PERANCANGAN *HEATING UNIT* DENGAN SUMBER ENERGI GAS PADA MESIN PENCUCI HELM

Yohana Cynthia Yosefani[1], FX. Jernis Febriyanto[2], Muhamad Yusuf[3], Bondan Wiratmoko Budi Santoso.[4]

[1] Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Adisucipto Km 9,5, Blulukan, Colomadu, Surakarta.
*Email: cyosefani@gmail.com, djernisfebrian@gmail.com, emailnyamuhamadyusuf@gmail.com, bondanwiratmoko69@gmail.com

Abstrak

Helm merupakan salah satu kelengkapan wajib untuk pengendara sepeda motor. Bukan hanya itu, helm juga merupakan alat pelindung kepala bagi pengendara motor sehingga helm adalah alat yang hampir setiap hari digunakan oleh pengendara motor. Penggunaan helm yang terlalu sering mengakibatkan helm menjadi kotor sehingga pengguna harus menjaga kebersihan helm dengan cara dicuci. Proses yang cukup rumit untuk mencuci membuat pengendara malas untuk membersihkan helm, maka dibuat mesin pencucian helm. Mesin pencuci helm merupakan mesin untuk mempermudah proses pencucian helm yang dioperasikan secara otomatis. Mesin ini terdiri dari dua unit utama yaitu washing unit dan heating unit. Washing unit merupakan unit dimana proses pencucian dilakukan dan heating unit merupakan unit dimana proses pengeringan dilakukan. Input pada proses heating adalah helm setengah kering yang telah dicuci di unit sebelumnya. Prinsip kerja dari heater pada mesin pencuci helm ini adalah dengan thermal oil heater yaitu dengan memanfaatkan uap panas yang merupakan hasil dari pemanasan cairan. Jenis cairan yang digunakan adalah oli dengan karakteristik tertentu. Transfer panas dari chamber menuju helm yang akan dikeringkan adalah dengan menggunakan exhaust fan. Sumber energi dari heater ini adalah gas LPG yang berfungsi untuk memanaskan cairan. Output pada proses pengeringan yaitu helm dengan kondisi bersih dan kering.

***Kata kunci**: Heating process, heater, thermal oil heater, exhaust fan*

1. PENDAHULUAN

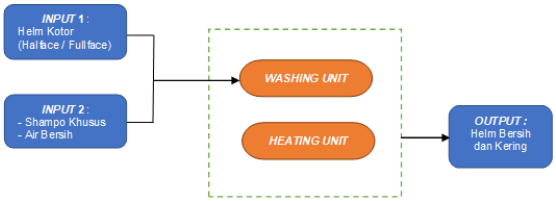
Helm merupakan alat pelindung kepala bagi para pengendara motor yang fungsinya adalah melindungi kepala dari benturan. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor membuat jumlah helm ikut meningkat karena adanya peraturan pemerintah yaitu UU. No 22 Tahun 2009 pasal 106 ayat 8 yang isinya mewajibkan pengendara motor untuk menggunakan helm standart saat berkendara.

Penggunaan helm sehari – hari memungkinkan kondisi helm menjadi kotor apalagi dengan kondisi cuaca di Indonesia. Salah satu cara untuk menjaga kebersihan helm adalah dengan mencuci helm secara teratur. Terdapat 2 opsi untuk mencuci helm yaitu mencuci sendiri ataupun dengan menggunakan jasa tempat pencucian helm (laundry helm). Masyarakat cenderung menggunakan jasa pencuci helm untuk membersihkan helm karena lebih praktis dibanding dengan mencuci helm sendiri.

Jasa pencucian helm (laundry helm) masih menggunaan cara manual untuk mencuci helm, namun ada beberapa tempat pencucian helm yang sudah menggunakan mesin untuk bagian pengeringannya saja. Beberapa masalah yang timbul pada proses pencucian manual ini adalah waktu proses yang masih tergolong lama terutama pada proses pengeringannya karena kadar air yang masih terlalu tinggi untuk masuk ke dalam *heater,* tingkat kekotoran helm yang berbeda – beda, bentuk dan model helm yang bervariasi. Jenis helm yang dapat dilepas bagian dalamnya tentu memudahkan untuk proses pencucian dan lebih menjamin untuk hasil yang lebih bersih sedangkan untuk helm yang tidak dapat dilepas pada bagian dalamnya proses pencucian akan lebih sulit.

Hal tersebut mendasari dibuatnya mesin pencuci helm untuk proses pencucian dan proses pengeringan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimalisir waktu pencucian serta pengeringan helm, selain itu untuk mengurangi jumlah operator serta untuk mengurangi beban kerja operator dalam proses mencuci dan mengeringkan helm.

