

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

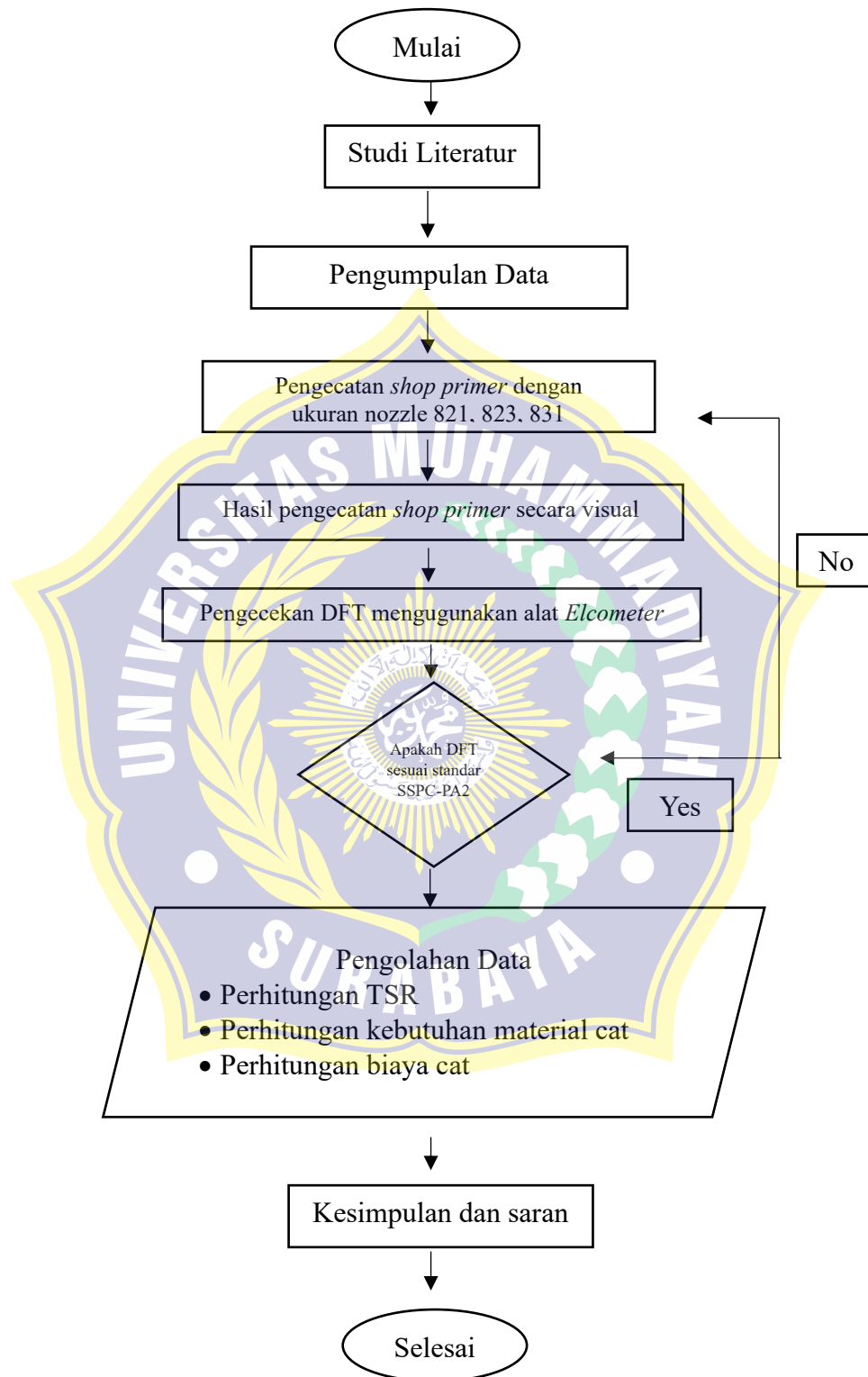
#### 3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran *nozzle* terhadap ketebalan lapisan cat kering atau *Dry Film Thickness* (DFT) pada proses pengecatan dengan metode *airless spray*. Pendekatan eksperimen digunakan untuk mengontrol variabel-variabel yang mempengaruhi hasil pengecatan sehingga diperoleh data yang objektif dan terukur (Sugiyono, 2017).

