

PERANCANGAN MESIN PENGOLAH MINYAK KELAPA DENGAN SISTEM SENTRIFUGAL

Dhatu Dyaka Santoso¹, Immanuel Tegar Penggalih², Dani Elva Riski³, Herda Agus Pamasaria.⁴

Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Adisucipto Km 9,5, Blulukan, Colomadu, Surakarta.

*Email: dhatudyaka16@gmail.com¹, immanueltegarr69@gmail.com², dvarizki@yahoo.com³, herda_agus@yahoo.co.id⁴

Abstrak

Mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal merupakan mesin yang berperan menghasilkan output minyak VCO. Mesin ini terdiri dari 3 unit utama dalam satu frame yaitu Pre-Processing Unit, Sentrifugal Unit, Filtering Unit. Input dari mesin ini berupa santan 600 liter yang ditampung pada reservoir lalu disalurkan menggunakan selang menuju pre-processing untuk melakukan proses pengurangan kadar air pada santan. Santan yang sudah berkurang kadar airnya akan dicairkan kembali untuk masuk ke proses sentrifugal. Proses sentrifugal yang berfungsi memisahkan blondo dengan minyak dengan metode sentrifugal pada kecepatan 1400rpm selama 20 menit, dengan memanfaatkan gaya gravitasi saat proses sentrifugal berlangsung dan perbedaan massa jenis blondo dan minyak, sehingga secara otomatis terpisah dengan komposisi minyak berada di bagian atas dan blondo ada di bawah karena massa jenis dari minyak yang lebih kecil dari blondo. Minyak dan blondo secara bergantian akan mengalir melalui valve dengan jalur yang berbeda untuk dialirkan ke proses filtering. Proses filtering untuk menghasilkan output minyak VCO dengan kadar air hingga 0,2% dengan menggunakan 3 lapis material filter, yaitu batu zeolite, kapas, dan kain kassa. Mesin ini mampu menghasilkan output 105 liter/hari.

Kata kunci: VCO, Minyak Kelapa Murni, Sentrifugal

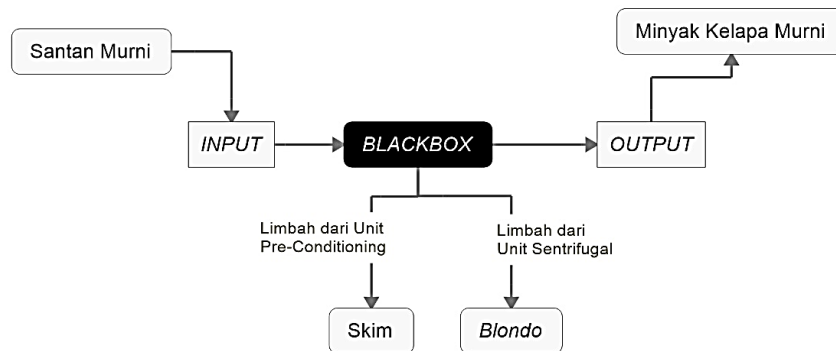
1. PENDAHULUAN

Industri VCO di Desa Bambanglipuro, Bantul, Yogyakarta masih menggunakan proses-proses manual dan peralatan yang sederhana. Industri ru-mahan VCO dimiliki oleh Ibu Anna. Hasil pengamatan telah dilakukan di industri rumahan tersebut, proses yang terjadi merupakan proses produksi manual dan semi otomatis. Urutan proses yang ada antara lain, kelapa yang telah dipecah bathoknya akan dicungkil dagingnya sebelum masuk ke proses pencucian secara manual, setelah dicuci, kelapa diproses ke dalam mesin pamarut dan selanjutnya diperas menggunakan mesin. Hasil perasan kelapa yaitu santan akan didiamkan sekitar 8-12 jam untuk dipisahkan antara blondo dan air, selanjutnya minyak hasil endapan akan melalui dua proses penyaringan sederhana untuk mendapatkan minyak murni.

Proses manual di industri customer ditemukan beberapa kendala yang muncul selama proses produksi yang ada antara lain; proses pengerjaan manual dan mesin semi otomatis menjadikan proses produksi dibatasi dengan waktu dan tenaga yang terbatas, hasil endapan tidak sempurna karena minyak tidak seutuhnya keluar, proses kurang higienis pada proses penyaringan yang dilakukan pada tempat terbuka, waktu pengendapan dapat mempengaruhi kualitas minyak kelapa. Kendala proses produksi terjadi karena faktor external antara lain; suhu pada saat proses pengendapan dan kontaminasi mahluk biologis. Produktivitas pemrosesan minyak kelapa sangat bergantung pada faktor-faktor tersebut, maka diperlukan peralatan atau mesin yang dapat menekan kendala dan meningkatkan produktivitas proses produksi.