Batasan dari proses yang menjadi batasan dalam perancangan mesin pencucian helm dijelaskan melalui gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 1 Batasan masalah

Karakteristik dari spesifikasi *input* dan spesifikasi *output* dari perancangan mesin pencuci helm adalah sebagai berikut :

1.1 Spesifikasi *Input*

Input pada mesin pencuci helm akan dijelaskan pada penjelasan berikut beserta dengan spesifikasinya.

a. Helm kotor



Gambar 2 *Input* Utama

Input utama pada mesin pencuci helm ini adalah helm kotor dengan spesifikasi helm *halfface* maupun *fullface* dengan kondisi yang masih baik (dalam artian kaca belum pecah, masih terpasang dengan sempurna, busa masih dalam kondisi baik).

b. Air bersih



Gambar 3 *Input* Tambahan 1
(Sumber : www.nusantara.rmol.id)

Input tambahan pertama pada mesin pencuci helm ini adalah air bersih yang digunakan untuk membasahi permukaan helm serta membilas helm setelah proses penyemprotan sabun.

c. Sabun



Gambar 4 *Input* Tambahan 2

Input tambahan kedua pada mesin pencuci helm adalah sabun khusus untuk mencuci helm. Sabun dilarutkan menggunakan air dengan perbandingan 1 : 1 antara sabun dengan air.

d. Gas LPG



Gambar 5 *Input* Tambahan 3
(Sumber : www.wartanews.co.id)

Input tambahan ketiga pada mesin pencuci helm adalah gas LPG 3 kg yang digunakan sebagai sumber energi untuk proses pengeringan.

1.2 Spesifikasi *Output*

Output pada mesin pencuci helm akan dijelaskan pada penjelasan berikut beserta dengan spesifikasinya.

a. Helm bersih



Gambar 6 *Output* Utama

Output utama dari mesin pencuci helm adalah helm dengan kondisi bersih dan kering.

b. Air bilasan



Gambar 7 *Output* tambahan
(Sumber : www.dekoruma.com)

Output tambahan dari mesin pencuci helm adalah air bilasan bekas pencucian.

1.3 Batasan Proses

Berikut merupakan batasan proses dari mesin pencuci helm yang berfungsi untuk membatasi proses agar permasalahan dapat diselesaikan :

a. Helm yang dapat diproses pada mesin ini adalah helm *halfface* atau helm *fullface* ukuran dewasa
b. Pemindahan helm kedua dari *heater* 1 menuju *heater* 2 dilakukan secara manual oleh operator
c. Jika helm yang dicuci terlalu kotor maka operator akan membersihkan secara manual terlebih dahulu

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses perancangan unit storage pada mesin pencuci helm membutuhkan beberapa peralatan yang berfungsi untuk membantu serta melancarkan proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam proses perancangan unit *heating* pada mesin pencuci helm adalah :

1. 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

2. *Software*

   Proses perancangan unit *heating* pada mesin pencuci helm membututuhkan beberapa software diantaranya adalah AutoCAD 2016 sebagai *software* untuk menyelesaikan gambar 2D, *SolidWorks 2017 Education Version* untuk menyelesaikan gambar 3D, *Microsoft Word 2010* untuk penyelesaian laporan.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses perancangan *heating unit* pada mesin pencuci helm adalah :

1. Hasil wawancara

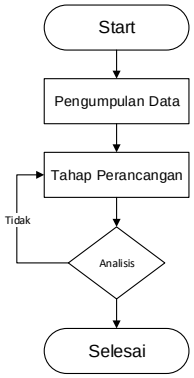
   Hasil wawancara diperoleh dari wawancara dengan *customer* berfungsi sebagai pedoman dan acuan dalam merancang mekanisme mesin agar sesuai dengan proses manual sehingga hasilnya proses pun akan maksimal.

2. Jurnal

Jurnal berfungsi sebagai pembanding antara analisis dan proses perancangan dengan catatan ilmiah yang sudah ada terlebih dahulu.

2.3 Metode Pengerjaan

Proses dan metode pengerjaan dilakukan dalam beberapa tahap dan akan ditunjukkan melalui *flowchart* proses berikut ini.



