

PERANCANGAN UNIT *CUTTING* FIBER PADA MESIN PEMBUAT *GYP*SUM (*DRYWALL*) DENGAN MEKANISME *CAM*

Agenda Pratama Putra¹, Iwan Iguh Nugroho², Rizky Mahaendra Putra³, Perwita Kurniawan.⁴

Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Adisucipto Km 9,5, Bluluk, Colomadu, Surakarta.

*Email: agepra26@gmail.com, iwaniguh9@gmail.com, rizky.mahaendra.rm@gmail.com, perwita_k@yahoo.co.id

Abstrak

Mesin pembuat *gypsum* dirancang untuk membantu beberapa proses yang masih manual menjadi otomatis, yang berguna untuk meningkatkan kapasitas produksi dan menyeragamkan bentuk *gypsum*. Mesin ini terdiri dari 6 unit utama, diantaranya *delay unit*, *conveyor unit*, *processing unit*, *mixer unit*, *hopper unit*, *storage unit*. Tujuan utama perancangan *processing unit* yaitu untuk menekan waktu proses dan menyeragamkan komposisi dan bentuk *gypsum*. Proses perancangan *processing unit* menggunakan metode penyelesaian dengan pengumpulan data, dan pembuatan morfologi desain. *Processing unit* berfungsi untuk pelapisan fiber pada *gypsum* dan *scrubbing* adonan cetakan *gypsum*. Input dari bagian ini berupa fiber yang berbentuk gulungan roll supaya memiliki kekuatan merata pada *gypsum*. Fiber dipotong sepanjang 1.5 meter menyesuaikan panjang *gypsum* supaya adonan *gypsum* tertutup fiber secara rata. Rancangan *Processing Unit* yang telah disusun dimulai dengan proses pelumasan ke cetakan dengan sprayer menggunakan minyak, kemudian pemberian serat fiber yang dipotong oleh 2 plat penjepit dengan salah satu ujung lancip sebagai pemotongnya. Proses selanjutnya di *Processing Unit* ialah *scrubbing* yang bertujuan untuk memadatkan dan meratakan cetakan *gypsum* supaya hasilnya seragam.

Berdasarkan hasil dari proses morfologi desain dan penilaian, maka disimpulkan bahwa *processing unit* menggunakan pelumasan dengan mekanisme spray, flat nozzle untuk proses layering, pemotongan fiber dengan 2 plat penjepit salah satu ujung lancip sebagai pemotongnya, sensor menggunakan proximity, conveyor menggunakan chain, dan motor yang digunakan adalah motor Induksi.

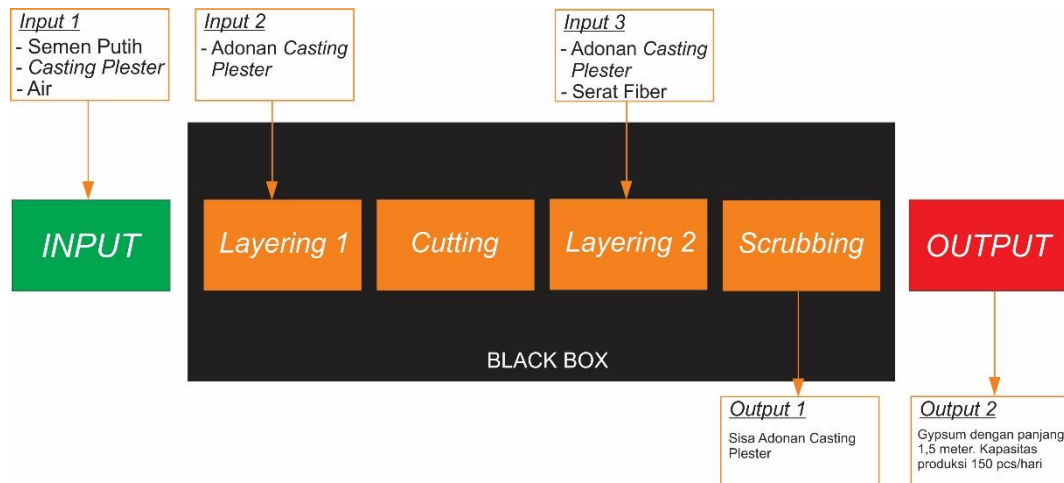
Kata kunci: *Cutting*, *Fiber*, *Gypsum*, *Scrubbing*

1. PENDAHULUAN

Gypsum merupakan material pelapis interior untuk dinding pembatas dan plafon, serta dapat diaplikasikan sebagai pelapis dinding bata. Tahun 2014 hingga 2018 penggunaan *gypsum* mengalami peningkatan sebanyak 20% dikarenakan harga *gypsum* yang murah serta dapat memperindah sudut rumah pemakai. Saat ini, penggunaan papan *gypsum* untuk interior sudah semakin meluas, disebabkan oleh karakteristiknya yang tahan api, memiliki bentuk padat dan kering, pemasangannya yang mudah, harganya murah, serta dapat memenuhi nilai estetika.

