

PEMILIHAN METODE CRUSHER PADA PERANCANGAN MESIN PEMBUAT GULA SEMUT

Reza Hermawan^{1*}, Ega Tesalonika², Renaldy Irvan Rahadian³, Laurentius Erlo Prasetyo⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: reza.hermawan@atmi.ac.id

Abstrak

Gula semut adalah salah satu produk yang ada di industri makanan Indonesia. Gula semut sendiri berasal dari nira kelapa yang diolah menjadi gula kelapa dan melalui proses produksi hingga menghasilkan gula semut. Di Indonesia, gula semut adalah salah satu produk industri makanan yang sudah banyak diekspor ke berbagai negara. Dalam berbagai catatan industri, gula semut memiliki nilai ekspor yang cukup tinggi. Karena permintaan produksi yang meningkat, gula semut mengalami kendala dalam memenuhi kapasitas produksi. Hal ini disebabkan karena peralatan yang masih sederhana sehingga menyebabkan produksi gula semut yang lambat. Pemilihan metode crusher dalam perancangan ini dilakukan dengan metode morfologi desain. Mekanisme yang dipilih adalah crusher hammer mill, crusher disk mill, dan blade crusher. Crusher hammer mill memiliki kelebihan yaitu mampu menyesuaikan hasil gilingan yang diinginkan, sedangkan kekurangannya adalah hasil gilingan tidak dapat seukuran/merata. Crusher disk mill memiliki kelebihan penggilingan proses hingga produk menjadi halus, sedangkan kekurangannya adalah mesin harus selalu dibersihkan agar tidak macet dalam penggunaan selanjutnya. Blade crusher memiliki kelebihan struktur mesin yang sederhana sehingga mudah untuk perawatan, rasio hancur yang baik. Sedangkan kekurangannya adalah pada saat beroperasi, mesin mengeluarkan bunyi yang menyebabkan kebisingan. Setelah melalui penilaian karakteristik teknis dan requirement list dan didapatkan pemenang yaitu mekanisme crusher hammer mill sebagai mekanisme utama.

Kata kunci: *crusher, gula semut, kapasitas produksi*

1. PENDAHULUAN

Gula Semut adalah salah satu produk makanan yang berasal dari Indonesia. Produksi gula semut di Indonesia sangat berkembang pesat. Nilai ekspor gula semut dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena pengidap penyakit diabetes yang semakin meningkat sehingga masyarakat mulai beralih dari gula pasir ke gula semut. Permintaan pasar yang cukup banyak menyebabkan produksi gula semut tidak mencapai kapasitas produksi yang diinginkan. Peralatan yang sederhana dan proses yang masih manual menyebabkan produksi gula semut tidak bisa mencapai kapasitas produksi. Proses penghancuran gula adalah salah satu alternatif untuk membuat gula lebih cepat dicairkan. Banyak perusahaan yang menggunakan metode penghancuran gula sebelum dicairkan. Namun, proses ini masih dilakukan secara manual sehingga tidak dapat menjadi solusi dari permasalahan yang sedang dihadapi.

Pada mesin perancangan gula semut, terdapat *melting unit* yang dirancang untuk memudahkan proses penghancuran gula. Unit ini menggunakan metode *crusher* dengan *hammer mill*. Dengan penggerak motor induksi, unit ini mampu menghancurkan gula sebanyak 9 ton/bulan.

1.1 Spesifikasi Input

Spesifikasi input dari unit *crusher* adalah gula kelapa yang berbentuk setengah lingkaran dengan diameter sekitar 110mm dan tebal 30mm.



Gambar 1. Input pertama

Input kedua dari unit *crusher* adalah air yang sudah matang dengan perbandingan 1:1.



Gambar 2. Input Kedua
(sumber: integrasi.science)

1.2 Spesifikasi Output

Output dari unit *crusher* adalah gula yang sudah hancur dan siap dimasukkan kedalam unit pencairan.



Gambar 3. Output
(sumber: idntimes.com)

2. METODOLOGI

Proses perancangan *crusher unit* mesin pembuat gula semut memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam proses perancangan *melting unit* mesin pembuat gula semut antara lain:

1. Laptop
Proses perancangan dilakukan dengan menggunakan laptop untuk menyusun laporan, gambar 2D, gambar 3D.
2. Software
Proses perancangan dilakukan dengan *software AutoCAD* untuk menyusun gambar 2D, *software SolidWorks* untuk menyusun gambar 3D, *Word* untuk menyusun laporan.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan sebagai dasar perancangan *melting unit* mesin pembuat gula semut adalah sebagai berikut:

1. Hasil Wawancara

Hasil wawancara didapatkan dari berbagai narasumber. *Customer* kami menginginkan mesin yang memiliki kapasitas produksi sebesar 9 ton/bulan dan dengan menggunakan listrik 220V 1 phase.

