requirment*).

Hasil : Daftar kebutuhan Pelanggan (What's)

2. Klasifikasi dan Penentuan Prioritas Kebutuhan

Menentukan seberapa penting masing – masing kebutuhan pelanggan agar fokus pengembangan produk lebih terarah.

Kegiatan :

- Menggunakan skala prioritas (misal : 1-5 atau 1-10).
- Dapat menggunakan metode *pairwise comparison* atau rating langsung dari pelanggan.

Hasil : Nilai kepentingan tiap kebutuhan pelanggan (*Importance rating*).

3. Menentukan Karakteristik Teknis (*Technical Requirment*)

Menerjemahkan kebutuhan pelanggan (yang bersifat subjektif) menjadi spesifikasi teknis yang dapat diukur secara objektif.

Kegiatan :

- Tim teknis/desainer menganalisis bagaimana setiap kebutuhan pelanggan bisa diwujudkan,
- Menentukan parameter teknis seperti dimensi, berat, material, daya tahan, efisiensi, suhu kerja, dll.

Hasil : Daftar Karakteristik Teknis/ (*How's*)

4. Membangun Matriks Hubungan (*Relationship Matrix*)

Menentukan hubungan antara *what's* (kebutuhan pelanggan) dan *how's* (karakteristik teknis).

Kegiatan:

- Mengisi matriks dengan simbol atau nilai yang menggambarkan kekuatan hubungan:
 - 9 = kuat
 - 3 = sedang
 - 1 = lemah
 - 0 = tidak ada hubungan
- Semakin besar nilainya, semakin berpengaruh karakteristik teknis tersebut terhadap kepuasan pelanggan.

Hasil : Matriks hubungan antara *Voice of Customer* dan karakteristik teknis.

5. Analisis Bobot Pengaruh

Menentukan prioritas pengembangan dengan mengalikan bobot kepentingan pelanggan dengan nilai hubungan.

Kegiatan:

- Menghitung *weighted score* tiap karakteristik teknis.
- Urutkan hasilnya dari nilai tertinggi ke terendah untuk melihat aspek paling kritis.

Hasil : Nilai prioritas karakteristik teknis yang harus dikembangkan terlebih dahulu.

6. Analisis Hubungan Antar Karakteristik Teknis (*Roof Matrix*)

Mengetahui apakah antar aspek teknis saling mendukung (*positive correlation*) atau justru bertentangan (*negative correlation*).

Kegiatan:

- Menganalisis interaksi antar parameter (misal: menambah kekuatan bisa menambah berat — trade-off).
- Dinyatakan dengan simbol seperti “+”, “-”, atau “x” di bagian atas diagram HoQ.

Hasil : Informasi interaksi teknis untuk meminimalkan konflik desain.

7. Analisis Perbandingan Kompetitor (*Competitive Benchmarking*)

Menilai posisi produk dibandingkan pesaing di mata pelanggan dan dari sisi teknis.

Kegiatan:

- Mengisi nilai performa produk sendiri dan pesaing terhadap tiap kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknis.
- Visualisasi dapat menggunakan grafik atau peringkat.

Hasil : Posisi kompetitif produk di pasar,

8. Menentukan Target Desain dan Spesifikasi

Menetapkan nilai target yang akan dicapai untuk tiap karakteristik teknis berdasarkan hasil analisis sebelumnya.

Kegiatan:

- Menentukan target realistis namun kompetitif.
- Menggunakan hasil benchmarking dan bobot prioritas sebagai dasar keputusan.

Hasil : Spesifikasi teknis akhir yang akan dijadikan acuan pengembangan produk.

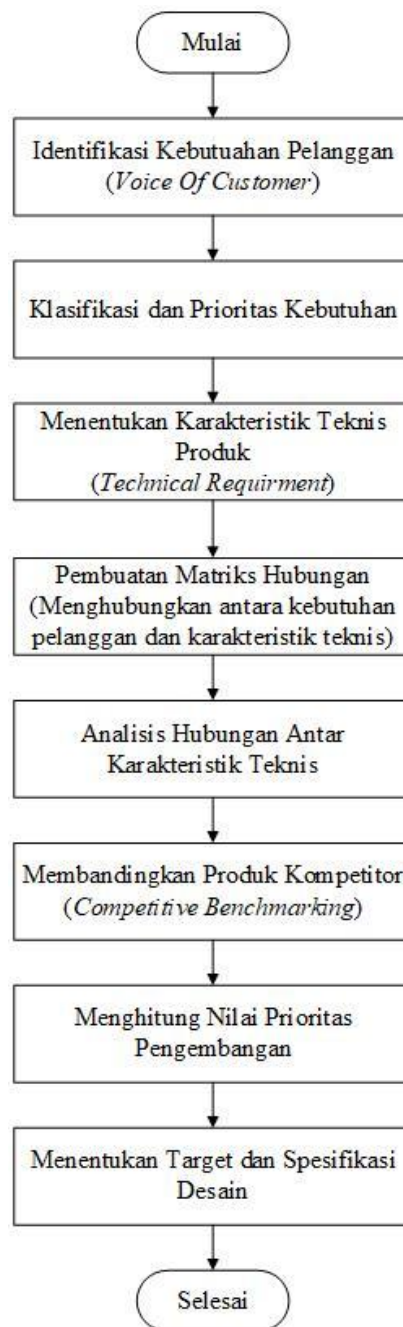
9. Evaluasi dan Implementasi

Memastikan hasil HoQ dapat diimplementasikan pada tahap desain atau produksi.

Kegiatan:

- Diskusi dengan tim desain, produksi, dan pemasaran.
- Menyiapkan tahapan QFD berikutnya (misalnya: *part deployment, process planning, production planning*).

Hasil : Rencana pengembangan produk berdasarkan hasil *House of Quality* (HoQ).

Gambar III. 2 *Flowchart House Of Quality*

III.8.1.1 Rancangan Kuesioner

Dalam memenuhi kebutuhan *voice of customer* dalam pembuatan *house of quality* maka diperlukan kuesioner untuk memenuhi kebutuhan data *voice of customer*. Adapun dasar – dasar dalam pembuatan kuesioner sebelum membuat pertanyaan kuesioner sebagai berikut :

Tabel III. 1 Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
1	Efektivitas	Desain dan Fungsionalitas	Mudah Digunakan	1 sampai 5
			Kapasitas sesuai kebutuhan	1 sampai 5
			Mudah dalam perawatan	1 sampai 5
		Efisiensi pembakaran	Sampah terbakar dengan sempurna	1 sampai 5
			Waktu pembakaran efisien	1 sampai 5
		Dampak Lingkungan	Asap tidak mencemari udara	1 sampai 5
			Suhu dan bau terkendali	1 sampai 5

Tabel III.1. 1 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
2	Ekonomis	Investasi Awal	Biaya bahan baku terjangkau	1 sampai 5
			proses pembuatan hemat biaya	1 sampai 5
			tidak memerlukan peralatan mahal	1 sampai 5
		Biaya operasional & Perawatan	Konsumsi energi rendah	1 sampai 5
			perawatan mudah dan murah	1 sampai 5
			komponen tahan lama	1 sampai 5
		Efisiensi penggunaan	penghematan biaya pembuangan sampah	1 sampai 5
			Waktu operasional efisien	1 sampai 5
			operator yang diperlukan sedikit	1 sampai 5

Tabel III.1. 2 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
		Nilai Manfaat	Mengurangi biaya pengelolaan sampah	1 sampai 5
			Meningkatkan efisiensi ekonomi rumah tangga	1 sampai 5
			Menghasilkan produk sampingan bernilai	1 sampai 5
		Daya Tahan dan Umur Pakai	Material kuat dan tahan lama	1 sampai 5
			umur alat sesuai harapan	1 sampai 5
			tidak sering perlu perbaikan	1 sampai 5
		Sustainability	Dapat digunakan berulang kali	1 sampai 5

Tabel III.1. 3 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
			tidak menghasilkan biaya tambahan berlebih	1 sampai 5
			ramah terhadap sumber daya alam	1 sampai 5
3	Nilai Guna	Fungsi dan Kegunaan Utama	Dapat membakar sampah dengan baik	1 sampai 5
			mengurangi volume sampah secara signifikan	1 sampai 5
			hasil pembakaran sesuai harapan	1 sampai 5
		Kemudahan Penggunaan	Pengoperasian sederhana	1 sampai 5
			Tidak membutuhkan pelatihan khusus	1 sampai 5
			Aman digunakan oleh siapa saja	1 sampai 5

Tabel III.1. 4 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
		Praktis	Proses pembakaran cepat	1 sampai 5
			Mudah dipindahkan dan dipasang	1 sampai 5
			Tidak memerlukan alat bantu apapun	1 sampai 5
		Reliability/Keandalan	Tidak mudah rusak	1 sampai 5
			stabil dalam berbagai cuaca	1 sampai 5
			hasil pembakaran merata	1 sampai 5
		Safety/Keamanan	tidak mudah menimbulkan kebakaran	1 sampai 5
			Panas yang keluar tidak berlebihan	1 sampai 5
			Asap dan panas dapat dikendalikan	1 sampai 5

Tabel III.1. 5 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
		Kesesuaian dengan pengguna	ukuran sesuai kebutuhan rumah tangga	1 sampai 5
			kapasitas cukup untuk jumlah sampah harian	1 sampai 5
			desain sesuai kondisi lingkungan rumah	1 sampai 5
		Durability & Maintenance	Tidak mudah aus	1 sampai 5
			perawatan mudah dilakukan	1 sampai 5
			komponen mudah diganti jika rusak	1 sampai 5
4	Dampak Lingkungan	Kualitas Udara	Asap hasil pembakaran tidak terlalu pekat	1 sampai 5
			Tidak menimbulkan sesak napas atau iritasi	1 sampai 5

Tabel III.1. 6 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
			Warna asap menunjukkan pembakaran sempurna	1 sampai 5
		Polusi Bau (Odor)	Bau tidak menyengat atau mengganggu	1 sampai 5
			Proses pembakaran berlangsung dengan minim bau	1 sampai 5
			Asap cepat hilang setelah pembakaran	1 sampai 5
		Sisa Pembakaran	Abu tidak berbahaya dan mudah dibuang	1 sampai 5
			tidak ada residu kimia beracun	1 sampai 5
			abu dapat dimanfaatkan	1 sampai 5
		Kebisingan dan Panas Lingkungan	Suara pembakaran tidak bising	1 sampai 5

Tabel III.1. 7 Tabel Lanjutan Pembuatan Kuesioner

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator				
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala
			suhu insenerator tidak mengganggu kenyamanan	1 sampai 5
			Aman dari jarak wajar	1 sampai 5
			Aman diletakan di lingkungan rumah tangga	1 sampai 5
			Tidak mengancam keselamatan pengguna dan lingkungan	1 sampai 5
		Pengelolaan Limbah & Keberlanjutan	Mengurangi Sampak Ke TPA	1 sampai 5
			Meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah di rumah	1 sampai 5
			tidak menghasilkan limbah tambahan baru	1 sampai 5

Adapun pertanyaan yang dihasilkan dari dasar – dasar referensi kuesioner adalah sebagai berikut :

Tabel III. 2 Daftar Pertanyaan Kuesioner

Insinerator ini mudah digunakan.
Insinerator ini memiliki kapasitas yang sesuai kebutuhan.
Insinerator ini mudah dalam perawatan.
Sampah dapat terbakar dengan sempurna menggunakan insinerator ini.
Waktu pembakaran pada insinerator ini efisien.
Asap yang dihasilkan insinerator ini tidak mencemari udara.
Suhu pembakaran pada insinerator ini dapat dikendalikan dengan baik.
Biaya bahan baku yang diperlukan untuk insinerator ini terjangkau.
Proses pembuatan insinerator ini membutuhkan biaya rendah.
Insinerator ini tidak memerlukan peralatan mahal.
Konsumsi energi insinerator ini rendah.
Perawatan insinerator ini mudah dan murah.
Komponen insinerator ini memiliki usia pakai yang lama.
Insinerator ini dapat menghemat biaya pembuangan sampah.
Waktu operasional insinerator ini efisien.
Jumlah operator yang diperlukan untuk insinerator ini sedikit.
Insinerator ini dapat mengurangi biaya pengelolaan sampah.
Insinerator ini dapat meningkatkan efisiensi ekonomi rumah tangga.
Insinerator ini menghasilkan produk sampingan yang bernilai guna.
Material insinerator ini kuat dan tahan lama.
Umur insinerator ini sesuai harapan.
Insinerator ini tidak memerlukan perbaikan yang sering.
Insinerator ini dapat digunakan secara berulang kali.
Insinerator ini tidak menimbulkan biaya tambahan berlebihan.
Insinerator ini ramah terhadap sumber daya alam.
Insinerator ini dapat membakar sampah dengan baik.

Tabel III.2. 1Tabel Lanjutan Daftar Pertanyaan Kuesioner

Insinerator ini dapat mengurangi volume sampah secara signifikan.
Hasil pembakaran pada insinerator ini sesuai harapan.
Pengoperasian insinerator ini sederhana.
Insinerator ini tidak memerlukan pelatihan khusus untuk digunakan.
Insinerator ini aman digunakan oleh siapa saja.
Proses pembakaran pada insinerator ini berlangsung cepat.
Insinerator ini mudah dipindahkan dan dipasang.
Insinerator ini tidak memerlukan alat bantu tambahan.
Insinerator ini tidak mudah rusak.
Insinerator ini stabil dalam berbagai kondisi cuaca.
Hasil pembakaran insinerator ini merata.
Insinerator ini tidak menimbulkan potensi kebakaran.
Panas yang keluar dari insinerator ini tidak berlebihan.
Asap dan panas dari insinerator ini dapat dikendalikan.
Ukuran insinerator ini sesuai kebutuhan rumah tangga.
Kapasitas insinerator ini cukup untuk jumlah sampah harian.
Desain insinerator ini sesuai dengan kondisi lingkungan rumah.
Insinerator ini tidak mudah aus.
Perawatan insinerator ini mudah dilakukan.
Komponen insinerator ini mudah diganti jika rusak.
Asap hasil pembakaran dari insinerator ini tidak terlalu pekat.
Insinerator ini tidak menimbulkan sesak napas atau iritasi.
Warna asap dari insinerator ini menunjukkan pembakaran sempurna.
Bau yang dihasilkan insinerator ini tidak mengganggu.
Proses pembakaran pada insinerator ini berlangsung dengan minim bau.
Asap cepat hilang setelah pembakaran selesai.
Abu dari insinerator ini tidak berbahaya.
Insinerator ini tidak meninggalkan residu kimia beracun.

Tabel III.2. 2 Tabel Lanjutan Daftar Pertanyaan Kuesioner

Abu hasil pembakaran insinerator ini dapat dimanfaatkan kembali.
Suara pembakaran insinerator ini tidak bising.
Suhu insinerator ini tidak mengganggu kenyamanan.
Insinerator ini aman digunakan pada jarak dekat.
Insinerator ini tidak menimbulkan risiko kebakaran di lingkungan sekitar.
Insinerator ini aman ditempatkan di lingkungan rumah tangga.
Insinerator ini tidak mengancam keselamatan pengguna dan lingkungan.
Insinerator ini mampu mengurangi sampah ke TPA.
Insinerator ini dapat meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah di rumah.
Insinerator ini tidak menghasilkan limbah tambahan baru.

III.8.2 Peta Morfologi

Peta Morfologi (*Morphological Chart*) adalah alat bantu dalam proses perancangan produk yang digunakan untuk mengembangkan berbagai alternative desain berdasarkan fungsi – fungsi utama produk. Secara sederhana peta morfologi membantu dalam melihat berbagai kombinasi ide desain dari setiap bagian produk sehingga bisa menemukan solusi terbaik dan paling inovatif.



Gambar III. 3 Flowchart Peta Morfologi

1. Identifikasi Masalah dan Tujuan Perancangan

Tujuan:

- Menentukan fokus desain, batasan, dan kebutuhan pengguna.
- Menjabarkan kondisi eksisting dan masalah utama yang ingin dipecahkan.

2. Menentukan Fungsi Utama dan Sub-Fungsi Sistem

Tujuan:

- Menguraikan sistem menjadi bagian-bagian fungsional (fungsi utama dan fungsi pendukung).
- Memudahkan dalam mencari alternatif solusi di tiap bagian.

3. Menentukan Alternatif Solusi untuk Setiap Fungsi

Tujuan:

- Menyusun berbagai alternatif untuk tiap fungsi, baik dari segi **bahan, mekanisme, bentuk, energi, atau teknologi**.
- Tahap ini paling kreatif dalam peta morfologi.

