

## Penerapan Analisa Neraca Massa dan Energi untuk Meningkatkan Kualitas Pengecatan Rangka Badan *Steel* Sepeda Motor di PT XYZ

### *Application of Mass and Energy Balance Analysis to Improving Painting Quality Motorcycle Frame Body Steel at PT XYZ*

Nabila Qothrunnada Zulfa<sup>1\*</sup> dan Agung Siswahu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Kota Bekasi, Indonesia

\*Penulis korespondensi: 202110235012@mhs.ubharajaya.ac.id

#### Abstrak

PT XYZ merupakan industri manufaktur sepeda motor yang memproduksi sepeda motor dari tahap awal material mentah hingga distribusi sepeda motor kepada konsumen. Pelapisan atau coating adalah penutup permukaan sebuah material yang memiliki tujuan tertentu semisal pengendalian pada permukaan dari korosi dan alasan ornamental. Studi ini bertujuan untuk meningkatkan keterimaan berat lapisan cat diatas rangka badan sepeda motor yang sesuai di PT XYZ. Metode analisa keterimaan berat lapisan cat yang digunakan adalah neraca massa dan energi. Pelapisan ini memuat tiga unsur proses yakni tahap persiapan, pelapisan cat hitam, dan pengeringan. Diperoleh hasil lapisan ketebalan cat rangka badan sepeda motor yakni berat lapisan persiapan zink fosfat 3 g/m<sup>2</sup>, cat basah 407,91 g/m<sup>2</sup>, dan cat kering 172,72 g/m<sup>2</sup>. Disimpulkan bahwa hasil tersebut dapat diterima karena telah sesuai dengan standar baik PT XYZ maupun literatur yang ada.

Kata kunci: berat, cat, korosi, lapisan cat, rangka badan sepeda motor

#### Abstract

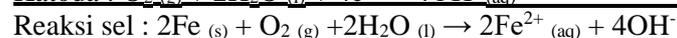
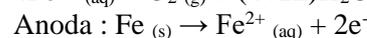
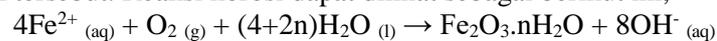
PT XYZ is a motorcycle manufacturing industry that produces motorcycles from the initial stage of raw materials to the distribution of motorcycles to consumers. Coating is a surface covering of a material with a specific purpose, such as surface control from corrosion and ornamental reasons. This study aims to improve the acceptance of the paint coating weight on the motorcycle frame that meets the standards at PT XYZ. The method of paint coating weight acceptance analysis used is mass and energy balance. This coating involves three process elements: the preparation stage, black paint coating, and drying. The results obtained for the thickness of the paint coating on the motorcycle frame are: preparation stage with zinc phosphate coating 3 g/m<sup>2</sup>, wet paint 407.91 g/m<sup>2</sup>, and dry paint 172.72 g/m<sup>2</sup>. It is concluded that these results are acceptable as they meet both PT XYZ's standards and the existing literature.

Keywords: , , corrosion, motorcycle frame body, paint, paint coating, weight

## 1. Pendahuluan

PT XYZ merupakan industri manufaktur sepeda motor yang memproduksi dari tahap awal material mentah hingga distribusi produk tersebut kepada konsumen. Material mentah tersebut terdiri dari berbagai komponen yang dibentuk (*mold*) sedemikian rupa menjadi bagian-bagian sepeda motor. Pada proses pembuatannya terdapat proses pengecatan pada bagian yang terbuat dari logam seperti rangka badan sepeda motor menggunakan *steel* atau baja.