2. Hasil Presentasi

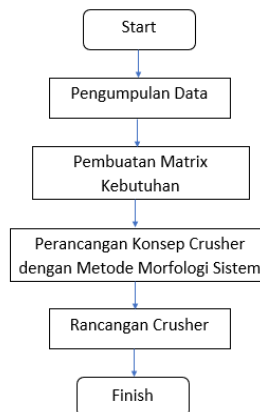
Dalam proses perancangan, dilakukan juga beberapa kali presentasi untuk menguji desain yang telah dibuat. Sehingga didapatkan koreksi atas rancangan atau konsep mekanisme yang dibuat. Koreksi tersebut adalah penggunaan material yang harus *food grade* karena mesin ini digunakan untuk produk yang dapat dikonsumsi.

2.3 Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan mesin ini adalah dengan menyusun morfologi desain. Penyusunan morfologi desain dilakukan untuk membandingkan satu mekanisme dengan mekanisme yang lain, lalu dipilihlah mekanisme yang paling sesuai dan sesuai dengan kebutuhan pada mesin. Dalam penyusunan morfologi inilah, pada *Melting Unit* terpilih mekanisme *crusher* yang digunakan untuk penghancur gula kelapa.

2.4 Proses Penelitian

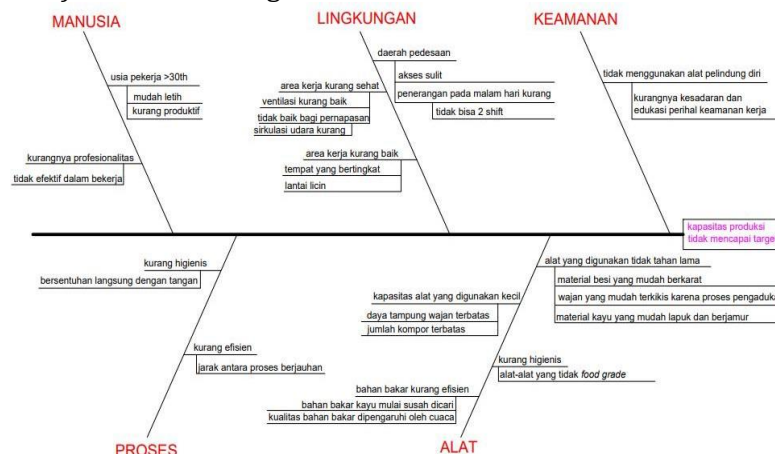
Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 4.



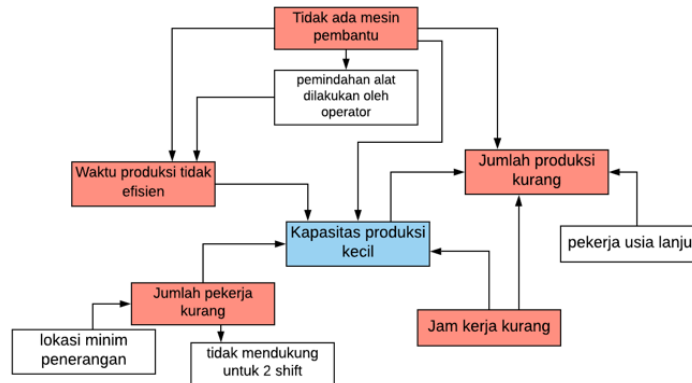
Gambar 4. *Flowchart* Proses Penelitian

2.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang kami lakukan dengan wawancara dengan *customer*, sehingga kami mendapatkan berbagai data yang dapat kami masukkan kedalam Batasan masalah dan identifikasi masalah. Selain wawancara dengan *customer*, kami juga mencari jurnal dan data pendukung dari internet, data – data pendukung berupa grafik, Analisa sebab akibat dengan menggunakan metode *fishbone* dan diagram sebab akibat.



Gambar 5. *Fishbone*



Gambar 6. Diagram Sebab Akibat

2.4.2 Pembuatan Matriks Kebutuhan

Dalam merancang suatu mesin diperlukan referensi yang akurat mengenai kebutuhan yang harus tercapai agar mesin dapat berjalan dengan lancar. Kebutuhan harus disesuaikan dengan tingkat kepentingan agar dapat memenuhi segala aspek. Pembuatan matriks kebutuhan bertujuan untuk memetakan hubungan antara kebutuhan konsumen (*customer need*) dengan karakteristik (*engineering characteristic*). Penentuan matriks kebutuhan dijelaskan dalam hasil dan pembahasan berikut ini.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan konsep dilakukan dengan metode *Stuart Pugh* atau biasa dikenal sebagai *morphological metode*. Pemilihan konsep ini dilakukan dengan cara membandingkan antara 3 atau lebih konsep yang dianggap mampu memenuhi *requirement list*. Penilaian konsep dilakukan berdasarkan kemampuan konsep tersebut dalam memenuhi *requirement list*, dan juga pertimbangan akan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing konsep yang sudah ditentukan. Penentuan konsep pemenang dilakukan berdasarkan hasil dari penilaian dengan kriteria pembobotan dan kriteria penilaian. Hasil dari penilaian tersebut merupakan hasil akhir akan desain yang akan dibuat dan dianggap salah satu konsep terbaik yang mampu memenuhi *requirement list* dibandingkan konsep lainnya.

