

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang bersifat kuantitatif. Mengacu pada SNI 0096:2007 yang berkaitan dengan pengujian rembesan air, SNI-1996 yang berkaitan dengan pengujian daya serap air, SNI 3564:2014 yang berkaitan dengan pengujian berat jenis dan pengujian waktu mengering, SNI 03 - 6861.1 – 2002 berkaitan dengan pengujian daya sebar. Pengujian adhesi sesuai dengan ASTM D3359-02 tahun 2004. Tabel 2.1 merupakan perbandingan sampel serbuk kaca dan serbuk cangkang kerang hijau dengan cat.

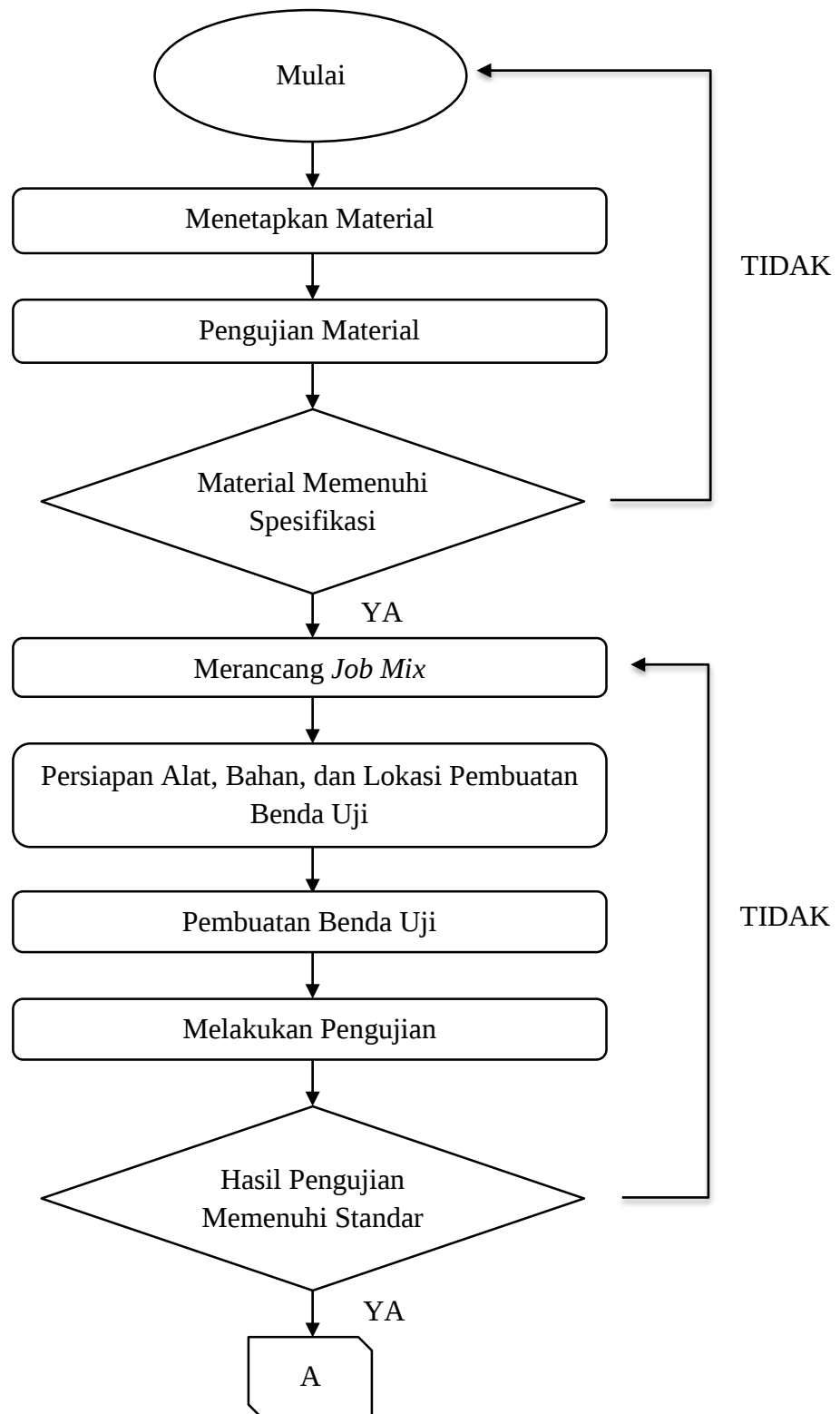
Tabel 3.1 *Job Mix Design* Penelitian

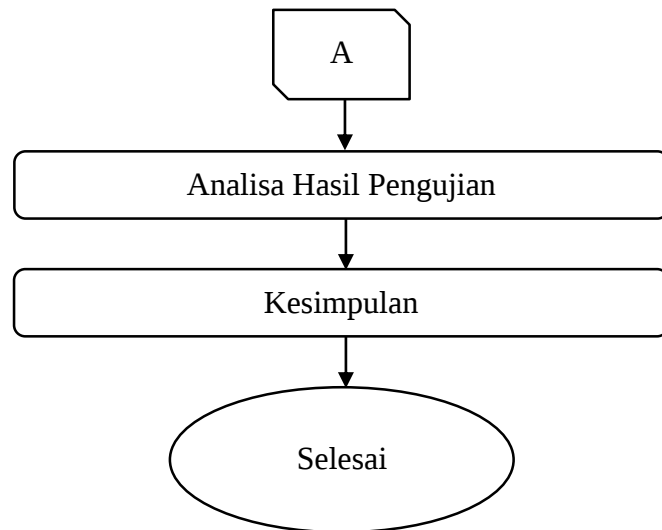
	Variasi Cat A	Variasi Cat B	Variasi Cat C	Variasi Cat D	Variasi Cat E
Penambahan Serbuk Kaca Bening	10%	15%	20%	10%	20%
Substitusi Parsial Serbuk Cangkang Kerang Hijau	5%	7,5%	10%	10%	5%

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini $\pm$ 1 bulan. Penelitian untuk pembuatan cat *waterproofing* dan pengujian ini dilakukan di laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

3.3. Diagram Alir Penelitian





3.4. Pengujian Karakteristik Material

3.4.1 Berat Jenis CaCO_3

Pada pengujian berat jenis CaCO_3 didapatkan dari referensi jurnal terdahulu. Pengujian yang dilakukan oleh (Megawati *et al.*, 2019) menghasilkan berat jenis batu kapur 2,6 – 2,8 gram/cm^3 . Tahapan pengujian berat jenis dari CaCO_3 yaitu sebagai berikut:

- 1) Menimbang picnometer pada timbangan dan mencatat dalam tabel.



Gambar 3.1 Menimbang Picnometer pada Timbangan

- 2) Menuang *aquades* pada picnometer hingga penuh dan menutup picnometer.
- 3) Menimbang berat picnometer yang berisi *aquades* dan mencatat dalam tabel.



Gambar 3.2 Menimbang Berat Picnometer

- 4) Mengukur suhu *aquades* dalam picnometer.



Gambar 3.3 Mengukur Suhu Picnometer yang Berisi *Aquades*

- 5) Membaca suhu pada termometer setelah didiamkan beberapa saat, lalu mencatat dalam tabel.
- 6) Membuang isi picnometer dan memasukkan CaCO_3 didalamnya sebanyak 30-40 gram.
- 7) Melakukan penimbangan berat picnometer yang telah berisi CaCO_3 dan mencatat hasil.
- 8) Menuang *aquades* ke dalam picnometer hingga setengah penuh.



Gambar 3.4 Mengisi Picnometer dengan CaCO_3 dan *Aquades*

- 9) Mengocok picnometer hingga berbuih.



Gambar 3.5 Mengocok Picnometer

- 10) Menuang *aquades* hingga penuh ke picnometer dan menutupnya.
- 11) Melakukan penimbangan picnometer yang berisi CaCO_3 dan membaca hasil timbangan.



Gambar 3.6 Menimbang Picnometer

- 12) Mengukur suhu picnometer menggunakan termometer.