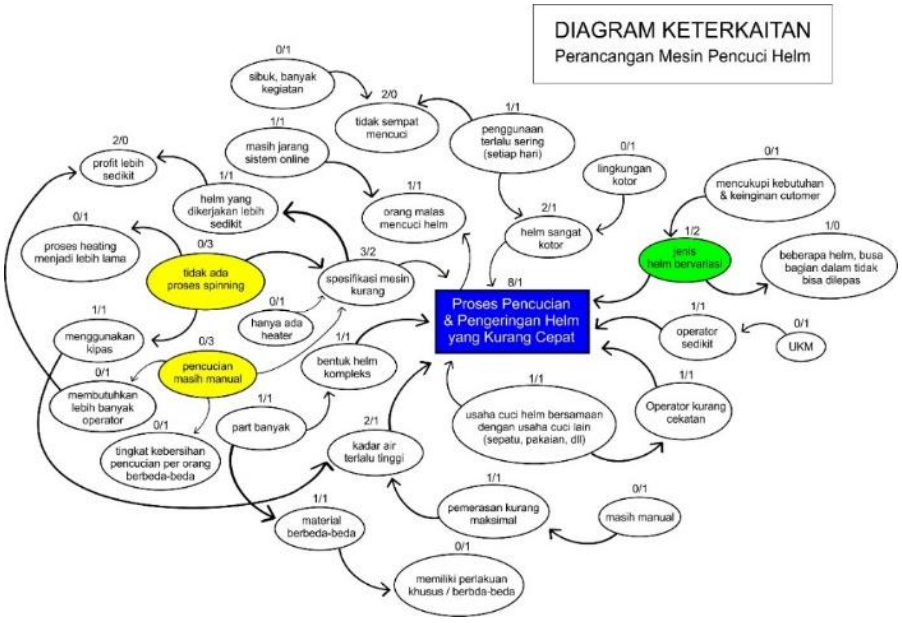
Gambar 8 *Flowchart* Proses Pengerjaan

2.3.1 Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah wawancara dengan *customer,* oleh karena itu dapat disimpulkan identifikasi masalah dan kemudian menentukan batasan masalah untuk proses perancangan. Metode lain yang digunakan untuk pengumpulan data adalah dengan mencari sumber – sumber dan referensi berupa video, jurnal, maupun dengan melakukan percobaan. Analisa terhadap identifikasi masalah dilakukan dengan metode *fishbone* dan selanjutnya disimpulkan melalui diagram keterkaitan.



Gambar 9 Diagram *Fishbone*



Gambar 10 Diagram Keterkaitan

2.3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukan setelah tahap pengumpulan data selesai dilakukan. Tahap ini dilakukan dengan beberapa proses.

1. **Penentuan Matriks Kebutuhan**

   Pembuatan matriks kebutuhan bertujuan untuk menghubungkan antara kebutuhan konsumen (*customer need*) dengan karakteristik teknis (*engineering characteristic*). Pembuatan matriks adalah dengan identifikasi kebutuhan konsumen beserta tingkat kepentingan kebutuhan dan penentuan karakteristik teknis berdasarkan sudut pandang *engineer*.

2. **Pemilihan Konsep**

   Pemilihan konsep dilakukan dengan menggunakan metode morfologi. Metode ini adalah metode dengan menggabungkan 3 atau lebih alternatif desain yang dianggap sesuai dengan *requirement list*.

3. **Penilaian Konsep**

   Penilaian konsep dilakukan berdasarkan konsep yang paling sesuai dengan requirement list dan karakteristik teknis. Penilaian konsep juga dinilai berdasarkan kelebihan dan kekurangan tiap konsep desain.

4. **Penentuan Konsep Pemenang**

   Penentuan konsep pemenang dilakukan berdasarkan kriteria penilaian dan kriteria pembobotan dari masing-masing konsep. Konsep yang memiliki skor paling tinggi adalah konsep yang dapat dikatakan sebagai konsep pemenang.

2.3.3 Tahap Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk menganalisis secara manual melalui perhitungan agar desain dikategorikan aman ketika diterapkan. Perhitungan meliputi perhitungan *frame*, perhitungan *shaft*, dan perhitungan motor.

1. **Perhitungan *Frame***

   Perhitungan *frame* bertujuan untuk menghitung kekuatan *frame* pada unit *heating*.

Menghitung Gaya Total **(1)**

$$F' = m \times g \times v$$

F' = Gaya Total yang diijinkan
m = massa beban
g = kecepatan gravitasi
v` = angka keamanan

Menghitung Momen Inersia Sumbu X **(2)**

$$Ix = \frac{L^2 x\, F^3}{\pi^2 \times E}$$

L = Panjang *Frame* yang menerima beban
F' = Gaya yang diterima dengan angka keamanan
E = Modulus Elastisitas

2. **Perhitungan Perpindahan Panas**

   Perhitungan perpindahan panas bertujuan untuk pembuktian diameter pipa yang digunakan pada *heating unit.*