Upaya menambah jumlah karyawan dan jam kerja, maupun memperluas area produksi hanya memenuhi salah satu aspek yang diinginkan yaitu meningkatkan kapasitas produksi, tetapi untuk kualitas produksi yang baik dan seragam harus dikerjakan secara one line production. Mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal dirancang guna meningkatkan kapasitas produksi dan juga meningkatkan kualitas produksi untuk memenuhi kebutuhan pasar lokal maupun internasional. Mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal dirancang dengan pertimbangan pengurangan penggunaan tenaga manusia untuk proses tertentu dan manusia dimaksimalkan untuk proses yang tidak dapat dilakukan oleh mesin misalkan proses sortir kualitas kelapa tua dan pengecekan kualitas minyak

kelapa. Batasan masalah yang menjadi ruang lingkup kerja dari pelaksanaan perancangan mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal yang diajukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Batasan Masalah

Batasan masalah yang menjadi ruang lingkup kerja dari pelaksanaan perancangan mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal adalah sebagai berikut :

1.1 Spesifikasi *Input*

Di bawah ini akan dijelaskan apa saja yang akan menjadi *input* dari mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal sekaligus dengan spesifikasinya:

Santan murni yang sudah disaring. Santan yang diperoleh dari parutan kelapa tanpa diberi tambahan air saat proses pemerasan.



Gambar 2 Santan Murni

1.2 Spesifikasi *Output*

Output dari mesin yang dirancang adalah minyak kelapa murni yang siap dikemas ke dalam botol kemasan.



Gambar 3 Bibit dan kompos yang sudah tertanam

1.3 Batasan Proses

Proses perancangan mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal ini, penulis memberikan beberapa batasan untuk membantu pembatasan proses sehingga permasalahan bisa diselesaikan:

- Proses *input* bahan dilakukan secara manual oleh operator
- Pengambilan *output* bahan dilakukan secara manual oleh operator.
- Input* santan maksimal 600 lt/hari
- Penggantian *filter* dilakukan secara manual oleh operator.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses perancangan *Centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal 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 *Centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal antara lain:

a. Laptop/PC

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

b. Software

Proses perancangan *Centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal membutuhkan AutoCAD 2016 sebagai *software* dalam proses perancangan gambar 2D, *Solidworks 2017 Education Version* untuk proses perancangan gambar 3D. Microsoft Word 2016 untuk proses penyusunan laporan.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan sebagai dasar proses perancangan *Centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal:

1. Hasi Wawancara

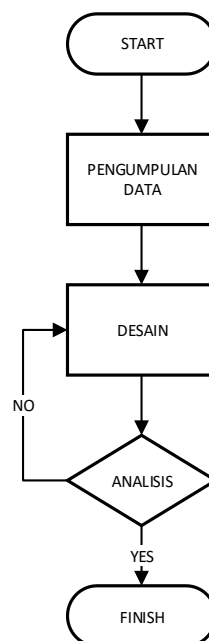
Hasil wawancara digunakan sebagai pelengkap materi dalam proses perancangan *Centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal. Hasil wawancara biasanya didapatkan dari *customer*.

2. Catatan Jurnal

Jurnal biasanya digunakan sebagai pembanding antara analisis perancangan dengan dasar-dasar teori yang sudah ada.

2.3 Metode Pengerjaan

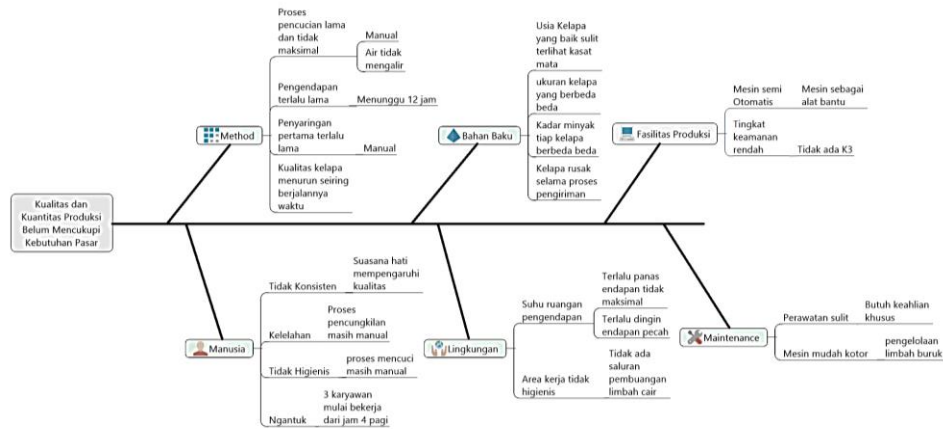
Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* dibawah ini