Gambar 3.7 Mengukur Suhu Picnometer

- 13) Mencatat suhu yang didapat dari tabel perhitungan.

3.4.2 Berat Jenis Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Pada penelitian ini, untuk mengetahui berat jenis dari cangkang kerang

hijau maka dilakukan pengujian berat jenis. Berikut langkah-langkah pengujian berat jenis dari serbuk cangkang kerang hijau diantaranya:

- 1) Melakukan penimbangan picnometer dan mencatat dalam tabel.



Gambar 3.8 Menimbang Picnometer

- 2) Menuang *aquades* pada picnometer hingga penuh dan menutup picnometer.
- 3) Melakukan penimbangan berat picnometer yang berisi *aquades*.



Gambar 3.9 Menimbang Picnometer yang Berisi *Aquades*

- 4) Melakukan pengukuran suhu *aquades* yang ada di dalam picnometer.



Gambar 3.10 Mengukur Suhu *Aquades*

- 5) Membaca suhu pada termometer setelah mendiamkan beberapa saat, lalu mencatat hasil dalam tabel.

- 6) Membuang isi picnometer dan menuangkan sampel serbuk cangkang kerang hijau didalamnya sebanyak 30-40 gram.
- 7) Melakukan penimbangan berat picnometer yang telah berisi serbuk cangkang kerang hijau.



Gambar 3.11 Menimbang Picnometer yang Berisi Sampel

- 8) Mengisi picnometer dengan *aquades* hingga setengah penuh.
- 9) Mengocok picnometer hingga berbuih.



Gambar 3.12 Mengocok Picnometer

- 10) Menuangkan *aquades* ke picnometer hingga penuh dan menutupnya.
- 11) Melakukan penimbangan picnometer yang berisi serbuk cangkang kerang hijau dan membaca hasil timbangan.



Gambar 3.13 Menimbang Picnometer yang Berisi Sampel dan *Aquades*

- 12) Melakukan pengukuran suhu picnometer menggunakan termometer.



Gambar 3.14 Mengukur Suhu Picnometer

- 13) Mencatat suhu yang didapat dari tabel perhitungan.

3.5. Pengolahan Limbah

3.5.1 Pengolahan Limbah Kaca Bening

- 1) Menyiapkan limbah kaca bening untuk digunakan dalam penelitian.



Gambar 3.15 Menyiapkan Limbah Kaca Bening

- 2) Membersihkan limbah kaca bening dari kotoran maupun benda asing.
- 3) Menghancurkan limbah kaca bening sampai halus dengan memakai alat penumbuk.



Gambar 3.16 Menumbuk Limbah Kaca Bening

- 4) Menyaring limbah kaca bening yang telah halus memakai saringan nomor 200.



Gambar 3.17 Menyaring Limbah Kaca Bening

- 5) Memindahkan serbuk kaca bening yang telah disaring ke cawan untuk melakukan penimbangan.



Gambar 3.18 Menimbang Serbuk Kaca Bening

3.5.2 Pengolahan Limbah Cangkang Kerang Hijau

- 1) Menyiapkan limbah cangkang kerang hijau yang akan digunakan untuk penelitian ini.



Gambar 3.19 Menyiapkan Limbah Cangkang Kerang Hijau

- 2) Membersihkan cangkang kerang hijau dari kotoran dan benda asing yang menempel.



Gambar 3.20 Membersihkan Limbah Cangkang Kerang Hijau

- 3) Memecahkan cangkang kerang hijau menjadi kepingan kecil.



Gambar 3.21 Memecahkan Cangkang Kerang Hijau

- 4) Melakukan pemanggangan pada cangkang kerang hijau yang telah menjadi kepingan kecil menggunakan oven dengan suhu 140° dalam waktu 50 menit.



Gambar 3.22 Kepingan Cangkang Kerang Hijau di Oven

- 5) Melakukan penumbukan cangkang kerang hijau yang telah dioven sampai halus.



Gambar 3.23 Menumbuk Cangkang Kerang Hijau

- 6) Melakukan penyaringan menggunakan saringan nomor 200 dan melakukan penimbangan.