Menghitung Volume **(3)**

$$V = P \times L \times T$$

P = Panjang wadah air yang tersedia
L = Lebar wadah air yang tersedia
T = Tinggi wadah air yang tersedia

$$Q = V/t$$

Q = Debit
t = waktu proses *heating*

Menghitung Kalor **(4)**

$$W = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta t$$

W = Banyak kalor yang diserap
m_{air} = Massa air
c_{air} = Massa jenis air
Δt = Perbedaan suhu

Menghitung Kapasitas Kalor **(5)**

$$h0 = \frac{W}{\pi . d0 . \Delta t}$$

h0 = Kapasitas kalor
d0 = Diameter pipa yang digunakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *heating unit* dilakukan dalam beberapa tahap yaitu desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, penilaian ketiga konsep untuk kemudian mendapatkan konsep pemenang yang peling sesuai dengan *requirement list*.

3.1 Penentuan Matriks Kebutuhan

Tabel 1 *Requirement List*

	REQUIREMENT LIST	TK
1	Murah (Harga mesin dibawah 90 juta)	5
2	Cepat (Waktu yang diperlukan di bawah 1 jam)	4
3	Dimensi ruang tersedia PxLxT adalah 4x3x3 m	4
4	Energi *heater* dari gas	4
5	Daya maks. tersedia 1300 watt, Listrik 1 phase 220 V	3
6	Proses dan mekanisme tidak merusak helm	3
7	Proses dapat terpantau	3
8	Konstruksi kuat	3
9	Tidak bocor	3
10	Mudah dioperasikan (panel sederhana)	2
11	Terdapat alarm sebagai penanda	2
12	Tahan karat	2

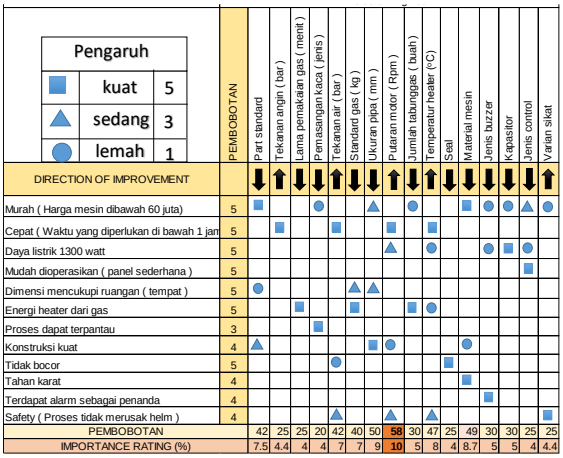
Kesimpulan dari tabel di atas adalah permintaan *customer* dengan tingkat kepentingan paling tinggi adalah harga mesin di bawah 90 juta (nilai 5), kemudian waktu pencucian kurang dari 1 jam, serta dimensi mesin mencukupi ruangan (nilai 4).

Engineering characteristic dibuat untuk mencapai permintaan tersebut,

Tabel 2 *Engineering Characteristic*

Engineering Characteristic
1 Kualitas *part* standard yang digunakan
2 Tekanan air yang dibutuhkan (bar)
3 Lama pemakaian (menit)
4 Jenis kaca untuk memantau proses
5 Kecepatan putaran *spinning* (rpm)
6 Standar gas untuk sumber energi *heating* (kg)
7 Ukuran pipa air (inchi)
8 Kecepatan perpindahan setiap proses (mm/sekon)
9 Lama waktu pencucian (menit)
10 Suhu *heater* untuk pengeringan (°C)
11 Jenis *seal* penahan kebocoran
12 Ukuran dan jenis pipa konstruksi (mm)
13 Lama waktu pengeringan (mm)
14 Ukuran mesin (mm)
15 Harga mesin (Rupiah)

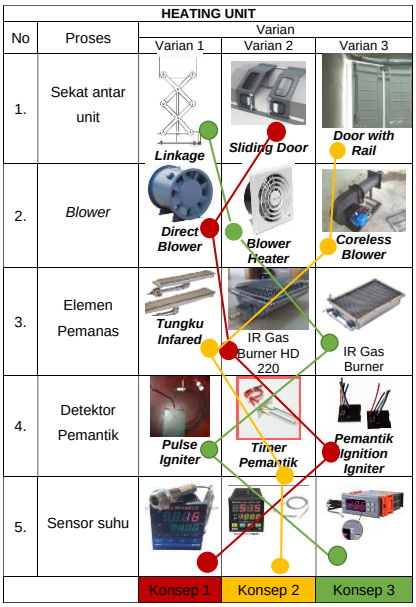
Langkah selanjutnya adalah menyimpulkan hubungan antara *requirement list* dengan *engineering characteristic* pada tabel matriks kebutuhan.