Pembuatan *gypsum* bisa dilakukan dengan mencampur serbuk resin dan semen putih dengan perbandingan 10:1 ditambah air secukupnya selanjutnya campuran semen putih dan serbuk resin dituangkan dalam cetakan *gypsum* yang selanjutnya akan dilapisi fiber maka terbentuklah *gypsum*. Teknisnya masih ada masalah yang timbul seperti cacat permukaan, deformasi saat pencetakan, komposisi yang tidak sesuai, pengaruh suhu lingkungan karena musim yang berbeda yang menyebabkan target produksi tidak bisa meningkat yang mengakibatkan keuntungan masih belum maksimal. Masalah teknis lain dalam pembuatan *gypsum* yaitu perlu memiliki keahlian dan ketrampilan yang menyebabkan tidak semua pekerja bisa membuat *gypsum*.

Batasan masalah mengenai rancangan mesin pencetak *gypsum*, terutama pada proses *cutting*, *layering*, dan *scrubbing* akan dijelaskan melalui gambar 1.



Gambar 1 Diagram Batasan Masalah

Black Box digunakan untuk membantu memetakan batasan masalah dari keseluruhan proses. Batasan masalah terdiri dari spesifikasi *input*, batasan proses dan spesifikasi *output* dari rancangan mesin.

Uraian batasan masalah dijelaskan pada bagian berikutnya.

1.1 Spesifikasi *Input*

Input pada mesin terdiri dari serbuk dan air. Penjelasan mengenai spesifikasi *input* secara detail terkait jenis, bentuk dan ukuran dijelaskan sebagai berikut :

a. *Casting Plaster*

Casting Plaster memiliki aditif untuk meningkatkan kekuatan kering *gypsum*. Kebutuhan takaran *casting plaster* yaitu 1 gram per setiap siklus. *Casting plaster* ditransfer ke *mixer* dengan menggunakan *floveyor*. *Input casting plaster* yang siap diproses ditunjukkan melalui gambar 2.



Gambar 2 Casting Plaster
(Sumber : www.industrialplasters.com)

b. Semen Putih

Semen putih merupakan input kedua yang dicampur dengan *casting plaster* dengan komposisi 0,1 gram per siklus. Semen putih berguna sebagai pengeras *gypsum*. Semen putih yang siap diproses ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 3 Semen Putih
(Sumber : www.indotrading.com)

c. Air

Air merupakan *input* tambahan yang dicampur kedalam *mixer* bersama dengan *input* utama dengan komposisi 1 liter air. Air di *transfer* ke *mixer* dengan menggunakan pompa.



Gambar 4 Air

(Sumber : www.downtoearth.org.in)

1.2 Spesifikasi Output

Mesin ini menghasilkan *output* berupa list *gypsum* dengan panjang 1,5 m yang sudah melewati proses *layering*, *cutting* dan *scrubbing* dan *output* lain berupa cairan sisa yang tidak bisa dipakai lagi.



Gambar 5 List Gypsum

(Sumber : www.tokopedia.com)

1.3 Batasan Proses

Dalam proses perancangan mesin pembuat *gypsum* ini, diberikan beberapa batasan untuk membantu pembatasan proses sehingga permasalahan bisa diselesaikan:

- Pencampuran material *input* menggunakan *feelling*, tidak ada ukuran takaran yang pasti.
- Adonan *gypsum* yang dituangkan ke dalam cetakan memiliki takaran yang berbeda beda.
- Pemberian fiber masih manual dan berdasarkan dengan *feeling* tidak ada ukuran pasti dalam pemberian fiber.
- Proses pengeringan adonan masih mengandalkan cuaca.
- Tidak semua adonan yang sudah disiapkan bisa digunakan secara penuh.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses perancangan *processing unit* mesin pembuat *gypsum* 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 *processing unit* mesin pembuat *gypsum* antara lain:

1. Software

Proses perancangan *processing unit* mesin pembuat *gypsum* membutuhkan beberapa *software*, diantaranya AutoCAD 2016 sebagai *software* gambar 2D, Solidworks 2017 Education Version untuk perancangan gambar 3D. Microsoft Word 2016 untuk proses penyusunan laporan.

2. Laptop

Proses perancangan yang dilakukan membutuhkan laptop/PC dengan jenis *processor* Intel Core(TM) i5-7200 CPU @2.50GHz dan memori RAM size 4 GB.