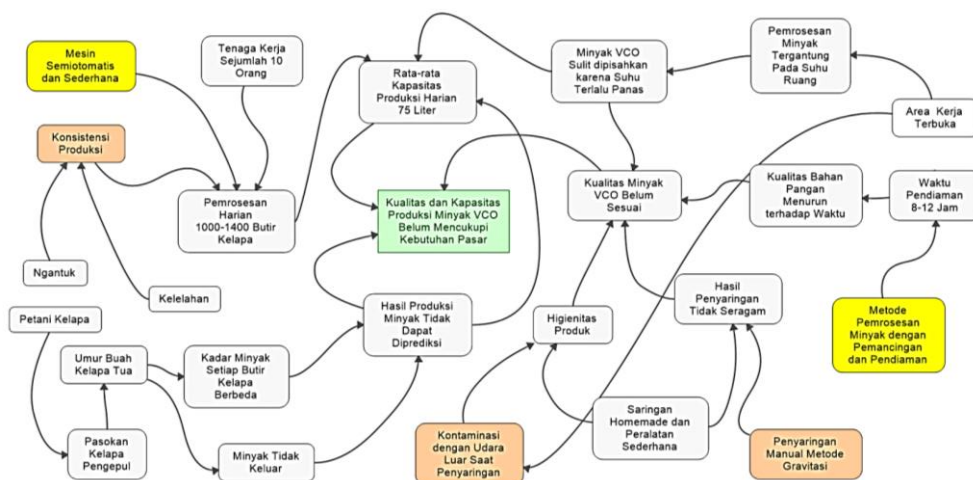
Gambar 4 Flowchart

a. 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 Keterkaitan

b. Desain

Setelah mengumpulkan semua data yang melengkapi kebutuhan dalam proses perancangan *Centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal, 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 method*. 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.

c. Analisis

Analisis dilakukan agar rancangan mesin dapat memenuhi kriteria-kriteria yang dibutuhkan dan aman dalam pengaplikasiannya. Analisis yang dilakukan yaitu terdiri dari perhitungan konstruksi, perhitungan dimensi minimum pada bagian kritis, dan perhitungan daya motor.

1. Perhitungan Kekuatan Daerah Kritis

Perhitungan kekuatan daerah kritis diperlukan untuk menentukan ukuran minimal serta membantu dalam pembuktian kekuatan konstruksi dalam sebuah perancangan mesin.

a) Menghitung Kekuatan *Frame*

Kekuatan *frame* dalam *Centrifugal Unit* ini sangatlah dibutuhkan sebagai bukti bahwa konstruksi *frame* yang digunakan sebagai penyangga aman untuk digunakan terhadap beban tertentu.

Menghitung Momen Inersia Sumbu Y

Momen inersia digunakan untuk membandingkan momen yang dialami oleh *frame* saat terjadi pembebanan dengan momen inersia yang diizinkan. Jika momen inersia perhitungan lebih kecil dari momen inersia yang diizinkan maka konstruksi *frame* tersebut aman untuk digunakan.

$$I_y = \frac{L^2 \times F'}{\pi^2 \times E}$$

L = Panjang *Frame* yang menerima beban

F' = Gaya yang diterima dengan angka keamanan

E = Modulus Elastisitas

b) Menghitung Diameter Minimum *Shaft*

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

Menghitung Momen Terbesar

Momen terbesar diperlukan untuk menentukan dimana diameter daerah kritis akibat pembebanan.

$$MT = 9550 \cdot \frac{P1}{n1}$$

MT = Momen puntir

P1 = Daya motor

n1 = Jumlah putaran

$$M_v = \sqrt{M_b(RA)^2 + (0,75)(\alpha_0 \cdot MT)^2}$$

M_v = Momen gabungan

M_b(RA) = Resultan momen tekuk

α₀ = Faktor batas tegangan

Menghitung Diameter Sementara

Perhitungan diameter sementara digunakan sebagai acuan dalam keadaan pembebanan ideal tanpa pengaruh dari keadaan tertentu.

$$\sigma_{Sementara} = \frac{\sigma_{bw}}{V}$$

σ_{Sementara} = Tegangan sementara

σ_{bw} = Tegangan tekuk ganti

n1 = Angka keamanan (2,5-3,0)

$$dk_{sementara} = \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \times \sigma_{sementara}}}$$

Menghitung Diameter Sebenarnya

Perhitungan diameter sebenarnya didapatkan berdasarkan faktor lain seperti tingkat kekasaran *shaft*, angka keamanan, faktor ukuran, dan faktor efek lekuk.

$$\sigma_{\text{sebenarnya}} = \frac{\sigma_{\text{bw}} \times b_1 \times b_2}{\beta_k \times \theta}$$

$\sigma_{\text{sebenarnya}}$ = Tegangan sebenarnya

b_1 = Faktor kekasaran

b_2 = Faktor ukuran

β_k = Faktor ukuran

$$d_{k\text{sebenarnya}} = \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \times \sigma_{\text{sebenarnya}}}}$$

c) Menghitung Daya Motor

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

Menghitung Torsi Motor

$$T' = \frac{m \times g \times D}{2} \times \theta$$

T' = Torsi motor dengan angka keamanan

m = Massa

g = Kecepatan gravitasi

D = Diameter *shaft*

θ = Angka keamanan

Menghitung Torsi Motor Sesuai Rasio

$$TM = \frac{T'}{i}$$

TM = Torsi motor sesuai rasio

i = Rasio putaran motor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *Centrifugal 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*