Gambar 11 Tabel Matriks Kebutuhan

3.2 Perancangan Konsep *Heating unit*

Perancangan konsep dan mekanisme dari *heating unit* ini dijabarkan melalui desain morfologi.



Gambar 12 Tabel Desain Morfologi

Konsep pada morfologi di atas ditunjukan dengan garis sewarna yang berhubungan. Konsep 1 ditunjukkan dengan garis merah, konsep 2 dengan garis kuning, dan konsep 3 dengan garis hijau.

3.3 Penilaian Konsep *Heating unit*

Penilaian konsep sistem *heating unit* dilakukan dalam 3 tahap yaitu perhitungan kriteria pembobotan, penentuan kriteria penilaian dan penilaian konsep.

1. Pembobotan Faktor Penilaian

Kriteria Pembobotan	Harga Heating Unit	Kemudahan *maintenance unit*	Kemudahan mengatur input	Kerumitan konstruksi Heating Unit	Kecepatan persiapan dan Proses	Kekuatan konstruksi Heating Unit	Keamanan pencucian helm	*Durability* mekanisme dan komponen
Harga *Heating Unit*	1	0	0	0	2	2	2	2
Kemudahan *maintenance unit*	2	1	2	0	2	2	2	2
Kemudahan mengatur input	2	0	1	0	0	2	2	2
Kerumitan konstruksi *Heating Unit*	2	2	2	1	2	2	2	2
Kecepatan persiapan dan Proses	0	0	2	0	1	0	1	2
Kekuatan konstruksi Heating Unit	0	0	0	0	2	1	2	2
Keamanan pencucian helm	0	0	0	0	1	0	1	2
Durability mekanisme dan komponen	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	7	3	5	1	10	9	12	15
BOBOT	0.47	0.20	0.34	0.07	0.67	0.60	0.80	1.00

Gambar 13 Tabel Kriteria Pembobotan

Perhitungan kriteria pembobotan adalah dengan membandingkan antara kriteria – kriteria yang telah ditentukan oleh *engineer*.

2. Kriteria Penilaian

Tabel 3 Kriteria Penilaian

NO	Kriteria	Nilai				
		5	4	3	2	1
1	Harga *Heating Unit*	<5 juta	5-10 juta	10-15 juta	15-20 juta	>20 juta
2	Kemudahan *maintenance unit*	Automatic Maintenance	Tidak membutuhkan alat khusus dan alat bantu	Membutuhkan alat bantu, tanpa alat khusus	Membutuhkan alat khusus, tanpa alat bantu	Membutuhkan alat khusus dan alat bantu
3	Kemudahan mengatur input	Auto *gripping (JIG)*	Membutuhkan alat bantu	Tidak membutuhkan alat khusus	Membutuhkan alat khusus	Membutuhkan alat khusus, operator kurang dari 1
4	Kerumitan konstruksi *Heating Unit*	∑ komponen <20, t *assy* < 3 jam, tanpa alat khusus	∑ komponen 20-30, t *assy* 3-5 jam, dengan alat khusus	∑ komponen 30-40, t *assy* 5-7 jam,dengan alat khusus	∑ komponen 40-50, t *assy* 7-9 jam, dengan alat khusus dan alat bantu	-
5	Kecepatan persiapan dan proses	*Auto Heating* t < 30 menit	Persiapan *heating* tidak perlu *setting* , t = 45 menit - 50 menit	Persiapan *heating* memerlukan *setting* , t proses= 45 menit - 50 menit	Persiapan *heating* memerlukan *setting* ditengah proses, t proses = 45 menit - 50 menit	-
6	Kekuatan konstruksi *Heating Unit*	Aman menahan beban > 10 kg	Aman menahan beban 8-10 kg	Aman menahan beban 6-8 kg	Aman menahan beban 6-4 kg	Aman menahan beban > 4 kg
7	Kemudahan pengaturan pengeringan helm	Terdapat *display* pada pengatur suhu sehingga suhu dapat diatur sesuai kebutuhan	Suhu dapat diatur, tanpa *display*	Suhu dapat diatur dalam *range*	Suhu tidak dapat diatur	-
8	*Durability* mekanisme dan komponen	Rata-rata umur pakai komponen ≥4 tahun	Rata-rata umur pakai komponen 3-4 tahun	Rata-rata umur pakai komponen 2-3 tahun	Rata-rata umur pakai komponen 1-2 tahun	Rata-rata umur pakai komponen ≤ 1 tahun