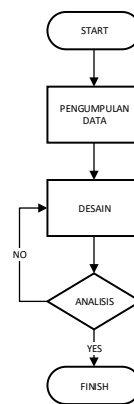
2.2. Bahan

Bahan yang digunakan sebagai dasar proses perancangan *processing unit* mesin pembuat *gypsum*:

1. Hasi Wawancara dan survei
 Hasil wawancara dan survei digunakan sebagai pelengkap materi dalam proses perancangan *processing unit* mesin pembuat *gypsum*. Hasil wawancara dan survei biasanya didapatkan dari *customer*.
2. Catatan Jurnal
 Jurnal biasanya digunakan sebagai pembanding antara analisis perancangan dengan dasar-dasar teori yang sudah ada.
3. Katalog
 Katalog digunakan sebagai dasar perancangan dalam menentukan pemilihan komponen standar, contohnya motor, sensor, *bolt*, *nut*, *push button*, aktuator, dan lain lain.

2.3. Metode Pengerjaan

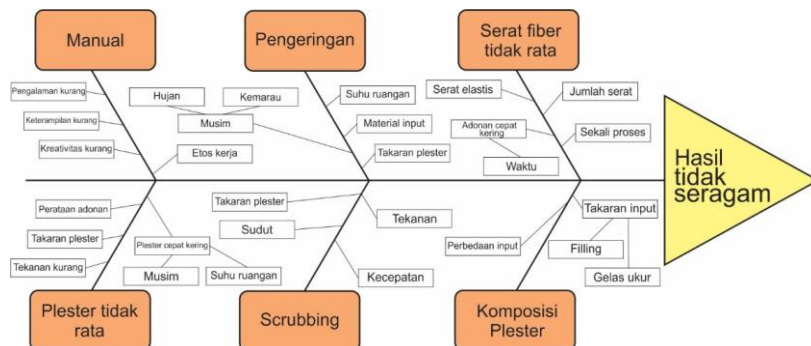
Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* dibawah ini



Gambar 6 *Flowchart* Proses Perancangan

2.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan dilakukan dengan wawancara dengan *customer*, sehingga mendapatkan berbagai data yang dapat dimasukkan kedalam batasan masalah dan identifikasi masalah. Selain wawancara dengan *customer*, kami juga mencari jurnal dan data pendukung dari internet, data – data pendukung berupa grafik, peraturan tentang reklamasi lahan pasca tambang, kerusakan lingkungan akibat tambang di beberapa daerah di Indonesia. Selain dengan melakukan wawancara dan data jurnal, terdapat Analisa sebab akibat dengan menggunakan metode *fishbone* dan diagram sebab akibat



Gambar 7 Metode *Fish Bone*

2.3.2 Desain

Setelah mengumpulkan semua data yang melengkapi kebutuhan dalam proses perancangan *storage unit* mesin penanam bibit untuk lahan pasca tambang, lalu dilakukanlah poses desain yang dibagi menjadi beberapa tahap:

1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Sebelum melakukan proses desain, beberapa data harus ditentukan keterkaitan antara satu dengan yang lain. Pada proses penentuan matriks kebutuhan, diperlukan beberapa data seperti *requirement list* yang didapatkan berdasarkan permintaan *customer*, *engineer characteristic* yang diperlukan untuk menjawab permintaan dari *customer*, dan matriks kebutuhan untuk menentukan hubungan antara *requirement list* dan *engineer characteristic*.

2. Pemilihan Konsep

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*.

3. Penilaian Konsep

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

4. Penentuan Konsep Pemenang

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.

2.3.3 Analisis

Analisis mesin dilakukan untuk mendapat bukti yang terukur dari kenyamanan dan kesehatan operator dalam bekerja. Ergonomi mesin kemudian dibagi menjadi tiga bidang analisis, yaitu analisis kekuatan fisik manusia, analisis ukuran tempat kerja dan analisis lingkungan kerja

Perhitungan gaya motor diperlukan untuk menentukan diameter ideal dari poros yang mengalami pembebanan dengan angka keamanan

Menghitung Gaya pada Poros

Menghitung gaya pada poros diperlukan untuk menentukan gaya yang akan terjadi pada poros sesuai dengan pembebanan.

$$F' = m \times g$$

m = Massa beban

g = Kecepatan gravitasi

Menghitung Reaksi Tumpuan A (Sumbu X)

$$\Sigma M_{Ax} = 0$$

$$(F \times L_1) - (R_{Bx} \times (L_1 + L_2)) = 0$$

F = Gaya

L = Jarak

R_{Bx} = Reaksi Tumpuan

Perhitungan Momen Bengkok (Mb)

$$\Sigma Mb_{\text{Max}} = F \times L$$

ΣMb_{Max} = Momen Bengkok

L = Jarak

F = Gaya

Perhitungan Tegangan Bengkok Ijin Sementara (σ_{bsem})

$$\sigma_{\text{bsem}} = \frac{\sigma_{\text{bw}}}{v}$$

σ_{bsem} = Tegangan Bengkok Ijin Sementara

σ_{bw} = Jarak

v = Angka Keamanan

Perhitungan Diameter Poros Sementara (dk_{sem})

$$\sigma_{\text{bsem}} = \sqrt[3]{\frac{Mb}{0,1 \times \sigma_{\text{bsem}}}}$$

dk_{sem} = Diameter Poros Sementara

Mb = Momen Bengkok

σ_{bsem} = Tegangan Bengkok Ijin Sementara

Perhitungan Tegangan Bengkok Ijin ($\overline{\sigma}_{\text{bi}}$)

$$\overline{\sigma}_{\text{bi}} = \frac{\sigma_{\text{bw}} \times b_1 \times b_2}{\beta_k \times v}$$