Pada karakteristik material logam secara alami adalah korosi dan karakteristik ini tidak disukai oleh industri otomotif. Proses korosi dilakukan dengan logam diubah secara elektro-kimia menjadi oksida logam terhidrasi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O) dengan material logam sebagai anoda dan oksigen bertindak sebagai katodanya dalam reaksi tersebut. Reaksi korosi dapat dilihat sebagai berikut ini,



Berdasarkan reaksi korosi di atas, logam dapat bereaksi pada oksigen dan air. Oksigen dan air yang dekat di lingkungan sekitar membuat korosi pada logam adalah hal yang pasti terjadi dan laju korosi dapat bergerak cepat pada logam dengan kelembaban yang tinggi (Ganesya, Antoko and Karuniawan, 2018). Kelembaban pada logam meningkatkan jumlah air yang mengendap dan masuk kedalam permukaan logam sehingga memperbesar potensi korosi pada logam. Laju korosi pada jenis logam seperti baja karbon rendah tanpa proteksi apapun bergerak lebih mudah meningkat dalam larutan garam hingga diperoleh 0,007359 mpy dan mengalami pelambatan laju korosi saat dilapisi menggunakan pelapis yang terdapat komposisi  $\text{TiO}_2$  yakni 0,00356 mpy (Sulistianingsih *et al.*, 2023). Pelapis tersebut digunakan sebagai inhibitor atau penghambat untuk memberikan proteksi melalui pengendapan (*electrodeposition*). Baja karbon lain dengan campuran rendah memiliki laju korosi yang melambat secara ekstrim setelah diberi pelapis cat pada baja karbon direndam dengan penurunan 282,84 mpy pada asam yang dilarutkan air sungai dan 18,13 mpy pada air sungai (Hariyadi and Jufri, 2017). Adapun logam lain pada besi metal utuh memiliki berat 9,532 gram yang diberi lapisan  $\text{TiO}_2$  dan dikeringkan dengan temperatur  $100^\circ\text{C}$  memiliki berat lapisan 0,041 gram berhasil memproteksi korosi lebih baik (Sinulingga, Sirait and Marpaung, 2020). Hal ini mengartikan bahwa logam yang diberi pelapis memiliki ketebalan dengan berat tertentu maka dapat dianalisa menggunakan neraca massa untuk mengetahui jumlah kebutuhan cat yang diperlukan pada rangka badan sepeda motor. Dari berbagai penelitian terkait pelambatan laju korosi dapat dicapai menggunakan teknik pelapisan dengan cat dengan primer atau resin. Faktor penentu kualitas lapisan cat pada logam adalah ketebalan lapisan cat (Iman, Darsin and Sakura, 2019). Kualitas cat terbaik pada rangka badan *steel* dapat memperpanjang umur rangka produk (Ahmad, 2006).

Teknik pelapisan cat yang dilakukan oleh PT XYZ melalui teknologi proses *cathodic electrodeposition* (CED) atau pengendapan cat secara elektrik memiliki standar tertentu untuk menghambat karakteristik alami logam korosi. Proses tersebut meliputi persiapan pelapisan cat, pelapisan cat, hingga pengeringan. Rangka badan yang melalui proses tersebut perlu di melalui proses persiapan menggunakan zat kimia tertentu seperti fosfat. Senyawa fosfat terbaik yang dapat digunakan untuk menurunkan laju korosi pada logam adalah zink fosfat ( $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) (Roselli, Romagnoli and Deyá, 2017). Pelapisan zink fosfat pada logam memiliki berat lapisan adalah 1,5–4,0  $\text{g/m}^2$  atau ketebalannya hanya 0,21–0,57  $\mu\text{m}$  (Jones, Nichols and Pappas, 2017).

Standar proses produksi di PT XYZ diatur dalam standar yang mereka miliki termasuk standar terhadap ketebalan cat pada proses pengecatan rangka badan sepeda motor mereka yang bermaterial *steel* yakni 15–40  $\mu\text{m}$  yang memiliki berat lapisan catnya 106–282,68  $\text{g/m}^2$ . Dari standar berat lapisan atau ketebalan dapat mengetahui kebutuhan cat setiap rangka badan yang optimal maka dapat meningkatkan kualitas pengecatannya maupun proses pengecatan. Cat yang digunakan pada proses pelapisan adalah berbasis air (*waterborne paints*) yang meliputi air jenis *deionised water* dan tiga jenis resin yakni resin akrilik, uretan, dan epoksi. Temperatur proses berpengaruh pada komponen cat yang menempel, adhesi lapisan, dan pelambatan laju korosi pada logam diperlukan analisa dengan metode neraca energi untuk mengetahui panas yang berada di bekerja pada bahan dan dilepaskan ke lingkungan (Aruan, Pratikno and Hadiwidodo, 2023).