4. Menyusun Matriks Peta Morfologi

Tujuan:

- Menempatkan semua alternatif dalam bentuk tabel sistematis (fungsi di kolom kiri, alternatif di kanan).
- Dari tabel inilah muncul **kombinasi desain yang mungkin**.

5. Mengombinasikan Alternatif Menjadi Beberapa Konsep Desain

Tujuan:

- Menghasilkan beberapa *konsep desain* dengan mengombinasikan alternatif terbaik dari tiap fungsi.
- Tiap kombinasi menghasilkan satu “calon desain.”

6. Evaluasi dan Seleksi Kombinasi Terbaik

Tujuan:

- Mengevaluasi setiap konsep berdasarkan **kriteria tertentu** (teknis, ekonomi, sosial, lingkungan).
- Dapat dilakukan menggunakan **penilaian skoring, matriks keputusan, atau pembobotan (misal metode AHP atau QFD)**.

7. Hasil Akhir : Konsep Desain Terpilih

Tujuan:

- Menetapkan desain akhir (final concept).
- Hasil bisa berupa **gambar rancangan, deskripsi sistem, atau model CAD** yang siap diuji.

III.9 Analisis dan Pembahasan

Analisis dalam penelitian adalah proses mengolah, menafsirkan, dan menghubungkan data hasil pengolahan dan setelahnya akan dijelaskan hasil analisis dengan mengkaitkan pada teori, literatur, atau penelitian sebelumnya. Setelahnya akan

didapatkan hasil rekomendasi dari penelitian untuk desain insinerator yang optimal untuk skala rumah tangga.

III.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahapan akhir dari penelitian. Tahap ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari hasil pengolahan data yang dilakukan. Kemudian terdapat saran berisi masukan untuk menjadi bahan penelitian lanjutan untuk mengembangkan produk dari insinerator.

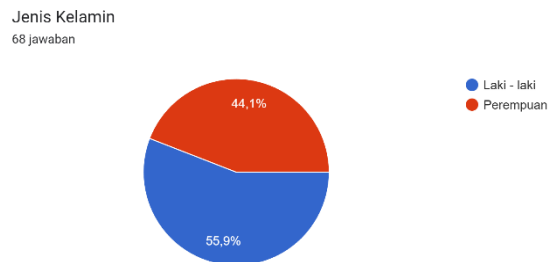
Bab 4 Pengolahan Data

IV.1 Pengumpulan Data

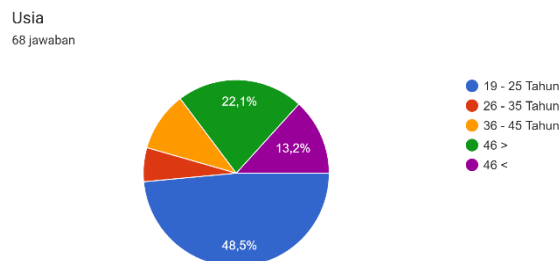
IV.1.1 *Voice Of Customer*

Dalam melakukan perancangan khususnya menggunakan metode *House Of Quality* mengetahui kebutuhan pelanggan (*voice of customer*) merupakan hal yang paling krusial. Karena dalam melakukan perancangan produk dituntut untuk berpaku pada orientasi pelanggan. Pada penelitian ini data *voice of customer* didapatkan dengan melakukan penyebaran kuesioner kepada para masyarakat khususnya pada masyarakat yang berada disekitar kota bandung, kabupaten bandung, kota cimahi, dan sekitarnya.

Setelah dilakukan penyebaran kuesioner didapatkan responden sebesar 64 orang, dari sejumlah data yang diperoleh dari kuesioner ini maka akan diolah menjadi data *voice of customer* yang nanti akan dipakai pada pembuatan matriks *House of Quality*. Berikut merupakan data responden yang diperoleh :

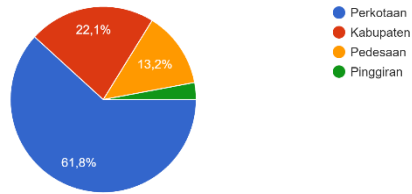


Gambar IV. 1 Diagram Perbandingan Jenis Kelamin Responden



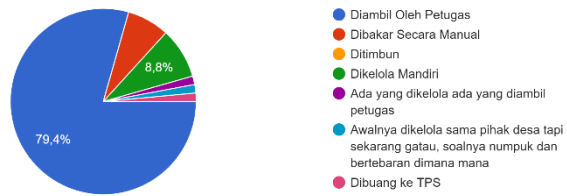
Gambar IV. 2 Diagram Perbandingan Usia Responden

Tinggal di wilayah
68 jawaban



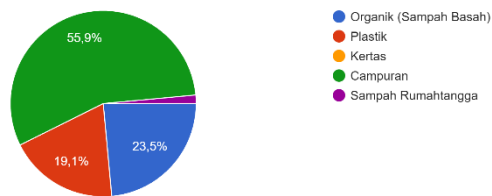
Gambar IV. 3 Diagram Perbandingan Tempat Tinggal Responden

Sistem pengelolaan sampah saat ini
68 jawaban

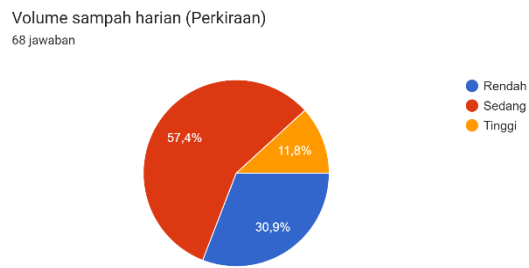


Gambar IV. 4 Diagram Perbandingan Sistem Pengelolaan Sampah

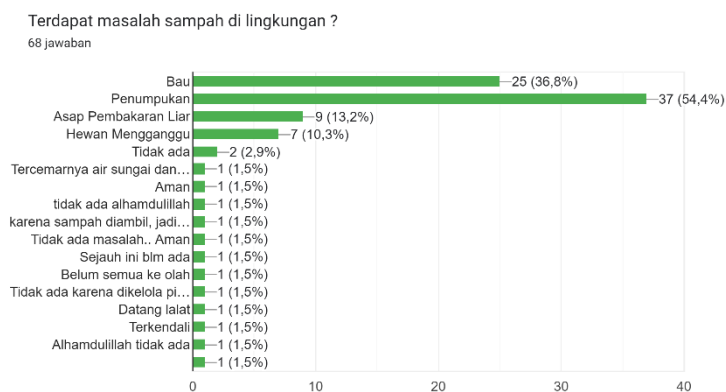
Jenis sampah yang paling banyak dihasilkan
68 jawaban



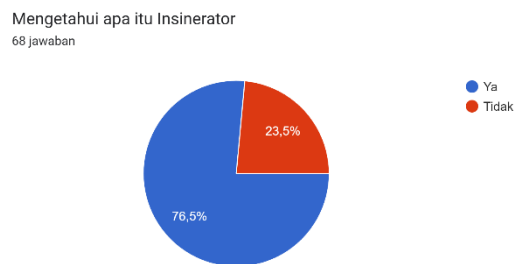
Gambar IV. 5 Diagram Perbandingan Jenis Sampah



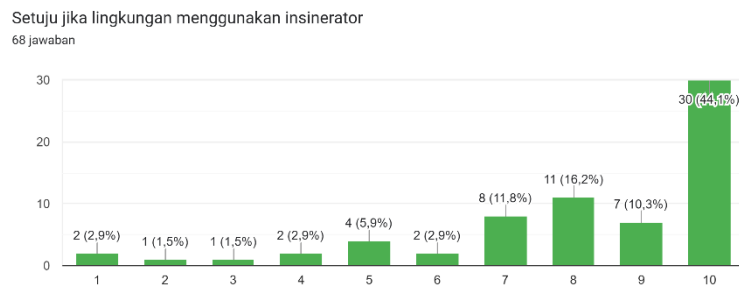
Gambar IV. 6 Diagram Perbandingan Volume Sampah Harian



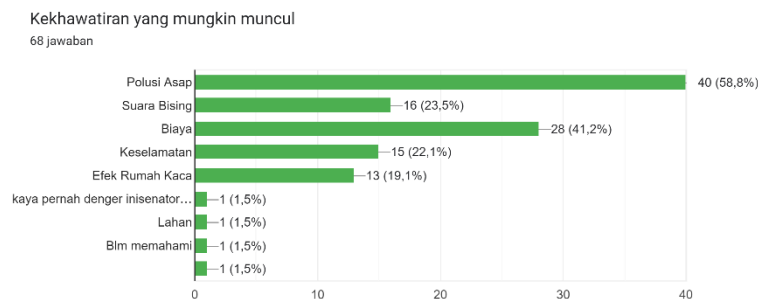
Gambar IV. 7 Diagram Permasalahan sampah pada lingkungan



Gambar IV. 8 Diagram Perbandingan Pengetahuan Responden Mengenai Insinerator



Gambar IV. 9 Diagram Perbandingan Persetujuan Penggunaan Insinerator Dilingkungan



Gambar IV. 10 Diagram Kekhawatiran Responden Pada Penggunaan Insinerator

Setelah data hasil jawaban dari responden sudah didapatkan maka selanjutnya akan diolah menjadi sebuah nilai IC (*Importance to Customer*) yang dimana akan berguna pada *house of quality* untuk mengetahui seberapa penting sebuah kebutuhan terhadap pelanggan. Sebelum mencari nilai IC, pertanyaan yang dibuat harus dikonversikan dahulu menjadi *Whats (Customer Requierments)* atau sederhananya mengubah redaksi dari pertanyaan menjadi kebutuhan pelanggan sebagai contoh pertanyaan “insinerator dapat membakar sampah dengan sempurna” menjadi “terbakar sempurna”, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam pembuatan matriks HoQ.

Selanjutnya mendapatkan nilai IC adalah dengan menggunakan rumus $IC = (\sum \text{nilai responden}) / \text{jumlah responden}$, dari rumus tersebut maka didapatkan nilai IC yang siap untuk dipakai pada pembuatan matriks *house of quality*.

Tabel IV.1. 1 Tabel Hasil Perhitungan Nilai IC (*Importance to Customer*)

No	What HOQ	Total	IC
1	Terbakar Sempurna	514	8,03
2	Tidak Mencemari Lingkungan	454	7,09
3	Suhu dapat dikendalikan	487	7,61
4	Biaya bahan baku terjangkau	465	7,27
5	Biaya pembuatan rendah	382	5,97
6	Tidak perlu peralatan mahal	421	6,58
7	Konsumsi energi rendah	450	7,03
8	Usia pakai lama	493	7,70
9	Operator sedikit	502	7,84
10	Biaya pengelolaan berkurang	516	8,06
11	Menghasilkan produk sampingan	489	7,64
12	material kuat & tahan lama	500	7,81
13	Dapat digunakan berulang	546	8,53
14	Tidak ada biaya tambahan	488	7,63
15	Ramah dengan Lingkungan	493	7,70
16	Mengurangi volume sampah	536	8,38
17	Tidak perlu pelatihan khusus	471	7,36
18	bisa digunakan siapa saja	468	7,31
19	Proses pembakaran cepat	473	7,39
20	mudah dipasang & dipindah	424	6,63
21	tidak perlu alat bantu tambahan	452	7,06
22	tahan diberbagai kondisi	490	7,66
23	pembakaran merata	502	7,84
24	tidak menimbulkan kebakaran	463	7,23
25	asap dan panas dikendalikan	478	7,47
26	kapasitas cukup	516	8,06
27	tidak mudah aus	481	7,52
28	mudah dilakukan perawatan	487	7,61
29	komponen mudah diganti	477	7,45
30	tidak menimbulkan sesak dan iritasi	452	7,06
31	tidak menghasilkan bau	436	6,81
32	abu tidak berbahaya	452	7,06
33	tidak meninggalkan residu beracun	434	6,78
34	sisanya dapat dimanfaatkan	488	7,63
35	tidak bising	467	7,30
36	suhu tidak mengganggu	461	7,20
37	tidak menimbulkan kebakaran	460	7,19
38	Mengurangi volume sampah	548	8,56
39	meningkatkan kesadaran	535	8,36
40	tidak menghasilkan limbah baru	505	7,89

IV.2 Pengolahan Data

IV.2.1 Pembuatan Matriks *House Of Quality*

Setelah mendapatkan nilai IC (*Importance of Customer*) dari hasil perhitungan, selanjutnya adalah membuat matriks HoQ. Sebelum itu dari sebanyak 40 data yang sudah diolah harus disaring terlebih dahulu, hal ini bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan pelanggan (*Whats*) yang sudah didapatkan sejalan dengan karakteristik perancangan (*Engineering Characteristics*) yang dibutuhkan, maka dari itu setelah melakukan penyaringan kebutuhan pelanggan maka didapatkan kriteria kebutuhan pelanggan (*Whats*) adalah sebagai berikut :

Tabel IV.2. 1 Tabel Kebutuhan Pelanggan Yang Digunakan Pada *House Of Quality*

No	What HOQ	Total	IC
1	Suhu dapat dikendalikan	487	7,61
2	Biaya bahan baku terjangkau	465	7,27
3	Biaya pembuatan rendah	382	5,97
4	Konsumsi energi rendah	450	7,03
5	Usia pakai lama	493	7,70
6	Material kuat & tahan lama	500	7,81
7	Ramah dengan Lingkungan	493	7,70
8	Bisa digunakan siapa saja	468	7,31
9	Proses pembakaran cepat	473	7,39
10	Mudah dipasang & dipindah	424	6,63
11	Tahan diberbagai kondisi	490	7,66
12	Kapasitas cukup	516	8,06
13	Mudah dilakukan perawatan	487	7,61
14	Komponen mudah diganti	477	7,45

Dari sejumlah 40 data yang ada setelah hasil penyaringan didapatkan sebanyak 14 data yang digunakan, adapun alasan 14 data ini yang digunakan karena dari sejumlah data yang ada sudah terwakilkan oleh 14 data ini yang sesuai dengan kriteria perancangan. Terdapat juga alasan mengapa data dengan nilai ic besar tidak dimasukan dalam kriteria karena data dengan nilai ic besar sudah terwakilkan dengan data yang lain lebih spesifik dengan kebutuhan perancangan. Sebagai contoh untuk kriteria terbakar sempurna sudah terwakilkan dengan kriteria suhu dapat dikendalikan, jika terbakar sempurna dimasukan kedalam kriteria maka akan

membuat bingung desainer karena untuk mendapatkan pembakaran sempurna perlu penelitian dan simulasi lebih lanjut yang mana akan mempersulit perancangan.

tahap selanjutnya adalah menentukan karakteristik perancangan (*Engineering Characteristics*), dalam menentukan karakteristik perancangan ini adalah dengan menentukan karakteristik dari produk yang akan dibuat . Pada pembuatan rancangan insinerator ini karena berorientasi pada penggunaan di lingkungan tempat tinggal seperti perumahan dan perkampungan maka dari itu karakteristik dibuat dengan menyesuaikan unsur dimensi, finansial, dan kemudahan akses baik bahan baku, bengkel pembuatan produk, dan ketersediaan bahan bakar didaerah yang menggunakan insinerator, maka didapatkan karakteristik perancangan adalah berikut :

Tabel IV.2. 2 Tabel Karakteristik Perancangan

No	Karakteristik Perancangan (<i>Engineering Characteristics</i>)
1	Material menggunakan Mild Steel ST-42
2	Desain Insinerator Sederhana
3	Berat Insinerator < 100 kg
4	Ukuran insinerator 1 x 1 x 1,5 m
5	Suara yang dihasilkan kurang dari 100 db
6	Konsumsi bahan bakar rendah
7	Kapasitas pembakaran 10 kg/ <i>batch</i>
8	Sistem Pengaman Suhu
9	Sistem Filtrasi Emisi
10	Suhu Ruang Bakar 600°C - 850°C

Setelah kebutuhan pelanggan (*Customer Requierments*) dan karakteristik perancangan (*Engineering Characteristics*) sudah didapatkan selanjutnya adalah membuat matriks hubungan. Untuk membuat matriks hubungan kebutuhan pelanggan diletakkan pada bagian kanan matriks dan karakteristik perancangan diletakkan pada bagian atas tepatnya pada bawah atap HoQ.

Selanjutnya melakukan analisis hubungan antar karakteristik perancangan, analisis ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh antar karakteristik perancangan

satu dengan yang lainnya apakah saling berpengaruh atau tidak sama sekali. Dalam melakukan analisis pengaruh ini adalah dengan mengisi tingkat keterikatan pada atap matriks HoQ, untuk mengetahui tingkat keterikatan maka diperlukan sebuah indikator untuk mengetahui tingkat keterikatan antar satu karakteristik dengan yang lain dengan simbol plus dan minus.