$\overline{\sigma}_{\text{bi}}$ = Tegangan Bengkok Ijin

b1 = Faktor Kekasaran

b2 = Faktor Ukuran

σ_{sem} = Tegangan Bengkok Ijin Sementara

v = Angka Keamanan

Perhitungan Diameter Poros Ijin (dk_1)

$$dk_1 = \sqrt[3]{\frac{Mb}{0,1 \times \overline{\sigma}_{\text{bi}}}}$$

dk_1 = Diameter Poros Ijin

Mb = Momen Bengkok

$\overline{\sigma}_{\text{bi}}$ = Tegangan Bengkok Ijin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *processing unit* ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pembuatan desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, dan penilaian ketiga buah konsep untuk mendapatkan sebuah konsep pemenang yang sesuai dengan kebutuhan.

3.1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Tabel 1 Tingkat Kepentingan *Requirement List*

No.	<i>Requirement / Permintaan</i>	Kepentingan
1	Mudah dioperasikan	3
2	Menggunakan listrik rumah tangga	3
3	Harga terjangkau	3
4	Memenuhi kebutuhan ruang	3
5	Proses <i>layering casting plaster</i> seragam	4
6	Mudah dibersihkan	4
7	Serat fiber merata	4
8	Hasil cetakan <i>gypsum</i> seragam	5
9	<i>Input</i> produk sesuai takaran	5
10	Kapasitas produksi terpenuhi	5

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa data permintaan *customer* yang memiliki tingkat kepentingan paling tinggi (nilai 5) adalah Hasil cetakan seragam, *input* sesuai takaran, dan kapasitas produksi terpenuhi. Sedangkan untuk permintaan *costumer* yang bersifat rata-rata (nilai 3) adalah mudah dioperasikan, menggunakan listrik rumah tangga, harga terjangkau, dan dimensi yang memenuhi kebutuhan ruang.

Dalam mencapai permintaan tersebut maka dibuatlah rumusan akan solusinya.

Tabel 2 *Engineer Characteristic*

<i>Engineering Characteristic :</i>
1. <i>Cycle time</i>
2. Sistem kendali
3. Kompleksitas mesin
4. Pemilihan material
5. Sistem keamanan
6. <i>Assembly - disassembly</i>
7. Takaran <i>input</i> dan <i>output</i>
8. Mekanisme
9. Tampilan
10. Ergonomis
11. Lingkungan kerja









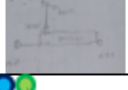
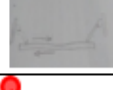


Setelah ditentukan *engineer characteristic*, langkah selanjutnya yaitu merumuskan hubungan dari *requirement list* dengan *engineer characteristic* pada gambar matriks kebutuhan.

Customer Need	Engineering Characteristic										
	Cycle time	Sistem kendali	Kompleksitas mesin	Pemilihan material	Sistem Keamanan	Assembly - disassembly	Takaran input dan output	Mekanisme	Tampilan	Ergonomis	Lingkungan kerja
Mudah dioperasikan	5	○	□	○				□		□	□
Input produk sesuai takaran	5						○	□			
Serat fiber merata	4	Δ					○	○			
Hasil output seragam	5	Δ					○	○			
Memenuhi dimensi ruang yang ada	3		□			Δ			○	□	
Layering seragam	4	Δ					○	□			
Target terpenuhi (1 hari = 200 pcs)	5	○	Δ				□	□			
Mudah dibersihkan	4		Δ	□	○	○		Δ		Δ	
Harga terjangkau	3		○	○	Δ	□	□		□	□	Δ
Listrik rumah 1500 watt	3		○	Δ				□			
Jumlah	38	60	46	40	54	32	105	136	9	37	24
Peringkat	7	3	5	6	4	9	2	1	11	8	10

Gambar 8 Matriks Kebutuhan

3.2. Perancangan Konsep Processing Unit

Desain morfologi unit ini akan berisikan tentang bagaimana bentuk Processing Unit, mekanisme penggerak di dalam processing unit.

	1	2	3
Pelumasan	Spry	Kuas	Roll
			
Nozzle	Flat Nozzle	Cylinder Nozzle	
			
Cutting Fiber	Cutting 1	Cutting 2	Cutting 3
			
Scrubbing	Up-Down	Rotate	
			
Mechanism open-close Nozzle	Sensor Proximity	Cam Shaft	
			
Conveyor	Belt	Chain	



Gambar 9 Morfologi Processing Unit

Konsep dihasilkan pada desain morfologi di atas dinyatakan dalam garis berhubungan di mana konsep 1 digambarkan dengan garis berwarna hijau, konsep 2 dengan garis berwarna merah, dan konsep 3 dinyatakan dengan garis berwarna biru.

