

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

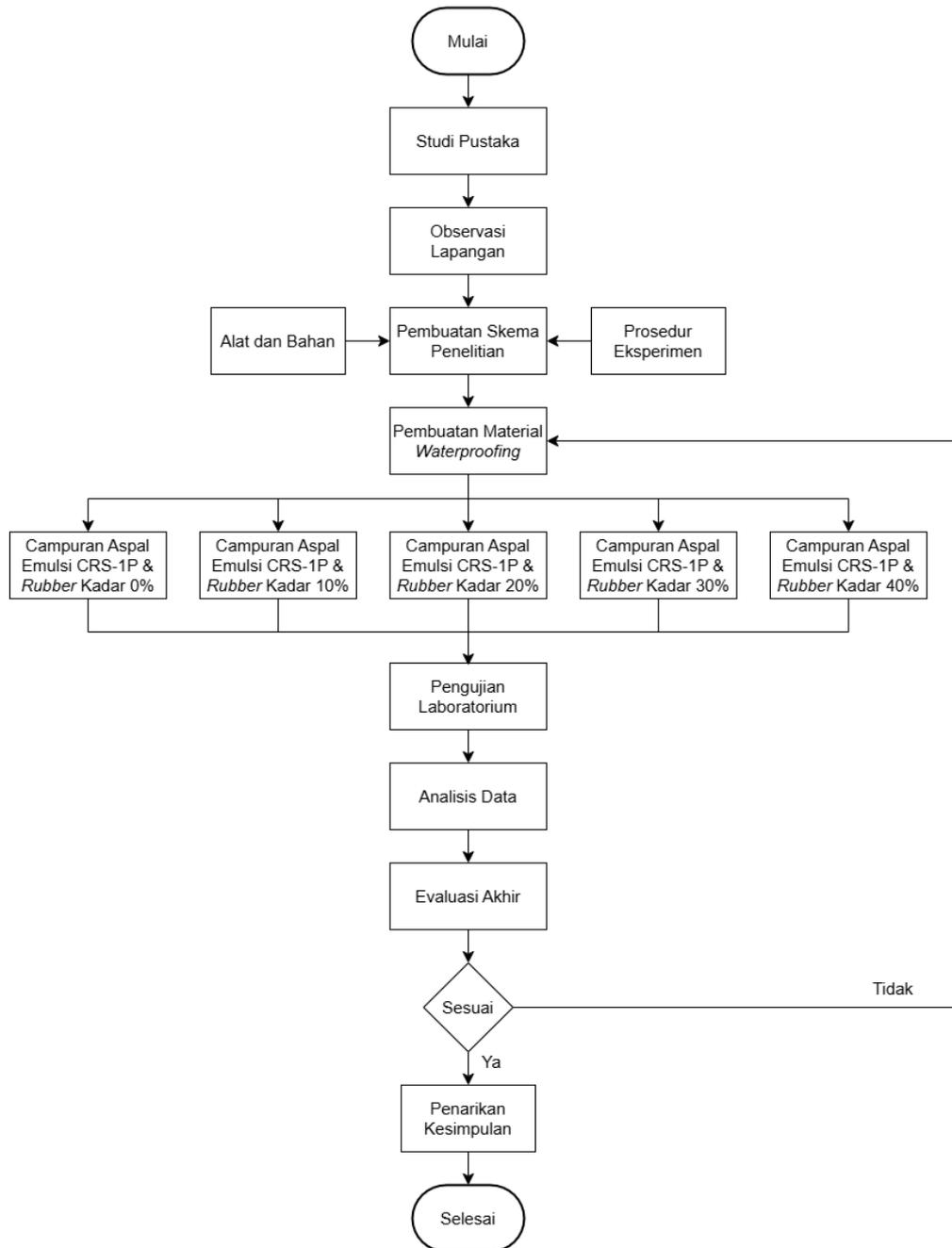
A. Metode Penelitian

Menurut Syahrizal & Jailani (2023) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa metode kuantitatif eksperimental dilakukan untuk memberikan gambaran pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi terkendali secara ketat sesuai kebutuhan peneliti. Pengujian dilakukan sesuai prosedur untuk mendapatkan kesimpulan yang valid, sementara analisis data menggunakan uji asumsi klasik dan hipotesis untuk mengidentifikasi pengaruh secara statistik.