3. Penilaian Konsep

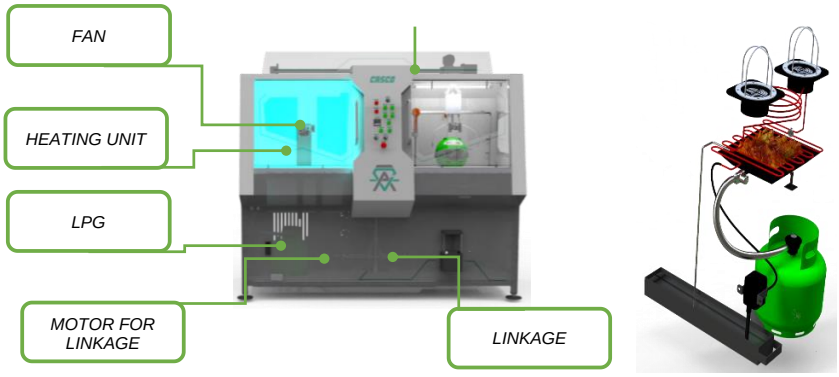
Tabel 4 Penilaian Konsep *Heating unit*

HEATING UNIT								
NO	Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Harga *heating Unit*	0.47	3	1.41	3	1.41	3	1.41
2	Kemudahan *maintenance unit*	0.2	1	0.2	1	0.2	2	0.4
3	Kemudahan mengatur input	0.34	5	1.7	5	1.7	5	1.7
4	Kerumitan konstruksi *Heating Unit*	0.07	3	0.21	2	0.14	3	0.21
5	Kecepatan persiapan dan Proses	0.67	3	2.01	2	1.34	3	2.01
6	Kekuatan konstruksi *Heating Unit*	0.6	2	1.2	3	1.8	3	1.8
7	Kemudahan pengaturan pengeringan helm	0.8	4	3.2	4	3.2	5	4
8	*Durability* mekanisme dan komponen	1	4	4	4	4	4	4
TOTAL		4.15	25	13.9	24	13.79	28	15.53
PERINGKAT			1		2		3	

Konsep pemenang berdasarkan penilaian konsep yang telah dilakukan adalah konsep 3 yang mana konsep ini merupakan konsep yang paling sesuai dengan kriteria dan *requirement list.*

3.4 Deskripsi Konsep *Heating unit*

Sistem pengeringan yang digunakan pada mesin ini adalah dengan menggunakan gas LPG 3 kg sebagai sumber untuk pemanasan. Gas akan menyalakan tungku pemanas setelah sensor pada *heater* aktif, setelah helm diletakkan. Tungku tersebut akan memanaskan cairan di dalam coil. Uap panas hasil dari pemanasan cairan tersebut akan masuk ke dalam ruangan yang disebut *chamber* dan kemudian udara panas akan ditransfer oleh *exhaust fan* menuju ke ruangan pengeringan helm.



Gambar 14 Konsep *Heating unit*

Suhu yang digunakan untuk proses pengeringan ini adalah pada suhu 60 – 65 derajat celcius. Suhu ini merupakan suhu yang sesuai agar tidak merusak bagian dalam maupun bagian luar dari helm. Proses pengeringan juga paling efektif bila dikeringkan dengan suhu ini.

Waktu proses pengeringan adalah 15 menit setelah proses *spinning*. Proses *spinning* mengurangi kadar air akibat pencucian sehingga waktu untuk pengeringan menjadi lebih cepat. Pengaturan lama pengeringan diatur dengan menggunakan *timer off delay* yang diatur pada waktu 15 menit, sesuai dengan waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan.

Cairan yang dipanaskan pada proses ini disebut *thermal oil heater* yang memiliki karakteristik bekerja pada temperatur tinggi namun bertekanan rendah, tidak menimbulkan korosi pada bagian dalam pipa yang dilewati, biaya pemeliharaan rendah, dan memiliki *temperature control* yang presisi.

3.5 Pembahasan Perhitungan

Perhitungan yang dibahas pada unit ini adalah mengenai perhitungan pembuktian ukuran pipa yang digunakan dan perhitungan untuk kapasitas penggunaan gas untuk pengeringan.

1. Perhitungan *Frame*

Diketahui :

Material	= Profil kotak 60 x 40 x 2
m_{tot}	= 120 kg
E	= 210000 N/mm^2
g	= 9,81 m/s^2
V	= 2
L	= 1110 mm
Sb.x(Ix)	$= \frac{1}{12}$ x bh^3
	$= \frac{1}{12}$ x 60 x 40^3
	= 320000 mm^4

a. Perhitungan gaya

F	= m x g x v
	= 120 kg x 9,81 m/s$^{2\,x\,2}$
	= 2354,4 N

b. Perhitungan momen inersia sumbu X

$$Ix = \frac{1177{,}2 \text{ x } 1360\text{^}3}{48 \text{ x } 210000 \text{ x } 3}$$

$$= 97923{,}108 \text{ mm}^4$$

Ix minimal adalah 97923,108 mm^4, sementara Ix Profil 60x40x2 adalah 320000 mm^4. Maka dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa Ix Profil > Ix minimal (320000 mm^4 > 97923,108 mm^4). Maka konstruksi untuk *heating unit* disimpulkan kuat.