Gambar 3.24 Serbuk Cangkang Kerang Hijau yang Sudah Disaring

3.6. Bahan Penelitian

Pada penelitian ini untuk takaran pembuatan dari cat *waterproofing* dibuat per 1 liter. Bahan baku dan komposisi dalam membuat cat sebagai berikut:

Tabel 3.2 Komposisi Pembuatan Cat

No	Komposisi	Berat (g)	Fungsi
1	Air	350,00	Pelarut
2	Natrosol	5,00	Pengental
3	Larutan NaOH	0,10	Pengatur pH
4	<i>Wetting Agent</i> (Tipol)	2,50	Zat Pembasah
5	<i>Defoamer</i>	40,00	Anti Busa
6	TiO ₂	40,00	Pewarna Putih
7	Kaolin	20,00	Bahan Pengisi
8	CaCO ₃	439,90	Bahan Pengisi
9	Binder (<i>Styrene Acrylic</i>)	80,00	Bahan Pengikat
10	<i>Preservative (Ecocide)</i>	2,50	Bahan Anti Lumut
11	<i>Co-Solvent (Ethylene glycol)</i>	5,00	Memperbaiki Sifat Cat
12	<i>Coalescing Agent (Texanol)</i>	5,00	Meningkatkan Sifat Tampilan Cat
13	Disloid	10,00	Mencegah Pengendapan
14	Serbuk Kaca Bening	Sesuai <i>JobMix</i>	Anti Air
15	Serbuk Cangkang Kerang Hijau	Sesuai <i>JobMix</i>	Bahan Pengisi

Sumber: Penelitian Terdahulu (Deni dan Fajar, 2014)

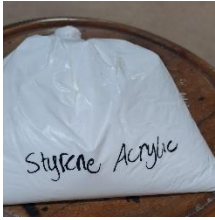
Pada penelitian ini menggunakan bahan baku sebagai berikut:

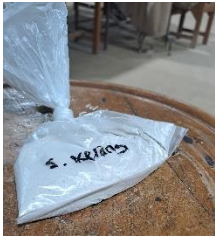
Tabel 3.3 Dokumentasi Bahan Baku

No	Bahan Baku	Gambar
1	Air	

No	Bahan Baku	Gambar
2	Gondorukem	
3	Lilin	
4	Aquades	
5	Natrosol	
6	Larutan NaOH	

No	Bahan Baku	Gambar
7	<i>Wetting Agent (Tipol)</i>	
8	<i>Defoamer (Anti-Foam/Nofoam)</i>	
9	TiO ₂	
10	<i>Kaolin</i>	
11	CaCO ₃	

No	Bahan Baku	Gambar
12	<i>Styrene Acrylic (Binder)</i>	
13	<i>Preservative (Ecocide)</i>	
14	<i>Co-Solvent (Ethylene glycol)</i>	
15	<i>Coalescing Agent (Texanol)</i>	
16	<i>Dispersing Agent (Disloid)</i>	

No	Bahan Baku	Gambar
17	Serbuk Kaca Bening	
18	Serbuk Cangkang Kerang Hijau	

3.7. Alat Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut:

Tabel 3.4 Dokumentasi Alat Penelitian

No	Alat Penelitian	Gambar
1	Ember	
2	Cawan	

No	Alat Penelitian	Gambar
3	Toples	
4	Botol Plastik	
5	Gelas Plastik	
6	Plastik Kiloan	

No	Alat Penelitian	Gambar
7	Gelas Ukur	
8	Picnometer	
9	Timbangan Digital	
10	Neraca Ohaus	
11	Termometer	

No	Alat Penelitian	Gambar
12	Oven	
13	Alat Penumbuk	
14	<i>Test Sieve Ayakan (Mesh)</i>	
15	<i>Sieve Shaker</i>	
16	Kuas Cat Tembok	

No	Alat Penelitian	Gambar
17	Alat Pengaduk Cat	
18	Bor	
19	Palu	
20	Penggaris	
21	Spidol Permanen	