	<i>Requirement List</i>	TK
1	Kapasitas produksi harian minimal 100 liter	5
2	Mudah dibersihkan	2
3	Desain <i>compact</i>	3
4	Kualitas minyak yang baik	5
5	<i>Durability</i>	3
6	Mesin ramah lingkungan	3
7	Proses minim kontak dengan manusia	4
8	Peralatan higienis	4
9	Mempercepat proses pengendapan	4
10	<i>Online production</i>	3
11	Mudah dioperasikan	2
12	Daya listrik tersedia 2200 watt	2
13	<i>Operation cost</i> rendah	2
14	<i>Maintenance</i> mudah	2

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa data permintaan *customer* yang memiliki tingkat kepentingan paling tinggi (nilai 5) adalah kapasitas produksi harian minimal 100 l/hari. Sedangkan untuk permintaan *customer* yang bersifat rata-rata (nilai 3) adalah kemudahan maintenance, proses minim kontak dengan manusia.

Dalam mencapai permintaan tersebut maka dibuatlah rumusan akan solusinya.

Tabel 2 Engineer Characteristic

Engineering Characteristic	
1	Kemampuan frame menahan beban (N)
2	Kecepatan pengendapan unit sentrifugasi (l/jam)
3	Kecepatan pendinginan santan (menit)
4	Kecepatan pencairan lemak santan (menit)
5	Suhu pendinginan santan (°C)
6	Suhu pemanasan lemak santan (°C)
7	Daya tampung tandon reservoir (ℓ)
8	Material <i>foodgrade</i> (St.304;306)
9	Dimensi maksimal p x l x t (mm)
10	Daya listrik maksimal (watt)
11	Kualitas hasil untuk filtrasi (% kadar air)
12	Jarak antar proses (menit)
13	Harga mesin (rupiah)
14	Sumber energi (listrik)

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

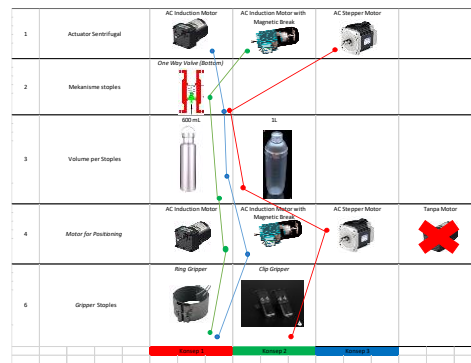
Customer Needs	Voice of engineer													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kap produksi harian min. 120 l	6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mudah dibersihkan	2					●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desain Compact	3									●		●		
Kualitas minyak yang baik	6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Durability	3	●					●	●	●	●	●	●	●	●
Mesin ramah lingkungan	3			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Proses minim kontak dengan manusia	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Peralatan higienis	4						●	●	●	●	●	●	●	●
Mempcepat proses pengendapan	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Online production	3			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mudah dioperasikan	2									●	●	●	●	●
Daya listrik tersedia 2200watt	2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Operation cost rendah	2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Maintenance mudah	2									●	●	●	●	●
Absolute Importance	4	7	148	103	103	105	97	81	88	87	28	89	85	38
Relative Importance(%)	4	13,7	9,7	9,7	9,7	9,7	7,8	5,2	5,3	3,3	8,3	8,1	4,7	3,3

Gambar 7 Matriks Kebutuhan

Berdasarkan gambar diatas dapat disimpulkan bahwa kapasitas *centrifugal* merupakan hal yang paling penting dalam perancangan *centrifugal unit* mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal ini.

3.2 Perancangan Konsep Centrifugal Unit

Desain morfologi unit ini akan berisikan tentang bagaimana bentuk *centrifugal*, mekanisme penggerak kompos dari *centrifugal* menuju pintu terakhir untuk penanaman



Gambar 8 Morfologi Centrifugal Unit

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

3.3 Penilaian Konsep Centrifugal Unit

Penilaian konsep sistem *Centrifugal Unit* ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu perhitungan kriteria pembobotan, penentuan kriteria penilaian, dan penilaian ketiga konsep.

a. Pembobotan Faktor Penilaian

Pembobotan faktor penilaian dapat dilihat pada gambar 9.

Kriteria Pembobotan	Harga Unit Sentrifugal	Kerumitan Konstruksi	Kekuatan Konstruksi	Durability komponen	Kecepatan Produksi	Kemudahan Maintenance
Harga Unit Sentrifugal	1	1	2	1	2	1
Kerumitan Konstruksi	1	1	1	1	2	1
Kekuatan Konstruksi	0	1	1	1	1	1
Durability Komponen	1	1	1	1	1	2
Kecepatan Produksi	0	0	1	1	1	1
Kemudahan Maintenance	1	1	1	0	1	1
Total	4	5	7	5	8	7
Bobot	0.5	0.6	0.9	0.6	1.0	0.9

Gambar 9 Pembobotan Faktor Penilaian Cetrifugal Unit

b. Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian konsep *seed Centrifugal & transfer* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Penilaian Cetrifugal Unit