2. Perhitungan Perpindahan Panas

Pipa yang digunakan untuk alat penghantar kalor sebagai media pemanas air adalah

Jenis	: *Seamless brown pipe*
Diameter dalam	: 6 mm
Diameter luar	: 10,5 mm
Kapasitas air	
Panjang	: 500 mm
Lebar	: 100 mm
Tinggi	: 75 mm

a. Volume = p x l x t

= 500 x 100 x 75

= 3750000 mm^3

= 3,75 liter

b. Menghitung debit air

V_{air}	= 0,00375 m^3
t	= 13,75 menit (waktu proses *heating*)
Debit	= V_{air}/t
	= 0,00375 m^3 / 13,75 menit
	= 0,000273 m^3/menit

c. Menghitung perpindahan panas

Diameter luar pipa	= 10,5 mm
ΔT	= 5^o
Δt (beda waktu)	= 825 detik (13,75 menit)
W	= m_{air} . c_{air} . ΔT
	= 3,74 kg . 4200 J/kg^{o}C . 5^o
	= 78540 J
ho	$= \frac{W}{\pi.d0.\Delta T.\Delta t}$

$$= \frac{78540}{\pi 10,5.5.13,75}$$

= 34,63 J/mm. °C.menit

d. Menghitung energi pemanasan

m_{air} = V. massa jenis air
= 0,00375 m^3 . 997 kg/m^3
= 3,74 kg

c_{air} = 4200 J/kg°C

ΔT = Perbedaan T_{keluar} : 60° dengan T_{masuk} : 65°
= 5°

e. Menghitung kalor yang dihasilkan

W = 78540 J
t = 13,75 menit
Q = W/t
= 5712 J/menit

f. Menghitung kalor yang dibutuhkan

ρ́ = 997 kg / m^3
V_{air} = 0,00375 m^3
t = 13,75 menit
Kalor spesifik air = 4180 J/Kg.K
ΔT = Perbedaan T_{awal} : 60° dengan T_{akhir} : 65°
= 5°

$$Q = \frac{\acute{\rho} \times Vair}{t} \times Cp \times T_{akhir} - T_{awal}$$

$$= \frac{\acute{\rho} \times Vair}{t} \times Cp \times T_{akhir} - T_{awal}$$

$$= \frac{997 \times 0,00375}{13,75} \times 4180 \times 5°$$

= 5682,9 Joule/menit

Kesimpulan perhitungan :

Pipa yang digunakan adalah ukuran diameter luar = 10,5 mm. diameter dalam=6 mm, dengan debit sebesar = 0,000273 m^3/menit. Setelah diperhitungkan panas yang dihasilkan untuk perpindahan air adalah 5712 Joule/menit, sementara panas yang dibutuhkan adalah 5682,9 Joule/menit. Maka desain dapat mencukupi kebutuhan panas untuk *heater.*

3. Perhitungan kapasitas gas

Berdasarkan referensi penggunaan konsumsi gas adalah 0,7 kg/jam.

Maka pemakaian dalam sekon menjadi = 0,000194 kg/sekon
Waktu penggunaan gas untuk 1 helm = 825 sekon
Konsumsi gas untuk pengeringan 1 helm =0,000194kg/s x 825 s
= 0,16 kg/pemakaian

Penggantian gas
Gas lpg = 3 kg
Konsumsi pemakaian = 0,16 kg
Penggantian = 3 kg / 0,16 kg
= 18,75 kali

Berdasarkan perhitungan penggantian gas dilakukan setiap 18 kali pencucian helm.

3.6 Ketercapaian Kebutuhan

Keberhasilan desain dapat dilihat dari persentase ketercapaian setiap *requirement list* pada setiap penerapan desain. Semakin banyak *requirement list* yang tercapai pada desain, maka desain tersebut dapat dikatakan semakin berhasil. Keberhasilan desain *heating unit* dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Ketercapaian Desain