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif yang dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengujian *waterproofing* aspal emulsi CRS-1P yang dicampurkan dengan limbah *rubber deposit* dengan persentase kadar *rubber deposit* 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Data yang didapatkan berupa data primer dari hasil pengujian laboratorium dan akan dianalisis menggunakan regresi linear sederhana untuk mendapatkan kesimpulan yang valid (Suryan dkk., 2024).

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif pada campuran aspal emulsi CRS-1P dan *rubber deposit* sebagai material *waterproofing* ramah lingkungan disajikan dalam bentuk *flowchart* agar alur penelitian menjadi lebih sistematis, terstruktur dan mudah dipahami dari perencanaan hingga penarikan kesimpulan. Berikut ini merupakan *flowchart* penelitian tersebut:



Gambar III.1 *Flowchart* penelitian
(Sumber: Data Penelitian, 2025)

1. Studi Pustaka

Tahap awal penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur yang relevan dengan mencari dan mengunduh artikel ilmiah, buku pendukung, regulasi, jurnal dan berbagai macam berita yang membahas mengenai penggunaan aspal emulsi CRS-1P dan *rubber deposit* dalam penerapannya sebagai material *waterproofing* ramah lingkungan. Tujuannya untuk

memperkaya wawasan bagi pembaca terkait topik penelitian yang diangkat. Artikel ilmiah yang dipilih berasal dari *database* akademik, seperti: *Scopus*, *Web of Science* dan *Google Scholar* pada periode 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 2015-2025 (Chandra dkk., 2024).

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk memahami kondisi eksisting secara menyeluruh sehingga mampu memperjelas kebutuhan penelitian dan implementasi inovasi *waterproofing* yang akan diterapkan di masa depan.

3. Pembuatan Skema Penelitian

Berdasarkan hasil studi pustaka dan observasi lapangan, peneliti menyusun skema penelitian yang mencakup alat dan bahan, formulasi campuran material, dan prosedur eksperimen yang akan dilakukan. Skema ini dibuat untuk menjamin penelitian berlangsung secara sistematis, efisien dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

4. Pembuatan Material *Waterproofing*

Pembuatan material *waterproofing* dilakukan untuk menghasilkan campuran aspal emulsi CRS-1P dengan variasi kadar *rubber deposit* yang optimal. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan performa material sebagai solusi *waterproofing* yang ramah lingkungan dengan sifat kedap air yang baik, daya rekat tinggi dan ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan.

5. Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan pada berbagai variasi kadar campuran material *waterproofing* untuk memastikan kualitas dan kinerjanya terhadap lingkungan. Pengujian ini bertujuan untuk karakteristik fisik dan mekanik material termasuk kecepatan waktu mengering, ketahanan cuaca, daya sebar dan ketahanan terhadap rembesan air agar nantinya sesuai dengan standar yang ditetapkan sebelum diaplikasikan di lapangan.

6. Analisis Data

Data hasil pengujian laboratorium dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode statistik. Analisis statistik dilakukan dengan aplikasi SPSS menggunakan analisis regresi linier sederhana untuk mengevaluasi

hubungan antara variasi material terhadap sifat *waterproofing* (Nugraha dkk., 2024). Kemudian dilakukan analisis terhadap pengaruh material terhadap kinerja *waterproofing* guna menentukan formulasi yang paling optimal.

7. Evaluasi Akhir

Evaluasi dilakukan untuk menentukan apakah material yang diuji memenuhi standar yang diharapkan. Apabila hasil sesuai standar dan tujuan penelitian maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap penarikan kesimpulan. Jika tidak maka akan dilakukan modifikasi atau optimasi campuran.

8. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi, kesimpulan dapat dibuat untuk menentukan kadar *rubber* optimal yang memberikan performa terbaik dalam aplikasi *waterproofing*.

C. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel uji berbahan dasar limbah *rubber deposit* dan aspal emulsi CRS-1P dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bandara International Juanda Surabaya dan Gedung Utilitas pada Unit *Airport Air Side Facilities* selama 4 (empat) bulan kegiatan *On the Job Training* (OJT). Selanjutnya, proses pembuatan material dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang selama 3 (tiga) bulan untuk mengevaluasi karakteristik dan kinerja material *waterproofing* yang dikembangkan.

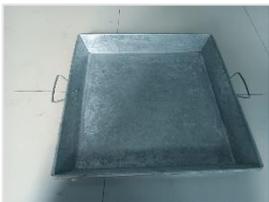
D. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini melibatkan penggunaan alat dan bahan yang diperlukan untuk memastikan kelancaran proses eksperimen dan validitas hasil yang diperoleh.

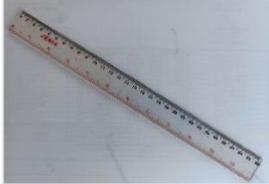
1. Alat Penelitian

Dalam penelitian ini memerlukan beberapa alat yang digunakan untuk mendukung proses eksperimen. Berikut ini merupakan daftar alat yang digunakan:

Tabel III.1 Alat penelitian

No	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1	Timbangan Digital	Alat mengukur massa dari aspal dan <i>rubber</i> untuk mendapatkan campuran yang optimal.	
2	Oven Laboratorium	Alat yang digunakan untuk mengeringkan dan memanaskan sampel sebelum proses pencampuran material.	
3	Saringan Laboratorium	Alat yang digunakan untuk mengayak agregat sehingga mendapatkan ukuran yang sesuai.	
4	Piknometer 100 cc	Alat yang digunakan untuk menentukan volume air yang digunakan dalam perendaman dan pengukuran berat piknometer.	
5	Pan	Alat yang digunakan untuk menempatkan agregat selama proses pengujian.	
6	Kompor	Alat yang digunakan untuk mengeringkan agregat dalam mencari keadaan SSD.	
8	Spatula	Alat yang digunakan untuk membolak-balikkan agregat pada wajan.	

9	Wajan	Alat yang digunakan sebagai tempat agregat dalam mencari keadaan SSD menggunakan kompor.	
10	Krucut Rojokan SSD	Alat yang digunakan untuk mengecek kondisi SSD pada agregat agar siap digunakan dalam pengujian.	
11	Alat Perojok Besi	Alat ini digunakan untuk memadatkan agregat pada takaran berbentuk silinder sehingga rongga udara dapat diminimalkan.	
12	Takaran Berbentuk Silinder dengan Volume 3 Liter	Alat ini digunakan untuk mengukur berat volume agregat uji secara akurat.	
13	Gelas Ukur Plastik 1000 ml	Alat yang digunakan sebagai tempat material <i>rubber</i> dan aspal untuk mengukur volume dan massa per kadar uji coba.	
14	Corong Plastik	Alat yang berfungsi untuk meminimalkan tumpahan material yang tidak berarti ketika proses penuangan berlangsung.	
15	Sendok	Alat yang digunakan untuk mengaduk material agar tercampur secara merata.	

16	Kuas	Alat untuk mengoleskan material <i>waterproofing</i> pada media uji sebelum <i>test</i> rendam berlangsung.	
17	Penggaris	Alat ukur panjang, lebar, dan tinggi untuk media uji serta untuk mengukur penurunan air ketika <i>test</i> rendam berlangsung.	
18	<i>Stopwatch</i>	Alat yang digunakan untuk menghitung waktu di beberapa percobaan eksperimental.	
19	Pulpen	Alat yang digunakan untuk mencatat progress penelitian.	
20	Cawan Kedap Udara	Alat yang digunakan untuk mengukur kadar air tanag	
21	Desikator	Alat yang berfungsi untuk menjaga kelembaban udara dan menghilangkan air dari bahan uji.	