No	Alat Penelitian	Gambar
22	<i>Scraper</i>	
23	<i>Cutter</i>	
24	Solatip	
25	Panci	
26	Kompor	

No	Alat Penelitian	Gambar
27	Sendok	
28	Genteng	
29	<i>Paving Block</i>	
30	Papan Kalsi	

3.8. Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini untuk membuat 5 benda uji disetiap variasi menggunakan perhitungan *job mix design* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.5 *Job Mix Design*

Variasi	Cat (gr)	Serbuk Kaca Bening		CaCO ₃	Serbuk Cangkang Kerang Hijau	
		%	gram		%	gram
A	1000	10	100	417,9	5	22
B	1000	15	150	406,9	7,5	33
C	1000	20	200	395,9	10	44
D	1000	10	100	395,9	10	44
E	1000	20	200	417,9	5	22

Langkah-langkah dalam membuat cat *waterproofing* dengan komposisi pada Tabel 3.5 adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan semua bahan dan menimbang setiap bahan sesuai dengan komposisi.



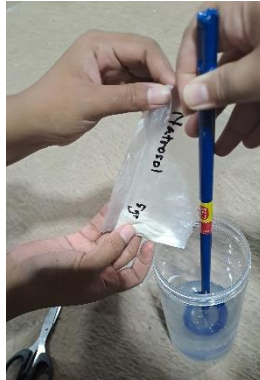
Gambar 3.25 Menyiapkan Bahan-Bahan Cat

- 2) Memasukkan air ke dalam toples, agar tidak terjadi cipratan yang berlebih saat pengadukan pastikan alat pengaduk cat terendam dengan sempurna.



Gambar 3.26 Persiapan Air

- 3) Memulai untuk mengaduk dan memasukkan serbuk pengental (natrosol) secara perlahan sambil terus diaduk, setelah itu menambahkan larutan NaOH (pH *adjuster*). Mengaduk selama 3-5 menit sampai larutan mengembang.



Gambar 3.27 Memasukkan Natrosol



Gambar 3.28 Memasukkan NaOH

- 4) Memasukkan *dispersing agent* (disloid) dan menambahkan *wetting agent* (tipol) sambil terus mengaduk. Memasukkan *defoamer* (*nofoam*) disertai dengan melakukan pengadukan secara berkelanjutan selama 2-3 menit.



Gambar 3.29 Memasukkan Disloid



Gambar 3.30 Memasukkan Tipol

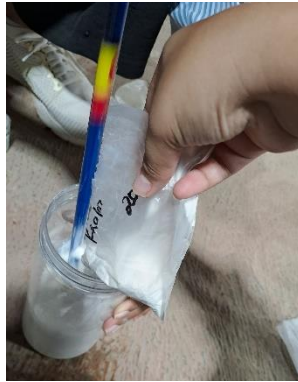


Gambar 3.31 Memasukkan *Defoamer*

- 5) Memasukkan TiO_2 dan *kaolin* secara perlahan disertai dengan mengaduk terus, kemudian memasukkan *filler* (CaCO_3) dan disusul memasukkan serbuk cangkang kerang hijau.



Gambar 3.32 Memasukkan TiO_2



Gambar 3.33 Memasukkan *Kaolin*



Gambar 3.34 Memasukkan CaCO_3



Gambar 3.35 Memasukkan Serbuk Cangkang Kerang Hijau

- 6) Membersihkan dinding toples dari pigment yang menempel menggunakan *scraper*, kemudian mengaduk cat ± 15 menit.
- 7) Memasukkan binder dan *preservative* dengan bertahap dan disertai mengaduk.