Pendekatan eksperimen digunakan agar peneliti dapat mengontrol variabel-variabel lain yang berpotensi memengaruhi hasil pengecatan, seperti tekanan pompa, jenis cat, jarak penyemprotan, sudut penyemprotan, serta kondisi lingkungan pengecatan. Dengan demikian, pengaruh yang diamati benar-benar berasal dari perbedaan ukuran *nozzle* yang digunakan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan data yang objektif, terukur, dan dapat dianalisis secara statistik, sehingga kesimpulan yang diperoleh lebih akurat serta dapat dijadikan dasar pertimbangan dalam menentukan parameter pengecatan yang tepat. Menurut Sugiyono (2017), penelitian eksperimen kuantitatif merupakan metode penelitian yang paling tepat digunakan ketika peneliti ingin mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dengan kondisi penelitian yang terkontrol.

### 3.2 Flow Chart



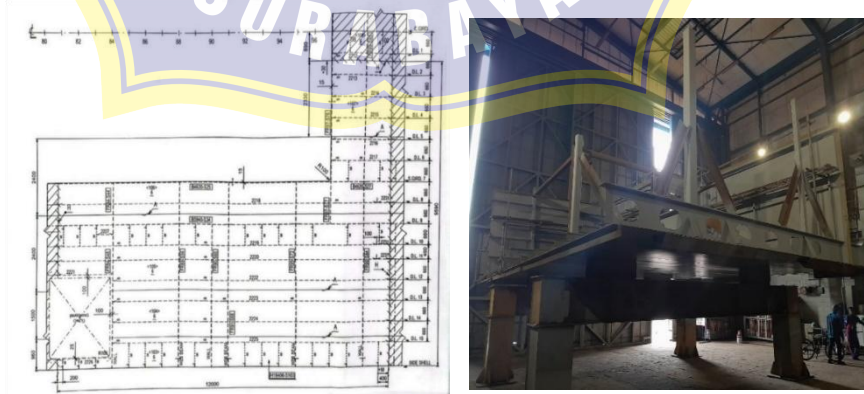
### 3.3 Studi Literatur

Pada tahap mencari studi literatur, terdapat beberapa proses pembagian poin-poin permasalahan yang berkenaan dengan topik yang diambil pada penelitian ini. Beberapa sumber literatur juga perlu disesuaikan dengan topik karena akan digunakan sebagai acuan dasar teori dalam penelitian ini. Mengacu dari beberapa jurnal, *book* dan tugas akhir yang sesuai dengan pokok permasalahan yang diambil dalam pengerjaan tugas akhir ini mengenai pengertian cat, pengertian pengecatan, jenis-jenis pengecatan, cacat-cacat pengecatan, katalog cat, korosi, penyebab korosi secara teori serta melakukan wawancara tentang ketebalan lapisan pengecatan pada bagian divisi QA/QC *painting*.

### 3.4 Studi Lapangan

Studi lapangan mencakup tentang identifikasi permasalahan-permasalahan dan penelusuran data-data yang berkaitan dengan *nozzle painting*, *auto Blasting* serta wawancara di lapangan dengan Kepala Bengkel *Painting*, *Quality Control Painting*, para pekerja mengenai pengecatan *shop primer*, media pengecatan *shop primer*, ketebalan lapisan pengecatan sesuai dengan standar pada saat melaksanakan kegiatan *on the job training* di PT. X.