(Sumber: Data Penelitian, 2025)

2. Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa bahan dalam proses eksperimen. Berikut adalah daftar bahan yang digunakan:

Tabel III.2 Bahan penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
1	Aspal Emulsi CRS-1P	Material perekat dan pengikat perkerasan serta dapat difungsikan sebagai pelapis anti kebocoran.	
2	Rubber Deposit	Material untuk meningkatkan efisiensi penggunaan aspal emulsi, meningkatkan kualitas campuran dan memperbaiki sifat fisik aspal agar lebih mengikat terhadap perkerasan.	
3	Sealant	Melapisi celah pada pinggir media uji agar dapat mengurangi faktor kebocoran yang ditimbulkan media uji itu sendiri.	
4	Media Uji Berukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm	Bahan yang digunakan untuk pengujian waktu mengering, rembesan air dan daya sebar material.	
5	Triplek 9 mm	Bahan yang digunakan untuk menguji ketahanan cuaca material.	
6	Air	Bahan yang digunakan untuk pengujian test rendam.	

(Sumber: Data Penelitian, 2025)

E. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan utama, mulai dari preparasi sampel, metode pengeringan, metode penyaringan hingga pembuatan material *waterproofing*. Setiap tahapan dirancang untuk memastikan material memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.

1. Preparasi Sampel

Pengambilan sampel limbah *rubber deposit* dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bandara International Juanda Surabaya. Sampel yang diperoleh berupa serbuk karet dengan kondisi cukup basah, sehingga perlu dilakukan proses pengeringan yang lebih efektif sebelum penelitian dilakukan. Selain limbah *rubber*, sampel aspal emulsi CRS-1P diperoleh dari Gedung Utilitas pada Unit *Airport Air Side Facilities* yang sudah tidak digunakan lagi. Seluruh sampel kemudian dikirim dari Surabaya ke Palembang untuk dilakukan pengujian secara laboratorium.

2. Metode Pengeringan

Sampel yang diperoleh dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bandara International Juanda Surabaya dikeringkan secara alami dengan sinar matahari selama 7 x 24 jam untuk mengurangi kadar air dalam sampel *rubber deposit*. Setelah dipastikan kering, sampel kemudian dapat dikeringkan lebih lanjut menggunakan oven di laboratorium Teknologi Rekayasa Bandar Udara. Pengeringan pada oven dilakukan pada suhu 90°C-110°C selama 12-16 jam dengan massa sampel 500 gram (Wijaya & Rachmawan, 2019). Proses ini bertujuan mencapai tingkat kelembaban yang sesuai agar tidak ada faktor lain yang mempengaruhi hasil uji selanjutnya.

3. Metode Penyaringan

Setelah melalui proses pengeringan, sampel limbah *rubber deposit* disaring untuk memperoleh partikel yang seragam. Proses penyaringan diawali dengan menyusun ayakan bertingkat dimulai dari lubang terbesar hingga terkecil, lalu menempatkannya pada mesin *sieve shaker*. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam mesin dan diayak selama 15

menit. Setelah proses penyaringan selesai, *rubber deposit* yang lolos pada saringan No. 30 (0,6 mm) digunakan sebagai agregat halus. Pemilihan ukuran ini bertujuan untuk memastikan keseragaman partikel dan memudahkan penyatuan dengan aspal emulsi CRS-1P. Selain itu, proses penyaringan ini berfungsi untuk menghilangkan kotoran berukuran besar yang dapat mempengaruhi kualitas material akhir.

4. Pembuatan Material

Proses pembuatan material *waterproofing* diawali dengan menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan. Kemudian dilanjutkan dengan menimbang gelas ukur kosong untuk menentukan massanya sebelum proses pencampuran dilakukan. Masing-masing material kemudian ditimbang sebagaimana tertera pada Tabel III.3, lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur menggunakan corong plastik. Bahan yang telah tercampur dapat diaduk secara merata menggunakan sendok selama 5 (lima) menit guna membantu proses penyatuan agregat halus *rubber deposit* dengan cairan aspal emulsi CRS-1P. Setelah proses pencampuran selesai, gelas ukur yang berisi larutan ditimbang kembali untuk mengetahui massa total campuran serta mengidentifikasi berat kotor dan bersih dari campuran tersebut. Selain itu, pemantauan volume material pada gelas ukur bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi yang dihasilkan dari proses pembuatan material *waterproofing*. Campuran yang telah homogen kemudian dapat dituangkan ke dalam media uji berukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm hingga seluruh bahan habis, lalu diratakan kembali dengan kuas. Sampel akan dibiarkan mengering sebelum tahap pengujian lanjutan dilakukan.