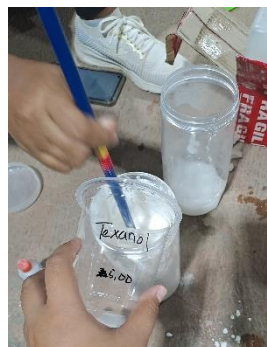


Gambar 3.36 Memasukkan Binder

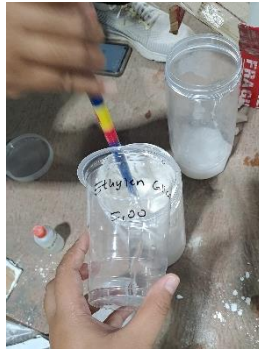


Gambar 3.37 Memasukkan *Ecocide*

- 8) Memasukkan *Coalescing Agent* (Texanol) dan *Co-Solvent* (*Ethylene Glycol*) secara bertahap disertai mengaduk terus-menerus hingga homogen selama $\pm$ 5 menit.



Gambar 3.38 Memasukkan Texanol



Gambar 3.39 Memasukkan *Ethylene Glycol*

- 9) Mencampurkan serbuk kaca bening ke dalam wadah cat yang telah dibagi sesuai dengan persentase masing-masing.



Gambar 3.40 Memasukkan Serbuk Kaca Bening

- 10) Proses pencampuran serbuk kaca bening agar tercampur secara merata dan tidak terjadi endapan maka dilakukan secara perlahan.
- 11) Melakukan pengadukan menggunakan alat pengaduk hingga homogen.



Gambar 3.41 Mengaduk Seluruh Komponen Cat

- 12) Setelah cat *waterproofing* tercampur secara merata, cat *waterproofing* siap

dilakukan pengujian lebih lanjut.

3.9. Pengujian Cat

Pengujian cat dilakukan bertujuan untuk menilai kualitas cat *waterproofing* yang sudah dibuat memenuhi standar. Pengujian tersebut meliputi:

3.9.1 Pengujian Rembesan Air

Pengujian rembesan air merupakan pengujian kemampuan suatu bahan untuk mencegah penetrasi air. Pengujian rembesan air ini mengacu pada SNI 0096:2007. Pengujian rembesan air ini menggunakan genteng. Tahapan dalam melakukan uji rembesan air dilakukan pada genteng adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan gelas plastik, lilin, gondorukem, air, penggaris dan genteng (genteng Jatiwangi dan genteng Sokka) untuk pengujian rembesan air.



Gambar 3.42 Menyiapkan Alat dan Bahan Pengujian

- 2) Menyiapkan benda uji dan meletakkan gelas plastik di atas genteng yang diberi lelehan lilin disekitarnya. Sebelumnya, lilin dan gondorukem telah dipanaskan menggunakan panci hingga meleleh dan tercampur menjadi satu.



Gambar 3.43 Memberikan Lilin Disekitar Gelas Plastik

- 3) Menuangkan air hingga ketinggian 5 cm menggunakan penggaris.



Gambar 3.44 Menuangkan Air

- 4) Mendingkan selama 1 hari dan mengukur kembali ketinggian air.



Gambar 3.45 Mendingkan Selama 24 Jam

3.9.2 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air memiliki tujuan untuk mengetahui tingkatan *waterproofing* pada setiap variasi cat *waterproofing* yang telah dibuat. Pengujian ini sesuai dengan SNI-1996. Pengujian daya serap air ini menggunakan *paving block*. Tahapan dalam melakukan pengujian daya serap air adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan peralatan seperti timbangan digital, *paving block*, ember.



Gambar 3.46 Menyiapkan Peralatan

- 2) Melakukan penimbangan *paving block* sebelum diberi cat.



Gambar 3.47 Menimbang *Paving Block*

- 3) Melakukan pengecatan pada seluruh area *paving block* dan tunggu hingga kering.



Gambar 3.48 Mengecat *Paving Block*

- 4) Menimbang ulang *paving block* yang sudah mengering menggunakan timbangan digital.



Gambar 3.49 Menimbang *Paving Block*

- 5) Memasukkan *paving block* yang sudah dicat ke dalam oven dan melakukan pemanggangan selama 24 jam.



Gambar 3.50 Memasukkan *Paving Block* ke Oven

- 6) Menimbang ulang *paving block* yang telah dipanggang dan mencatat hasilnya.



Gambar 3.51 Menimbang *Paving Block*

- 7) Memasukkan *paving block* yang telah dioven ke dalam air untuk dilakukan perendaman selama 1 hari.