Penempatan *Block Kapal*



Gambar 3. 1 konstruksi deck 4  
Sumber : Gambar konstruksi & Block dari PT.X

Berikut adalah gambar *block* kapal X pada bagian Deck 4. Pada salah satu blok kapal yang sedang dianalisis, penulis mengambil sampel plat dengan dengan luasan area 16,7243 m<sup>2</sup>. *Block* kapal X memiliki luas area **83,2581** m<sup>2</sup>. Pengambilan sampel plat berdasarkan perhitungan kekuatan konstruksi yang merujuk sesuai dengan gambar 4.1 tersebut. Perhitungan kekuatan konstruksi sesuai dengan standar industri galangan kapal dan regulasi *class* tetap menjadi dasar juga. Dengan dimensi 5 mm x 1829 mm x 9144 mm, diperoleh total luasan permukaan sebesar 16,7243 m<sup>2</sup>. Sampel ini dapat dianggap mewakili karena material plat yang digunakan adalah material yang sama (Baja Grade AH) yang akan digunakan pada *block* kapal tersebut.

### 3.5 Langkah-langkah Pengecatan *Shop Primer*

1. Plat diletakkan di atas konveyor yang bergerak maju dengan kecepatan konstan dan teratur.



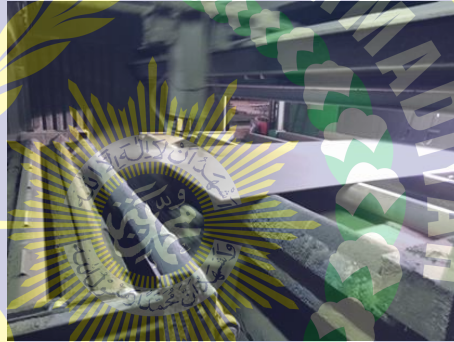
Gambar 3. 2 Plat diletakkan di atas konveyor  
Sumber: Dokumentasi Pribadi penulis,2025

2. Kemudian nyalakan *airless spray*.



Gambar 3. 3 airless spray dinyalakan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi penulis,2025

3. Sensor di awal mendeteksi plat dan secara otomatis memulai proses penyemprotan.



Gambar 3. 4 sensor di awal mendeteksi plat  
Sumber: Dokumentasi Pribadi penulis,2025

4. *Nozzle* menyemprotkan cat *airless*



Gambar 3. 5 *nozzle* menyemprotkan cat *airless*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi penulis,2025

5. *Nozzle* bergerak melintang (kanan-kiri) secara berulang, sementara plat bergerak lurus ke depan, untuk memastikan seluruh permukaan terlapsi.



Gambar 3. 6 *nozzle* bergerak melintang (kanan-kiri) secara berulang, sementara plat bergerak lurus ke depan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi penulis, 2025

#### 6. Proses Aplikasi *Shop Primer*

Aplikasi *shop primer* dilakukan di dalam *spray booth* menggunakan metode *airless spray* dengan parameter (Hempel Product Data Sheet, 2021).

- Dry Film Thickness* (DFT): 15–25  $\mu\text{m}$ .
- Suhu permukaan pelat minimal 3°C di atas dew point.
- Suhu lingkungan 10–50°C.
- Kelembapan udara maksimal 85%.

Jenis *shop primer* yang digunakan:

Tabel 3. 1 Jenis *Shop Primer* yang Umum digunakan

Produk	Tipe Cat	Warna
B-02	Zinc Rich Primer	Abu-abu
A-01	Cat zinc silicate	Abu-abu
C-03	zinc ethyl silicate	Abu-abu

#### 7. Pemilihan Produk Cat

Cat B-02 merupakan *shop primer* dua komponen berbasis *zinc ethyl silicate* yang mengering melalui proses kelembapan udara (*moisture curing*). Produk ini dirancang untuk mendukung kecepatan produksi yang

tinggi, khususnya pada proses pemotongan dan pengelasan, serta memberikan perlindungan awal terhadap korosi pada material baja.

Cat ini tersedia dalam beberapa varian warna, salah satunya adalah abu-abu (*grey*). Aplikasi umumnya dilakukan menggunakan metode *airless spray* maupun *conventional spray*, sedangkan penggunaan kuas hanya diperuntukkan bagi pekerjaan perbaikan (*touch-up*). Produk ini telah memperoleh sertifikasi internasional seperti PSPC (*Performance Standard for Protective Coatings*) untuk *Water Ballast Tank* dan *Crude Oil Tank*, serta diakui oleh berbagai badan klasifikasi termasuk DNV, RMSR, dan *Lloyd's Register*, sesuai dengan regulasi IMO MSC 215(82) dan ISO 17652-2.