Tabel IV.2. 3 Tabel Simbol Pengaruh Antar Karakteristik Perancangan

Simbol	Keterangan
⊕	Pengaruh Positif Sangat Kuat
+	Pengaruh Positif Kuat
-	Pengaruh Negatif Kuat
⊖	Pengaruh Negatif Sangat Kuat

Analisis pengaruh antar karakteristik sudah didapatkan, selanjutnya membuat matriks hubungan antara karakteristik perancangan (*Engineering Characteristics*) dengan Kebutuhan Pelanggan (*Customer Requierments*), dalam pembuatan matriks ini bertujuan untuk melihat apakah karakteristik perancangan memiliki hubungan dengan kebutuhan pelanggan atau tidak dan seberapa pengaruh hubungannya dengan diklasifikasikan tingkat keterhubungan antara *customer requierments* dan *engineering characteristics*. Adapun tingkat hubungan diklasifikasikan dengan simbol – simbol sebagai berikut :

Tabel IV.2. 4 Tabel Tingkat Hubungan Matriks

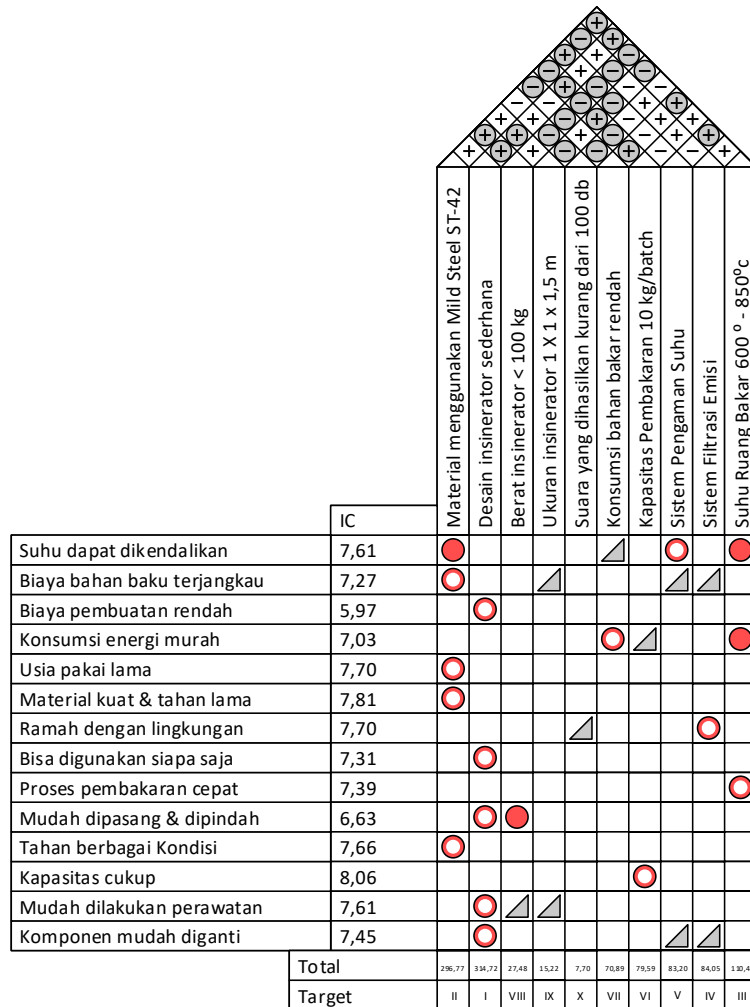
Simbol	Nilai Numerik	Tingkat Hubungan
Blank	0	Tidak ada Hubungan
△	1	Mungkin ada Hubungan
●	3	Ada Hubungan
⊙	9	Sangat Kuat Hubungannya

Dari hasil analisis hubungan antar *Customer Requierment* dengan *Engineering characteristics* lanjut dengan menghitung bobot nilai berdasarkan nilai IC (*Importance to Customers*) yang sudah diperoleh pada perhitungan sebelumnya. Untuk menghitung bobot setiap nilai dari tingkat hubungan menggunakan rumus Prioritas *How* = \sum (IC x nilai hubungan).

Setelah menghitung nilai bobot, selanjutnya nilai tersebut dijumlahkan berdasarkan karakteristik perancangan, selanjutnya dari hasil penjumlahan maka

hasil penjumlahan dapat diurutkan dari nilai terbesar hingga yang terkecil, maka didapatkan urutan prioritas aspek teknis untuk perancangan produk.

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui prioritas teknis dimana bertujuan membantu desainer untuk mengetahui prioritas aspek teknis saat melakukan perancangan suatu produk dimana produk yang dihasilkan nantinya akan sesuai dengan kebutuhan pelanggan.



Gambar IV. 11 Matriks Hubungan Antara *Customer Requierment* dengan *Engineering Characteristics*

Tabel IV.2. 5 Tabel Perhitungan Nilai IC

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Customer Requirerments	IC	Engineering Charateristics									
Suhu dapat dikendalikan	7,61	22,83			7,61		7,61		68,48		22,83
Biaya bahan baku terjangkau	7,27	65,39							7,27	7,27	
Biaya pembuatan rendah	5,97		53,72								
Konsumsi energi rendah	7,03						63,28	7,03			21,09
Usia pakai lama	7,70	69,33									
material kuat & tahan lama	7,81	70,31									
Ramah dengan Lingkungan	7,70					7,70				69,33	
bisa digunakan siapa saja	7,31		65,81								
Proses pembakaran cepat	7,39										66,52
mudah dipasang & dipindah	6,63		59,63	19,88							
tahan diberbagai kondisi	7,66	68,91									
kapasitas cukup	8,06							72,56			
mudah dilakukan perawatan	7,61		68,48	7,61	7,61						
komponen mudah diganti	7,45		67,08						7,45	7,45	
Total Nilai IC		296,77	314,72	27,48	15,22	7,70	70,89	79,59	83,20	84,05	110,44

Setelah menentukan prioritas perancangan teknis, selanjutnya melakukan *Competitive Benchmarking* produk yang akan dirancang dengan produk yang sudah beredar dipasar, hal ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan produk yang dirancang oleh desainer dengan produk yang sudah berada dipasar. Pada *Competitive Benchmarking* ini hal pertama dilakukan adalah dengan mencari produk yang akan dirancang pada *market*, karena produk yang akan dirancang adalah insinerator maka dari itu kita mencari produk di *market* yaitu insinerator yang kurang lebih serupa dengan yang akan di rancang. Pada penelitian ini untuk produk pesaing yang kita akan lakukan perbandingan adalah sejumlah 4 produk serupa dan akan dibandingkan dengan produk rancangan, jadi analisis *competitive benchmarking* ada sebanyak 5 produk yang akan di uji. Setelah sudah menemukan produk serupa pada *market*, tahap selanjutnya adalah dengan menganalisis kelebihan dan kekurangan produk rancangan dengan produk pesaing. Dalam melakukan analisis ini hal yang diperhatikan adalah aspek – aspek teknis seperti spesifikasi dari produk seperti material, daya tampung, kapasitas bakar, efisiensi bahan bakar, finansial dan hal – hal yang terdapat pada *engineering characteristics*.

Competitive Assessment				
1	2	3	4	5
E	B	D	C	A
A	B	E	C	D
A	B	E	C	D
A	D	E	B	C
D	E	B	C	A
E	B	C	D	A
E	B	D	C	A
A	E	B	D	C
D	C	E	A	B
A	B	E	C	D
E	B	A	D	C
D	C	E	A	B
A	E	B	D	C
A	B	E	D	C

Keterangan :

A : Produk Rancangan

B : CV Dolson Nusantara

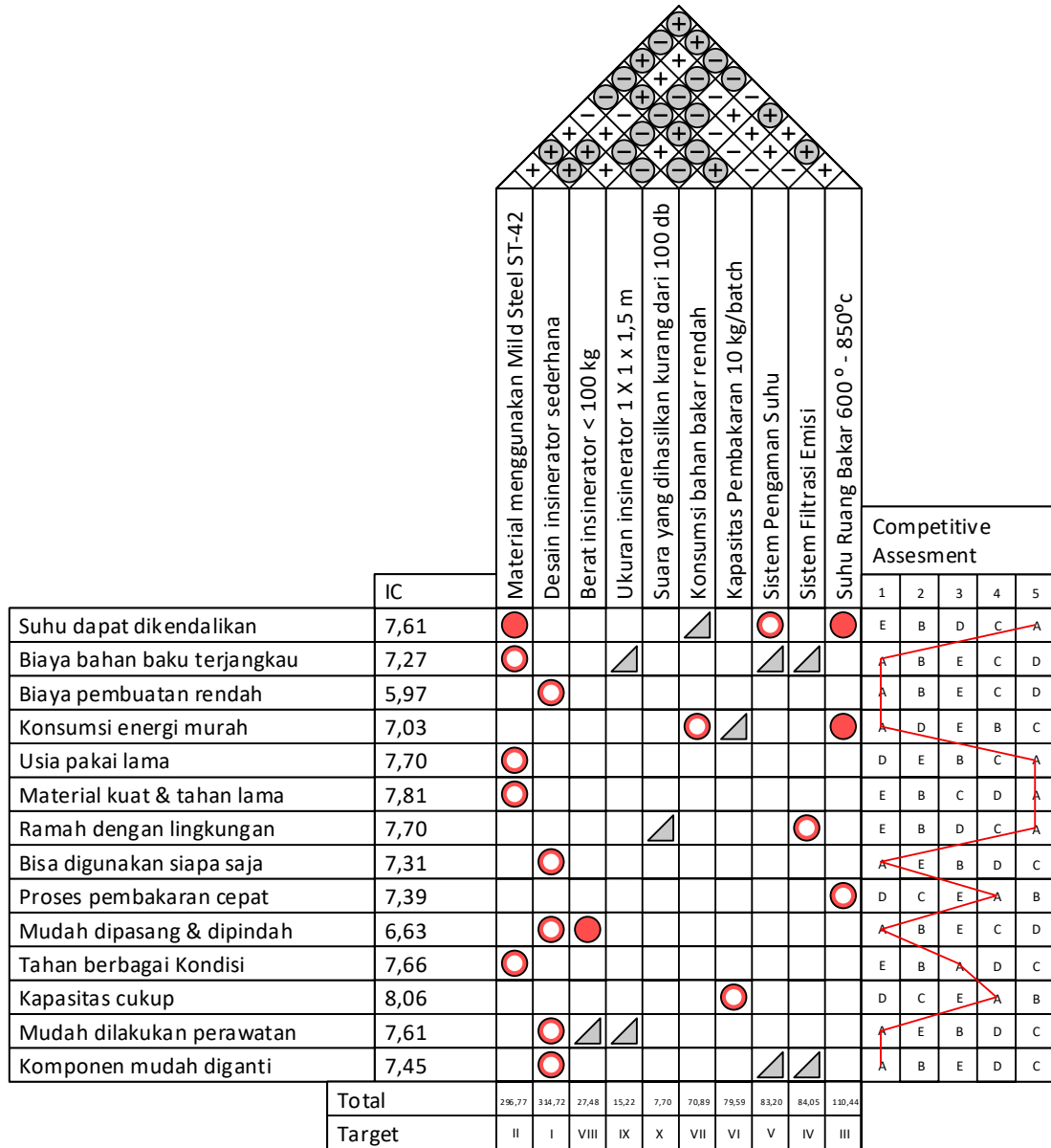
C : PT.Bhakti Unggul Teknovasi

D : Langgari Citra Mandiri

E : PD.Karya Mitra Usaha

Gambar IV. 12 Tabel Analisis *Competitive Assesment*

Setelah melakukan pembobotan, analisis prioritas aspek teknis, dan *benchmarking* produk rancangan dengan produk pesaing maka matriks *House of Quality* pun selesai dengan hasil akhir adalah sebagai berikut:



Gambar IV. 13 Matriks *House Of Quality* untuk Rancangan Insinerator

Bab 5 Usulan Rancangan Produk

Pada bab ini akan membahas mengenai usulan rancangan produk incinerator berdasarkan matriks *house of quality* yang sudah dibuat. Setelah melakukan analisis kebutuhan konsumen dan karakteristik perancangan pada *house of quality*, selanjutnya adalah melakukan perancangan produk berdasarkan hasil analisis matriks *house of quality*. Untuk membuat usulan rancangan produk ini, menggunakan metode peta morfologi dalam penentuan spesifikasi rancangan produk yang dibuat.

V.1 Peta Morfologi

Pembuatan peta morfologi memiliki tujuan untuk mengidentifikasi kombinasi – kombinasi dari beberapa elemen komponen yang menghasilkan alternatif – alternatif rancangan produk. Tujuan dari peta morfologi ini untuk memperluas pencarian solusi rancangan produk yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Untuk pembuatan peta morfologi pada rancangan insinerator ini akan berfokus pada karakteristik dari produk insinerator sederhana yang akan dirancang, dalam hal ini berfokus pada pemilihan material yang digunakan, penentuan ukuran produk, pemilihan bahan bakar, dan hal lainnya yang menentukan dalam perancangan desain.

Tabel V. 1 Alternatif - Alternatif Rancangan Insinerator

No.	Uraian	Alternatif		
		1	2	3
1	Material Insinerator	Mild Steel ST-42	Stainless Steel	Galvanis
2	Sistem Pembakaran	Pembakaran Statis (<i>Batch</i>)	Rotary	Fixed Grate
3	Metode Pemasukan Limbah	Manual	Hopper	Screw
4	Sistem Penyalaan	Burner Diesel	Burner LPG	Electric
5	Kontrol Suhu Pembakaran	Tanpa Kontrol (manual)	Thermocouple + Kontrol Manual	Thermocouple + PID Controller
6	Sistem Aliran Udara & Oksigen	Natural Draft	Blower	Multizone Air Injection

Tabel V. 2 Tabel Lanjutan Alternatif - Alternatif Rancangan Insinerator

No.	Uraian	Alternatif		
		1	2	3
7	Ruang Sekunder / Afterburner	Tanpa Ruang Sekunder	Ruang Sekunder Pasif	Ruang Sekunder + Burner
8	Sistem Pengolahan Gas Buang	Cycloner Separator	Wet/Dry Scrubber	Bag Filter
9	Exhaust System	Natural Draft	Induced Draft Fan	Forced Draft Fan
10	Sistem Pembuangan Abu	Ash Tray (manual removal)	Gravity Ash Discharge	Wet Ash Handling
11	Sistem Pendinginan	Pendinginan Alami	Pendinginan Udara Paksa	Pendinginan Air
12	Dimensi & Skala Operasi	Portabel	Stasioner Kecil	Modular

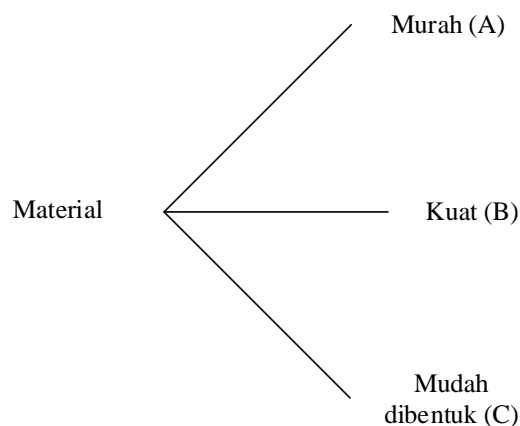
Setelah membuat berbagai alternatif untuk rancangan insinerator selanjutnya adalah melakukan evaluasi alternatif, evaluasi ini bertujuan untuk membandingkan antar opsi alternatif yang nantinya akan didapatkan opsi yang sesuai dengan kebutuhan. Untuk melakukan evaluasi ini menggunakan metode *pair-wise comparison* dan *weighted objectives*.

Pada evaluasi alternatif ini, fokus utama diarahkan pada konsep sederhana agar rancangan yang dihasilkan mudah diterapkan dan tidak menimbulkan kompleksitas berlebih. Kesederhanaan ini menjadi landasan dalam menentukan arah pengembangan serta dalam proses pembobotan alternatif yang digunakan untuk memilih opsi paling sesuai.

Selain itu, penelitian ini juga memperhatikan efisiensi finansial sebagai pertimbangan penting. Oleh karena itu, setiap alternatif yang dipilih harus mempertimbangkan besarnya biaya yang diperlukan sehingga solusi yang dihasilkan tidak hanya sederhana, tetapi juga efisien dan realistis untuk direalisasikan.