3.3. Penilaian Konsep Processing Unit

Penilaian konsep sistem processing unit ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu perhitungan kriteria pembobotan, penentuan kriterian penilaian, dan penilaian ketiga konsep.

1. Pembobotan Faktor Penilaian

Pembobotan faktor penilaian dapat dilihat pada gambar 10.

Pembobotan Kriteria Evaluasi		3	5	4	5	3	4	5	4	3	3
		Mudah dioperasikan	Input produk sesuai takaran	Serat fiber merata	Hasil cetakan gypsum seragam	Memenuhi kebutuhan ruang	Proses layering plester seragam	Kapasitas produksi terpenuhi	Mudah dibersihkan	Harga terjangkau	Menggunakan listrik rumah tangga
3	Mudah dioperasikan	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1
5	Input produk sesuai takaran	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
4	Serat fiber merata	0	2	1	2	0	1	2	1	0	0
5	Hasil cetakan gypsum seragam	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
3	Memenuhi kebutuhan ruang	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1
4	Proses layering plester seragam	0	2	1	2	0	1	0	1	0	0
5	Kapasitas produksi terpenuhi	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0
4	Mudah dibersihkan	0	2	1	2	1	1	2	1	0	0
3	Harga terjangkau	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1
3	Menggunakan listrik rumah tangga	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1
Jumlah		4	17	11	17	5	13	15	10	4	4
Tingkat Kepentingan		0.24	1.00	0.65	1.00	0.29	0.76	0.88	0.59	0.24	0.24

Gambar 10 Pembobotan Faktor Penilaian Processing Unit

2. Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian konsep *Processing Unit* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Kriteria Penilaian *Processing Unit*

Kriteria	5 = sangat baik	4 = baik	3 = cukup	2 = buruk	1 = sangat buruk	Konsep Merah	Konsep Hijau	Konsep Biru
Output produk sesuai takaran	Input 100% seragam	Input 80% seragam	Input 60% seragam	Input 40% seragam	Input 20% seragam	4	4	3
Serat fiber merata	Serat fiber 100% seragam	Serat fiber 80% seragam	Serat fiber 60% seragam	Serat fiber 40% seragam	Serat fiber 20% seragam	3	3	3
Hasil cetakan <i>gypsum</i> seragam	Produk <i>gypsum</i> 100% seragam	Produk <i>gypsum</i> 80% seragam	Produk <i>gypsum</i> 60% seragam	Produk <i>gypsum</i> 40% seragam	Produk <i>gypsum</i> 20% seragam	3	4	3
Proses layering plester seragam	100% seragam		60% seragam		20% seragam	3	5	4
Kapasitas produksi terpenuhi	200 pcs		150 pcs		70 pcs	4	4	4
Jumlah						17	20	17

3. Penilaian Konsep

Penilaian konsep sistem *Processing Unit* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Penilaian *Processing Unit*

No.	Kriteria	Bobot	Konsep Merah		Konsep Hijau		Konsep Biru	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Output produk sesuai takaran	1	4	4	4	4	3	3
2	Serat fiber merata	0.25	3	0.75	3	0.75	3	0.75
3	Hasil cetakan <i>gypsum</i> seragam	0.75	3	2.25	4	3	3	2.25
4	Proses layering plester seragam	0.5	3	1.5	5	2.5	4	2
5	Kapasitas produksi terpenuhi	0.625	4	2.5	4	2.5	4	2.5
Total			17	11	20	12.75	17	10.5
Peringkat			2		1		3	

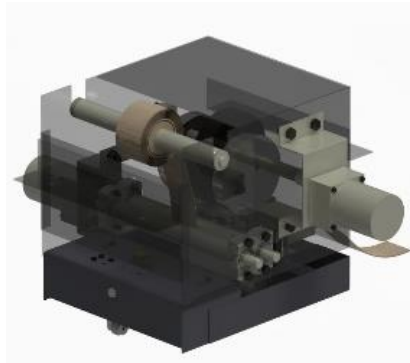
Pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa konsep pertama berwarna hijau merupakan konsep yang diambil sebagai konsep sistem *processing unit* karena mendapatkan peringkat 1 serta kegunaannya sudah mampu mencukupi kebutuhan mesin yang akan dirancang.