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menganalisa jumlah kebutuhan cat yang optimal pada berat lapisan cat yang rendah dan meningkatkan keterimaan berat lapisan cat diatas rangka badan sepeda motor yang sesuai di PT XYZ. Analisa massa dan energi pada rangka badan sepeda motor dapat dilakukan dengan menghitung neraca massa dan neraca energi yang terlewati setiap prosesnya untuk meninjau kesetimbangan aliran proses massa dan energi (panas) yang pada rangka badan sepeda motor.

## 2. Metode

Penelitian ini menerapkan metode analisa neraca massa dan energi pada rangka badan sepeda motor dari tahap persiapan, pelapisan cat hitam, dan pengeringan cat per jamnya yang data ketebalan cat pada rangka diambil di PT XYZ selama 5 minggu. Komposisi catnya dalam persentase b/b yakni 57,66% air,

17,7% resin akrilik, 15,16% resin uretan, 5,1% resin epoksi, 1,92% pigmen hitam karbon, 1,89% Etilen Glikol Monobutyl Eter (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub>), dan 0,48% 2-Butoxymethoxyethy Propanol (C<sub>10</sub>H<sub>22</sub>O<sub>3</sub>).

Pada perhitungan neraca massa rangka badan sepeda motor, massa rangka badan sepeda motor yang belum dilapisi cat adalah 12 kg dengan berat lapisan zink fosfatnya adalah 3 g/m<sup>2</sup>. Setiap lapisan cat diperoleh ketebalan dalam μm dikonversi ke dalam g/m<sup>2</sup> (1 μm = 7,067 g/m<sup>2</sup>) untuk mengetahui berat lapisan catnya. Asumsi laju permukaan yang dilapisi ke rangka adalah 2 m<sup>2</sup>/jam baik saat pengecatan maupun proses pengeringan. Total massa rangka yang melalui pengecatan dan pengeringan di oven dapat dihitung menggunakan formula,

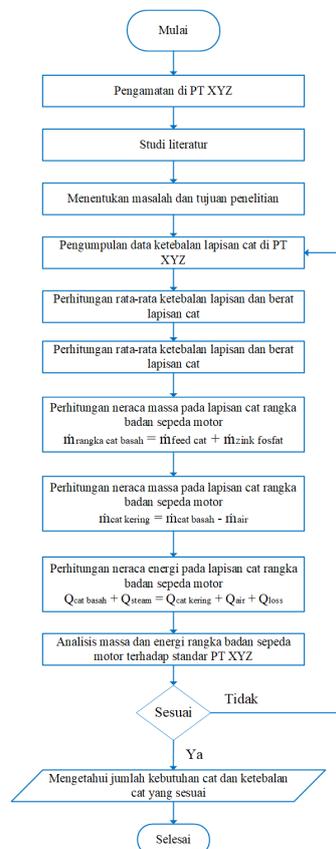
$$\dot{m}_{\text{rangka cat basah}} = \dot{m}_{\text{feed cat}} + \dot{m}_{\text{zink fosfat}} \quad (1)$$

$$\dot{m}_{\text{rangka cat kering}} = \dot{m}_{\text{rangka cat basah}} - \dot{m}_{\text{air}} \quad (2)$$

Pada perhitungan neraca energi rangka badan sepeda motor, kapasitas panas spesifik setiap komposisinya digunakan dalam J/mol. K sehingga diperlukan konversi temperatur dari celcius ke kelvin (1 K = 273,15 °C). Terdapat energi steam yang masuk kedalam proses pengeringan (Q<sub>steam</sub>) dan panas yang hilang ke lingkungan (Q<sub>loss</sub>) dengan asumsi yang hilang adalah 10%. Total energi rangka yang melalui pengeringan dapat dihitung menggunakan formula,

$$Q_{\text{rangka cat basah}} + Q_{\text{steam}} = Q_{\text{rangka cat kering}} + Q_{\text{air}} + Q_{\text{loss}} \quad (3)$$