V.2 Evaluasi Alternatif

1. Material



Tabel V. 3 *Pair Wise Comparison* Insinerator

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	1		0	1
C	0	0		0

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 4 *Weighted Objective* Insinerator Sederhana

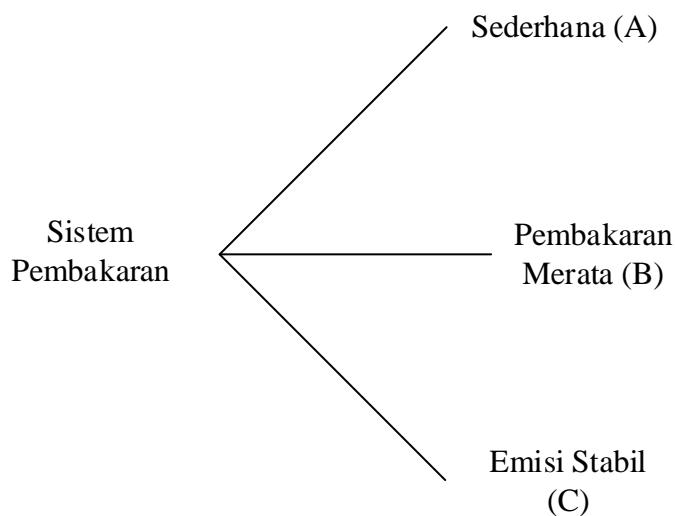
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Murah	1	8	8	64	5	40	7	56
Kuat	1	7	5	35	9	63	6	42
Mudah dibentuk	0	6	9	54	5	30	6	36
Total				153		133		134

Keterangan :

Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

2. Sistem Pembakaran

Tabel V. 5 *Pair Wise Comparison* Sistem Pembakaran

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	1		0	1
C	1	0		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 6 *Weighted Objectives* Sistem Pembakaran

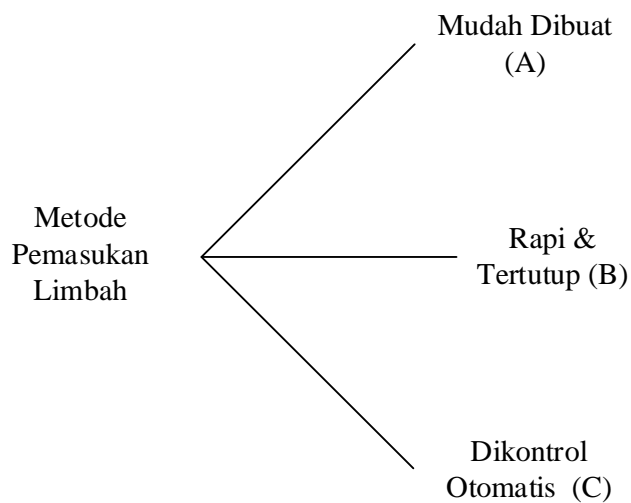
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Sederhana	1	9	9	81	5	45	6	54
Pembakaran Merata	1	7	6	42	7	49	8	56
Emisi Stabil	1	5	5	25	8	40	5	25
Total				148		134		135

Keterangan :

 Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

3. Metode Pemasukan Limbah

Tabel V. 7 *Pair Wise Comparison* Metode Pemasukan Limbah

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	0		0	0
C	0	0		0

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 8 *Weighted Objectives* Metode Pemasukan Limbah

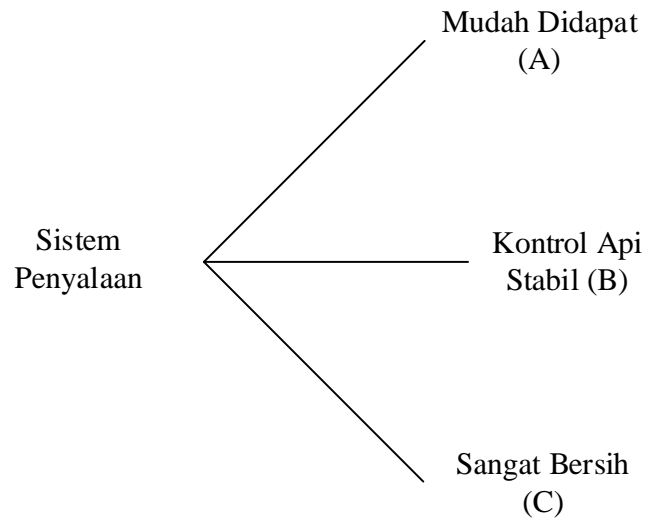
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Mudah Dibuat	1	9	9	81	6	54	5	45
Rapi & Tertutup	0	7	7	49	9	63	7	49
Kontrol Otomatis	0	5	4	20	4	20	9	45
Total				150		137		139

Keterangan :

 Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

4. Sistem Penyalaan

Tabel V. 9 *Pair Wise Comparison* Sistem Penyalaan

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	1		0	1
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 10 *Weighted Objectives* Sistem Penyalaan

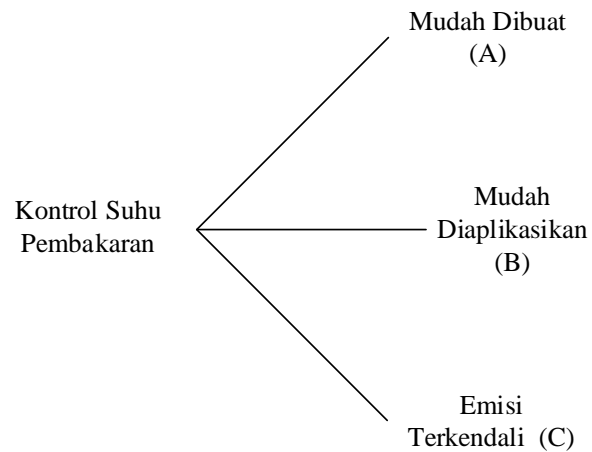
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Mudah Didapat	1	9	9	81	7	63	5	45
Kontrol Api Stabil	1	7	7	49	9	63	7	49
Sangat Bersih	1	6	5	30	5	30	9	54
Total				160		156		148

Keterangan :

 Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

5. Kontrol Suhu Pembakaran

Tabel V. 11 *Pair Wise Comparison* Kontrol Suhu Pembakaran

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	1		0	1
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 12 *Weighted Objective* Kontrol Suhu Pembakaran

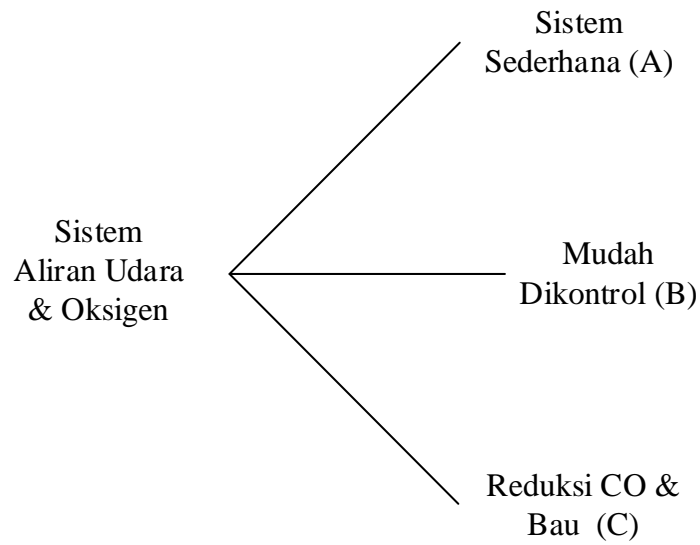
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Mudah Dibuat	1	9	9	81	8	72	7	63
Mudah Diaplikasikan	1	9	5	45	9	81	6	54
Emisi Terkendali	1	5	4	20	6	30	9	45
Total				146		183		162

Keterangan :

 Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

6. Sistem Aliran Udara & Oksigen

Tabel V. 13 *Pair Wise Comparison* Sistem Aliran Udara & Oksigen

	A	B	C	Σ
A		0	0	0
B	1		0	1
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

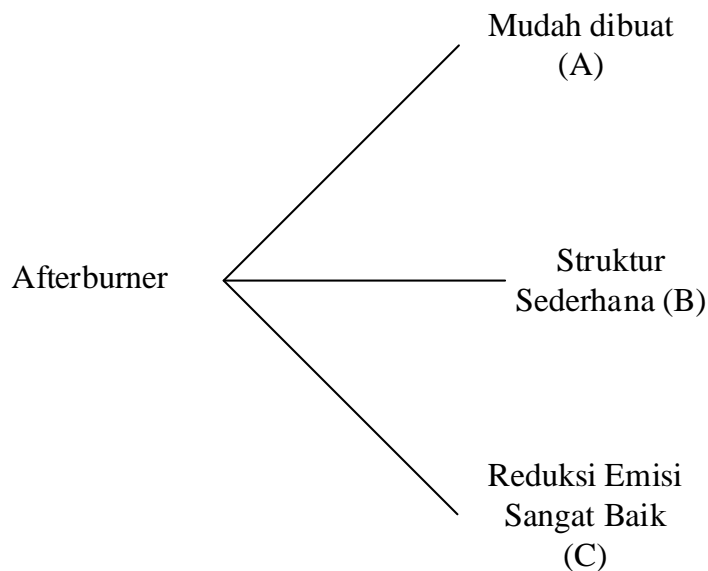
Tabel V. 14 *Weighted Objective* Sistem Aliran Udara & Oksigen

Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Sistem Sederhana	0	7	9	63	7	49	7	49
Mudah Dikontrol	1	8	5	40	9	72	8	64
Reduksi CO & Bau	1	9	4	36	5	45	9	81
Total				139		166		194

Keterangan :

 Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

7. Ruang Sekunder/ *Afterburner*Tabel V. 15 *Pair Wise Comparison* Ruang Sekunder

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	1		0	1
C	0	0		0

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 16 *Weighted Objective* Ruang Sekunder

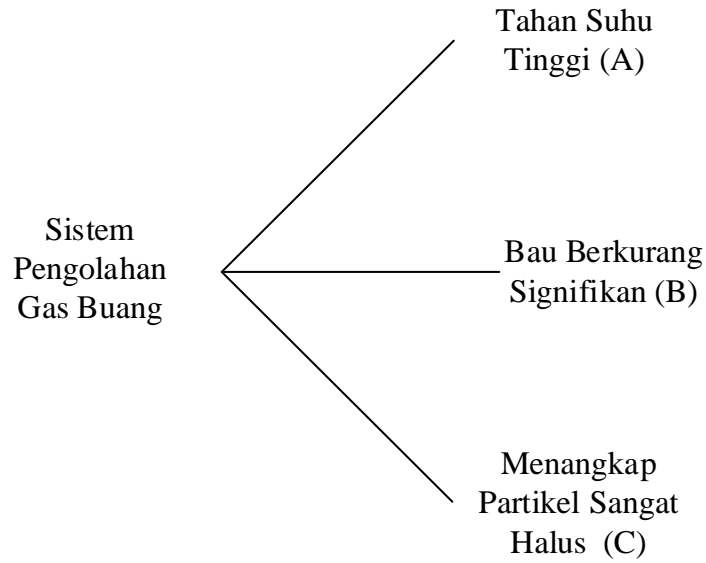
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Mudah Dibuat	1	7	9	63	8	56	5	35
Struktur Sederhana	1	9	4	36	9	81	7	63
Reduksi Emisi Sangat Baik	0	8	3	24	6	48	9	72
Total				123		185		170

Keterangan :

 Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

8. Sistem Pengolahan Gas Buang



Tabel V. 17 *Pair Wise Comparison* Sistem Pengolahan Gas Buang

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	0		0	0
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 18 *Weighted Objective* Sistem Pengolahan Gas Buang

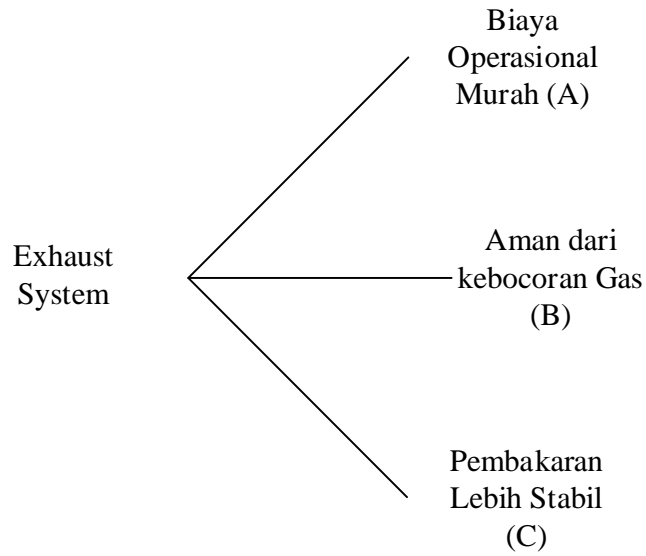
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Tahan Suhu Tinggi	1	9	9	81	6	54	5	45
Bau Berkurang Signifikan	0	7	7	49	9	63	6	42
Menangkap Partikel Sangat Halus	1	8	5	40	5	40	9	72
Total				170		157		159

Keterangan :

Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

9. Exhaust System



Tabel V. 19 Pair Wise Comparison Exhaust System

	A	B	C	Σ
A		0	0	0
B	0		1	1
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 20 Weighted Objective Exhaust System

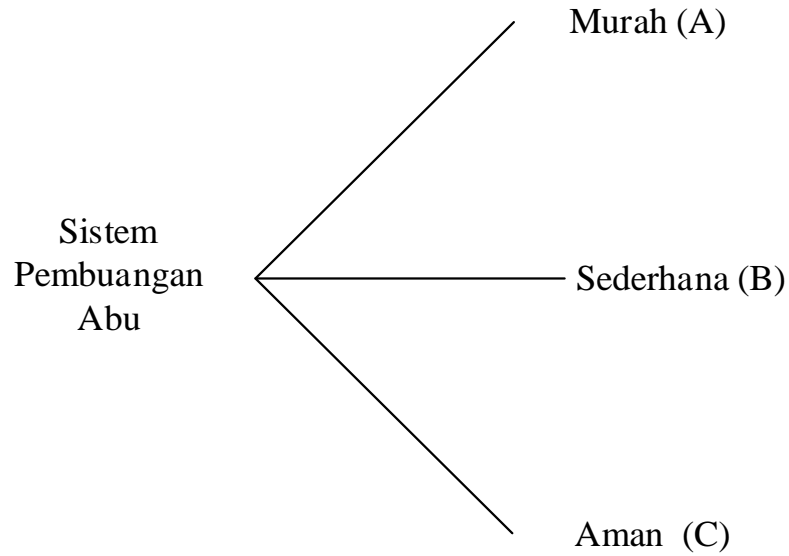
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Biaya Operasional Murah	0	8	9	72	8	64	5	40
Aman Dari Kebocoran Gas	1	9	5	45	9	81	7	63
Pembakaran Lebih Stabil	1	7	5	35	7	49	9	63
Total				152		194		166

Keterangan :

Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

10. Sistem Pembuangan Abu



Tabel V. 21 *Pair Wise Comparison* Sistem Pembuangan Abu

	A	B	C	Σ
A		1	0	1
B	0		1	1
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 22 *Weighted Objective* Sistem Pembuangan Abu

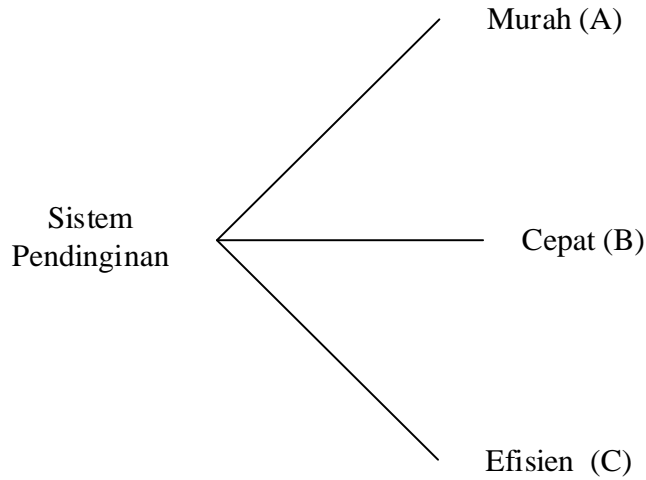
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Murah	1	8	9	72	8	64	7	56
Sederhana	1	9	8	72	9	81	8	72
Aman	1	9	4	36	5	45	9	81
Total				180		190		209

Keterangan :

Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

11. Sistem Pendinginan



Tabel V. 23 *Pair Wise Comparison* Sistem Pendingin

	A	B	C	Σ
A		0	0	0
B	1		0	1
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 24 *Weighted Objective* Sistem Pendingin