3.4. Deskripsi Konsep *Processing Unit*

Processing Unit adalah unit yang berfungsi sebagai pengolah bahan *input* menjadi cetakan *gypsum* yang diharapkan. *Processing Unit* pada konsep hijau ini dimulai dengan proses pelumasan yang menggunakan sistem *sprayer* dimana minyak yang digunakan untuk melumasi disemprotkan. Setelah dilumasi maka cetakan akan dilapisi dengan plester dengan menggunakan *flat nozzle* yang berbentuk pipih di ujungnya. Kemudian setelah serat fiber diletakkan, fiber dipotong dengan menggunakan pemotong model 1 dimana serat fiber dipotong oleh 2 plat yang berhimpit dengan salah satu ujung lancip. Setelah *plaster* dituangkan maka perlu adanya *scrubbing* untuk memadatkan *plaster* ke cetakan. Untuk membaca cetakan supaya bergerak dengan sinkron maka digunakan *sensor proximity capacitive*. Untuk menghubungkan dari proses pelumasan hingga plester maka digunakan *conveyor* dengan transmisi *chain*. Motor yang digunakan adalah motor stepper.

Kelebihan dari konsep ini yaitu mekanisme *spray* akan lebih mudah dan pelumasan lebih efektif. Penuangan plester akan lebih merata. Pemotongan fiber akan rapi dan tidak kompleks. Waktu pergerakan *rotary unit* tepat karena menggunakan sensor. Pergerakan dapat *cw* dan *ccw* karena menggunakan *motor stepper*.

Kelemahan pada konsep ini adalah lebih mahal dari konsep lainnya karena mekanisme lebih sedikit dan diganti dengan sensor.



Gambar 11 Processing Unit

3.5. Hasil Perhitungan dan Analisa

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan diameter minimum dari shaft yang mengalami pembebanan berdasarkan angka keamanan.

1. Perhitungan poros minimum

Diketahui :

Material = St.60
 Tegangan bengkok ganti (σ_{bw}) = 300 N/mm²
 v = 1.5

Ditanya : Diameter Poros ?

Jawab :

Perhitungan Gaya pada Poros

Massa total (M_{total}) = 10 kg
 Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s²
 Gaya poros (F poros) = $m_{total} \times g$
 = 10 kg x 9,81 m/s²
 = 98,1 N

Perhitungan Reaksi Tumpuan A (Sumbu X)

ΣM_{Ax} = 0
 $(F \times L1) - (RBx \times (L1 + L2))$ = 0
 $(98,1 \text{ N} \times 138 \text{ mm}) - (RBx \times 276 \text{ mm})$ = 0
 RBx = 49,05 N

Perhitungan Reaksi Tumpuan B (Sumbu X)

ΣM_{Bx} = 0
 $(F \times L2) - (RAx \times (L1 + L2))$ = 0
 $(98,1 \text{ N} \times 138 \text{ mm}) - (RAx \times 276 \text{ mm})$ = 0
 RAx = 49,05 N

Perhitungan Momen Bengkok (Mb)

M_{bmax} = $F \times L$
 = 9,81 N x 138 mm
 = 1.353,78 Nmm

Perhitungan Tegangan Bengkok Ijin Sementara (σ_{bsem})

σ_{bsem} = $\sigma_{bsem} : v$
 = 300 N/mm² : 1,5
 = 200 N/mm²

Perhitungan Diameter Poros Sementara (dksem)

$$Dksem = \sqrt[3]{\frac{Mb}{0,1 \times \sigma_{bsem}}}$$

$$Dksem = \sqrt[3]{\frac{1.353,78 \text{ Nmm}}{0,1 \times 200 \text{ N/mm}^2}}$$

$$= 9,087 \text{ mm}$$

Perhitungan Tegangan Bengkok Ijin (σ_{bi})

$$b_1 = 0,96$$

$$b_2 = 0,98$$

$$Bk = 2$$

$$\sigma_{bi} = \frac{\sigma_{bw} \times b_1 \times b_2}{\beta_k \times v}$$

$$= \frac{300 \text{ N/mm}^2 \times 0,96 \times 0,98}{2 \times 1,5}$$

$$= 94,080 \text{ N/mm}^2$$

Perhitungan Diameter Poros Ijin (dk)

$$dk \text{ ijin} = \sqrt[3]{\frac{Mb}{0,1 \times \sigma_{bi}}}$$

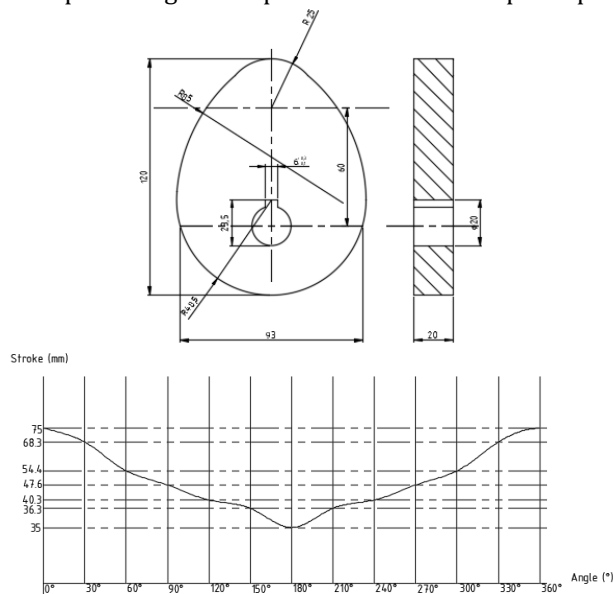
$$= \sqrt[3]{\frac{1.353,78}{0,1 \times 94,080}}$$

$$= 11,684 \text{ mm} \sim 20 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan diameter kritis di atas yang didapat adalah 20 mm dengan shaft pejal.