Perhitungan kedua neraca tersebut memperoleh jumlah massa cat dan energi yang dibutuhkan setiap luas permukaan m<sup>2</sup> dengan ketebalan yang didapatkan. Hal tersebut dapat digunakan sebagai indikator kualitas pengecatan pada rangka sepeda motor. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Proses pelapisan cat sebuah material akan menghasilkan ketebalan lapisan cat yang beragam pada setiap titik permukaan materialnya. Beragamnya ketebalan lapisan cat pada setiap titik dipengaruhi oleh tebal permukaan material yang dilapiskan. Dalam Tabel 1 merupakan ketebalan cat diperiksa pada sepanjang tujuh titik rangka badan sepeda motor yang telah dicat dalam waktu 5 minggu. Pemeriksaan ketebalan lapisan cat menggunakan *thicknessmeter*. Titik 1 dan titik 7 merupakan bagian depan dan belakang dari rangka badan sepeda motor yang memiliki bagian permukaan yang lebih tebal. Pada titik-titik pemeriksaan lain, memiliki ketebalan yang tidak jauh berbeda dan diperoleh ketebalan rata-rata di sepanjang tujuh titik tersebut selama 5 minggu adalah 24,06  $\mu\text{m}$ , 25,73  $\mu\text{m}$ , 23,97  $\mu\text{m}$ , 24,60  $\mu\text{m}$ , dan 23,83  $\mu\text{m}$  sehingga rata-ratanya secara keseluruhan adalah 24,44  $\mu\text{m}$ .

Tabel 1. Ketebalan lapisan cat selama 5 minggu di PT XYZ

Minggu ke-	Ketebalan lapisan cat ( $\mu\text{m}$ )							Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	5	6	7	
1	29,00	22,63	22,75	22,03	22,80	22,93	26,28	24,06
2	28,95	25,34	22,38	24,49	25,65	26,30	27,02	25,73
3	25,64	23,23	22,05	22,72	23,56	25,06	25,56	23,97
4	26,46	23,45	23,15	23,10	24,49	25,17	26,38	24,60
5	26,30	23,56	22,05	22,35	22,44	25,08	25,06	23,83
Rata-rata ketebalan lapisan cat								24,44

Ketebalan lapisan tersebut disusun oleh cat dengan komponen pelarut dan terlarut. Komponen terlarut tersebut seperti resin akrilik, resin uretan, resin epoksi, pigmen, dan komponen kimia lain disebut sebagai *volume solid* yang mempertahankan lapisannya dalam rangka badan sepeda motor. Tertahannya dalam rangka walaupun melalui proses pengeringan dengan temperatur 165°C disebabkan perbedaan antara titik didih air sebagai pelarut yang rendah dan komponen terlarut diatas 170°C.

Komposisi pelarut dalam cat adalah 57,66% berarti dapat diperoleh bahwa persentase *volume solid* dari pengecatan tersebut 42,34%. Persentase *volume solid* pada cat yang diaplikasikan pada rangka badan sepeda motor akan membentuk lapisan cat kering atau *dry film thickness* (DFT) dengan komposisi resin akrilik 41%, resin uretan 35%, dan epoksi 12%. Penyusunan komposisi resin akrilik dengan persentase berat resin lebih tinggi pada cat berbasis air karena dapat tahan terhadap laju korosi setelah direndam larutan NaCl 3,5% selama 8 jam sedangkan resin uretan yang terikat dengan resin epoksi dapat menjaga kestabilan temperatur (Jin *et al.*, 2015; Song *et al.*, 2015). Resin akrilik memiliki fungsi untuk mengkilapkan dan menghaluskan permukaan *steel* yang didasarkan oleh temperatur prosesnya yang mempengaruhi kekasaran permukaan dan porsi radiasi (Cristoforetti *et al.*, 2023). Selanjutnya lapisan cat kering rangka badan sepeda motor memiliki berat lapisan pada Tabel 2 yang dikonversi dari ketebalan cat yang telah didapatkan sebelumnya dengan rata-rata berat lapisan catnya 172,72  $\text{g/m}^2$ . Berat lapisan cat ini dapat mengetahui kebutuhan jumlah cat yang tertahan pada rangka badan sepeda motor.

