

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

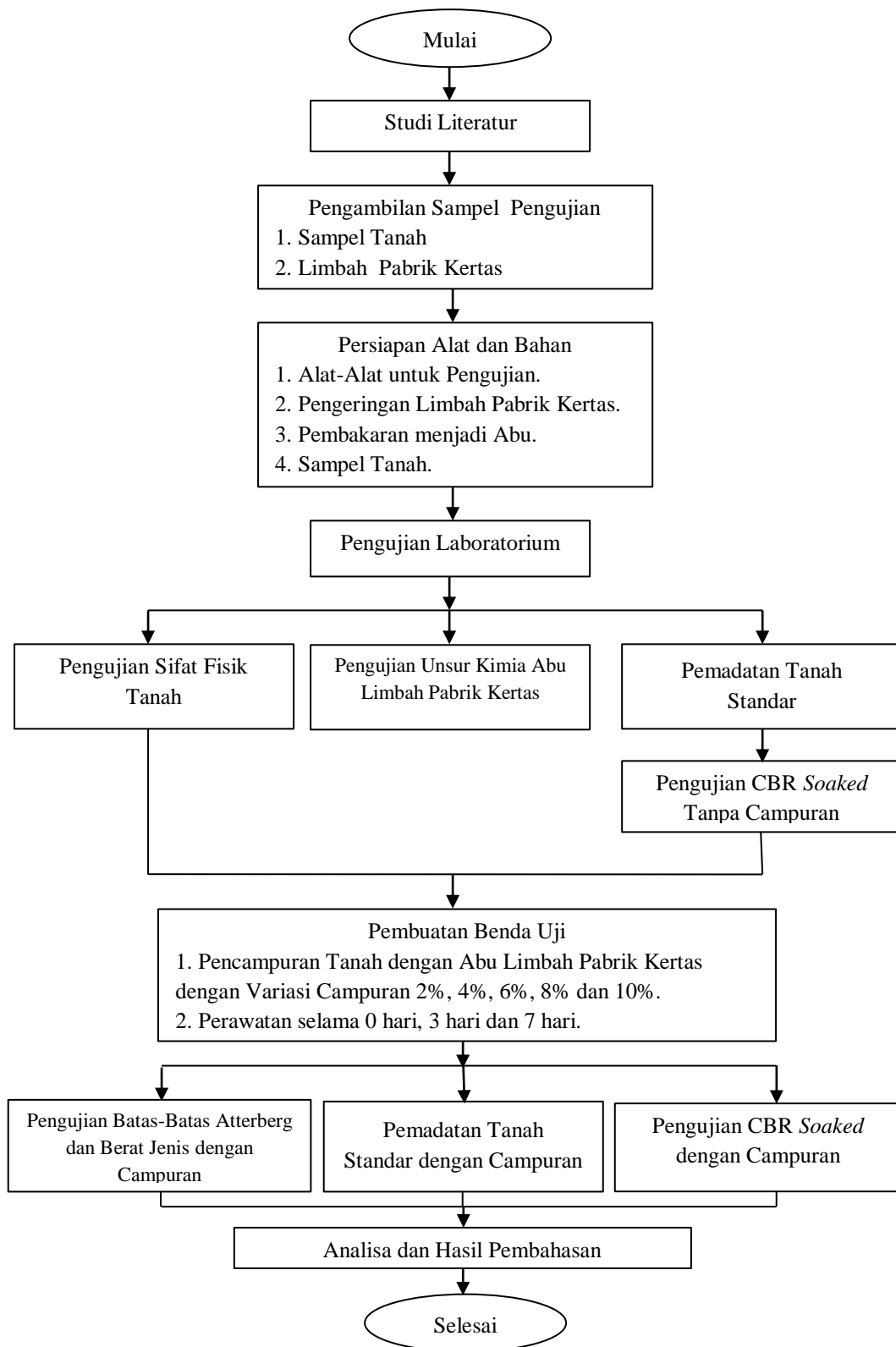
Penelitian ini akan dilakukan dengan metode laboratorium. Tahap awal dalam penelitian ini adalah mencari literatur yang berhubungan dengan stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan campuran abu limbah pabrik kertas dari berbagai sumber sehingga literatur tersebut dapat digunakan sebagai referensi. Setelah itu, tahap yang dilakukan berupa pengambilan sampel tanah dan limbah pabrik kertas. Pengambilan sampel tanah berlokasi di daerah Tanjung Api-Api, Desa Gasing, Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan, sedangkan limbah pabrik kertas berada di PT. Tanjung Enim Lestari Pulp & Paper yang beralamat di Desa Niru, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Dari pengambilan sampel tersebut, dilakukan pengujian sifat fisik tanah. Pada tahap selanjutnya merupakan persiapan untuk bahan campuran stabilisasi tanah. Limbah pabrik kertas dibentuk menjadi abu dengan cara dikeringkan terlebih dahulu dan setelah itu dibakar sampai menjadi abu.