VCO Processing Unit						
No	Kriteria	Nilai				
		5	4	3	2	1
1	Harga	>100 juta	>80 juta	>75 juta	>50 juta	<50 juta
2	Kerumitan Konstruksi	ã Komponen <30 Assy < 2jam Tanpa Alat Bantu	ã Komponen 30-40 Assy 2-3jam Tanpa Alat Bantu	ã Komponen 40-50 Assy 2-3jam Dengan Alat Bantu	ã Komponen 50-60 Assy 3-4jam Dengan Alat Bantu	ã Komponen >60 Assy <4jam Dengan Alat Bantu
3	Kekuatan Konstruksi	Aman menahan beban >200kg	Aman menahan beban 150-200kg	Aman menahan beban 100-150kg	Aman menahan beban 75-100kg	Aman menahan beban <75kg
4	Durability	Umur Pakai komponen rata-rata >10tahun	Umur Pakai komponen rata-rata 7-10tahun	Umur Pakai komponen rata-rata 5-7tahun	Umur Pakai komponen rata-rata 3-5tahun	Umur Pakai Komponen rata-rata <3tahun
5	Kemudahan Maintenance	Tidak Membutuhkan Alat Bantu dan Alat Khusus	Membutuhkan Alat Bantu tanpa Alat Khusus	Membutuhkan Alat Khusus, tanpa Alat Bantu	Membutuhkan Alat Bantu dan Alat Khusus	Membutuhkan Alat Bantu, Alat Khusus, serta Perlu membongkar Konstruksi
6	Kecepatan Produksi	>50Liter/jam	45-50Liter/jam	40-45Liter/jam	35-40Liter/jam	30-40Liter/jam

Penilaian Konsep

Penilaian ketiga buah konsep sistem *Centrifugal & transfer* dapat dilihat pada gambar 10.

No	Kriteria	Bobot	Konsep I		Konsep II		Konsep III	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Harga <i>Pre-processing Unit</i>	0.4	4	1.6	2	0.8	2	0.8
2	Kerumitan Konstruksi	0.5	3	1.5	2	1	4	2
3	Kekuatan Konstruksi	0.5	4	2	4	2	3	1.5
4	Tingkat Efektifitas Pemindahan Lemak	1	3	3	3	3	4	4
5	Kemudahan <i>Maintenance</i>	0.8	3	2.4	3	2.4	3	2.4
Total		3.2	17	10.5	14	9.2	16	10.7
Peringkat			Peringkat II		Peringkat III		Peringkat I	

Gambar 10 Penilaian *Centrifugal Unit*

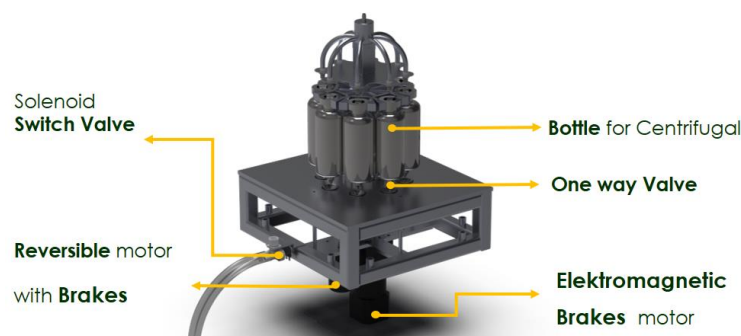
Pada gambar 10 dapat disimpulkan bahwa konsep ketiga merupakan konsep yang diambil sebagai konsep sistem *Centrifugal Unit* karena mendapatkan peringkat 1 serta kegunaannya sudah mampu mencukupi kebutuhan mesin yang akan dirancang.

3.4 Deskripsi Konsep *Centrifugal Unit*

Centrifugal unit yang digunakan secara keseluruhan menggunakan otomasi sehingga proses ini dapat berjalan terus menerus tanpa adanya ketergantungan terhadap operator. Tujuan utama dari unit ini yaitu untuk memisahkan antara minyak VCO dengan blonde atau ampas. Input unit ini adalah lemak santan dengan sedikit kadar air, dengan output berupa minyak VCO yang belum disaring. Putaran utama yang digunakan untuk menciptakan gaya sentrifugal menggunakan motor arus AC dengan transmisi kopling secara langsung diteruskan pada poros utama. Mekanisme pompa diafragma digunakan sebagai pengumpan input sebelum disalurkan ke seluruh botol dalam unit. Botol aluminium dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat mengumpan output yang berbeda dengan menggunakan hanya satu saluran saja, botol ini menggunakan prinsip katup satu arah. Katup satu arah akan bekerja dengan dukungan dari unit *feeder*, unit ini akan melakukan gerakan naik dan turun untuk membuka katup, sehingga proses pengumpan output dapat terjadi. Saluran *output* untuk keduanya menjadi satu hingga pada *switch valve* kedua keluaran tersebut akan dipisahkan untuk proses selanjutnya.