Tabel 2. Berat lapisan cat selama 5 minggu di PT XYZ

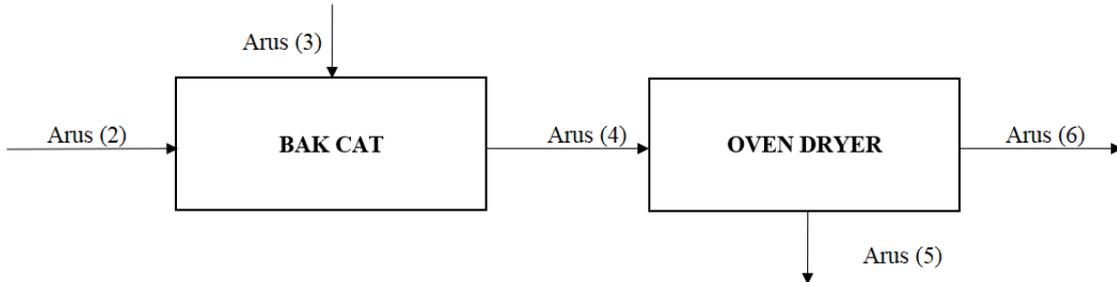
Minggu ke-	Berat lapisan cat ( $\text{g/m}^2$ )							Rata-rata ( $\text{g/m}^2$ )
	1	2	3	4	5	6	7	
1	204,94	159,95	160,77	155,71	161,13	162,07	185,72	170,04
2	204,59	179,08	158,16	173,07	181,27	185,86	190,95	181,85
3	181,20	164,17	155,83	160,56	166,50	177,10	180,63	169,43
4	186,99	165,72	163,60	163,25	173,07	177,88	186,43	173,85
5	185,86	166,50	155,83	157,95	158,58	177,24	177,10	168,44
Rata-rata berat lapisan cat								172,72

### 3.1 Neraca massa

Pada tahap pelapisan cat, komponen massa cat yang mengalir merupakan aliran massa tangki utama dengan proses *batch* di setiap proses dalam Gambar 2. Sebelum dilapisi cat, rangka badan sepeda motor telah diberikan lapisan persiapan yakni zink fosfat pada arus (2) yang memiliki berat lapisan 3 g/m<sup>2</sup> yang berfungsi menutup pori-pori, membuat pori-pori permukaan steel lebih seragam, dan menambah daya rekat (adhesi). Total berat lapisan persiapan dengan rangka badan sepeda motor adalah 12,003 kg/jam. Hasil berat lapisan persiapan zink fosfat seberat 3 g/m<sup>2</sup> telah memenuhi standar Jones, *et al* (2017).

Dari tahap persiapan rangka badan sepeda motor diteruskan ke bak pencelupan cat. Komponen utama cat sendiri terdiri dari pigmen hitam, pelarut air, dan diikat dengan resin yang dengan proses pelapisan elektrik pengendapan yang dicelupkan selama 10 detik kedalam sebuah bak besar. Berdasarkan Persamaan 1 komponen cat mengikat rangka badan sepeda motor memiliki massa cat yang ditambahkan (*feed cat*) pada arus (3) adalah 0,81582 kg/jam sehingga didapatkan berat *output* pada arus (4) rangka badan sepeda motor dengan cat basah 12,81882 kg/jam pada Tabel 3. Massa cat yang ditambahkan pada rangka memperoleh berat lapisan cat basah 407,91 g/m<sup>2</sup> dengan asumsi laju permukaan dalam proses pengecatan celup adalah 2 m<sup>2</sup>/jam. Konversi ketebalan lapisan cat basah atau *wet film thickness* (WFT) adalah 57,77 μm. Perhitungan berat cat basah yang melalui proses sampai berat lapisan cat basah yakni,