*A-01* merupakan salah satu jenis *shop primer* berbasis *zinc silicate* dua komponen yang banyak digunakan di galangan kapal dan industri sejenis. Cat ini dirancang untuk diaplikasikan pada baja yang telah dibersihkan dengan standar kebersihan tinggi, seperti Sa 2½ (ISO 8501-1:2007) atau SSPC-SP10, dengan metode penyemprotan otomatis di area pra-konstruksi. *A-01* memiliki keunggulan berupa ketahanan korosi yang baik, kompatibilitas dengan proses pengelasan, serta pengakuan dari berbagai badan klasifikasi internasional seperti *Lloyd's Register*, DNV, ABS, GL, dan KR (AkzoNobel, 2015).

*C-03* merupakan cat dasar sementara (*shop primer*) berbasis *zinc ethyl silicate* dua komponen yang dirancang khusus untuk memberikan perlindungan awal terhadap baja karbon selama tahapan penyimpanan, penanganan, dan proses fabrikasi. Produk ini diaplikasikan pada permukaan baja yang telah dipersiapkan melalui proses abrasive blasting hingga tingkat kebersihan tertentu, sehingga mampu memberikan daya lekat yang optimal dan perlindungan terhadap korosi atmosferik.

Produk ini bekerja berdasarkan mekanisme perlindungan katodik, di mana kandungan seng dengan kemurnian tinggi berfungsi sebagai anoda korban (*sacrificial anode*) yang melindungi baja dari reaksi oksidasi. Dengan mekanisme tersebut, *C-03* mampu menekan laju korosi pada

permukaan baja meskipun diaplikasikan pada ketebalan lapisan yang relatif tipis.

Tabel 3. 2 *Technical Data Sheet* A-01, B-02 & C-03

Spesifikasi	A-01	B-02	C-03
Colour	Grey	Grey	Grey
Typical Film Thickness	15 Microns dry (54 microns wet)	15 - 20 $\mu$ m	15 microns
Theoretical Cover	18.67 m <sup>2</sup> /litre at 15 microns dft, allow appropriate loss factors	18.7 – 14 m <sup>2</sup> /l	18.7 m <sup>2</sup> /l [749.9 sq.ft./US gallon] – 15 micron/0.6 mils

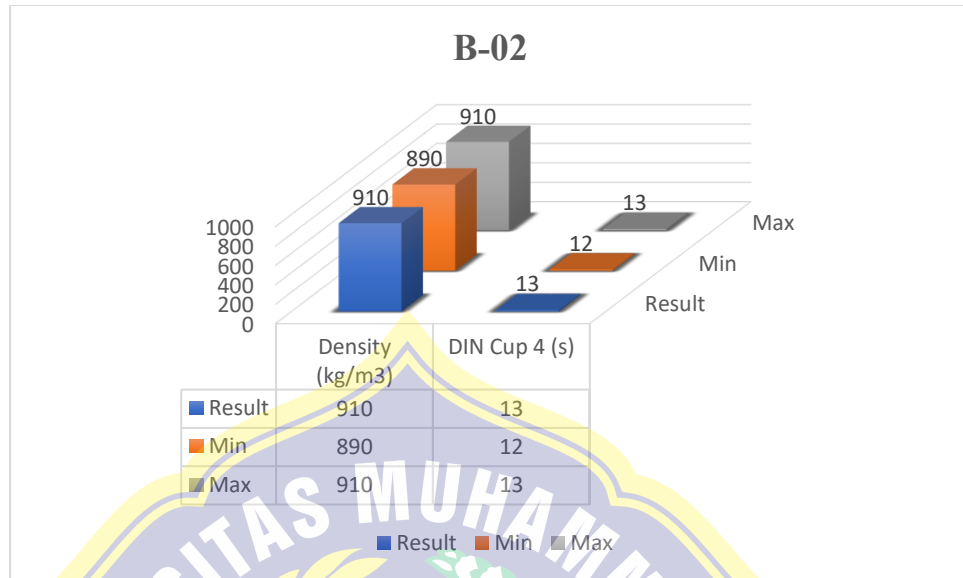
### 3.6 Viskositas Cat B-02

Tabel 3. 3 Hasil Viskositas Cat B-02

Product:	B-02		
Colour:	Grey		
Production Date:	24-Apr-25		
Batch No:	3895927-1-*-1		
Product Code:	0ESCPA		
Test	Result	Min - Max	
DENSITY-PYKNOMETER/ISO 2811-1	910 kg/m <sup>3</sup>	890 - 910 kg/m <sup>3</sup>	
DIN CUP 4	11s	12 - 13s	