Gambar 3.52 Merendam *Paving Block*

- 8) Setelah itu dilakukan penimbangan kembali setelah direndam selama 1 hari.



Gambar 3.53 Menimbang *Paving Block*

- 9) Menghitung daya serap air dengan cara selisih penimbangan dibagi berat uji perendaman.

3.9.3 Pengujian Berat Jenis

Uji berat jenis adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui berat jenis pada cat. Pengujian ini menggunakan toples yang telah diukur volumenya dan untuk mengetahui berat sampel dilakukan penimbangan dengan timbangan digital. Pedoman pengujian ini berdasarkan SNI No. 3564 tahun 2009. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengujian berat jenis, yaitu:

- 1) Mempersiapkan alat seperti penggaris, timbangan, kalkulator dan kuas.



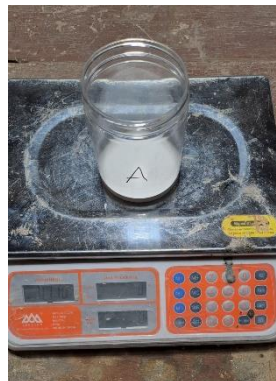
Gambar 3.54 Menyiapkan Peralatan Pengujian

- 2) Melakukan penimbangan berat toples kosong dan melakukan pengukuran dimensi toples terlebih dahulu.



Gambar 3.55 Menimbang Berat Toples Kosong

- 3) Melakukan penimbangan berat toples yang berisi cat.



Gambar 3.56 Menimbang Berat Toples yang Berisi Cat

- 4) Melakukan pengukuran tinggi toples yang berisi cat untuk mengetahui volumenya.



Gambar 3.57 Mengukur Tinggi Toples Berisi Cat

- 5) Berat jenis sampel cat didapatkan dari pembagian antara berat sampel cat dan volume wadah sampel.

- 6) Mencatat hasil dari berat jenis yang didapatkan.

3.9.4 Pengujian Daya Sebar

Pengujian daya sebar menggunakan pedoman SNI 03 - 6861.1 – 2002. Pengujian ini dilakukan untuk menguji cat per-gramnya mampu untuk menutupi atau menyebar dengan baik pada permukaan. Nilai minimal daya sebar sesuai SNI 03 - 6861.1 – 2002 adalah $4 \text{ m}^2/\ell$. Langkah dalam melakukan pengujian daya sebar sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan peralatan seperti papan kalsi, kuas, penggaris, kalkulator, dan timbangan.



Gambar 3.58 Menyiapkan Peralatan

- 2) Melakukan penimbangan pada kuas kering terlebih dahulu.



Gambar 3.59 Menimbang Kuas Kering

- 3) Mencelupkan kuas ke dalam cat dan melakukan penimbangan kembali pada kuas tersebut.



Gambar 3.60 Menimbang Kuas

- 4) Melakukan pengolesan kuas yang telah diberi sampel cat ke papan kalsi lalu melakukan penimbangan berat kuas setelah dilakukan pengolesan.



Gambar 3.61 Mengoleskan Kuas ke Papan Kalsi



Gambar 3.62 Menimbang Kuas

- 5) Mendapatkan hasil berat cat kuas basah cat dikurangi dengan kuas kering setelah dilakukan pengolesan ke papan Kalsi.
- 6) Melakukan pengukuran luas area pengecatan dan mencatat hasilnya.



Gambar 3.63 Mengukur Luas Area Pengecatan

3.9.5 Pengujian Waktu Mengering

Pengujian waktu mengering ini mengacu pada SNI No. 3564 Tahun 2014. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengoleskan sampel cat pada papan Kalsi, setelah itu dilakukan pengamatan dengan cara menyentuh cat setiap 1 menit untuk mengetahui waktu mengeringnya cat. Tahapan-tahapan dalam pengujian waktu mengering sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan alat seperti papan kalsi, kuas cat dan *stopwatch*.