Tabel III.3 Rancangan *job mix design*

Variasi	<i>Rubber Deposit</i> (g)	%	Aspal Emulsi CRS-1P (g)
A	0	0	20
B	2	10	18
C	4	20	16
D	6	30	14
E	8	40	12

(Sumber: Data Penelitian, 2025)

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan analisis eksperimental menggunakan pendekatan kuantitatif sebagaimana dijelaskan dalam penjelasan berikut ini:

1. Analisis Eksperimental

Analisis eksperimental dilakukan dengan menguji karakteristik dan kinerja campuran material melalui serangkaian percobaan yang terkontrol di laboratorium (Siroj dkk., 2024). Metode ini bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif yang dapat digunakan dalam evaluasi efektifitas serta efisiensi bahan yang diuji. Hasil analisis akan dibandingkan dengan standar yang berlaku guna menentukan kelayakan aplikasi material dalam konteks *waterproofing*.

a. Pengujian Fisik *Rubber Deposit*

Pengujian fisik material *rubber* dilakukan untuk mengetahui karakteristik material sebelum digunakan sebagai *filler* tambahan dalam aspal emulsi CRS-1P untuk aplikasi *waterproofing* ramah lingkungan. Pengujian ini mencakup beberapa parameter penting, diantaranya:

- 1) Pengujian kadar air. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan antara massa agregat dalam kondisi kering terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen (Fikriyah & Nasution, 2022). Sesuai standar SNI 03-1971-1990, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada permukaan butiran *rubber deposit* yang mampu mempengaruhi sifat mekanis dan kinerja campuran. Proses perhitungan kadar air dalam material dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(W_3 - W_5)}{W_5} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- W_3 = Massa benda uji semula (gram)
 - W_5 = Massa benda uji kering (gram)
- 2) Pengujian berat jenis. Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 128-93 yang bertujuan untuk menentukan berat jenis *rubber deposit* ketika kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD)

(Astrid dkk., 2023). Hasil pengujian ini digunakan dalam perhitungan komposisi campuran untuk memastikan distribusi material yang optimal dalam aplikasi *waterproofing*. Dalam proses pengujian terdapat persamaan yang dijadikan dasar untuk mengetahui hasil dari berat jenis material dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{W}{(W+W_2-W_1)} \quad (2)$$

Keterangan:

- W = Massa *rubber deposit* SSD (gram)
- W₁ = Massa piknometer, *rubber deposit* dan air (gram)
- W₂ = Massa piknometer dan air (gram)

- 3) Pengujian berat volume atau berat isi. Pengujian ini dilakukan sesuai standar ASTM C 29/C 29M-91 untuk menentukan berat volume *rubber deposit* dalam keadaan lepas maupun padat (Jaya dkk., 2021). Pengujian ini dilakukan untuk memahami karakteristik kepadatan material uji yang dapat mempengaruhi kinerja dan daya tahan lapisan *waterproofing*. Dengan melakukan pengujian sifat fisik material, data akurat akan didapatkan sebagai proses optimalisasi formula campuran agar mencapai kinerja yang maksimal. Adapun rumus dalam melakukan perhitungan berat volume dapat diperhatikan sebagai berikut:

$$\text{Berat Volume} = \frac{(W_2-W_1)}{V} \quad (3)$$

Keterangan:

- W₁ = Massa silinder (gram)
- W₂ = Massa silinder dan *rubber deposit* (gram)
- V = Volume silinder (liter)

b. Pengujian Efisiensi Campuran Material

Pengujian efisiensi campuran dilakukan dengan melakukan pemantauan perubahan massa dan volume aspal emulsi CRS-1P dan *rubber deposit* sebelum dan setelah proses pencampuran berlangsung. Tujuan pengujian ini adalah untuk menilai efektifitas penambahan *rubber deposit* ke dalam campuran aspal sebagai upaya mengurangi

penggunaan aspal emulsi CRS-1P secara berkelanjutan. Dalam penelitian ini, efisiensi campuran dapat dinyatakan tercapai apabila volume total campuran konstan pada seluruh variasi kadar *rubber deposit* dari 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Hasil pengujian ini diharapkan dapat mendukung optimalisasi pemanfaatan aspal dan berkontribusi terhadap implementasi *eco-airport* yang berkelanjutan dalam pengelolaan limbah.