$$\begin{aligned} \text{Massa lapisan} &= 0,8158 \text{ kg/jam} = 815,8 \text{ g/jam} \\ \text{Luas permukaan yang terlapis} &= 2 \text{ m}^2/\text{jam} \\ \text{Ketebalan lapisan} &= \frac{815,8 \text{ g/jam}}{2 \text{ m}^2/\text{jam}} \\ \text{Ketebalan lapisan} &= 407,91 \text{ g/m}^2 \\ \text{Ketebalan lapisan (dalam } \mu\text{m)} &= \frac{407,91 \text{ g/m}^2}{7,067} \\ \text{Ketebalan lapisan (dalam } \mu\text{m)} &= 57,72 \mu\text{m}. \end{aligned}$$



Gambar 2. Diagram neraca massa proses pengecatan

Tabel 3. Neraca massa proses pelapisan cat

Komponen	Laju Alir Input		Laju Alir Output
	Arus (2) kg/jam	Arus (3) kg/jam	Arus (4) kg/jam
Rangka badan sepeda motor	12		12
Zink fosfat	0,003		0,003
komponen cat		0,81582	
lapisan rangka			0,81882
<b>Jumlah</b>	<b>12,00300</b>	<b>0,81582</b>	<b>12,81882</b>
	<b>12,81882</b>		

Pengeringan merupakan tahap terakhir dari proses pengecatan yang menguapkan seluruh pelarut dan hanya menyisakan resin dan pigmen sebagai *volume solid* pada Tabel 4. Digunakan mesin oven dryer dengan dua tungku selama 30 menit untuk menguapkan 470,4 gram air didalam cat basah dan mempertahankan 345,5 gram campuran resin dan pigmen. Massa resin yang mengikat satu rangka adalah 144,41 gram resin akrilik, 123,69 gram resin uretan, dan 41,1 gram resin epoksi.

Pada Persamaan 2, massa air yang seluruhnya keluar diselisihkan dengan arus (4) yakni rangka badan sepeda motor dan lapisan cat basah. Adapun penyusutan ketebalan sebanyak 57,66% dan mempertahankan 42,34% nya dari lapisan cat basah (DFT) ke lapisan cat kering (WFT) yakni 57,72  $\mu\text{m}$  ke 24,44  $\mu\text{m}$ . Berat lapisan cat kering setelah melewati oven pada arus (6) adalah 172,72  $\text{g}/\text{m}^2$ . Berat ini masih sesuai dengan interval standar yang ditetapkan oleh PT XYZ. Perhitungan berat cat kering yang melalui proses sampai berat lapisan cat kering yakni,

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= 0,3454 \text{ kg/jam} = 345,4 \text{ g/jam} \\ \text{Luas permukaan yang terlapis} &= 2 \text{ m}^2/\text{jam} \\ \text{Ketebalan lapisan} &= \frac{345,4 \text{ g/jam}}{2 \text{ m}^2/\text{jam}} \\ \text{Ketebalan lapisan} &= 172,72 \text{ g/m}^2 \\ \text{Ketebalan lapisan (dalam } \mu\text{m)} &= \frac{172,72 \text{ g/m}^2}{7,067} \\ \text{Ketebalan lapisan (dalam } \mu\text{m)} &= 24,44 \mu\text{m}. \end{aligned}$$

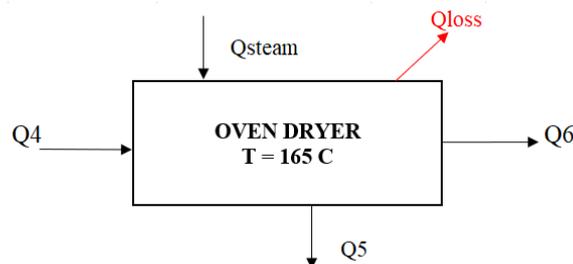
Tabel 4. Neraca massa proses pengeringan lapisan cat