3.1 Penentuan Matriks Kebutuhan

Matriks kebutuhan diawali dengan data permintaan customer yang didapatkan dengan wawancara langsung beserta tingkat kepentingannya. Dari hasil wawancara didapatkan *requirement list* dan tingkat kepentingan pembuatan mesin dari *customer* dan telah kami akumulasi menjadi daftar karakteristik teknik untuk mempermudah dan membantu pembuatan dari matriks kebutuhan. Daftar kebutuhan konsumen dan karakter teknis sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat Kepentingan *Requirements List*

No.	<i>Requirements List</i>	Score
1.	Kapasitas produksi (ton)	5
2.	Butiran hasil output berukuran <1,18 (mm)	5
3.	Material terbuat dari stainless food grade	4
4.	Jumlah operator 2 orang	4
5.	Proses tidak bersentuhan langsung dengan tangan	3
6.	Tegangan listrik (volt)	3
7.	Harga mesin ±100 juta	2
8.	Ukuran mesin (mm)	1
9.	Daya listrik (watt)	1

Keterangan :

5 = Sangat Penting

4 = Penting

3 = Rata-rata

2 = Kurang Penting

1 = Tidak Penting

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa data permintaan *customer* yang memiliki tingkat kepentingan paling tinggi (nilai 5) adalah kapasitas produksi yang tinggi.

Dalam mencapai permintaan tersebut maka dibuatlah rumusan akan solusinya.

Tabel 2. Engineering Characteristic

No.	Engineering Characteristic
1.	Kapasitas storage (kg)
2.	Lama waktu pengadukan (menit)
3.	Efisiensi suhu (°C)
4.	Ketinggian storage (mm)
5.	Pemilihan material
6.	Kecepatan putaran motor (rpm)
7.	Jarak antar proses (mm)
8.	Ukuran maksimal gula (mm)
9.	Ketahanan mesin menahan beban (kg)
10.	Kehigienisitas
11.	Panjang mesin total (mm)

Setelah ditentukan *engineer characteristic*, langkah selanjutnya yaitu merumuskan hubungan dari *requirement list* dengan *engineer characteristic* pada tabel matriks kebutuhan.






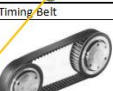



Engineering Characteristic	Tingkat kepentingan relatif	Customer Needs										
		Kapasitas storage	Lama waktu pengadukan	Efisiensi suhu	Pemilihan material	Ketinggian storage	Kecepatan putaran motor	Jarak antar proses	Ukuran maksimal gula	Ketahanan mesin menahan beban	Kehigienisitas	Panjang mesin total
Kapasitas produksi 150 ton/bulan	5	○	○			○	□					
Butiran hasil input berukuran <1,18 mm	5	△	○	○	□		○		○			
Material terbuat dari stainless food grade	4				○						○	
Jumlah operator 2 orang	4							○		○		□
Proses tidak bersentuhan langsung dengan tangan	3							○			○	
Tegangan listrik 220 V	3		□				○					
Harga mesin <100 juta	2				□							○
Ukuran mesin	1							○				○
Daya listrik 1300 W	1		□									
Jumlah		50	106	45	64	45	92	72	45	36	63	43
Presentase Kepentingan (%)		0,5	1,06	0,45	0,64	0,45	0,92	0,72	0,45	0,36	0,63	0,43

Keterangan : △ Lemah (1) □ Sedang (4) ○ Kuat (9)

Gambar 7. Matriks Kebutuhan

3.2 Perancangan Konsep *Melting Unit*

Desain morfologi unit ini akan berisikan tentang komponen penggunaan *Melting Unit*.

No.	Sub Fungsi	Konsep A Bilah Kotak	Konsep B Bilah Berbentuk Lurus	Konsep C Bilah Pisah
1.	Jenis Pengaduk			
2.	Jenis Transmisi			
3.	Jenis Kompor			

Gambar 8. Desain Morfologi

Konsep yang dihasilkan dari desain morfologi mesin pembuat gula semut diwakilkan dengan warna merah untuk konsep desain 1, biru untuk konsep desain 2 dan kuning untuk konsep desain 3.