c. Pengujian Waktu Mengering

Pengujian waktu mengering terdiri dari uji kering sentuh dan kering keras terhadap material campuran. Pengujian kering sentuh dan kering keras dilakukan dengan mengamati berapa lama waktu yang diperlukan material campuran basah yang telah diaduk secara homogen tersebut dapat mencapai kering sentuh dan kering keras (Jatidkk., 2023). Standar mutu kuantitatif ini mengacu pada SNI 3564:2014 dimana waktu kering sentuh yang dihasilkan material *waterproofing* maksimal 30 menit dan waktu kering keras maksimal 120 menit. Apabila kurang dari waktu maksimal yang ditetapkan maka lulus syarat mutu SNI 3564:2014.

d. Pengujian Rembesan Air

Pengujian rembesan air menggunakan triplek berukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm yang telah dilapisi *sealant* di bagian sambungan untuk mencegah kebocoran yang disebabkan oleh media uji. Kemudian dilanjutkan dengan pemberian lapisan *waterproofing coating* per kadar *rubber* 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Setelah material *setting*, penuangan air dilakukan pada media uji hingga ketinggian 5 cm, lalu didiamkan selama 3 x 24 jam. Pengujian rembesan air dilakukan dengan mengamati pengurangan tinggi air setelah didiamkan selama 3 x 24 jam. Standar mutu mengacu pada ASTM D4798, dimana material *waterproofing* dinyatakan lulus uji apabila tidak terjadi rembesan dan penurunan air tidak lebih dari 1 cm (Gustiono & Pudyastuti, 2023).

e. Pengujian Ketahanan Cuaca

Pengujian ketahanan cuaca dilakukan pada lapisan material *waterproofing* yang telah mengering sempurna setelah 7 hari di luar suhu ruangan dalam kondisi tidak terkendali. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati hasil akhir material setelah terpapar lingkungan selama periode tersebut. Standar mutu yang digunakan mengacu pada ASTM D4798. Material akan dinyatakan lulus uji ketahanan cuaca jika setelah 7 hari di suhu luar ruangan tidak mengalami retak atau kerutan (Jati dkk., 2023).

f. Pengujian Daya Sebar

Pengujian daya sebar bertujuan untuk memperkirakan kebutuhan material *waterproofing* dan daya cakupannya ketika diterapkan pada media uji. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur kebutuhan pada satu lapis material *waterproofing* yang dituangkan pada permukaan. Standar mutu pengujian ini mengacu pada SNI 8665:2018. Pada pengujian daya sebar ini tidak terdapat syarat uji tertentu (Haekal dkk., 2024). Satuan daya sebar dalam material *waterproofing* dinyatakan dalam kg/m^2 . Dalam menghitung daya sebar mengacu dalam penelitian Jati dkk., (2023) yang dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya sebar} = \frac{\text{Massa Campuran}}{\text{Luas Bidang Uji}} \quad (4)$$

2. Analisis Kuantitatif

Berdasarkan perolehan data dari hasil pengujian laboratorium, penelitian ini dilanjutkan dengan analisis kuantitatif. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis regresi linier sederhana (Yuniar dkk., 2024). Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *rubber deposit* terhadap aspal emulsi CRS-1P dalam meningkatkan sifat *waterproofing*nya yang diukur berdasarkan volume air pada media uji berukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm. Dalam penelitian ini, peneliti akan mengidentifikasi variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y). Dalam proses analisis statistik, peneliti akan menghitung rerata penurunan air untuk setiap kelompok kadar *rubber* dan melakukan uji korelasi guna melihat

hubungan antara kadar *rubber* dengan rerata penurunan air. Apabila hubungan linier ditemukan, perhitungan regresi linier sederhana dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y = a + bX \quad (5)$$

Dimana:

- Y = Variabel Terikat
- a = Konstanta
- b = Koefisien Variabel X
- X = Variabel Bebas

a. Identifikasi Variable Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti mengidentifikasi variable untuk mengetahui pengaruh penambahan *rubber deposit* terhadap aspal emulsi CRS-1P dalam meningkatkan sifat *waterproofing*nya. Berikut ini merupakan hasil identifikasi variabel tersebut:

- 1) Variabel bebas (*independent variable* - X). Pada variable X ini mencakup kadar *rubber deposit* (%) yang ditambahkan ke dalam aspal emulsi CRS-1P.
- 2) Variabel terikat (*dependent variable* - Y). Pada variabel Y mencakup efektivitas peningkatan *waterproofing* yang diukur berdasarkan rerata penurunan air pada material yang berhasil dibuat.

b. Perumusan Hipotesis

Dalam merepresentasikan hasil uji laboratorium ke dalam analisis statistik, peneliti perlu melakukan formulasi hipotesis yang dapat diperhatikan sebagai berikut:

- 1) Hipotesis nol (H_0). Perlu diketahui bahwa H_0 : “Tidak terdapat pengaruh penambahan *rubber deposit* pada campuran aspal emulsi CRS-1P yang disajikan sebagai material *waterproofing* ramah lingkungan”. Dalam konteks ini, H_0 menyatakan bahwa penambahan *rubber deposit* tidak memberikan efek yang signifikan terhadap sifat *waterproofing* campuran aspal emulsi CRS-1P. Jika hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan atau pengaruh yang signifikan, maka H_0 diterima.

2) Hipotesis alternatif (H_a). Perlu diketahui bahwa H_a : “Terdapat pengaruh penambahan *rubber deposit* pada campuran aspal emulsi CRS-1P yang disajikan sebagai material *waterproofing* ramah lingkungan”. Dalam hal ini, H_a mengimplikasikan bahwa penambahan *rubber deposit* memiliki kontribusi positif dalam meningkatkan sifat *waterproofing* campuran aspal emulsi CRS-1P. Jika hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan atau pengaruh yang signifikan, maka H_a akan diterima.

c. Uji Prasyarat atau Asumsi Klasik

Dalam uji asumsi klasik dalam regresi linear sederhana terdiri dari beberapa pengujian yang dilakukan sebelum analisis regresi untuk mengetahui bahwa model yang digunakan valid secara statistic (Sopian dkk., 2024). Pengujian ini dilakukan agar hasil estimasi regresi valid dan tidak bias dan dapat digunakan sebagai penarikan kesimpulan yang akurat. Dalam regresi linear sederhana terdapat 3 (tiga) pengujian yang harus diperhatikan sebagai berikut:

- 1) Uji normalitas, dilakukan untuk mengetahui apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual mempunyai distribusi normal atau tidak (Zafira dkk., 2024). Model yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah statistic *kolmogorov-smirnov* (K-S). Besarnya nilai *kolmogorov-smirnov* akan dibandingkan dengan nilai signifikan. Apabila nilai K-S $> 0,05$ maka dinyatakan normal dan apabila nilai K-S $< 0,05$ maka dinyatakan tidak normal.
- 2) Uji heteroskedastisitas, bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan residual dengan pengamatan lainnya (Ndiha & Suharini, 2024). Model regresi yang baik harus memenuhi asumsi homoskedastisitas yaitu kondisi dimana residual bernilai konstan. Salah satu cara untuk mendeteksi heteroskedastisitas adalah dengan metode *scatterplot* yaitu dengan memplot nilai *ZPRED* (nilai prediktif) dengan *SRESID* (nilai sisa). Jika distribusi data pada grafik *scatterplot* dalam SPSS membentuk

pola yang sistematis, maka dapat disimpulkan terjadi heteroskedastisitas. Sebaliknya, jika distribusi data tersebar secara acak tanpa pola teratur, maka dapat dinyatakan tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Selain *scatterplot*, heteroskedastisitas dapat diuji dengan uji *Glejser* yang dilakukan dengan meregresi nilai absolut residual terhadap variabel bebas. Keputusan dari uji *Glejser* didasarkan pada probabilitas signifikansi sebagai berikut: (a) Jika nilai probabilitas signifikansi $> 0,05$, maka tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Hal ini merupakan kondisi ideal dalam regresi. (b) Jika nilai probabilitas signifikansi $< 0,05$, maka terjadi gejala heteroskedastisitas.