Komponen	Laju Alir Input		Laju Alir Output	
	Arus (4)	Arus (5)	Arus (6)	
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Rangka badan motor	12	0,0000	12	
Zink fosfat	0,003	0,0000	0,003	
Air	0,4704	0,4704	0,0000	
Pigmen	0,0157	0,0000	0,0157	
Resin	0,3298	0,0000	0,3298	
<b>Jumlah</b>	<b>12,81882</b>	<b>0,4704</b>	<b>12,34544</b>	<b>12,81582</b>

### 3.2 Neraca energi

Proses pengeringan memanfaatkan energi dengan menghubungkan aliran energi yang masuk dan keluar berdasarkan satuan waktu operasi yang digunakan yakni per jam (Wuryanti, 2016). Temperatur pengeringan yang diatur adalah 165°C pada Gambar 3. Energi yang dibutuhkan pada saat rangka masuk Q4 yakni 4,0408 kJ/jam. Menurut Tabel 4 diketahui 100% air teruapkan keluar dari cat basah sebagai Q5 dengan energi untuk menguapkan air adalah 0,2829 kJ/jam. Lapisan berat cat kering sebagai Q6 adalah 56, 2812 kJ/jam yang ada tertera di Tabel 5. Keseluruhan energi yang digunakan dalam proses pengeringan adalah 62,4 kJ/jam. Dalam Aruan, *et al* (2023) dengan temperatur yang tinggi dan kebutuhan energi yang rendah korosi dapat diminimalisir. Perhitungan panas steam yang digunakan oven dryer adalah 58,3592 kJ/jam dengan panas yang terbuang adalah 5,8359 kJ/jam menggunakan perhitungan dengan asumsi panas yang terbuang adalah 10% yakni,

$$\begin{aligned} Q_4 + Q_{\text{steam}} &= Q_5 + Q_6 + Q_{\text{loss}} \\ Q_{5a} - Q_{5b} &= Q_{\text{steam}} \text{ dengan } Q_{5a} = Q_{\text{steam}} = 0,9 \cdot Q_{\text{steam}} \\ Q_{5b} &= Q_{\text{loss}} = 0,1 \times Q_{\text{steam}} \\ Q_{\text{steam}} &= (Q_{\text{out}} + Q_{\text{loss}}) - Q_{\text{in}} \\ Q_{\text{steam}} &= (Q_5 + Q_6 + 0,1 \cdot \text{Steam}) - Q_4 \\ Q_{\text{steam}} - (0,1 \cdot Q_{\text{steam}}) &= (Q_5 + Q_6) - Q_4 \\ 0,9 \times Q_{\text{steam}} &= [(56,2812 + 0,2829) - 4,0409] \text{ kJ} \\ 0,9 \times Q_{\text{steam}} &= 52,5232 \text{ kJ} \\ Q_{\text{steam}} &= (52,52532 \text{ kJ})/0,9 = 58,3592 \text{ kJ/Jam} \\ Q_{\text{loss}} &= 0,1 \times Q_{\text{steam}} = 0,1 \times 58,3591 \text{ kJ/Jam} = 5,8359 \text{ kJ/Jam}. \end{aligned}$$



Gambar 3. Diagram neraca energi proses pengeringan lapisan cat

Tabel 5. Neraca energi proses pengeringan lapisan cat

Komponen	Laju alir Input	Laju alir Output
	kJ/jam	kJ/jam
Q4	4,0408	
Q5		0,2829
Q6		56,2812
Qsteam	58,3592	
Qloss		5,8359
<b>Jumlah</b>	<b>62,4000</b>	<b>62,4000</b>