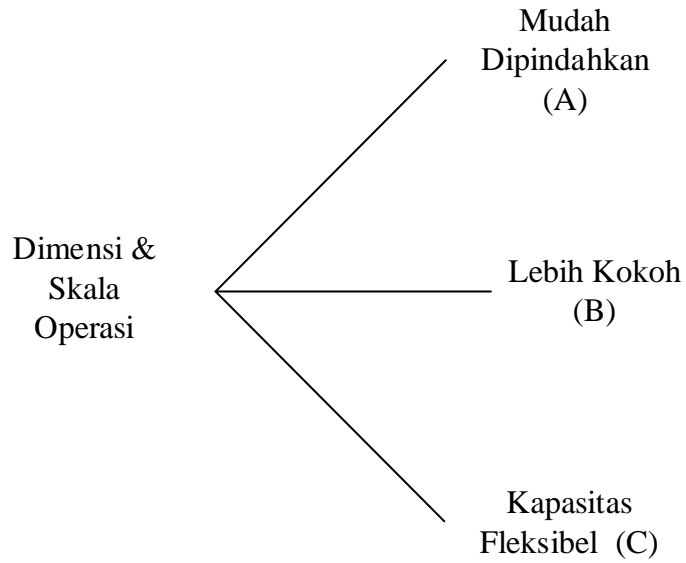
Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Murah	0	8	9	72	8	64	7	56
Cepat	1	8	7	56	9	72	8	64
Efisien	1	9	4	36	5	45	9	81
Total				164		181		201

Keterangan :

Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

12. Dimensi & Skala Operasi



Tabel V. 25 *Pair Wise Comparison* Dimensi & Ukuran Operasi

	A	B	C	Σ
A		0	0	0
B	0		0	0
C	0	1		1

Keterangan :

1 = Jika Kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada pebanding

2 = Sebaliknya

Tabel V. 26 *Weighted Objective* Dimensi & Ukuran Operasi

Kriteria	Bobot		Alternatif					
	Σ	K	I		II		III	
Mudah Dipindahkan	0	8	9	72	6	48	8	64
Lebih Kokoh	0	7	7	49	9	63	6	42
Kapasitas Fleksibel	1	9	4	36	7	63	9	81
Total				157		174		187

Keterangan :

Σ = Bobot dari Setiap Kriteria

K = Kriteria Bobot (0-10)

Didapatkan alternatif sebagai berikut :

Tabel V. 27 Alternatif Rancangan Insinerator Sederhana Berdasarkan Bobot

No	Uraian	Alternatif		
		I	II	III
1	Material	153	133	134
2	Sistem Pembakaran	148	134	135
3	Metode Pemasukan Limbah	150	137	139
4	Sistem Penyalaan	160	156	148
5	Kontrol Suhu Pembakaran	146	183	162
6	Sistem Aliran Udara & Oksigen	139	166	194
7	Ruang Sekunder/Afterburner	123	185	170
8	Sistem Pengolahan Gas Buang	170	157	159
9	Exhaust System	152	194	166
10	Sistem Pembuangan Abu	180	190	209
11	Sistem Pendinginan	164	181	201
12	Dimensi & Skala Operasi	157	174	187

Tabel V. 28 Spesifikasi Alternatif Rancangan Insinerator sederhana

NO	Uraian	Alternatif		
		1	2	3
1	Material Insinerator	Mild Steel ST-42	Stainless Steel	Galvanis
2	Sistem Pembakaran	Pembakaran Statis (<i>Batch</i>)	Rotary	Fixed Grate
3	Metode Pemasukan Limbah	Manual	Hopper	Screw
4	Sistem Penyalaan	Burner Diesel	Burner LPG	Electric
5	Kontrol Suhu Pembakaran	Tanpa Kontrol (manual)	Thermocouple + Kontrol Manual	Thermocouple + PID Controller
6	Sistem Aliran Udara & Oksigen	Natural Draft	Blower	Multizone Air Injection
7	Ruang Sekunder / Afterburner	Tanpa Ruang Sekunder	Ruang Sekunder Pasif	Ruang Sekunder + Burner
8	Sistem Pengolahan Gas Buang	Cycloner Separator	Wet/Dry Scrubber	Bag Filter
9	Exhaust System	Natural Draft	Induced Draft Fan	Forced Draft Fan

Tabel V. 29 Lanjutan Tabel Spesifikasi Alternatif Rancangan Insinerator

NO	Uraian	Alternatif		
		1	2	3
10	Sistem Pembuangan Abu	Ash Tray (manual removal)	Gravity Ash Discharge	Wet Ash Handling
11	Sistem Pendinginan	Pendinginan Alami	Pendinginan Udara Paksa	Pendinginan Air
12	Dimensi & Skala Operasi	Portabel	Stasioner Kecil	Modular

Keterangan : Kriteria yang berwarna kuning merupakan kriteria terpilih

Pada pembuatan peta morfologi ini setelah menganalisis matriks *house of quality* selanjutnya hasil dari hoq sudah didapatkan *customer requirement* dan *engineering characteristics* selanjutnya adalah menentukan beberapa alternatif perancangan sesuai dengan prioritas *engineering characteristics*. Pada perancangan insinerator sederhana ini terdapat 12 poin yang dijadikan alternatif karakteristik perancangan yang nantinya akan sesuai dengan spesifikasi akhir produk yang dirancang.

Setelah menentukan alternatif spesifikasi selanjutnya adalah melakukan pembobotan antar karakteristik alternatif, hal ini bertujuan untuk menentukan karakteristik mana yang akan menjadi spesifikasi akhir dari produk yang akan dirancang. Mula – mula melakukan alternatif spesifikasi dikonversi menjadi sifat unggul dari produk sebagai contoh pada kebutuhan *exhaust system* terdapat alternatif *natural draft* karena keunggulannya adalah desain yang sederhana maka kita konversi pada alternatif *natural draft* menjadi desain sederhana. Selanjutnya melakukan perbandingan alternatif dengan metode *pair wise comparison* hal ini untuk menunjukkan alternatif karakteristik spesifikasi yang ada apakah memiliki hubungan atau tidak sama sekali dengan sifat unggul dari setiap alternatifnya yang dimana bisa saja terdapat alternatif yang memiliki kemungkinan mempunyai sifat yang sama.

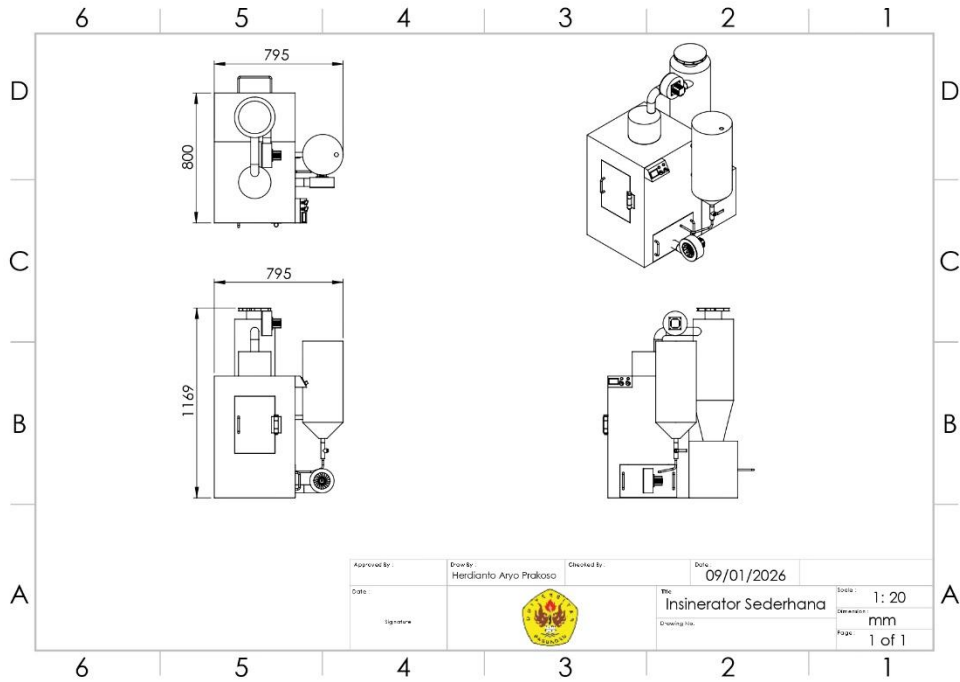
Setelah melakukan analisis *pair wise comparison* selanjutnya hasilnya akan dipakai pada perhitungan *weighterd objective*, metode ini bertujuan untuk

melakukan pembobotan antar karakteristik alternatif dan menentukan alternatif terpilih yang akan dijadikan sebagai karakteristik perancangan. Dari hasil *pair wise comparison*, melakukan pembobotan kriteria hal ini bertujuan untuk memberi prioritas bobot pada setiap karakteristik mana yang lebih penting pada rancangan produk yang akan dibuat. Selanjutnya adalah dengan memberi kriteria bobot untuk setiap karakteristik alternatif dan setelah memberi bobot pada setiap alternatif maka terdapat alternatif yang memiliki bobot yang lebih besar dari yang lain maka kriteria alternatif itu lah yang terpilih menjadi alternatif rancangan produk yang akan dibuat.

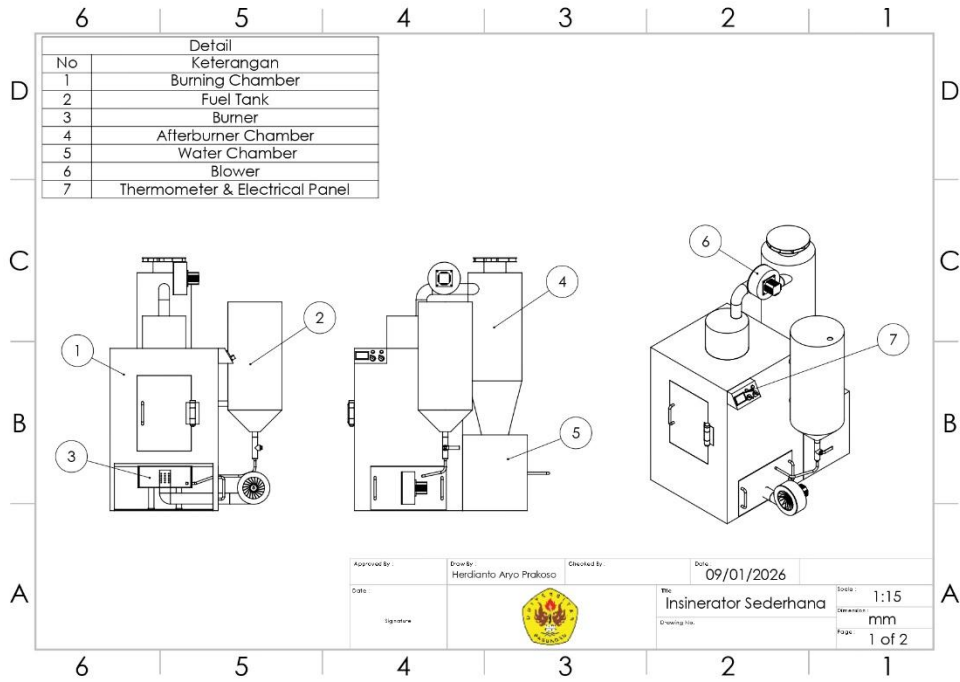
Setelah melakukan analisis *pair wise comparison* dan *weighted objective* maka alternatif perancangan pada peta morfologi pun didapatkan. Dari hasil yang didapatkan pada perancangan pembuatan produk insinerator sederhana ini didapatkan alternatif dimana untuk material yang digunakan adalah *mild steel ST-42*, sistem pembakaran menggunakan sistem *batch*, dengan metode pemasukan sampah *manual*, untuk sistem penyalaan menggunakan *burner diesel*, dengan pengontrol suhu *thermocouple manual*, menggunakan *afterburner* pasif, dengan sistem pengolahan gas buang *cyclone separator*, menggunakan *exhaust system induced draft fan*, dengan sistem pembuangan abu *wet ash handling*, menggunakan sistem pendinginan air, dan dimensi dan skala operasi *modular*.

V.3 Usulan Rancangan Produk

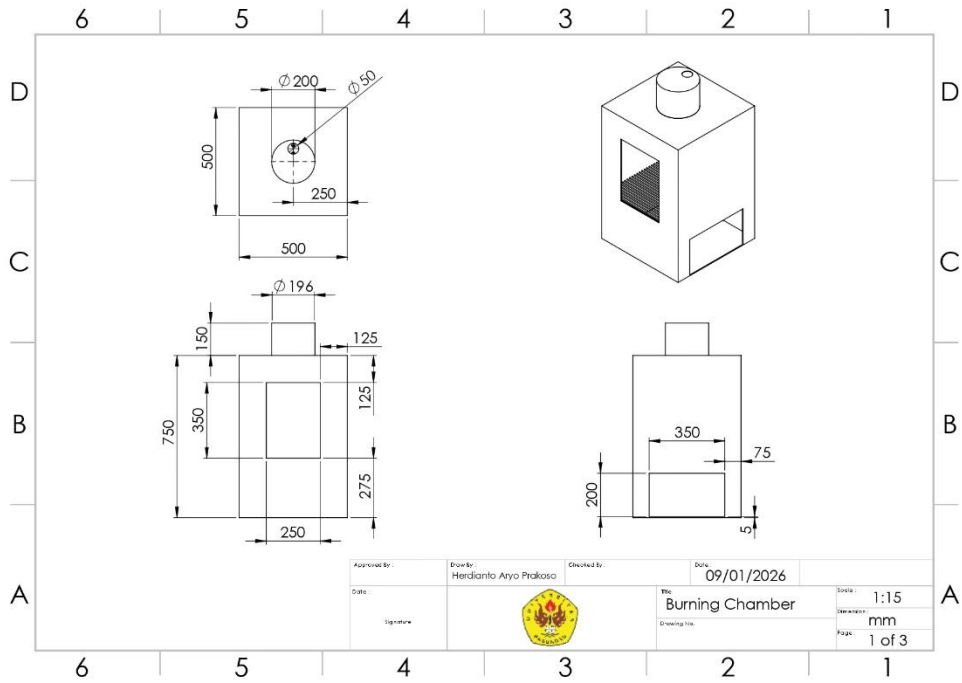
Dari hasil analisis matriks *house of quality* dan peta morfologi maka didapatkan hasil rancangan produk untuk usulan rancangan insinerator sederhana adalah sebagai berikut :



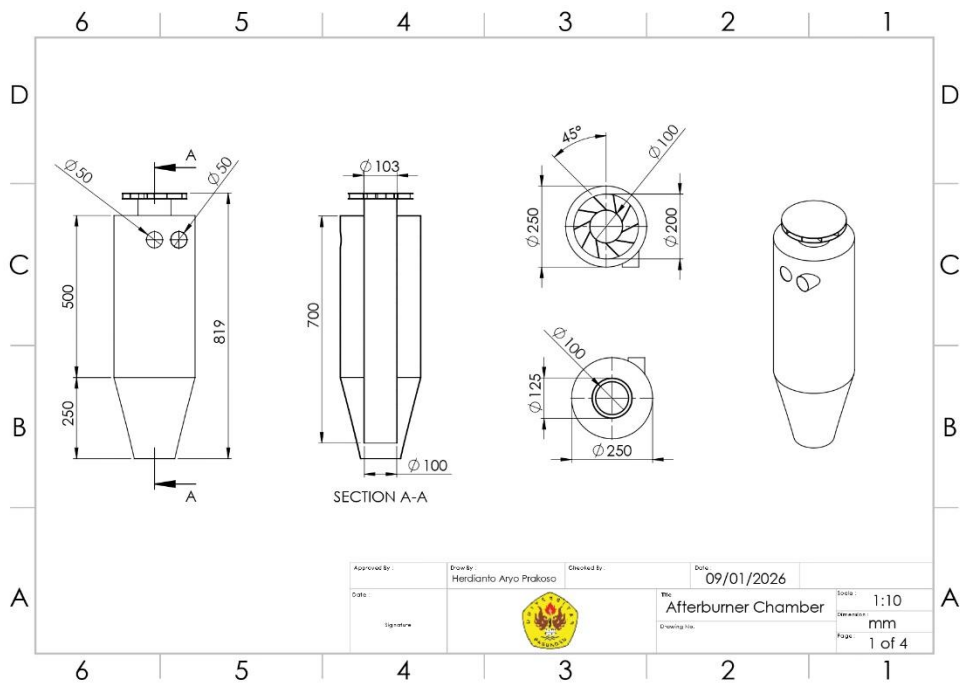
Gambar V. 1 Usulan Rancangan Insinerator Sederhana