- 3) Uji linearitas, bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linear antara variabel bebas dan variabel terikat pada model regresi. Pengujian ini dilakukan agar model regresi yang diterapkan memenuhi asumsi linearitas, sehingga hasil analisis diinterpretasikan secara valid (Sadzali, 2024). Keputusan dalam uji linearitas didasarkan pada nilai signifikansi berikut ini: (a) Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka data tidak memiliki hubungan linearitas, sehingga model regresi linear tidak sesuai untuk digunakan. (b) Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka terdapat hubungan linearitas, sehingga model regresi linear dapat digunakan.

d. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis atau dikenal sebagai Uji T dilakukan untuk mengetahui pengaruh secara individual dari variabel independen terhadap variabel dependen (Zaki & Saiman, 2021). Uji T digunakan untuk menguji signifikan variasi hubungan antara variabel X dan Y, yaitu apakah penambahan kadar *rubber* (%) ke dalam aspal emulsi (X) berpengaruh secara parsial terhadap sifat *waterproofing* material (Y). Pengujian dilakukan dengan mengamati nilai signifikansi dalam analisis regresi pada tingkat signifikansi (α) sebesar 5% atau 0,05. Adapun rancangan pengujian hipotesis sebagai berikut:

- 1) H_0 : “Tidak terdapat pengaruh penambahan *rubber deposit* pada campuran aspal emulsi CRS-1P yang disajikan sebagai material *waterproofing* ramah lingkungan”.
- 2) H_a : “Terdapat pengaruh penambahan *rubber deposit* pada campuran aspal emulsi CRS-1P yang disajikan sebagai material *waterproofing* ramah lingkungan”.

Adapun kriteria pengambilan keputusan diantaranya:

- 1) Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak, sehingga terdapat pengaruh penambahan kadar *rubber* (%) ke dalam aspal emulsi (X) terhadap sifat *waterproofing* material (Y).
- 2) Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima sehingga tidak terdapat pengaruh penambahan kadar *rubber* (%) ke dalam aspal emulsi (X) terhadap sifat *waterproofing* material (Y).

G. Jadwal Pelaksanaan

Penyelesaian Tugas Akhir ini mengacu pada jadwal pelaksanaan yang telah direncanakan jauh hari sebelum pembuatan Tugas Akhir. Adapun jadwal pelaksanaan tercantum pada Tabel III.4 berikut:

Tabel III.4 Jadwal pelaksanaan penelitian

No	Nama Kegiatan	Uraian Kegiatan	Waktu Bulan (2024-2025)								
			11	12	01	02	03	04	05	06	07
1	Studi Literatur	Mengumpulkan referensi dari jurnal, buku dan laporan terhadap topik penelitian.									
2	Review Hasil Laporan OJT/Observasi	Menganalisis data dari hasil observasi di lapangan sebagai dasar pembuatan Proposal Tugas Akhir.									
3	Persiapan Proposal Tugas Akhir	Menentukan topik penelitian dan pembuatan naskah									

		proposal dari Bab I hingga Bab III.
4	Pelaksanaan Bimbingan dan Sidang Proposal Tugas Akhir	Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing dan mengikuti sidang Proposal Tugas Akhir.
5	Mencari Alat dan Bahan	Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk eksperimen.
6	Perancangan Prosedur Eksperimen	Menyusun langkah-langkah uji coba dan metode pengujian.
7	Pembuatan Formulasi Sample Uji	Membuat dan menyiapkan sampel uji sesuai dengan formulasi yang direncanakan.
8	Pengujian Material di Laboratorium	Melakukan pengujian terhadap sampel uji di laboratorium.
9	Analisis Data dan Evaluasi Akhir	Menganalisis hasil pengujian dan mengevaluasi efektivitas material.
10	Penyusunan Laporan Tugas Akhir	Menyusun laporan Tugas Akhir berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data secara faktual.
11	Sidang Tugas Akhir	Mempersiapkan presentasi dan mengikuti sidang Tugas Akhir

(Sumber: Data Penelitian 2025)