Centrifugal unit ini memiliki beberapa kelebihan antara lain, higienis karena seluruh proses dilakukan dengan otomasi atau tanpa campur tangan manusia dan dilakukan dalam sistem tertutup sehingga menekan angka terjadinya kontaminasi. Hasil pemrosesan dalam unit ini akan menjadi seragam dan dapat dilakukan secara terus menerus sehingga dapat meningkatkan produktivitas minyak VCO. Sistem otomasi juga akan menekan beban kerja operator. Kualitas pemisahan minyak yang dihasilkan akan jauh lebih baik, karena tidak memerlukan waktu yang lama dan dapat menghindarkan minyak VCO dari bau tengik. *Centrifugal unit* juga memiliki beberapa kekurangan antara lain, geraran berlebih yang dihasilkan oleh putaran utama pada unit ini. Unit ini juga membutuhkan penanganan ekstra pada saat proses pembersihan dan perawatan.

Centrifugal unit dalam sekali proses dapat memisahkan hingga 2,4 liter minyak VCO dari 4,8 input lemak santan. Proses pemisahan dilakukan dengan memutar lemak pada 1600rpm selama 20 menit.



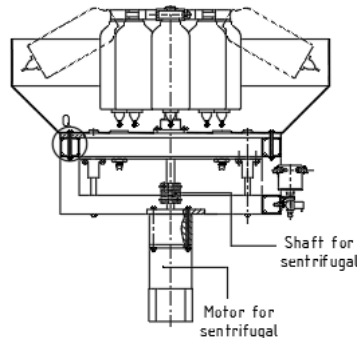
Gambar 11 *Centrifugal Unit*

Prinsip pemisahan cairan yang terjadi ternyata sangat sederhana. Perbedaan massa jenis cat cair dalam cairan heterogen dapat digunakan sebagai cara pemisahan. Pengendapan dengan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran botol pada poros utama akan menghasilkan pengendapan seragam dengan hasil yang maksimal dalam waktu yang singkat, dibandingkan dengan pengendapan secara alami yang membutuhkan waktu yang cukup lama.

3.5 Analisa

Analisa yang digunakan dalam proses perancangan *centrifugal unit* pada mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal ini adalah antara lain ini:

a. Perhitungan Motor Sentrifugal



Gambar 12 Skema unit *Sentrifugal*

Perhitungan yang dilakukan menggunakan 1 cara yaitu perhitungan manual dengan kecepatan putar 1400 rpm untuk memisahkan *blondo* dengan minyak. Berikut merupakan perhitungan motor *sentrifugal* :

Diketahui	:
$Massa_{shaft}$	$= 1624,336 \text{ gr}$
$Massa_{coupling}$	$= 420,722 \text{ gr}$
$Massa_{holder}$	$= 4769,82 \text{ gr}$
$Massa_{bottle}$	$= 440 \text{ gr}$
$Massa_{minyak}$	$= 4200 \text{ gr}$
$Massa_{total}$	$= 11,455 \text{ kg}$
(M_{total})	
Diameter	$= 105 \text{ mm}$ (panjang lengan sentrifugal)
(D)	
n_1	$= 1440 \text{ rpm}$
n_2	$= 1400 \text{ rpm}$
F	$= m_{total} \cdot g$ $= 11,455 \cdot 9,81$ $= 112,374 \text{ N}$
a) Menghitung <i>load</i> (F)	
F	$= m_{total} \cdot g$ $= 11,455 \cdot 9,81$ $= 112,374 \text{ N}$
b) Menghitung <i>load</i> torsi (TL)	
TL	$= (F \cdot D) / 2$ $= (112,374 \cdot 105) / 2$ $= 5899,635 \text{ Nmm}$
c) Menghitung <i>load</i> torsi (TL)	
TL	$= (F \cdot D) / 2$ $= (112,374 \cdot 105) / 2$ $= 5899,635 \text{ Nmm}$
d) Menghitung torsi dengan angka keamanan (TL')	
TL'	$= TL \cdot \eta$ $= 5899,635 \cdot 1,5$ $= 8849,453 \text{ Nmm}$
e) Menghitung rasio (i)	
i	$= n_{motor} / n$ (n_{motor} = dari katalog yang tersedia) $= 1440 / 1400$ $= 1,028$

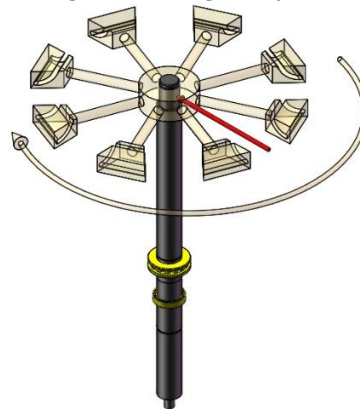
$$\begin{aligned}
 TM &= TL' / i \\
 &= 8849,453 / 1,028 \\
 &= 8608,417 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan diatas, motor yang digunakan adalah motor *Elektromagnetic Brakes LUBI* dengan tipe TEFCSM dengan rate *Torque* 9885.269 Nmm. Spesifikasi daya motor yaitu output sebesar 2 HP, putaran 1440 rpm.

$$\begin{aligned}
 i &= 1,028 \\
 TL' &= TL \cdot \eta \\
 &= 5899,635 \cdot 1,028 \\
 &= 8849,4525 \text{ Nmm} \\
 TM &= \frac{TL'}{i} \\
 &= \frac{8849,4525 \text{ Nmm}}{1,028} \\
 &= 8608,417 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

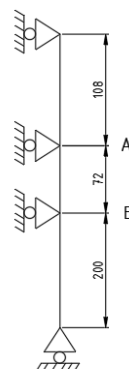
b. Perhitungan Motor Sentrifugal

Perhitungan yang dilakukan menggunakan 1 cara yaitu perhitungan manual. Berikut merupakan perhitungan sentrifugal *shaft*.