No	*Requirement* / Permintaan	Spesifikasi teknis yang bisa diukur	Tingkat kepen-tingan	Indikator keterca-paian pada desain	Implementasi dalam desain
1	Harga mesin kurang dari 90 juta	Harga mesin kurang dari 90 juta	5	100%	Harga mesin setelah dilakukan perhitungan BEP adalah 80 juta
2	Waktu proses cepat	Lama proses kurang dari 1 jam	4	100%	Total waktu proses setelah dihitung adalah 21,58 menit
3	Dimensi mesin mencukupi ruangan	Ruangan yang tersedia berukuran PxLxT = 4x3x3 m	4	100%	Dimensi mesin adalah PxLxT = 2x1,15x1,87 m
4	Energi *heater* dari gas	Penggunaan gas sebagai sumber energi untuk proses pengeringan	4	100%	Penggunaan gas LPG sebagai sumber energi untuk *heater*
5	Daya maks. tersedia 1300 watt, Listrik 1 phase 220 V	Daya maks. tersedia 1300 watt, Listrik 1 phase 220 V	3	100%	Daya mesin pada mesin ini adalah 750 watt
6	Proses dan mekanisme tidak merusak helm	Jenis material yang digunakan	3	80%	Penggunaan *seal* pada bagian yang terkontak dengan helm
7	Proses dapat terpantau	Penggunaan material transparan Misalnya : kaca	3	90%	Pemberian kaca pada pintu sehingga operator dapat memantau proses
8	Konstruksi kuat	Pemilihan konstruksi *frame*	3	100%	Kekuatan konstruksi *frame* sudah dihitung
9	Tidak bocor	Penggunaan *seal*	3	90%	Penggunaan *seal* pada pintu
10	Mudah dioperasikan (panel sederhana)	*Display* panel tombol sederhana	2	100%	Menggunakan panel tombol yang sederhana
11	Terdapat alarm sebagai penanda	Alarm bunyi proses selesai berjalan	2	0	Tidak diberikan penambahan *buzzer*
12	Tahan karat	Penggunaan material *St.st*	2	90%	Material St.St pada bagian yang terkontak air

Persentase Ketercapaian (P)=Σ(Tingkat Kepentingan x Indikator Ketercapaian)/ΣTingkat Kepentingan

P=((5x100)+(4x100)+(4x100)+(4x100)+(3x100)+(3x80)+(3x90)+(3x100)+(3x90)+(2x100)+(2x0)+(2x90)) / 38
= 3460 / 38
= 91,1 %

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, persentase keberhasilan desain *heating unit* dengan menggunakan gas pada mesin pencuci helm adalah 91,1 % dan persentase kegagalan pada desain ini adalah 8,9 %.

4. KESIMPULAN

Perancangan *heating unit* dengan sumber energi gas pada mesin pencuci helm menghasilkan rancangan yang mampu mencuci dan mengeringkan helm dengan kapasitas produksi sebanyak 20 helm perhari kerja. Mesin memiliki dimensi panjang 2m, lebar 1,1 m, dan tinggi 1,8 m. Daya yang dibutuhkan mesin adalah 750 Watt. Sumber energi menggunakan gas LPG yang dapat mengeringkan 18 helm untuk ukuran gas LPG 3kg. Besar kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan adalah 5682,9 Joule/menit.

Perhitungan konstruksi juga telah dilakukan, namun tetap harus ada pembuatan *prototype* untuk meyakinkan keberhasilan desain karena perhitungan yang dilakukan hanya terbatas pada bagian yang dianggap paling kritis saja.

Tingkat keberhasilan desain dinilai berdasarkan ketercapaian penerapan pada setiap *requirement list* mencapai 91,1%. Perancangan *heating unit* dengan sumber energi gas pada mesin pencuci helm masih belum sempurna dan masih membutuhkan penyempurnaan desain seperti :

1. Menambah tempat untuk proses pengeringan helm.
2. Menambahkan mekanisme untuk pemindahan helm ketika pengeringan sehingga pemindahan helm pada *heater* dapat dilakukan secara otomatis.

5. DAFTAR PUSTAKA

Chandra Dian Perwita, Adhi Susanto, Soedjatmiko. ***Mikrokontroler ATmega untuk Mesin Cuci*.** Diakses dari //i-lib.ugm.ac.id./jurnal/download/php, 23 Juni 2019.

EH.Purwanto. ***Signifikasi Helm SNI Sebagai Alat Pelindung Pengendara Sepeda Motor Dari Cedera Kepala*.** Diakses dari //js.bsn.go.id, 23 Juni 2019.

Robert. ***Rancang Bangun Sistem Air Mancur Otomatis Berbasis MikrokontrolerAT89S52.*** Jurnal. Universitas Tanjungpura Pontianak. 2019.

Tuti Anggraeni dan Anton. ***Perancangan Pengontrol Temperature Multi Range Menggunakan Programmable Logic Control.*** Politeknik Negeri Padang.2009.

Slamet Boiler. ***Manual Book Thermal Oil Heater.*** Boiler JDM.2018.