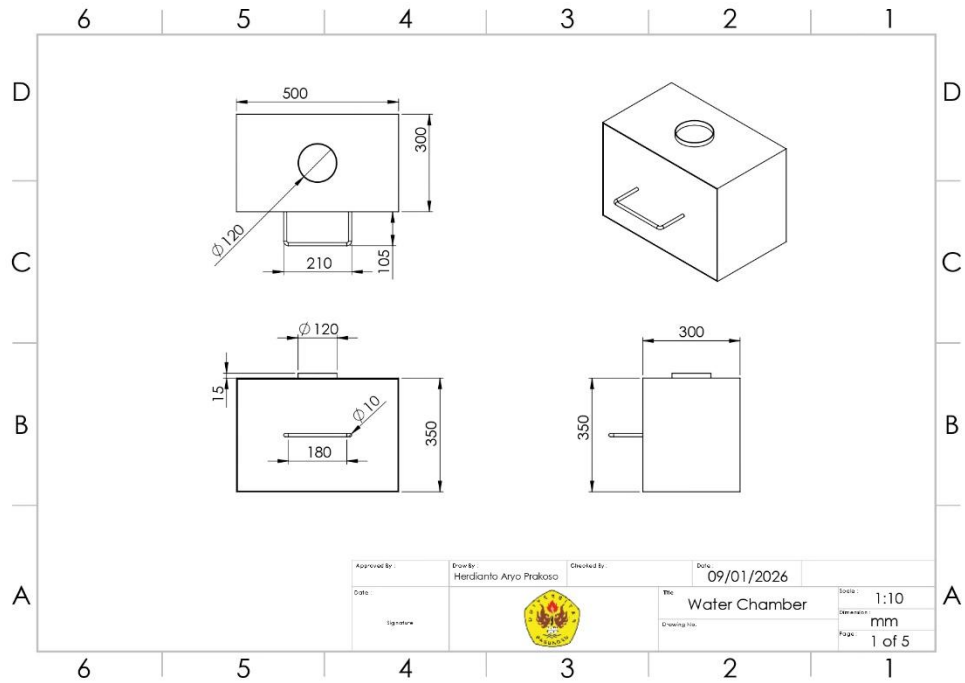
Gambar V. 2 Detail Usulan Rancangan Desain Insinerator



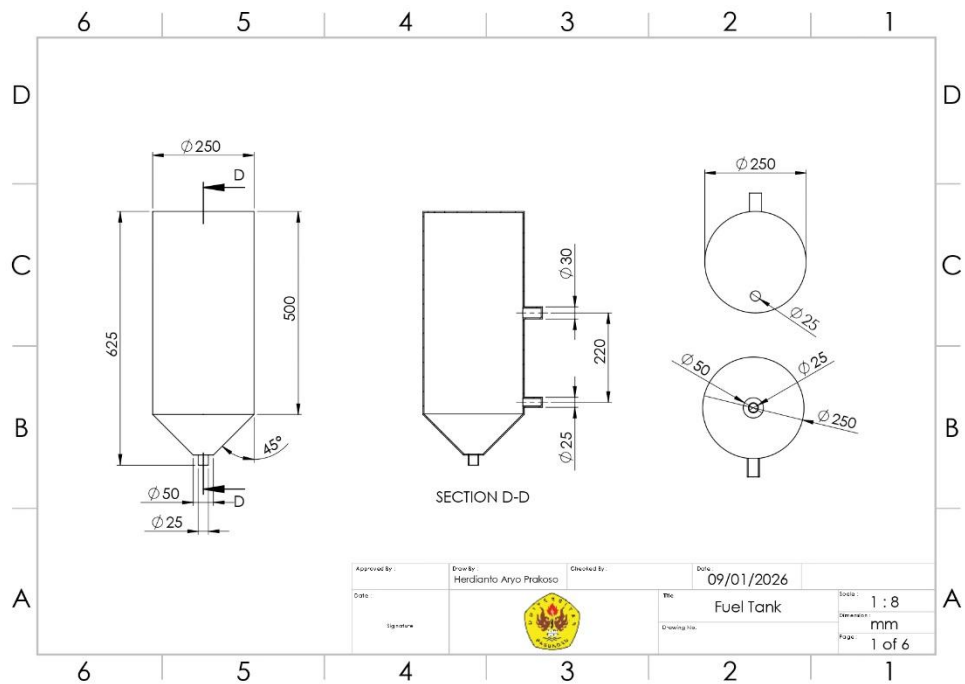
Gambar V. 3 Detail Rancangan *Burning Chamber*



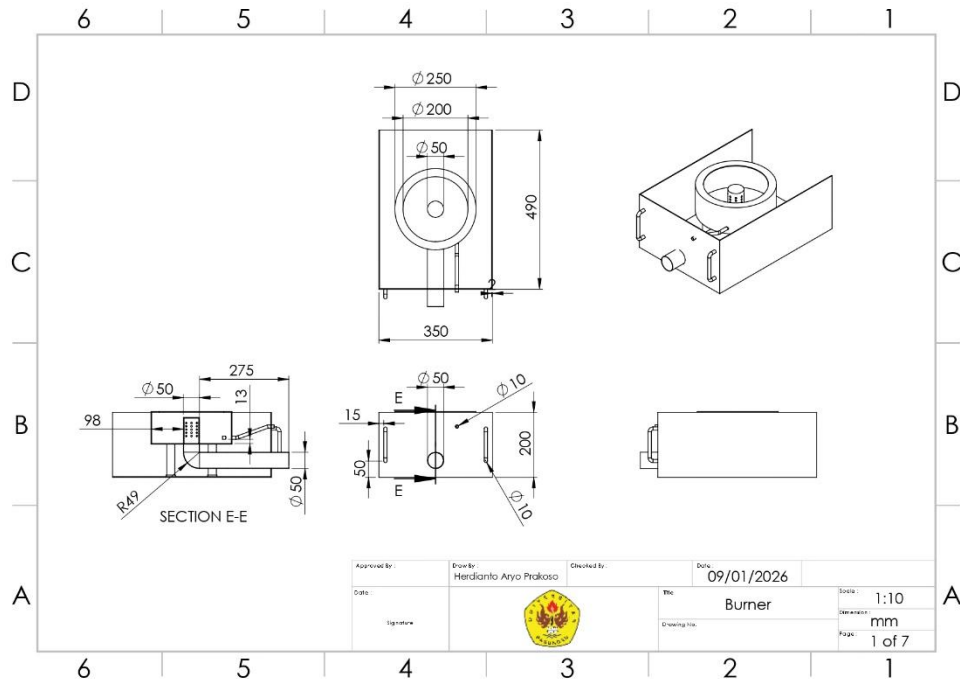
Gambar V. 4 Detail Rancangan *Afterburner Chamber*



Gambar V. 5 Detail Rancangan Water Chamber



Gambar V. 6 Detail Rancangan Fuel Tank

Gambar V. 7 Detail Rancangan *Burner*

V.4 Estimasi Biaya

Berdasarkan hasil rancangan insinerator sederhana yang sudah dibuat, didapatkan estimasi biaya pembuatan dari rancangan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel V. 30 Estimasi Biaya Pembuatan Insinerator Sederhana

Perhitungan Estimasi Biaya Pembuatan Insinerator Sederhana						
No	Keterangan	Harga Satuan	Satuan	Jumlah	Satuan	Total
1	Material Mild Steel ST42	Rp25.000	kg	142,73	Kg	Rp3.568.250
2	Blower	Rp685.334	pcs	2	pcs	Rp1.370.668
3	Pipa Diameter 5 cm	Rp296.550	meter	1	meter	Rp296.550
4	selang bahan bakar	Rp50.000	meter	1	meter	Rp50.000
5	faucet	Rp65.000	pcs	1	pcs	Rp65.000
6	thermometer digital	Rp287.000	pcs	1	pcs	Rp287.000
7	Saklar on off untuk Blower	Rp8.500	pcs	2	pcs	Rp17.000
8	Lampu Indikator Blower	Rp4.500	pcs	2	pcs	Rp9.000
9	Kabel Electrical	Rp2.000	meter	5	meter	Rp10.000
Total Biaya Material						Rp5.673.468
Biaya Produksi 30 %						Rp1.702.040
Biaya Overhead 15 %						Rp851.020
Total Biaya Produksi Insinerator						Rp2.553.061
Total Biaya Pembuatan Insinerator						Rp8.226.529

Keterangan : Estimasi biaya tersebut berdasarkan harga pertanggal 10/1/2026, harga bisa seolah – olah tergantung kondisi pasar.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah yang ada pada rancangan insinerator sederhana skala terbatas adalah sebagai berikut :

Dari hasil penelitian ini bahwa hasil evaluasi dari rancangan sebelumnya yang mana belum memenuhi kaidah – kaidah sebuah insinerator sudah diperbaiki dengan usulan rancangan yang ada pada penelitian ini dengan desain insinerator sederhana yang membawa konsep ringkas dan modular akan memudahkan pengguna dalam menggunakan dan *maintenance* insinerator hasil usulan rancangan.

Pada penentuan kriteria – kriteria rancangan seperti material, desain, dimensi, dan hal – hal yang berpengaruh pada perancangan berfokus pada konsep sederhana dan efisiensi biaya, pada penelitian ini dengan menggunakan metode *house of quality* dan peta morfologi didapatkan hasil kriteria yang menyesuaikan dengan konsep sederhana dan efisiensi biaya walaupun dari hasil akhir pemilihan kriteria memiliki kelebihan dan kekurangannya masing – masing.

Hasil rancangan insinerator sederhana yang didapatkan memiliki kelebihan yang memudahkan pengguna seperti memiliki alternatif penggunaan bahan bakar dimana pengguna bisa menyesuaikan dan mencari bahan bakar yang masuk kedalam *budget*. Selain itu dengan adanya insinerator sederhana dan mudah dalam menggunakannya diharapkan masyarakat dapat mengubah kebiasaan membakar sampah sembarang menjadi teratur dan terintegrasi teknologi.

VI.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan proses perancangan insinerator sederhana skala terbatas ini, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu :

1. Rancangan insinerator yang dihasilkan perlu untuk direalisasikan dalam wujud *prototype* hal ini bertujuan untuk menguji secara langsung produk yang dibuat untuk mengetahui kinerja dari rancangan produk secara nyata. Selain itu pembuatan *prototype* juga memiliki fungsi sebagai alat untuk memperoleh data – data yang memang belum bisa didapatkan pada

2. Penelitian ini seperti data konsumsi bahan bakar per-*batch*, kinerja *cyclone* pada *afterburner* sudah fungsional atau perlu ada beberapa revisi hal ini bisa diwujudkan dengan adanya *prototype*.
3. Disarankan untuk mengevaluasi penggunaan material pada penelitian sebelumnya karena penggunaan material yang memiliki ketahanan panas yang lebih baik akan meningkatkan umur pakai dari produk, ataupun melakukan kombinasi material untuk mendapatkan alternatif material tahan panas tetapi ramah pada biaya.
4. Mengingat isu lingkungan menjadi aspek yang sangat penting, penelitian lanjutan dapat menambahkan atau merancang ulang system pengendali emisi sederhana yang lebih optimal dari penelitian sebelumnya. Dengan hasil pembakaran yang lebih optimal maka pemenuhan standar ramah lingkungan menjadi lebih baik.
5. Disarankan untuk melakukan kajian tambahan mengenai kapasitas pembakaran yang ideal serta menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna pada berbagai skala agar rancangan produk insinerator lebih fleksibel menjangkau berbagai kebutuhan pengguna dan mudah untuk adaptasi pada kebutuhan pengguna.

DAFTAR PUSAKA

- Akao, Y. (1990). *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*. Productivity Press.
- Azwar, A. (1990). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*.
- Budiman, A. (2001). *Modifikasi Desain dan Uji Unjuk Kerja Alat Pembakar Sampah (Incinerator) Tipe Batch*. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Cross, N. (2008). *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*. Wiley.
- Lisbona. (2023). *Teknologi Insinerasi Sebagai Solusi Pengolahan sampah Perkotaan dan Pemulihan Energi*. UMJ.
- Manik, K. E. (2003). *Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- RI. (2008). *UU No. 18 tentang Pengelolaan Sampah*.
- Ulrich, K. d. (2015). *Perancangan dan Pengembangan Produk*.
- Wicaksono, A. W. (2013). *PENERAPAN METODE QFD (Quality Function Deployment)*. Skripsi, 185.
- Zwicky, F. (1969). *Discovery, Invention, Research through the Morphological Approach*. Toronto: Macmillan.

LAMPIRAN

Lampiran Pengumpulan Data *Voice of Customer*

Daftar Pertanyaan VoC

Skala	Pertanyaan
1 Sampai 10	Insinerator ini mudah digunakan.
1 Sampai 10	Insinerator ini memiliki kapasitas yang sesuai kebutuhan.
1 Sampai 10	Insinerator ini mudah dalam perawatan.
1 Sampai 10	Sampah dapat terbakar dengan sempurna menggunakan insinerator ini.
1 Sampai 10	Waktu pembakaran pada insinerator ini efisien.
1 Sampai 10	Asap yang dihasilkan insinerator ini tidak mencemari udara.
1 Sampai 10	Suhu pembakaran pada insinerator ini dapat dikendalikan dengan baik.
1 Sampai 10	Biaya bahan baku yang diperlukan untuk insinerator ini terjangkau.
1 Sampai 10	Proses pembuatan insinerator ini membutuhkan biaya rendah.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak memerlukan peralatan mahal.
1 Sampai 10	Konsumsi energi insinerator ini rendah.
1 Sampai 10	Perawatan insinerator ini mudah dan murah.
1 Sampai 10	Komponen insinerator ini memiliki usia pakai yang lama.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat menghemat biaya pembuangan sampah.
1 Sampai 10	Waktu operasional insinerator ini efisien.
1 Sampai 10	Jumlah operator yang diperlukan untuk insinerator ini sedikit.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat mengurangi biaya pengelolaan sampah.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat meningkatkan efisiensi ekonomi rumah tangga.
1 Sampai 10	Insinerator ini menghasilkan produk sampingan yang bernilai guna.
1 Sampai 10	Material insinerator ini kuat dan tahan lama.
1 Sampai 10	Umur insinerator ini sesuai harapan.

1 Sampai 10	Insinerator ini tidak memerlukan perbaikan yang sering.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat digunakan secara berulang kali.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak menimbulkan biaya tambahan berlebihan.
1 Sampai 10	Insinerator ini ramah terhadap sumber daya alam.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat membakar sampah dengan baik.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat mengurangi volume sampah secara signifikan.
1 Sampai 10	Hasil pembakaran pada insinerator ini sesuai harapan.
1 Sampai 10	Pengoperasian insinerator ini sederhana.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak memerlukan pelatihan khusus untuk digunakan.
1 Sampai 10	Insinerator ini aman digunakan oleh siapa saja.
1 Sampai 10	Proses pembakaran pada insinerator ini berlangsung cepat.
1 Sampai 10	Insinerator ini mudah dipindahkan dan dipasang.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak memerlukan alat bantu tambahan.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak mudah rusak.
1 Sampai 10	Insinerator ini stabil dalam berbagai kondisi cuaca.
1 Sampai 10	Hasil pembakaran insinerator ini merata.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak menimbulkan potensi kebakaran.
1 Sampai 10	Panas yang keluar dari insinerator ini tidak berlebihan.
1 Sampai 10	Asap dan panas dari insinerator ini dapat dikendalikan.
1 Sampai 10	Ukuran insinerator ini sesuai kebutuhan rumah tangga.
1 Sampai 10	Kapasitas insinerator ini cukup untuk jumlah sampah harian.
1 Sampai 10	Desain insinerator ini sesuai dengan kondisi lingkungan rumah.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak mudah aus.
1 Sampai 10	Perawatan insinerator ini mudah dilakukan.
1 Sampai 10	Komponen insinerator ini mudah diganti jika rusak.
1 Sampai 10	Asap hasil pembakaran dari insinerator ini tidak terlalu pekat.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak menimbulkan sesak napas atau iritasi.
1 Sampai 10	Warna asap dari insinerator ini menunjukkan pembakaran sempurna.

1 Sampai 10	Bau yang dihasilkan insinerator ini tidak mengganggu.
1 Sampai 10	Proses pembakaran pada insinerator ini berlangsung dengan minim bau.
1 Sampai 10	Asap cepat hilang setelah pembakaran selesai.
1 Sampai 10	Abu dari insinerator ini tidak berbahaya.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak meninggalkan residu kimia beracun.
1 Sampai 10	Abu hasil pembakaran insinerator ini dapat dimanfaatkan kembali.
1 Sampai 10	Suara pembakaran insinerator ini tidak bising.
1 Sampai 10	Suhu insinerator ini tidak mengganggu kenyamanan.
1 Sampai 10	Insinerator ini aman digunakan pada jarak dekat.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak menimbulkan risiko kebakaran di lingkungan sekitar.
1 Sampai 10	Insinerator ini aman ditempatkan di lingkungan rumah tangga.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak mengancam keselamatan pengguna dan lingkungan.
1 Sampai 10	Insinerator ini mampu mengurangi sampah ke TPA.
1 Sampai 10	Insinerator ini dapat meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah di rumah.
1 Sampai 10	Insinerator ini tidak menghasilkan limbah tambahan baru.