Tahap selanjutnya untuk penelitian ini merupakan pencampuran sampel tanah lempung ekspansif dengan bahan campuran limbah pabrik kertas. Variasi pencampuran untuk abu limbah pabrik kertas sebanyak lima variasi dengan nilai sebesar 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat tanah. Jika pencampuran telah selesai, maka dilakukan pengujian CBR tanah *soaked*. Pengujian CBR *soaked* ini mempunyai masa perawatan yang dimulai dari 0 hari, 3 hari, dan 7 hari. Tahap-tahap metodologi penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram alir digambarkan pada gambar 3.1.

3.2. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap awal terhadap penentuan tema dari suatu penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur dapat juga digunakan untuk sumber referensi dan acuan selama pelaksanaan penelitian sehingga telah mendapatkan gambaran mengenai analisa penelitian. Pada penelitian ini, studi literatur yang digunakan berasal dari buku-buku mekanika tanah, jurnal-jurnal yang

berhubungan dengan stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan pengujian CBR *soaked*, dan buku petunjuk praktikum laboratorium.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3. Pengambilan Sampel Pengujian

Pengambilan sampel untuk pengujian terdiri dari pengambilan sampel tanah dan bahan campuran stabilisasi tanah. Pengambilan sampel tanah terletak di daerah Desa Gasing, Tanjung Api-Api, Kecamatan Talang Kelapa Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Tanah yang digunakan merupakan tanah terganggu dengan kedalaman tertentu. Sedangkan untuk pengambilan bahan campuran stabilisasi tanah berupa limbah pabrik kertas yang didapatkan dari PT. Tanjung Enim Lestari Pulp & Paper.



(a)



(b)

Gambar 3.2. Pengambilan sampel tanah dan bahan campuran (a). Sampel tanah (b). Limbah pabrik kertas

3.4. Persiapan Alat dan Bahan Pengujian

Pada tahap ini melakukan persiapan alat-alat pengujian, bahan campuran, dan sampel tanah. Bahan campuran yang digunakan berupa limbah pabrik kertas dengan jenis *solid waste*. *Solid waste* yang berupa sludge dari pengolahan limbah primer dan sekunder dan limbah padat potongan kayu. Sebelum dilakukan pencampuran, limbah tersebut dikeringkan sampai keadaan kering permukaan. Selanjutnya, limbah tersebut dilakukan pembakaran hingga berbentuk abu. Pembakaran dilakukan dengan suhu 550°C selama ± 2 jam berdasarkan dengan

prinsip analisa kadar abu (ASTM D 2974-87). Pembakaran limbah pabrik kertas dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Sriwijaya Palembang. Setelah berbentuk abu, abu limbah pabrik kertas tersebut dilakukan penyaringan agar abu yang dihasilkan lebih halus.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.3. Persiapan bahan campuran abu limbah pabrik kertas (a).
Pengeringan limbah pabrik kertas (b). Proses pembakaran
limbah pabrik kertas (c) Proses penyaringan abu limbah
pabrik kertas

Bahan yang perlu disiapkan selanjutnya adalah sampel tanah untuk pengujian, baik pengujian sifat fisik tanah maupun pengujian pemadatan tanah standar. Sampel tanah untuk pengujian pemadatan tanah standar merupakan tanah yang lolos saringan No. 4. Sebelum dilakukan penyaringan, tanah tersebut dikeringkan dengan cara dijemur, setelah itu dihancurkan gumpalan tanahnya dengan menggunakan palu karet.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.4. Persiapan sampel tanah (a). Pengeringan sampel tanah (b)
Penghancuran gumpalan tanah (c) Penyaringan tanah dengan saringan No. 04

3.5. Pengujian Laboratorium

Berikut merupakan tahap-tahap pengujian yang akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dari mulai persiapan sampai pengujian siap dilakukan.