2. Menghitung Cam

Berikut ini merupakan perhitungan kecepatan linear dan kecepatan putaran cam.



Gambar 12 Cam Processing Unit

Diketahui
Waktu Proses (t) = 2 detik

- Stroke* = 50 mm
- a. Menghitung kecepatan linear *cam* (*v*)
- $$v = s / t$$
- $$= 50 \text{ mm} / 2 \text{ s}$$
- $$= 25 \text{ mm/s}$$
- b. Menghitung kecepatan putar *cam*
- $$v = 60 / t$$
- $$= 60 / 2 \text{ detik}$$
- $$= 30 \text{ rpm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan kecepatan putaran *cam* sebesar 30 rpm.

3. Perhitungan motor Induksi

Perhitungan daya motor digunakan untuk mengetahui daya berdasarkan torsi motor sesuai beban yang diterima.

Diketahui :

- Angka keamanan = 1,5
 Putaran Motor (n_1) = 1200 rpm
 Diameter Poros = 20 mm
 Massa *cam* = 6 kg
 Massa *cover* = 7.66 kg
 Massa *shaft* = 2 kg
 Massa *motor* = 5 kg
 Massa *gear* = 2 kg
 Massa *coupling* = 1 kg
 Massa Total = 24.66 kg
 Ditanya : Jenis Motor ?

Jawab :

- Menghitung Kecepatan Rotasi

$$n = v \cdot 60 / (\pi \cdot D)$$

$$= 134 \text{ mm/s} \times 60 / (\pi \times 20 \text{ mm})$$

$$= 128.025 \text{ rpm}$$
- Menghitung Gaya

$$F = m_{\text{total}} \times g$$

$$= 24,66 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$= 241,91 \text{ N}$$
- Menghitung *load* torsi (TL)

$$TL = (F \cdot D) / 2$$

$$= (241,91 \text{ N} \times 20 \text{ mm}) / 2$$

$$= 2419,146 \text{ Nmm}$$
- Menghitung torsi dengan angka keamanan (TL')

$$TL' = TL \times v$$

$$= 2419,146 \text{ Nmm} \times 1,5$$

$$= 3628,72 \text{ Nmm}$$
- Menghitung Rasio

$$i = n_{\text{motor}} / n$$

$$= 1200 \text{ rpm} / 128,025 \text{ rpm}$$

$$= 9,373$$
- Menghitung Torsi Motor

$$TM = TL' / i$$

$$= 3628,72 \text{ Nmm} / 9,373$$

$$= 387,05 \text{ Nmm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, motor yang dipilih untuk *linkage* adalah 1 *phase motor* induksi dengan tipe A9R90AH-G9B6KH. Spesifikasi motor yaitu daya *output* sebesar 90 Watt, putaran motor 1200 rpm , torsi 750 Nmm dan rasio 9 dengan pembuktian sebagai berikut.

$$\begin{aligned} n'1 &= 1200 \text{ rpm} \\ i' &= 9 \\ n'2 &= n1 / i' \\ &= 1200 \text{ rpm} / 9 \\ &= 133 \text{ rpm} \\ T'L &= 3628,72 \text{ Nmm} \\ TM' &= T'L / i \\ &= 3628,72 \text{ Nmm} / 9 \\ &= 403,191 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Perancangan proses telah dilakukan di tahap sebelumnya, maka tahap selanjutnya merupakan tahap penilaian terhadap perancangan. Penilaian ini berbeda dengan penilaian yang dilakukan pada proses morfologi, melainkan ke analisis dan evaluasi terhadap rancangan yang dibuat.