Tabel 3.3 tersebut menunjukkan hasil pengujian karakteristik fisik dan waktu reaksi dari suatu material cat *anorganik zinc silikat*, yang dibandingkan dengan batas spesifikasi minimum dan maksimum yang dipersyaratkan.

Tabel 3. 4 Grafik Perbandingan Hasil Viskositas Cat B-02



### 3.6.1 Densitas (*Density – Pyknometer / ISO 2811-1*)

Pengujian densitas dilakukan menggunakan metode piknometer sesuai standar ISO 2811-1. Hasil pengujian menunjukkan nilai densitas sebesar 910 kg/m<sup>3</sup>, yang berada pada rentang spesifikasi 890–910 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa densitas material cat masih memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dan sesuai dengan standar mutu produk.

### 3.6.2 Waktu Alir (*Viscosity – DIN Cup 4*)

Pengujian viskositas dilakukan menggunakan DIN Cup 4, dengan hasil waktu alir sebesar 13 detik. Nilai tersebut berada dalam rentang spesifikasi yang dipersyaratkan, yaitu 12–13 detik. Dengan demikian, viskositas cat dinyatakan sesuai, sehingga dapat mendukung kemudahan aplikasi serta menghasilkan ketebalan lapisan yang seragam.

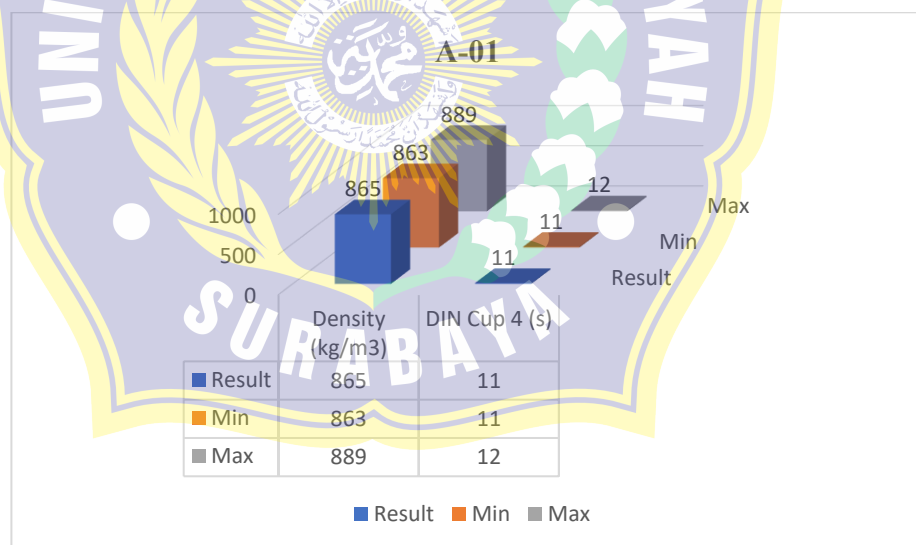
### 3.7 Viskositas Cat A-01

Tabel 3. 5 Hasil Viskositas Cat A-01

Product:	A-01	
Colour:	GREY	
Production Date:	25.06.2025	
Batch No:	3265170067	
Product Code:	5348316	
Test	Result	Min - Max
DENSITY-PYKNOMETER/ISO 2811-1	865	863 – 889 kg/m <sup>3</sup>
DIN CUP 4	12s	11-12 s

Tabel 3.5 tersebut menunjukkan hasil pengujian karakteristik fisik dan waktu reaksi dari suatu material cat *anorganik zinc silikat*, yang dibandingkan dengan batas spesifikasi minimum dan maksimum yang dipersyaratkan.