Pembuatan Kuesioner untuk insenerator							
No	Variable	Sub Variable	Indikator	Skala			
1	Efektivitas	Desain dan Fungsionalitas	Mudah Digunakan	1 sampai 5			
			Kapasitas sesuai kebutuhan	1 sampai 5			
			Mudah dalam perawatan	1 sampai 5			
		Efisiensi pembakaran	Sampah terbakar dengan sempurna	1 sampai 5			
			Waktu pembakaran efisien	1 sampai 5			
			Dampak Lingkungan	Asap tidak mencemari udara	1 sampai 5		
		Suhu dan bau terkendali		1 sampai 5			
		2		Ekonomis	Investasi Awal	Biaya bahan baku terjangkau	1 sampai 5
						proses pembuatan hemat biaya	1 sampai 5
			tidak memerlukan peralatan mahal			1 sampai 5	
Biaya operasional & Perawatan	Konsumsi energi rendah		1 sampai 5				
	perawatan mudah dan murah		1 sampai 5				
	komponen tahan lama		1 sampai 5				
Efisiensi penggunaan	penghematan biaya pembuangan sampah		1 sampai 5				
	Waktu operasional efisien		1 sampai 5				
	operator yang diperlukan sedikit		1 sampai 5				
Nilai Manfaat	Mengurangi biaya pengelolaan sampah		1 sampai 5				
	Meningkatkan efisiensi ekonomi rumah tangga	1 sampai 5					
	Menghasilkan produk sampingan bernilai	1 sampai 5					
3	Nilai Guna	Fungsi dan Kegunaan Utama	Material kuat dan tahan lama	1 sampai 5			
			umur alat sesuai harapan	1 sampai 5			
			tidak sering perlu perbaikan	1 sampai 5			
		Sustainability	Dapat digunakan berulang kali	1 sampai 5			
			tidak menghasilkan biaya tambahan berlebih	1 sampai 5			
			ramah terhadap sumber daya alam	1 sampai 5			
		4	Dampak Lingkungan	Kualitas Udara	Dapat membakar sampah dengan baik	1 sampai 5	
					mengurangi volume sampah secara signifikan	1 sampai 5	
					hasil pembakaran sesuai harapan	1 sampai 5	
				Kemudahan Penggunaan	Pengoperasian sederhana	1 sampai 5	
Tidak membutuhkan pelatihan khusus	1 sampai 5						
Aman digunakan oleh siapa saja	1 sampai 5						
Praktis	Proses pembakaran cepat			1 sampai 5			
	Mudah dipindahkan dan dipasang			1 sampai 5			
	Tidak memerlukan alat bantu apapun			1 sampai 5			
Reliability/Keandalan	Tidak mudah rusak			1 sampai 5			
	stabil dalam berbagai cuaca			1 sampai 5			
	hasil pembakaran merata			1 sampai 5			
Safety/Keamanan	tidak mudah menimbulkan kebakaran			1 sampai 5			
	Panas yang keluar tidak berlebihan			1 sampai 5			
	Asap dan panas dapat dikendalikan			1 sampai 5			
Kesesuaian dengan pengguna	ukuran sesuai kebutuhan rumah tangga			1 sampai 5			
	kapasitas cukup untuk jumlah sampah harian			1 sampai 5			
	desain sesuai kondisi lingkungan rumah	1 sampai 5					
Durability & Maintenance	Tidak mudah aus	1 sampai 5					
	perawatan mudah dilakukan	1 sampai 5					
	komponen mudah diganti jika rusak	1 sampai 5					
4	Dampak Lingkungan	Kualitas Udara	Asap hasil pembakaran tidak terlalu pekat	1 sampai 5			
			Tidak menimbulkan sesak napas atau iritasi	1 sampai 5			
			Warna asap menunjukkan pembakaran sempurna	1 sampai 5			
		Polusi Bau (Odor)	Bau tidak menyengat atau mengganggu	1 sampai 5			
			Proses pembakaran berlangsung dengan minim bau	1 sampai 5			
			Asap cepat hilang setelah pembakaran	1 sampai 5			
		Sisa Pembakaran	Abu tidak berbahaya dan mudah dibuang	1 sampai 5			
			tidak ada residu kimia beracun	1 sampai 5			
			abu dapat dimanfaatkan	1 sampai 5			
		Kebisingan dan Panas Lingkungan	Suara pembakaran tidak bising	1 sampai 5			
			suhu insenerator tidak mengganggu kenyamanan	1 sampai 5			
			Aman dari jarak wajar	1 sampai 5			
		Keselamatan Lingkungan Sekitar	Alat tidak menimbulkan resiko kebakaran	1 sampai 5			
			Aman diletakan di lingkungan rumah tangga	1 sampai 5			
			Tidak mengancam keselamatan pengguna dan lingkungan	1 sampai 5			
		Pengelolaan Limbah & Keberlanjutan	Mengurangi Sampak Ke TPA	1 sampai 5			
			Meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah di rumah	1 sampai 5			
tidak menghasilkan limbah tambahan baru	1 sampai 5						

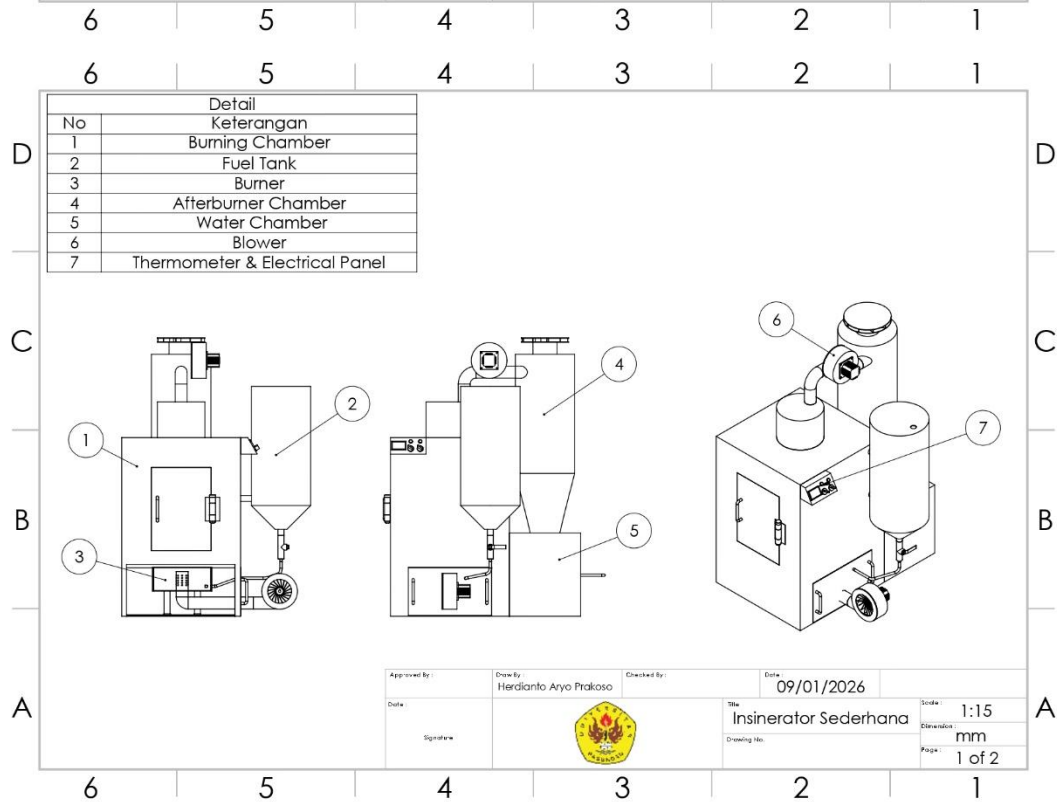
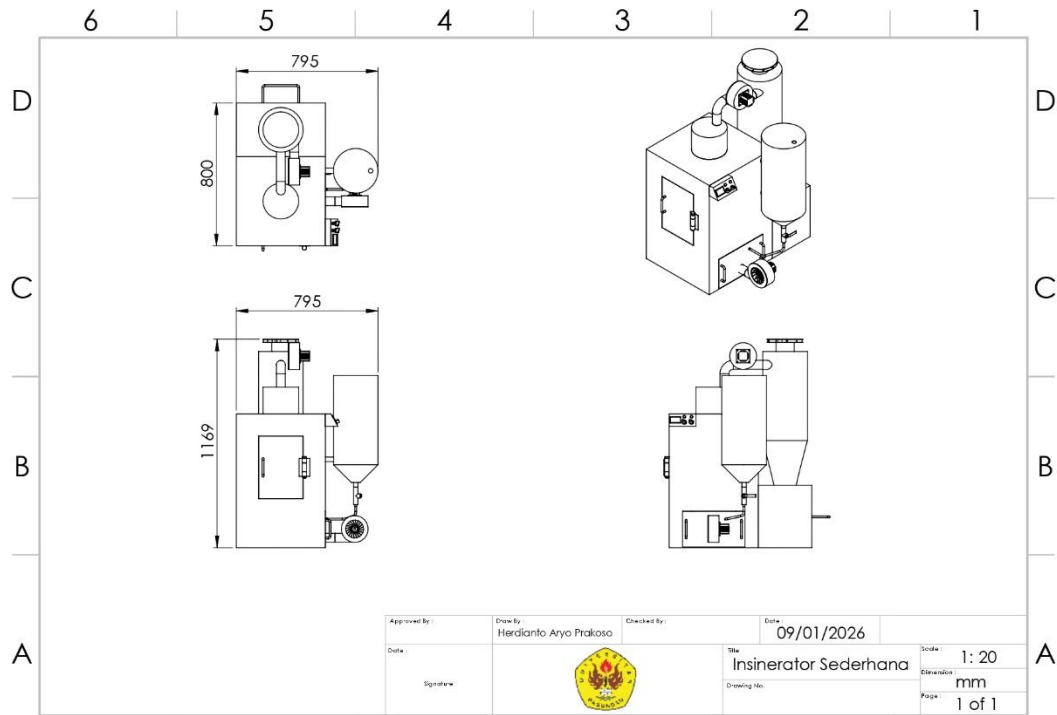
Hasil Terjemahan *voice of customer* menjadi *customer requirement*

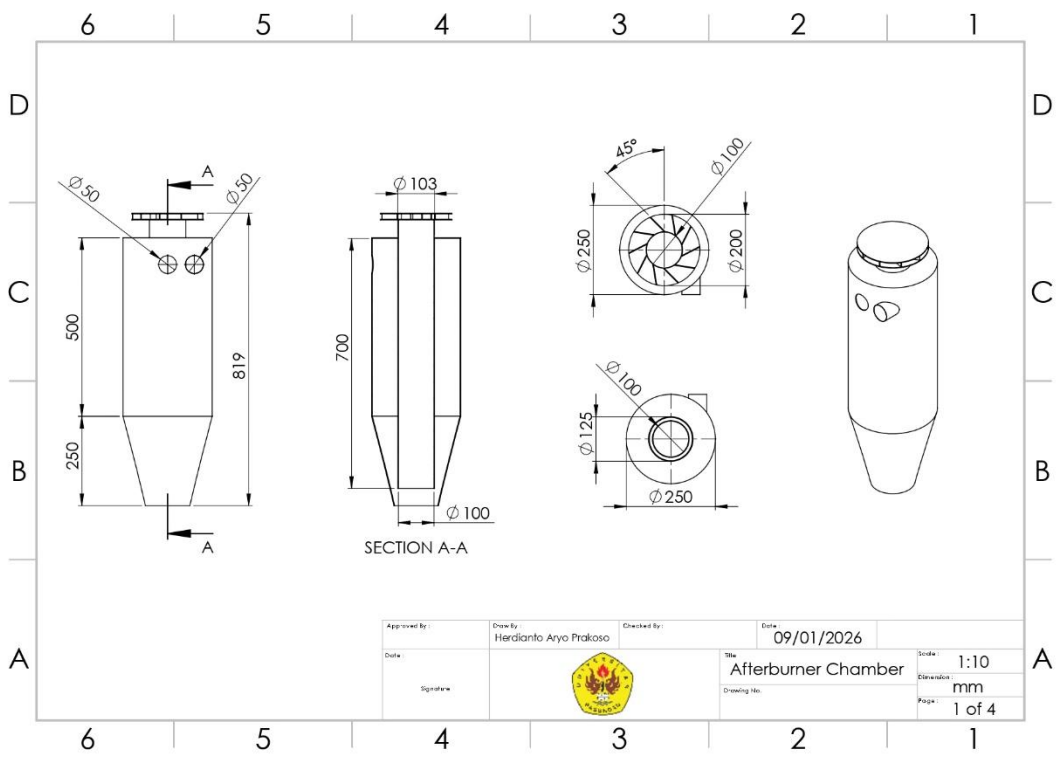
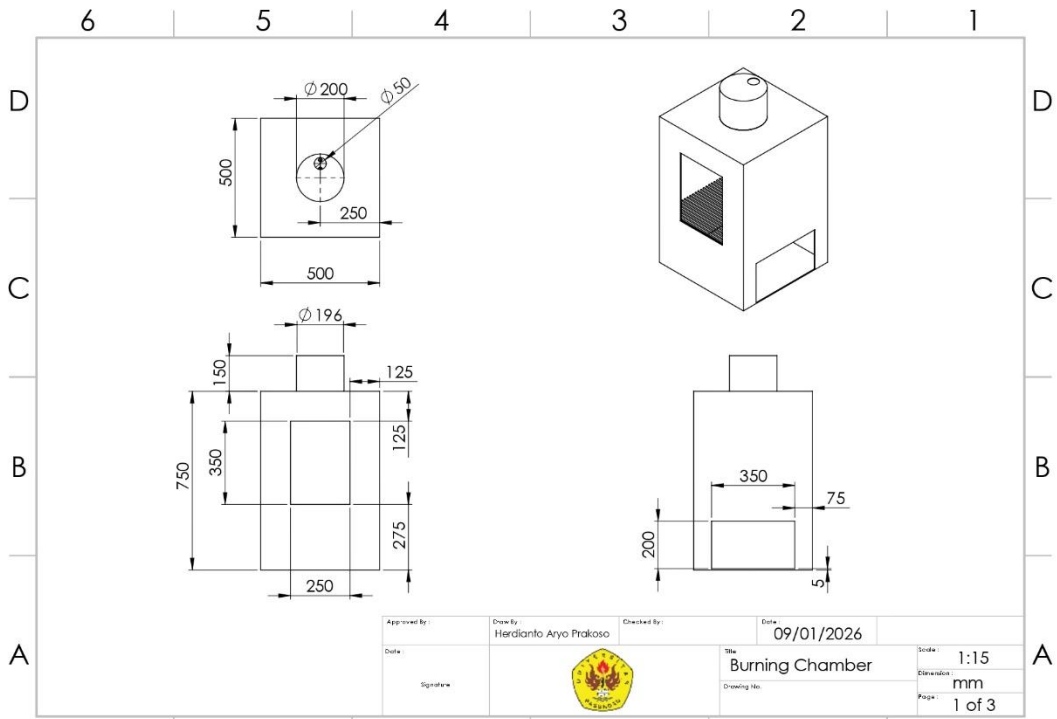
No	What HOQ	Total	IC
1	Terbakar Sempurna	514	8,03
2	Tidak Mencemari Lingkungan	454	7,09
3	Suhu dapat dikendalikan	487	7,61
4	Biaya bahan baku terjangkau	465	7,27
5	Biaya pembuatan rendah	382	5,97
6	Tidak perlu peralatan mahal	421	6,58
7	Konsumsi energi rendah	450	7,03
8	Usia pakai lama	493	7,70
9	Operator sedikit	502	7,84
10	Biaya pengelolaan berkurang	516	8,06
11	Menghasilkan produk sampingan	489	7,64
12	material kuat & tahan lama	500	7,81
13	Dapat digunakan berulang	546	8,53
14	Tidak ada biaya tambahan	488	7,63
15	Ramah dengan Lingkungan	493	7,70
16	Mengurangi volume sampah	536	8,38
17	Tidak perlu pelatihan khusus	471	7,36
18	bisa digunakan siapa saja	468	7,31
19	Proses pembakaran cepat	473	7,39
20	mudah dipasang & dipindah	424	6,63
21	tidak perlu alat bantu tambahan	452	7,06
22	tahan diberbagai kondisi	490	7,66
23	pembakaran merata	502	7,84
24	tidak menimbulkan kebakaran	463	7,23
25	asap dan panas dikendalikan	478	7,47
26	kapasitas cukup	516	8,06
27	tidak mudah aus	481	7,52
28	mudah dilakukan perawatan	487	7,61
29	komponen mudah diganti	477	7,45
30	tidak menimbulkan sesak dan iritasi	452	7,06
31	tidak menghasilkan bau	436	6,81
32	abu tidak berbahaya	452	7,06
33	tidak meninggalkan residu beracun	434	6,78
34	sisa abu dapat dimanfaatkan	488	7,63
35	tidak bising	467	7,30
36	suhu tidak mengganggu	461	7,20
37	tidak menimbulkan kebakaran	460	7,19
38	Mengurangi volume sampah	548	8,56
39	meningkatkan kesadaran	535	8,36
40	tidak menghasilkan limbah baru	505	7,89