Tabel 5 Tabel Ketercapaian

No	Requirement/ Permintaan	Spesifikasi Teknis yang bisa diukur	Tingkat kepentingan	Indikator Ketercapaian (%)	Implementasi dalam Mesin
1	Mudah dioperasikan	Penempatan <i>input</i> dan <i>output</i> dekat, Refill <i>input</i> tidak setiap siklus	3	90%	Penempatan <i>input</i> dan <i>output</i> dalam 1 baris dan refill setiap 1 hari sekali
2	<i>Input</i> produk sesuai takaran	Berat <i>input</i> 50 gr dan 500 gr	5	95%	Mekanisme <i>Shaft Screw</i> membuat takaran sesuai dengan <i>input</i>
3	Serat merata	Seluruh permukaan <i>mold</i> tertutupi serat	4	95%	Serat yang dipilih merupakan <i>rolled fiber</i> sehingga serat akan merata
4	Hasil cetakan <i>gypsum</i> seragam	Ukuran, berat dan bentuk sama (Sesuai <i>Mold</i>)	5	80%	Cetakan beragam membuat hasil cetakan tidak selalu sama
5	Memenuhi kebutuhan ruang	Dimensi mesin 4x5x3	3	90%	Dimensi mesin
6	Proses <i>layering plaster</i> seragam	<i>Input</i> yang dituangkan 2 liter	4	95%	Menggunakan Pompa <i>cc/rev</i>
7	Kapasitas produksi terpenuhi	Produksi perhari 150 pcs	3	100%	Kapasitas Produksi 175
8	Mudah dibersihkan	Setiap unit dibuat bongkar pasang	3	30%	Beberapa unit tidak bisa dibuat bongkar pasang
9	Harga terjangkau	Harga mesin 130 juta	3	40%	Harga Mesin 80 juta
10	Menggunakan listrik rumah tangga	Kebutuhan listrik 1350 watt	3	100%	Kebutuhan listrik mesin 1350 Watt

Analisis ketercapaian desain dapat dilihat dari persentase ketercapaian dari setiap aspek requirement list. Berikut adalah perhitungan persentase ketercapaian desain.

$$\text{Ketercapaian} = \frac{\{\sum \text{Tingkat kepentingan} \times \text{Persentase Ketercapaian}\}}{\{\sum \text{Tingkat kepentingan}\}}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase ketercapaian} &= ((3 \times 90\%) + (5 \times 95\%) + (4 \times 95\%) + (5 \times 80\%) + (3 \times 90\%) + \\ &\quad (4 \times 95\%) + (3 \times 100\%) + (3 \times 30\%) + (3 \times 40\%) + \\ &\quad (3 \times 100\%)) / 36 \\ &= 82,9\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, disimpulkan bahwa persentase ketercapaian pada perancangan *gypsum forming machine* mencapai 82,9% dengan penyimpangan sebesar 17,1%.

4. KESIMPULAN

Processing Unit dirancang sesuai dengan kebutuhan *customer* untuk meningkatkan kapasitas produksi, menekan waktu proses, menyeragamkan bentuk *gypsum*, dan lain lain. *Processing unit* dirancang untuk menggantikan proses manual menjadi otomatis, proses tersebut antara lain *layering* serat fiber, *scrubbing* adonan *gypsum*, dan *layering oil* cetakan. Rancangan *Processing Unit* membutuhkan beberapa mekanisme untuk memenuhi kebutuhan *customer*

Berdasarkan hasil dari proses morfologi desain dan penilaian, maka disimpulkan bahwa *processing unit* menggunakan pelumasan dengan mekanisme *spray* oli ke cetakan, *nozzle* dengan bentuk flat untuk mengisi cetakan dengan adonan *gypsum* supaya merata, pemotongan fiber dengan pemotong berbentuk 2 plat yang berhimpit dengan salah satu ujung lancip, sensor untuk membaca cetakan menggunakan *proximity sensor*, sedangkan untuk memindah cetakan dari satu unit ke unit lain menggunakan *conveyor* menggunakan *chain*, dan motor yang digunakan adalah motor *induksi* dengan tipe A9R90AH-G9B6KH.

Tingkat keberhasilan desain dinilai berdasarkan keercapaian penereapan pada setiap *requirement list* mencapai 82,9 %, Perancangan *processing unit* pada mesin pembuat *gypsum* masih belum sempurna dan masih membutuhkan penyempurnaan desain seperti :

1. Sistem *cutting* menggunakan *hydraulic system*.
2. Mengganti pompa *casting plaster* dengan menggunakan *system hydraulic*.
3. Mengganti mekanisme *spray* dengan mekanisme ekstrusi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Nozzle and Spryer. Diakses dari <https://www.slideshare.net/djojsumarto/nozzle-sprayer>. 20 Juni 2019
- Cara Mengukur dan Menghitung Durasi Cam. Diakses dari <http://cuutex.blogspot.com/2013/07/cara-menghitung-durasi-noken-as.html>, 15 Mei 2019
- Robert L Mott. Machine Elements in Mechanical Design, fourth edition. Pearson Prentice Hall. Ohio, 2004
- B. Sudiby, Ing. HTL. Roda Gigi. Diktat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta. 18 Mei 2019.
- Pengertian Harga Plafon Gypsum & GRC Semua Ukuran Juni 2019. Di akses dari <https://hargaper.com/harga-gypsum.html/>, 16 Mei 2019
- Classification of Bearings. MEA Engineering College, Perinthalmanna. Diakses dari <https://www.slideshare.net/naseelazeeniya/classification-of-bearings>, 14 Juni 2019