Tabel 3. 6 Tabel Grafik Perbandingan Hasil Viskositas Cat A-01



#### 3.7.1 Densitas (*Density – Pyknometer / ISO 2811-1*)

Pengujian densitas dilakukan menggunakan metode piknometer sesuai standar ISO 2811-1. Hasil pengujian menunjukkan nilai densitas sebesar 865 kg/m<sup>3</sup>, yang berada pada rentang spesifikasi 863 – 889 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa densitas material cat masih memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dan sesuai dengan standar mutu produk.

### 3.7.2 Waktu Alir (*Viscosity* – DIN Cup 4)

Pengujian viskositas dilakukan menggunakan DIN Cup 4, dengan hasil waktu alir sebesar 11 detik. Nilai tersebut berada dalam rentang spesifikasi yang dipersyaratkan, yaitu 11–12 detik. Dengan demikian, viskositas cat dinyatakan sesuai, sehingga dapat mendukung kemudahan aplikasi serta menghasilkan ketebalan lapisan yang seragam.

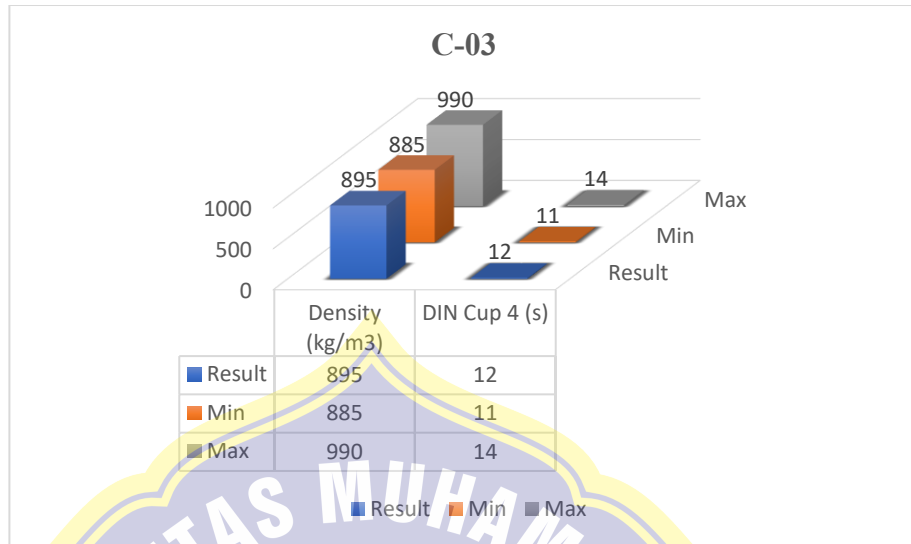
### 3.8 Viskositas Cat C-03

Tabel 3. 7 Hasil Viskositas Cat C-03

Product:	Hempel's Shopprimer ZS 15890	
Colour:	Grey	
Production Date:	19-MEI-25	
Batch No:	38745327	
Product Code:	-	
Test	Result	Min - Max
DENSITY-PYKNOMETER/ISO 2811-1	895 kg/m <sup>3</sup>	885 - 990 kg/m <sup>3</sup>
DIN CUP 4	13s	11 - 14 s

Tabel 3.7 tersebut menunjukkan hasil pengujian karakteristik fisik dan waktu reaksi dari suatu material cat anorganik zinc silikat, yang dibandingkan dengan batas spesifikasi minimum dan maksimum yang dipersyaratkan.

Tabel 3. 8 Tabel Grafik Perbandingan Hasil Viskositas Cat C-03



### 3.8.1 Densitas (*Density – Pyknometer / ISO 2811-1*)

Pengujian densitas dilakukan menggunakan metode piknometer sesuai standar ISO 2811-1. Hasil pengujian menunjukkan nilai densitas sebesar 895 kg/m<sup>3</sup>, yang berada pada rentang spesifikasi 885–990 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa densitas material cat masih memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dan sesuai dengan standar mutu produk.