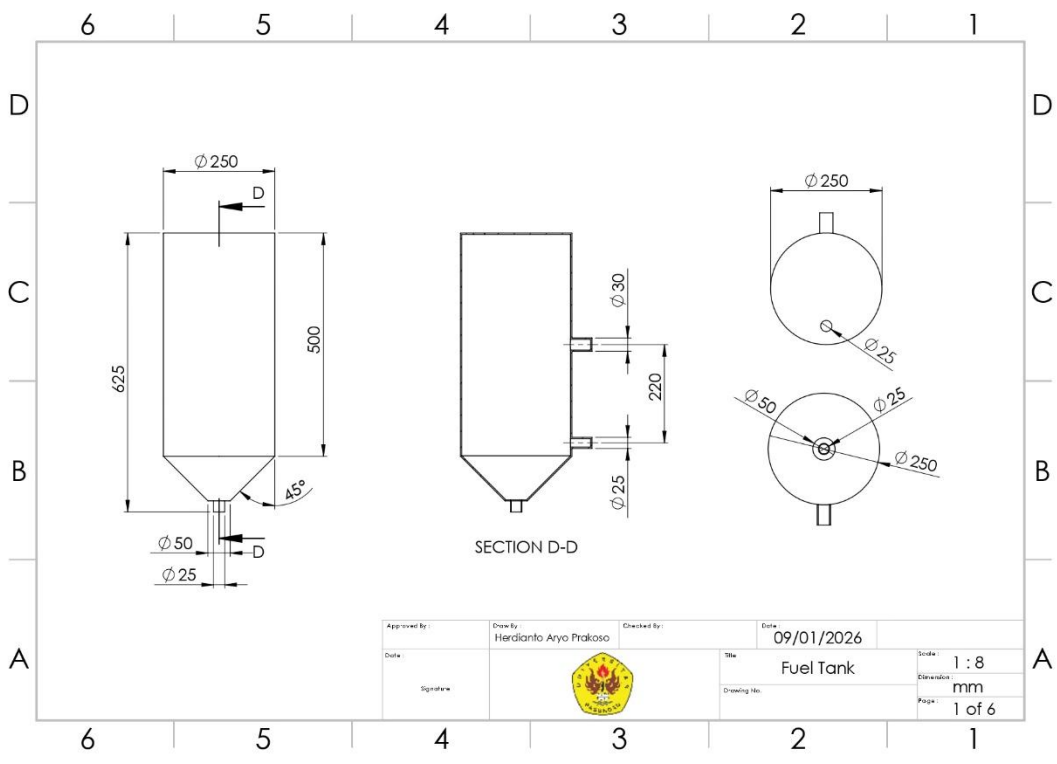
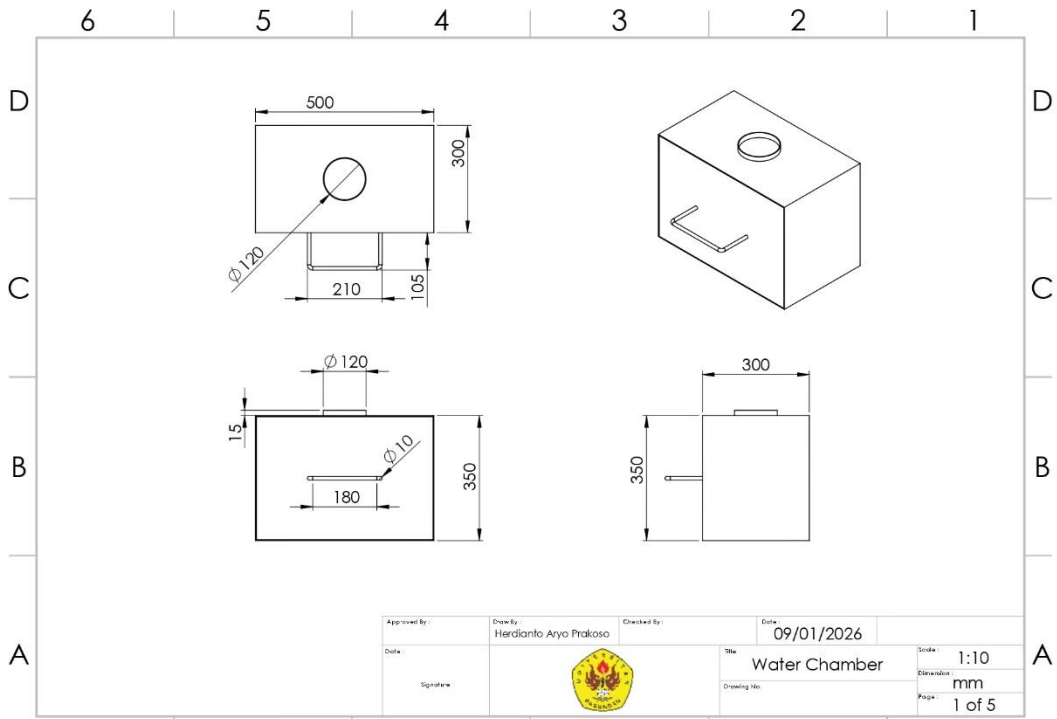
Alternatif Karakteristik Perancangan

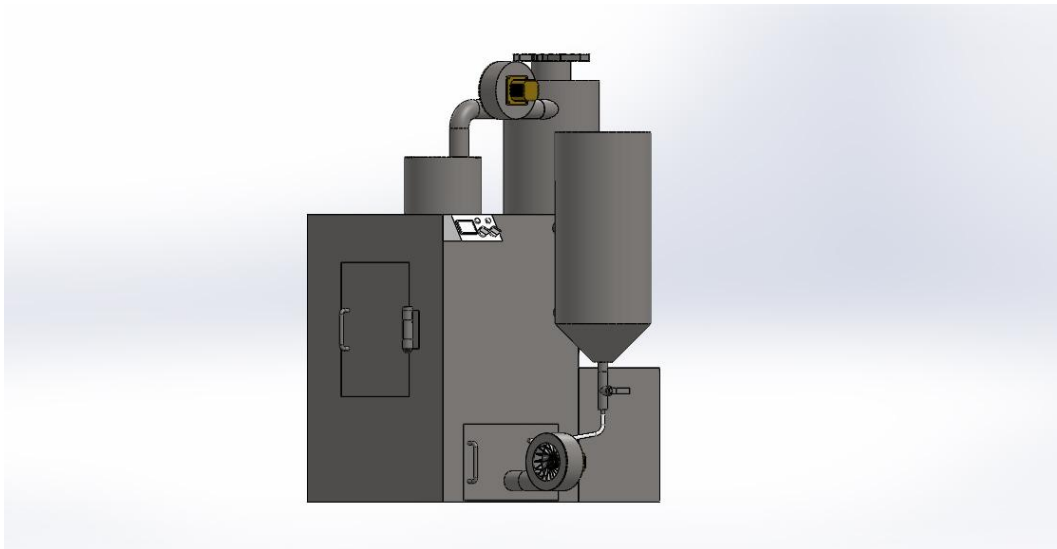
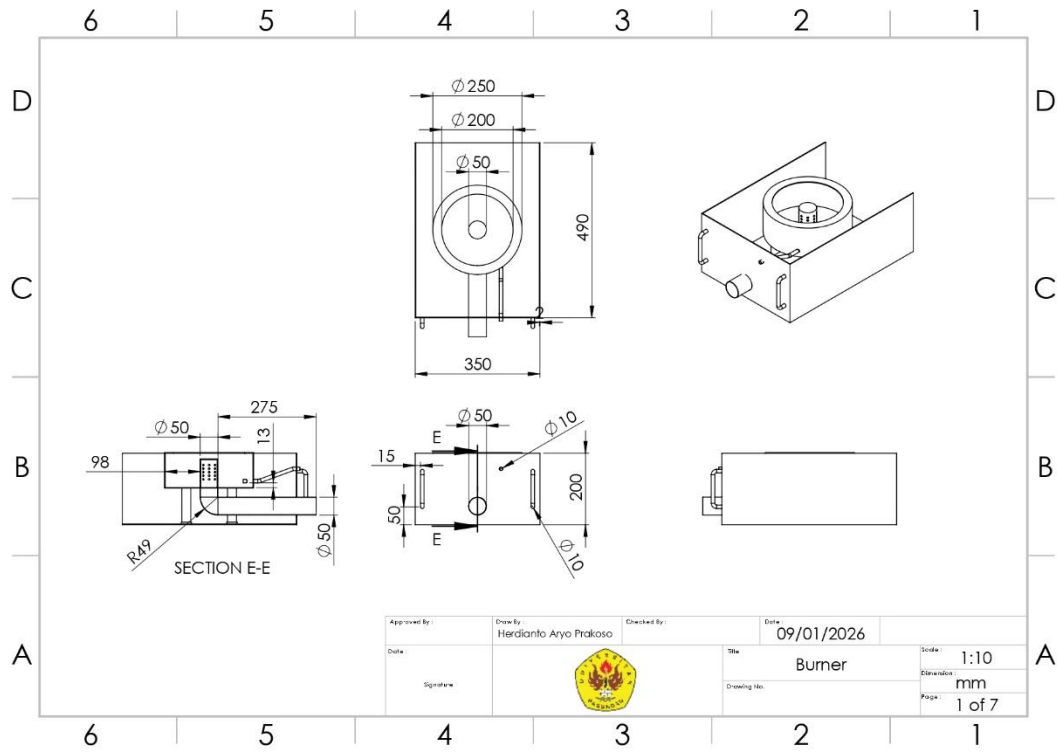
NO	Uraian	Alternatif		
		1	2	3
1	Material Insinerator	Mild Steel ST-42	Stainless Steel	Galvanis
2	Sistem Pembakaran	Pembakaran Statis (<i>Batch</i>)	Rotary	Fixed Grate
3	Metode Pemasukan Limbah	Manual	Hopper	Screw
4	Sistem Penyalaan	Burner Diesel	Burner LPG	Electric
5	Kontrol Suhu Pembakaran	Tanpa Kontrol (manual)	Thermocouple + Kontrol Manual	Thermocouple + PID Controller
6	Sistem Aliran Udara & Oksigen	Natural Draft	Blower	Multizone Air Injection
7	Ruang Sekunder / Afterburner	Tanpa Ruang Sekunder	Ruang Sekunder Pasif	Ruang Sekunder + Burner
8	Sistem Pengolahan Gas Buang	Cycloner Separator	Wet/Dry Scrubber	Bag Filter
9	Exhaust System	Natural Draft	Induced Draft Fan	Forced Draft Fan
10	Sistem Pembuangan Abu	Ash Tray (manual removal)	Gravity Ash Discharge	Wet Ash Handling
11	Sistem Pendinginan	Pendinginan Alami	Pendinginan Udara Paksa	Pendinginan Air
12	Dimensi & Skala Operasi	Portabel	Stasioner Kecil	Modular

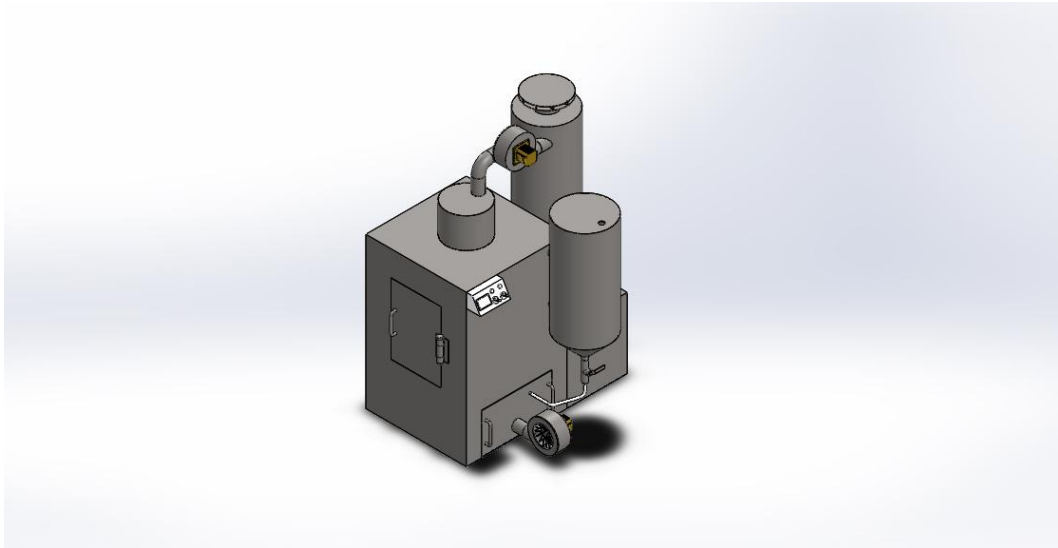
Gambar Rancangan Desain Insinerator











Link Sumber Estimasi Biaya Bahan Baku Insinerator

<https://www.smsperkasa.com/produk/plat-besi-hitam>

https://www.tokopedia.com/sumbersuksesshop/centrifugal-cke-mc-de-m100r-1-no-220v-blower-fan-keong-hisap-udara?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dblower+centrifugal%26search_id%3D20260110055604158F3069A435B32A4X7Z%26src%3Dsearch%26whid%3D18261349&t_id=1768024573638&t_st=1&t_pp=search_result&t_ef=search_pure_goods_card&t_ef=goods_search&t_sm=&t_spt=search_result

https://www.tokopedia.com/idpsteel/pipa-hitam-5-x-6m-tebal-2-7mm-3mm-3-6mm-5mm-sch40-pipa-besi-5-inch-tebal-3-0mm?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp

https://www.tokopedia.com/arthamotorsby/selang-bensin-solar-oli-oil-minyak-ncr-fuel-oil-hose-benang-dalam-motor-mobil-truk-6mm-1-4-8mm-5-16-10mm-3-8-12mm-1-2-16mm-5-8-19mm-3-4-25mm-1-inch-1-dim-1732647915652744596?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dselang+bahan+bakar+1cm%26search_id%3D20260110060226B83AAC23B95287349A1D%26src%3Dsearch&t_id=1768024955177&t_st=1&t_pp=search_result&t_ef=search_pure_goods_card&t_ef=goods_search&t_sm=&t_spt=search_result

https://www.tokopedia.com/bangunjayasentosa/ball-valve-1-2-setengah-inch-stop-kran-1-2-kitz-harga-cuci-gudang?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dball+valve%26search_id%3D2026011

0060634B83AAC23B952871A27ZG%26src%3Dsearch&t_id=1768024955177&t_st=3&t_pp=search_result&t_efo=search_pure_goods_card&t_ef=goods_search&t_sm=&t_spt=search_result

https://www.tokopedia.com/cicostore/digital-thermometer-thermocouple-termokopel-dual-channel-type-k-6802ii?utm_source=chatgpt.com

https://www.tokopedia.com/tokosperpart19/gx160-gx200-gx270-gx390-gx420-gx460-switch-on-off-engine?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dsaklar+mesin%26search_id%3D20260110061609D81F9C1BE2E089043EEI%26src%3Dsearch&t_id=1768024955177&t_st=11&t_pp=search_result&t_efo=search_pure_goods_card&t_ef=goods_search&t_sm=&t_spt=search_result

https://www.tokopedia.com/shiawase-1/pilot-lamp-led-signal-lamp-22mm-220v-lampu-panel-kuning-merah-1731303393619314145?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dlampu+panel+listrik%26search_id%3D202601100618583AD7C2EBB96FCB027PJT%26src%3Dsearch&t_id=1768024955177&t_st=13&t_pp=search_result&t_efo=search_pure_goods_card&t_ef=goods_search&t_sm=&t_spt=search_result

<https://www.smsperkasa.com/produk/besi-as-st42>