3.5.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Sriwijaya. Pengujian tersebut terdiri dari pengujian berat jenis, pengujian analisa butiran tanah, dan pengujian batas-batas *atterberg*. Pengujian sifat fisik tanah bertujuan untuk mengetahui data-data sifat fisik tanah dan klasifikasi tanah tersebut.

Tabel 3.1. Standar ASTM pengujian sifat fisik tanah.

No	Pengujian	Standar
1	Berat Jenis Tanah	ASTM D 854-23
2	Analisa Butiran Tanah	ASTM D 422-72
3	Kadar Air Tanah	ASTM D 2216-80

a) Berat jenis tanah

Pengujian berat jenis ini mempunyai tujuan untuk mengetahui berat jenis dari tanah asli dan sebagai garis zero air void (ZAV) terhadap pengujian pemadatan tanah standar. Berat jenis adalah perbandingan berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.



(a)



(b)

Gambar 3.5. Pengujian berat jenis tanah (a). Alat dan bahan pengujian berat jenis tanah (b). Proses pengujian berat jenis tanah

b) Analisa butiran tanah

Pengujian analisa butiran tanah ini terdiri dari analisa butiran tanah mekanikal dan analisa butiran tanah hydrometer. Analisa butiran tanah secara mekanikal adalah pengujian yang menggunakan suatu alat ayakan dengan tujuan untuk mengetahui pembagian butiran agregat halus dan agregat kasar. Pada penelitian ini, analisa butiran tanah secara mekanikal dilakukan dengan cara basah. Sedangkan, analisa butiran tanah secara hydrometer merupakan pengujian yang mempunyai tujuan dalam penentuan ukuran butiran terhadap sampel tanah yang lolos saringan No. 200.



Gambar 3.6. Pengujian analisa butiran tanah

c) Pengujian batas-batas *atterberg*

1) Batas plastis

Pengujian batas plastis adalah pengujian dengan cara menggiling tanah dengan menggunakan tangan sampai tanah tersebut berdiameter 3 mm dan tanah tersebut retak. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas kadar air dari tanah yang mempunyai sifat plastis.

2) Batas cair

Pengujian batas cair adalah pengujian yang bertujuan untuk menentukan kadar air dimana tanah tersebut mulai menunjukkan sebagai benda alir.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.7. Pengujian batas-batas *atterberg* (a). Alat dan bahan pengujian batas-batas *atterberg* (b). Proses pengujian batas plastis (c). Proses pengujian batas cair

3.5.2. Pengujian Unsur Kimia Abu Limbah Pabrik Kertas

Bahan campuran dari stabilisasi tanah yang berupa abu limbah pabrik kertas akan dilakukan pengujian unsur-unsur kimia. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan silika, kalsium, natrium dan lainnya yang terdapat pada abu limbah pabrik kertas. Pengujian unsur kimia ini dilakukan setelah limbah pabrik kertas diubah menjadi abu. Limbah pabrik kertas dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari. Setelah itu, dilakukan pembakaran sampai berubah menjadi abu. Jika telah berbentuk abu, maka abu limbah pabrik kertas tersebut dapat dibawa secukupnya ke tempat pengujian untuk dilakukan pengujian oleh pihak analis. Pengujian ini akan dilakukan di Baristand Industri Palembang (Balai Riset dan Standarisasi Industri Palembang). Hasil dari pengujian unsur kimia ini dapat diambil setelah kurang lebih 15 hari kerja, karena mengingat banyaknya sampel yang terdapat pada Balai Riset dan Standarisasi Industri Palembang tersebut.

3.5.3. Pengujian Pemadatan Tanah Standar

Pengujian pemadatan tanah adalah salah satu pengujian mekanis tanah yang dilakukan di laboratorium dengan standar ASTM D 698. Pengujian ini dilakukan dengan cara memadatkan tanah di dalam cetakan silinder dengan alat penumbuk dan tinggi jatuh tertentu serta energi tumbukan. Setelah pengujian selesai dilakukan, hasil tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara berat volume tanah kering dan kadar air. Grafik tersebut akan menghasilkan nilai berat volume kering maksimum dan nilai kadar air optimum. Nilai kadar air optimum tersebut akan digunakan pada pengujian *california bearing ratio* (CBR) *soaked*. Dalam grafik pemadatan tanah standar juga akan terdapat garis *zero air void* (ZAV). *Zero air void* (ZAV) adalah suatu keadaan tanah yang dalam kondisi sangat padat sehingga kadar udara di dalam pori tanah (*void*) adalah nol (*zero*).