Gambar 13 *Shaft* Sentrifugal

Perhitungan *shaft* pada sentrigasi ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan yang diijinkan sehingga *shaft* dinyatakan aman dengan diameter yang sudah ditentukan.



Gambar 14 Skema gaya yang diterima *shaft* sentrifugal

$$\begin{aligned}
 \text{Material} &= \text{VCL (42CrMo4)} \\
 \sigma_{bw} &= 1100 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{s(2,5-3)} &= 2,5 \\
 P &= 1,5 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= 1400 \text{ rpm} \\
 \sigma_{sch} &= 630 \text{ N/mm}^2 \\
 b_1 &= 0,91 \\
 b_2 &= 0,805 \\
 \beta_k &= 1,25 \\
 v &= 2 \\
 m_1 &= 10 \text{ kg} \\
 m_2 &= 15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

a) Menghitung tegangan sementara ($\sigma_{sementara}$)

$$\begin{aligned}
 \sigma_{sementara} &= \sigma_{bw} / V_{s(2,5-3)} \\
 &= 1100 \text{ N/mm}^2 / 2,5 \\
 &= 440 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

b) Menghitung Momen Torsi (Mt)

$$\begin{aligned}
 Mt &= 9550. (P / n) \\
 &= 9550. (1.5 \text{ kW} / 1400 \text{ rpm}) \\
 &= 10.232,1443 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

c) Menghitung sudut

$$\begin{aligned}
 \alpha_o &= \sigma_{bw} / 1,73. \sigma_{sch} \\
 &= 1100 \text{ N/mm}^2 / 1,73. 630 \\
 &\text{N/mm}^2 \\
 &= 1,0093
 \end{aligned}$$

d) Menghitung Gaya Radial (Fr1)

$$\begin{aligned}
 F_{r1} &= m_1 \cdot g \\
 &= 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \\
 &= 98,1 \text{ N} \\
 M_{bRA} &= 0 \\
 \Sigma M_b &= \sqrt{-(F_{r1} \cdot 272)^2 + (R_b \cdot 72)^2} \\
 &= \sqrt{-(98,1 \text{ N} \cdot 272)^2} \\
 -72 R_b &= -26683,2 \\
 &= 370,6 \text{ N} \\
 M_{bRB} &= 0 \\
 \Sigma M_b &= \sqrt{(F_{r1} \cdot 200)^2 + (R_A \cdot 72)^2} \\
 &= \sqrt{(98,1 \text{ N} \cdot 200)^2 + (R_A \cdot 72)^2} \\
 -72 R_A &= 19620 \text{ N} \\
 &= -272,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

e) Menghitung Momen Bengkok (Mv)

$$\begin{aligned}
 M_v &= \sqrt{M_{bmax}^2 + 0,75 \cdot (\alpha_o \cdot Mt)^2} \\
 &= \sqrt{137344,36 + 79989894,189} \\
 &= 8951,381 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

f) Menghitung Diameter Kritis (dk)

$$\begin{aligned}
 d_{ksementara} &= \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \times \sigma_{sementara}}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt[3]{\frac{8951,381}{0,1 \times 440 \text{ N/mm}^2}} \\
 &= 5,88 \text{ mm} \\
 \sigma_{\text{sebenarnya}} &= (\sigma_{bw} \cdot b_1 \cdot b_2) / (\beta k \cdot v) \\
 &= (1100 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,91 \cdot 0,805) / (1,25 \cdot 2) \\
 &= 322,322 \text{ N/mm}^2 \\
 d_k &= \sqrt[3]{\frac{Mv}{0,1 \times \sigma_{\text{sementara}}}} \\
 \text{sebenarnya} &= \sqrt[3]{\frac{8951,3817}{0,1 \times 322,322 \text{ N/mm}^2}} \\
 &= 6,5234 \text{ mm} \\
 \varnothing_{\text{shaft}} &> d_k \text{ sebenarnya} \\
 25\text{mm} &> 6,5234 \text{ mm (aman)}
 \end{aligned}$$

c. Analisa Ketercapaian Pasca Desain

Perancangan mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal pada akhirnya menghasilkan *output* rancangan mesin VCO promach yang dapat dilihat pada gambar 15. Rancangan mesin mengacu pada daftar permintaan dan pemenuhan aspek-aspek *engineering*.



