

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian Secara Operasional

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mempelajari sifat fisik dan mekanik tanah lanau, khususnya perubahan kekuatan gesernya setelah dicampur dengan bakteri *Bacillus subtilis* serta bahan tambahan seperti air, urea, dan CaCl_2 . Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan variasi campuran sebesar 2,5%, 4,5%, 6,5%, 8,5% dan 10,5% pada sampel tanah lanau.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan, penelitian ini dilaksanakan di beberapa lokasi. Penulis memilih tempat-tempat yang memiliki kaitan langsung dengan tujuan penelitian.:

1. Pengambilan sampel tanah lanau di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.
2. Sebelum dicampur larutan sementasi, tanah lanau dianalisis sifat fisik dan mekaniknya di Lab Mekanikah Tanah, Teknik Sipil ITN Malang.
3. Proses mencampur dan mencetak sampel tanah lanau dengan larutan sementasi dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Pengujian sifat fisik dan mekanik tanah lanau setelah pencampuran dengan larutan sementasi dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan untuk melaksanakan penelitian serta analisa hasil penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2025 sampai dengan bulan Agustus 2025, dengan cakupan sebagai berikut.

1. Persiapan penelitian.
2. Pengambilan sampel.
3. Pelaksanaan penelitian.

4. Analisa data hasil penelitian.
5. Dokumentasi penelitian.

3.3 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Pengambilan sampel tanah lanau langsung dilapangan, terletak di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.
2. Kami melakukan seluruh penelitian di laboratorium guna memperoleh data yang diperlukan. Data-data ini kami dapatkan dari berbagai pengujian, lalu kami olah untuk menguji kebenaran hipotesis yang diajukan. Berikut tahapan penelitiannya:
 - a. Pengujian kadar air tanah lanau.
 - b. Sampel tanah dicetak dalam ring dan silinder untuk pengujian mekanis.
 - c. Sampel tanah di oven untuk mendapatkan kondisi tanah kering.
 - d. Pengujian analisa saringan.
 - e. Pengujian berat jenis tanah halus.
 - f. Pengujian analisa hidrometer.
 - g. Pengujian batas cair tanah.
 - h. Pengujian batas plastis tanah.
 - i. Pengujian direct shear.
 - j. Pengujian unconfined compressive strength.
 - k. Pengujian triaxial compression.
 - l. Perencanaan campuran tanah dan bakteri.
 - m. Pencampuran sampel tanah dengan bakteri serta pendukungnya.
 - n. Pemeraman tanah dalam desikator vakum.
 - o. Pengujian direct shear.
 - p. Pengujian unconfined compressive strength.
 - q. Pengujian triaxial compression.
 - r. Analisa data.
3. Proses pencampuran dimulai dengan pembuatan tiga larutan (urea, CaCl_2 , dan bakteri) yang kemudian digabung melalui bio-grouting menjadi larutan

sementasi. Larutan ini dicampur ke tanah dengan komposisi tertentu, setelah kadar air tanah dioptimalkan melalui uji proctor standa.

3.4 Populasi dan Sampel

Penelitian ini menggunakan kombinasi tanah lanau dan bakteri *Bacillus subtilis* dalam komposisi tertentu sebagai populasi utama. Dalam pelaksanaannya, disiapkan total 20 sampel yang terdiri dari 1 sampel kontrol (tanah asli tanpa perlakuan kimia) untuk pembandingan dan 20 sampel eksperimen dengan variasi komposisi campuran yang berbeda-beda. Seluruh sampel eksperimen tersebut kemudian akan diperlakukan dengan berbagai formula larutan sementasi yang berbeda, lalu melalui serangkaian pengujian laboratorium untuk mengamati pengaruh dari masing-masing perlakuan.

Tabel 3. 1 Rencana populasi dan sampel

(Sumber: Data pribadi)

No	% Campuran	3 Hari		7 Hari	
	Kebutuhan Campuran	Kebutuhan Air	Larutan Sementasi	Kebutuhan Air	Larutan Sementasi
1	2.5%	1050	26.25	1050	26.3
2	4.5%	1050	47.25	1050	47.3
3	6.5%	1050	68.25	1050	68.3
4	8.5%	1050	89.25	1050	89.3
	Benda Uji	5		5	
	% Campuran	14 Hari		28 Hari	
	Kebutuhan Campuran	Kebutuhan Air	Larutan Sementasi	Kebutuhan Air	Larutan Sementasi
5	2.5%	1050	26.25	1050	26.25
6	4.5%	1050	47.25	1050	47.25
7	6.5%	1050	68.25	1050	68.25
8	8.5%	1050	89.25	1050	89.25
	Benda Uji	5		5	
	Total Benda Uji (n)	20			

3.5 Alat dan Bahan

Seluruh peralatan yang digunakan dalam penelitian ini tersedia di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang. Adapun peralatan dan bahan yang digunakan meliputi.