Penilaian konsep sistem *Melting Unit* ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pembobotan faktor penilaian, penentuan kriteria penilaian, dan penilaian konsep.

1. Pembobotan Faktor Penilaian

Pembobotan faktor penilaian dapat dilihat di gambar 8.

Kriteria Pembobotan	Kemudahan maintenance	Kerumitan konstruksi	Kerataan pengadukan	Kecepatan transfer	Penyebaran suhu
Kemudahan maintenance	1	2	0	0	0
Kerumitan konstruksi	0	1	0	0	0
Kerataan pengadukan	2	2	1	2	2
Kecepatan transfer	2	2	0	1	0
Penyebaran suhu	2	2	0	2	1
Total	7	9	1	5	3
Bobot	0,78	1	0,11	0,56	0,33

Gambar 9. Pembobotan Faktor Penilaian

2. Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian konsep *melting unit* dapat dilihat ditabel 3.

Tabel 3. Kriteria Penilaian

No	Kriteria	5	4	3	2	1
1	Kemudahan Maintenance	Standart part mudah ditemukan,tidak memerlukan alat khusus dan orang ahli	Standart part mudah ditemukan,tidak memerlukan alat khusus tetapi membutuhkan orang ahli	Standart part mudah ditemukan,tidak memerlukan alat khusus tetapi membutuhkan orang ahli	Standart part sulit ditemukan, tidak memerlukan alat khusus tetapi membutuhkan orang ahli	Standart part sulit ditemukan, memerlukan alat khusus dan orang ahli
2	Kerumitan Konstruksi	Pengerjaan assy <7jam dan tanpa alat bantu khusus	Pengerjaan assy 7-9jam dan tanpa alat bantu khusus	Pengerjaan assy 7-12jam dan tanpa alat bantu khusus	Pengerjaan assy >12jam dan tanpa alat bantu khusus	Pengerjaan assy >12jam dan menggunakan alat bantu khusus
3	Kerataan Pengadukan	Gula teraduk 100%	Gula teraduk 80%	Gula teraduk 60%	Gula teraduk 40%	Gula teraduk 20%
4	Penyebaran suhu	Sisi yang terkena panas 100%	Sisi yang terkena panas 80%	Sisi yang terkena panas 60%	Sisi yang terkena panas 40%	Sisi yang terkena panas 20%
5	Kecepatan transfer	Otomatis aktif dan jalan sesudah proses selesai				Dijalankan manual oleh operator

3. Penilaian Konsep

Penilaian konsep dapat dilihat di tabel 4.

Tabel 4. Penilaian Konsep

No	Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Kemudahan Maintenance	0,71	5	3,55	4	2,84	5	3,55
2	Kerumitan Konstruksi	1	3	3	1	1	3	3
3	Kerataan Pengadukan	0,14	5	0,7	4	0,56	2	0,28
4	Penyebaran Suhu	0,43	4	1,72	3	1,29	3	1,29
	Total	2,28	17	8,97	12	5,69	13	8,12
	Peringkat		1		3		2	

Pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa konsep 1 adalah konsep yang diambil sebagai konsep *Melting Unit* karena mendapat peringkat 1 dengan nilai 8,97 serta kegunaannya mampu mencukupi kebutuhan mesin seperti kemudahan *maintenance*, kerumitan konstruksi, kerataan pengadukan, dan penyebaran suhu yang baik.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pemilihan dengan menggunakan morfologi, didapatkan hasil perancangan melting unit yang paling tepat yaitu melting unit dengan konsep 1. Dimana dalam perancangan tersebut menggunakan sistem *crusher* sebagai penghancur gula yang secara ilmiah memiliki keunggulan yaitu dapat menghancurkan gula dengan baik, mampu menambah kapasitas produksi sesuai target.

Dipilih konsep 1 sebagai pemenang karena dalam kriteria kemudahan maintenance, kerumitan konstruksi, kerataan pengadukan, dan juga penyebaran suhu, konsep 1 memiliki nilai tertinggi yaitu 8,97. Konsep 2 dan konsep 3 hanya mendapatkan nilai masing-masing sebesar 5,69 dan 8,12.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizy, Sultan. (2019). **Pohon Kelapa dan Kegunaannya** (Jakarta). Diakses dari <https://www.matrapendidikan.com>. 10 Desember 2019
- Laksmi Kusuma Wardani. **Evaluasi Ergonomi dalam Perancangan Desain**. Jurnal. Universitas Petra Surabaya. 2019.
- Dr. Ir. Demitria Dewi Hendaryati, MM. **Statistik Perkebunan Indonesia**. Direktorat Jendral Perkebunan. 2017.