Gambar 3.64 Menyiapkan Peralatan

- 2) Melakukan pengolesan variasi cat pada papan kalsi menggunakan kuas dengan cara mengusap ke kanan dan ke kiri sebanyak 1 lapis.
- 3) Menyalakan *stopwatch* untuk menghitung waktu mengeringnya.

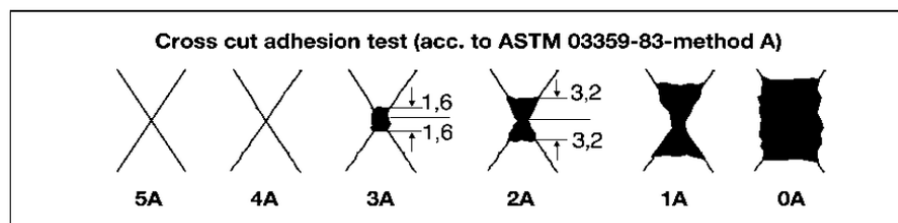


Gambar 3.65 Menyalakan *Stopwatch*

- 4) Menyentuh cat setiap 1 menit.
- 5) Mengamati dan mencatat hasilnya.

3.9.6 Pengujian Adhesi

Pengujian adhesi dilakukan untuk mengetahui banyaknya cat yang tetap dapat menempel pada tembok setelah didiamkan selama 7 hari. Pengujian ini memerlukan tembok sebagai media untuk mengoleskan sampel cat. Sesuai dengan standar ASTM D3359 hasil dari pengujian ini dinyatakan dalam 1A/2A/3A/4A/5A (*cross cut adhesion test*). Pengujian adhesi dilakukan pemotongan dengan pola “X” setelah 7 hari ditempelkan solatip lali ditarik dan dilihat tingkat pengelupasan cat tersebut. Berikut metode *Cross Cut Adhesion Test* ditunjukkan pada Gambar 3.66.



Gambar 3.66 *Cross Cut Adhesion Test*

Standar ASTM D3359 memiliki beberapa klasifikasi ketahanan adhesi, yang meliputi:

Tabel 3.6 Standar Klasifikasi Ketahanan Adhesi

Klasifikasi	Persentase Tertahan (%)
5A	0
4A	5
3A	5 - 15
2A	15 - 35
1A	35 - 65
0A	65 - 100

Sumber: *ASTM D3359*

Pengujian adhesi dengan menggunakan metode *x-cut test* memiliki tahapan sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat-alat yaitu solatip, *cutter* dan spidol.



Gambar 3.67 Menyiapkan Peralatan

- 2) Cat permukaan media seperti tembok dengan semua variasi sampel cat.



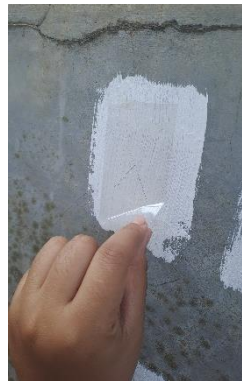
Gambar 3.68 Cat Permukaan Tembok

- 3) Lakukan pemotongan dengan pola “X” menggunakan *cutter* dan diamkan selama 1 minggu.



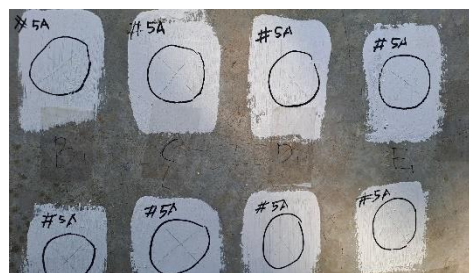
Gambar 3.69 Pemotongan dengan Pola "X"

- 4) Setelah didiamkan selama 1 minggu, lingkari pola "X" dengan spidol.
- 5) Tempelkan solatip di tengah pola "X" dan kemudian dilepas dengan cepat.



Gambar 3.70 Menempel dan Melepas Solatip

- 6) Setelah itu, area pemotongan pola "X" diamati dan dilakukan penilaian sesuai standar klasifikasi pada Tabel 3.6.



Gambar 3.71 Memberi Nilai Sesuai Standar Klasifikasi