(a)

Gambar 3.9. Alat dan bahan pengujian pemadatan tanah standar

3.5.4. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked Tanpa Campuran*

Pengujian *california bearing ratio (CBR)* adalah salah satu pengujian pemadatan yang dapat dilakukan di laboratorium dengan standar ASTM D 1883. Pengujian CBR laboratorium terdiri dari dua jenis, yaitu tak terendam (*Unsoaked*) dan terendam (*Soaked*). Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian CBR *soaked*. Pengujian CBR *soaked* pada tahap ini dilakukan tanpa bahan campuran. Hasil dari pengujian CBR *soaked* berupa nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan nilai CBR pada penetrasi 0,2” dalam persen, dan faktor pengembangan dalam persen. Nilai CBR didapat dari perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan dengan beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Sedangkan, faktor pengembangan dihasilkan dari perbandingan perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula yang dinyatakan dalam persen.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.10. Pengujian CBR soaked tanpa campuran (a). Alat dan bahan pengujian california bearing ratio (CBR) *soaked* (b). Proses pemadatan tanah standar dengan cetakan CBR (c). Proses perendaman pengujian CBR *soaked* (d). Proses pengujian CBR *soaked* tanpa campuran

3.6. Pengujian Batas-Batas Atterberg dan Berat Jenis dengan Campuran

Pengujian batas-batas atterberg dan berat jenis dengan campuran ini merupakan pengujian yang tahapannya sama dengan yang telah dilakukan pada pengujian tanah asli. Akan tetapi, sampel pengujian merupakan campuran antara tanah dengan variasi campuran abu limbah pabrik kertas. Pada pengujian batas-batas atterberg bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu limbah pabrik kertas terhadap nilai kembang susut pada tanah. Sedangkan, untuk pengujian berat jenis digunakan untuk garis zero air void (ZAV) pada pemadatan tanah standar. Pada tahap ini, abu limbah pabrik kertas juga dilakukan pengujian terhadap berat jenisnya.

3.7. Pengujian Pemadatan Tanah Standar dengan Campuran

Pengujian pemadatan tanah standar dengan campuran adalah pengujian dengan memadatkan campuran tanah dengan variasi campuran abu limbah pabrik kertas. Hasil dari pengujian ini sama dengan pengujian pemadatan tanah standar tanah asli, yaitu nilai kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Nilai kadar air optimum pada pengujian ini akan digunakan untuk persentase kadar air saat pengujian CBR *soaked* dengan campuran.

3.8. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan untuk pengujian CBR *soaked* dengan campuran. Pembuatan benda uji dilakukan dengan pencampuran antara tanah dengan abu limbah pabrik kertas. Campuran sebesar 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat tanah dan masa perawatan selama 0 hari, 3 hari, dan 7 hari. Berikut tahap-tahap dari pembuatan benda uji:

1. Persiapan tanah yang akan digunakan. Tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan No. 4 sehingga perlu dilakukan penghancuran sampel tanah menggunakan palu karet.



Gambar 3.11. Penghancuran sampel tanah

2. Tanah yang lolos saringan No. 4 dicampur dengan abu limbah pabrik kertas dengan persentase campuran 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat tanah.



Gambar 3.12. Pencampuran dengan abu limbah pabrik kertas

3. Campur bahan yang telah dibuat sebelumnya dengan air. Air yang dicampurkan sebesar kadar air optimum yang didapat dari pengujian pemadatan tanah standar.



Gambar 3.13. Pencampuran dengan air

4. Campuran tanah tersebut dimasukkan ke dalam suatu kantung plastik. Kantung plastik tersebut di ikat dan diberi penomoran. Pemberian nomor dilakukan agar sampel tanah tidak tertukar.



Gambar 3.14. Pemberian nomor sampel tanah

5. Campuran tanah juga diperam selama kurang lebih 24 jam sehingga air benar merata.



Gambar 3.15. Proses pemeraman selama 24 jam

6. Jika telah selesai, maka sampel tanah dilakukan pemadatan di dalam cetakan sesuai dengan prosedur pengujian pemadatan tanah standar.