### 3.8.2 Waktu Alir (*Viscosity – DIN Cup 4*)

Pengujian viskositas dilakukan menggunakan DIN Cup 4, dengan hasil waktu alir sebesar 12 detik. Nilai tersebut berada dalam rentang spesifikasi yang dipersyaratkan, yaitu 11–14 detik. Dengan demikian, viskositas cat dinyatakan sesuai, sehingga dapat mendukung kemudahan aplikasi serta menghasilkan ketebalan lapisan yang seragam.

## 3.9 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tentang data-data yang digunakan untuk mempermudah dalam pengerjaan tugas akhir ini. Adapun data-data yang dibutuhkan untuk mengerjakan tugas akhir ini antara lain, ukuran dimensi material pelat dengan ukuran 5 mm x 1829 mm x 9144 mm, data katalog cat

menggunakan cat A-01, ukuran *nozzle painting* yang digunakan yaitu *nozzle* dengan ukuran 821, 823, 831 dengan *spec nozzle* Graco.

Pengecatan *shop primer* menggunakan *auto Blasting*.

Tabel 3. 9 Ukuran *Nozzle*

No.	Nozzle	Lebar Kipas Semprot (inch)	Diameter Orifice (inch)
1	821	16	0,021
2	823	16	0,023
3	831	16	0,031

### 3.10 Pengecekan DFT

Setelah dilakukan pengecatan *shop primer* maka selanjutnya pengecekan DFT menggunakan alat yaitu *Elcometer 456 Coating Thickness Gauge*. Standar acuan yang digunakan adalah dengan standar SSPC PA-2, dengan ketentuan luas permukaan dibawah 30 m<sup>2</sup> yang didapatkan dari ukuran dimensi plat yaitu 5 mm x 1829 mm x 9144 mm, maka pengecekan DFT akan diukur 1 x 10 m<sup>2</sup> dengan pengambilan 5 *spot reading*. Toleransi pengecekan DFT di dalam standar SSPC PA-2 adalah 80 % dari DFT *spec*. Jika DFT tidak sesuai dengan standar SSPC PA-2 akan dikembalikan atau di cat kembali pada proses pengecatan *shop primer*.

### 3.11 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di *Workshop* Pengecatan PT PAL Indonesia, Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas pengecatan industri yang mendukung penggunaan metode *airless spray* dengan kontrol kualitas sesuai standar.

Tabel 3. 10 *Timeline* Penelitian

No	Kegiatan	Sep-25				Okt-25				Nov-25				Dec-25			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan Awal	■	■														
2	Persiapan Material & Alat			■	■	■											
3	Pengendalian Variabel Eksperimen			■	■	■											
4	Pelaksanaan Eksperimen					■	■	■	■	■							
5	Pengolahan Data									■	■	■					
6	Pembahasan & Kesimpulan											■	■	■			
7	Penyusunan Laporan													■	■	■	■

### 3.12 Validitas Penelitian

Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode kuantitatif dalam pengumpulan data. Pada metode tersebut, penulis melakukan pengujian secara langsung di lapangan. Untuk mengukur ketebalan lapisan cat kering atau *Dry Film Thickness* (DFT). Proses ini tidak dilakukan secara acak, melainkan mengacu pada dua standar industri yang telah diakui untuk menjamin keakuratan dan keabsahan hasil. Pertama, kriteria ketebalan yang menjadi target pengukuran didasarkan pada spesifikasi produk cat yang digunakan, yaitu A-01 dan B-02 yang mensyaratkan ketebalan kering minimal sebesar 15 mikron. Kedua, metodologi untuk melakukan pengukuran DFT itu sendiri mengikuti prosedur yang diatur dalam standar SSPC-PA 2. Dengan menggunakan spesifikasi produk sebagai tolak ukur keberhasilan dan SSPC-PA 2 sebagai panduan metode pengukuran yang sistematis, data DFT yang diperoleh menjadi valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis karena didasarkan pada prosedur dan

kriteria yang objektif serta diakui secara profesional. Sehingga penelitian tugas akhir ini dianggap valid.