#### 4. Simpulan

Dari hasil penelitian ini menggunakan metode neraca massa dan energi didapatkan massa kebutuhan cat untuk satu rangka badan sepeda motor adalah 0,81582 kg/jam dengan massa resin akhir pada lapisan cat kering yakni 144,41 gram resin akrilik, 123,69 gram resin uretan, dan 41,1 gram resin epoksi. Kebutuhan energi pengering adalah 62,4 kJ/jam pada temperature 165°C. Berdasarkan komposisi resin pada cat yang digunakan dapat mencegah karakteristik korosi pada produk pengecatan sehingga diperoleh berat lapisan cat akhir setelah pengeringan adalah 172,72 g/m<sup>2</sup>. Nilai ini dapat diterima karena telah memenuhi standar pengecatan pada rangka yang telah ditetapkan oleh PT XYZ.

#### Daftar Pustaka

- Ahmad, Z. (2006) *Introduction Corrosion*. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-5924-6.X5000-4>.
- Aruan, R.H., Pratikno, H. and Hadiwidodo, Y.S. (2023) ‘Analisa Pengaruh Suhu Material pada Pengaplikasian Coating Epoxy terhadap Kekuatan Adhesi Baja’, *JURNAL TEKNIK ITS*, 12(1), pp. 34–40.
- Cristoforetti, A. *et al.* (2023) ‘Comparative study between natural and artificial weathering of acrylic-coated steel, aluminum, and galvanized steel’, *Materials and Corrosion*, 74(10), pp. 1429–1438. Available at: <https://doi.org/10.1002/maco.202313858>.
- Ganesya, A.B., Antoko, B. and Karuniawan, B.W. (2018) ‘Pengaruh Variasi Kelembaban, Temperatur dan Ketebalan Cat pada Material A53 Grade B terhadap Laju Korosi di PT PJB Ubjom Pacitan Studi Kasus PLTU 1 Jatim Pacitan’, in *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and its Application*, pp. 151–156.
- Hariyadi, E. and Jufri, M. (2017) ‘Comparison of Corrosion Rate on Paint Coated and Uncoated SS400 Steel’, *JEMMME*, 2(1), pp. 49–54.
- Iman, H.I.N., Darsin, M. and Sakura, R.R. (2019) ‘Analisis Ketebalan Lapisan pada Pengecatan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode Respons Permukaan’, *SINTEK JURNAL*, 13(2), pp. 65–72.
- Jin, F.L. *et al.* (2015) ‘Synthesis and Thermal Properties of Urethane-Containing Epoxy Resin’, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 24, pp. 20–23. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.10.006>.
- Jones, F.N., Nichols, M.E. and Pappas, S.P. (Socrates P. (2017) *Organic coatings : science and technology*.

- Roselli, S.N., Romagnoli, R. and Deyá, C. (2017) 'The anti-corrosion performance of water-borne paints in long term tests', *Progress in Organic Coatings*, 109, pp. 172–178. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.04.031>.
- Sinulingga, K., Sirait, M. and Marpaung, T. (2020) 'Effect of temperature variation characteristics of crystal structure and morphology of nano tio2 coating on metal anti-corrosion coating by sol-gel method spin coating', in *Journal of Physics: Conference Series*. Institute of Physics Publishing, pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1485/1/012063>.
- Song, D. *et al.* (2015) 'The influence of aluminum tripolyphosphate on the protective behavior of an acrylic water-based paint applied to rusty steels', *Journal of Chemistry*, 2015, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1155/2015/618971>.
- Sulistianingsih, E. *et al.* (2023) 'Analysis Of Corrosion Rate And Hardness Value Of Low Carbon Steel Coated With PAni-TiO2 Synthesized By Electrodeposition', *Indonesian Physical Review.*, 6(1), pp. 146–154. Available at: <https://doi.org/10.29303/ip>.
- Wuryanti, S. (2016) *Neraca Massa dan Energi*. Available at: <https://digilib.polban.ac.id/files/disk1/107/jbptppolban-gdl-sriwuryant-5326-1-neracam-i.pdf> (Accessed: 18 May 2024).