Gambar 3.16. Pemadatan tanah standar dalam cetakan CBR

7. Benda uji tersebut dilakukan perawatan dengan masa 0 hari, 3 hari, dan 7 hari.



Gambar 3.17. Perawatan benda uji

8. Untuk CBR *soaked*, cetakan dan beban dilakukan perendaman selama 4 hari.



Gambar 3.18. Perendaman selama 4 hari

Berikut merupakan penjabaran persentase sampel tanah dan variasi campuran limbah padat pabrik kertas yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu:

Berat sampel tanah sebesar 5000 gram

LPK adalah abu limbah pabrik kertas

- a) Campuran 2% abu limbah pabrik kertas (LPK)
- Berat LPK = $2\% \times \text{berat kering tanah}$
= $2\% \times 5000 \text{ gram}$
= 100 gram
- Berat Tanah = $\text{berat kering tanah} - \text{berat LPK}$
= $5000 \text{ gram} - 100 \text{ gram}$
= 4900 gram
- Campuran 4% abu limbah pabrik kertas
- Berat LPK = $4\% \times \text{berat kering tanah}$
= $4\% \times 5000 \text{ gram}$
= 200 gram
- Berat Tanah = $\text{berat kering tanah} - \text{berat LPK}$
= $5000 \text{ gram} - 200 \text{ gram}$
= 4800 gram
- b) Campuran 6% abu limbah pabrik kertas
- Berat LPK = $6\% \times \text{berat kering tanah}$
= $6\% \times 5000 \text{ gram}$
= 300 gram
- Berat Tanah = $\text{berat kering tanah} - \text{berat LPK}$
= $5000 \text{ gram} - 300 \text{ gram}$
= 4700 gram
- c) Campuran 8% abu limbah pabrik kertas
- Berat LPK = $8\% \times \text{berat kering tanah}$
= $8\% \times 5000 \text{ gram}$
= 400 gram
- Berat Tanah = $\text{berat kering tanah} - \text{berat LPK}$
= $5000 \text{ gram} - 400 \text{ gram}$
= 4600 gram
- d) Campuran 10% abu limbah pabrik kertas
- Berat LPK = $10\% \times \text{berat kering tanah}$
= $10\% \times 5000 \text{ gram}$
= 500 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Tanah} &= \text{berat kering tanah} - \text{berat LPK} \\
 &= 5000 \text{ gram} - 500 \text{ gram} \\
 &= 4500 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.2. Jumlah Sampel Benda Uji

No	Variasi Campuran	Kode	Masa Perawatan			Jumlah Benda Uji
			0 hari	3hari	7 hari	
1	0 % LPK + 100% Tanah	LPK0	2	-	-	2
2	2% LPK + 98% Tanah	LPK2	2	2	2	6
3	4% LPK + 96% Tanah	LPK4	2	2	2	6
4	6% LPK + 94% Tanah	LPK6	2	2	2	6
5	8% LPK + 92% Tanah	LPK8	2	2	2	6
6	10% LPK + 90% Tanah	LPK10	2	2	2	6
Jumlah						32

3.9. Pengujian CBR *Soaked* dengan Campuran

Pada tahap ini, pengujian CBR *soaked* dilakukan dengan menambahkan abu limbah pabrik kertas dengan variasi campuran sebesar 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat tanah. Setelah dilakukan pencampuran, juga dilakukan perawatan selama 0 hari, 3 hari, dan 7 hari. Hasil dari pengujian CBR *soaked* dengan bahan campuran ini sama seperti tanpa campuran, yaitu nilai CBR pada penetrasi 0,1”, nilai CBR pada penetrasi 0,2” dalam persen dan, faktor pengembangan dalam persen.

Gambar 3.19. Pengujian CBR *soaked* dengan campuran

3.10. Analisa dan Hasil Pembahasan

Analisa dan hasil pembahasan dilakukan setelah semua tahapan pengujian laboratorium selesai dilakukan. Hasil yang akan dilakukan analisa berasal dari setiap pengujian, yaitu nilai sifat fisik tanah asli, unsur kimia abu limbah pabrik kertas, nilai batas-batas atterberg dengan campuran, nilai berat jenis dengan campuran, hasil pengujian pemadatan tanah standar dengan campuran, nilai CBR *soaked* pada tanah lempung ekspansif sebelum dan setelah dilakukan pencampuran abu limbah pabrik kertas juga masa perawatan, dan faktor pengembangan yang dihasilkan dari pengujian CBR *soaked*.