Gambar 15 Mesin VCO Promach

Semakin banyak *requirement list* yang tercapai pada desain, maka desain tersebut dapat dikatakan semakin berhasil. Keberhasilan desain unit mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 3 Ketercapaian Pasca Desain

Ketercapaian Kebutuhan					
Requirement List	Spesifikasi teknis yang bisa diukur	Tingkat kepentingan	Indikator ketercapaian (%)	Implementasi dalam Desain	
1 Kapasitas produksi harian minimal 100 liter	Kapasitas produksi 105 liter/ hari	5	100%	Mesin bekerja secara kontinu menggunakan proses sentrifugasi 20 menit per proses. Dan hanya tersedia 150 liter pada reservoir penampungan VCO	
2 Mudah dibersihkan	1 pintu pada setiap sisi	2	100%	4 pintu pada bagian yang sering dilakukan pembersihan	
3 Desain <i>compact</i>	semua unit pada 1 <i>frame</i>	3	100%	Terdapat 3 unit utama yang berdiri sendiri pada satu frame.	
4 Kualitas minyak yang baik	Sistem Sentrifugasi	5	90%	Sistem sentrifugasi berfungsi memisahkan massa jenis minyak dengan <i>blondo</i> selama 20 menit dengan 1600rpm. Kualitas minyak akan lebih baik daripada menunggu waktu pengendapan selama 20 jam.	
5 <i>Durability</i>	Frame, pipa 40 x 40	3	80%	Frame, pipa 40 x 40 sudah di analisa menggunakan simulasi CAE dinyatakan aman dan kuat untuk konstruksi mesin.	
6 Mesin ramah lingkungan	energi terbarukan	3	80%	Menggunakan energi listrik dan limbah buangan dapat digunakan lagi.	
7 Proses minim kontak dengan manusia	Mesin otomasi	4	90%	Mesin dibutuhkan 1 operator untuk menyiapkan <i>input</i> dan memanen <i>output</i> .	
8 Peralatan higienis	Material <i>foodgrade</i> (St.304;306)	4	100%	Material <i>foodgrade</i> (St.304;306) digunakan pada setiap <i>part</i> yang bersentuhan dengan VCO.	
9 Mempercepat proses pengendapan	Sistem Sentrifugasi	4	100%	Sistem sentrifugasi berfungsi memisahkan massa jenis minyak dengan <i>blondo</i> selama 20 menit dengan 1600rpm.	
10 <i>Online production</i>	Otomasi	3	100%	Sistem didesain otomasi sehingga 3 unit dapat dilakukan dalam 1 <i>frame</i>	
11 Mudah dioperasikan	Sistem 2 mode, manual dan otomatis	2	90%	Control panel menyediakan 2 mode. Mode otomatis untuk melakukan seluruh proses dan disediakan mode manual untuk setiap unit.	
12 Daya listrik tersedia 2200 watt	Daya listrik kurang dari 2500 watt	2	100%	Komponen yang digunakan mengkonsumsi daya listrik yang rendah . Total biaya dalam desain mesin 2500 watt	
13 <i>Maintenance</i> mudah	Akses mudah	2	80%	Menyediakan akses <i>maintenance</i> dengan cover dan pintu pemasangan menggunakan baut yang	
Jumlah Nilai				42	
Total Ketercapaian				39.3	
Presentase Ketercapaian (%)				94%	

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari proses perancangan *Centrifugal unit* pada mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal ini dapat dirumuskan tentang status pemenuhan akan tercapainya *requirement list* pada tabel dibawah ini. Keberhasilan desain unit mesin pengolah minyak kelapa dengan sistem sentrifugal mencapai 94%. Perancangan mesin ini masih belum sempurna, dibutuhkan pengembangan lebih lanjut diantaranya;

1. Indikator volume reservoir ditampilkan di HMI.
2. Pendeteksi kadar air pada kandungan minyak.

3. Tampilan HMI *adjustable*.
4. Penambahan unit *packaging*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agustawan, I Made. **Teknik Produksi VCO**. <http://bali.litbang.pertanian.go.id>, Bali (2018)
- Alfarizy, Sultan. (2019). **Pohon Kelapa dan Kegunaannya** (Jakarta). Diakses dari <https://www.matrapendidikan.com>. 13 Juli 2019
- Amrinola, Wiwit . (2018). **Manfaat VCO bagi Kesehatan**. <https://foodtech.binus.ac.id/2018>, Jakarta.
- Ant. Suroto. **Strength of Material**. Diklat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta, 1991
- B. Sudibyo, Ing. HTL. **Bantalan Gelinding**. Diklat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta.
- B. Sudibyo, Ing. HTL. **Roda Gigi Jilid 1**. Diklat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta.
- B. Sudibyo, Ing. HTL. **Kekuatan dan Tegangan Ijin**. Diklat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta.
- Dickson Kho. **Pengertian Power Supply dan Jenis-jenisnya**. Diakses dari <http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>. 21 Juni 2018
- Dickson Kho. **Pengertian Relay dan Fungsinya**. Diakses dari <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>. 21 Juni 2018
- Hadi, Sartono. **Pengertian Termokopel dan Prinsip Kerjanya**. Di akses dari <http://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-Thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/>, 15 Juni 2019