A. Alat

1. Alat uji tes *direct shear*
2. Alat uji tes *Unconfined Compressive Strength*
3. Alat uji tes *Triaxial Compression* (CU)
4. *Ring* dan *Silinder*
5. *Desikator vacuum*
6. *Oven*
7. Gelas ukur 1000 ml
8. Piknometer
9. Kompor gas
10. Timbangan digital
11. Saringan no. 4, 8, 10, 20, 40, 60, 100, 120, 200.
12. *Mixer* (Mesin pengaduk)
13. *Casagrande* dan *Grooving tools*
14. Papan kaca
15. Membran karet
16. Peralatan pendukung seperti Pan, Cawan, Spatula, Jangka sorong, kertas saringan dan lain-lain.

B. Bahan

1. Tanah lanau : Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.
2. Bakteri : *Bacillus Subtilis*.
3. Air : Aquades.
4. Komponen pendukung : CaCl_2 dan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

3.6 Perlakuan Benda Uji

Benda uji yang telah dicampur bakteri *Bacillus subtilis* diinkubasi dalam desikator vakum selama 3, 7, 14, atau 28 hari. Proses ini bertujuan memberi waktu bagi bakteri untuk memperkuat ikatan partikel tanah sekaligus menguji pengaruh durasi pemeraman terhadap kuat geser tanah sebelum pengujian selanjutnya.

3.7 Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui uji fisik (klasifikasi tanah) dan uji mekanik (kuat geser) di laboratorium. Sebagai penelitian perbandingan, pengujian dilakukan sebelum dan setelah perlakuan bakteri *Bacillus subtilis* untuk analisis perubahan properti tanah.

3.7.1 Pengujian Fisik Tanah

A. Pengujian Kadar Air

1. Bahan

- Sampel tanah lanau

2. Alat

- Cawan
- Spatula
- Oven
- Timbangan digital

3. Pelaksanaan

- Siapkan 3 buah cawan.
- Cawan dalam keadaan kosong ditimbang
- Ambil sampel tanah menggunakan spatula secara sampling (acak).
- Timbang berat cawan + tanah basah
- Keringkan dalam oven selama 24 jam
- Timbang berat cawan + tanah kering

B. Pengujian Analisa Saringan

1. Alat

- Saringan No. 4, 8, 10, 20, 40, 60, 100, 200.
- Pan
- Timbangan digital

2. Bahan

- Sampel tanah lanau dalam kondisi kering

3. Pelaksanaan

- Siapkan sampel tanah dalam kondisi kering.

- Timbang tanah tersebut sebanyak 500 gr
- Lakukan pengayakan tanah di mulai dari saringan no.4 sampai dengan no. 200
- Timbang setiap tanah yang lolos pada ayakan hingga pada pan terakhir.

C. Pengujian Analisa Hidrometer

1. Alat

- Saringan No. 10, 20, 40, 60, 120, 200.
- *Mixer* (Pengaduk)
- Gelas ukur 1000ml
- Spatula dan Pan
- Timbangan digital
- Oven
- Hidrometer jar

2. Bahan

- Sampel tanah lanau dalam kondisi kering
- Air
- NaOH

3. Pelaksanaan

- Ayak tanah dengan saringan no. 10
- Sampel tanah yang lolos ditimbang sebanyak 50 gr
- Tambahkan NaOH, Untuk memecah partikel tanah
- Campurkan dengan air lalu lakukan pengadukan menggunakan *mixer*
- Tunggu selama 10-15 menit
- Setelah tercampur rata masukan tanah yang tercampur dengan air dalam gelas ukur 1000 ml
- Isi penuh gelas ukur dengan air
- Lakukan pembacaan dengan hidrometer jar
- Setelah pembacaan selesai sampel tanah disaring dengan saringan no. 200
- Sampel tanah yang tertahan pada saringan no. 200 lalu di oven

- Setelah kering lakukan pengayakan dengan saringan no. 20, 40, 60, 120 dan 200 untuk menentukan gradasi tanah halus

D. Berat Jenis Tanah Halus

1. Alat

- Pikhnometer
- Timbangan digital
- Kompor gas
- Saringan no. 4

2. Bahan

- Sampel tanah lanau dalam kondisi kering
- Air

3. Pelaksanaan

- Sampel tanah lolos saringan no.4 untuk tanah halus
- Timbang piknometer dalam kondisi kosong
- Masukkan sampel tanah dalam piknometer sebanyak $\frac{1}{3}$ dari volume piknometer lalu ditimbang
- Tambahkan air kedalam piknometer sebanyak $\frac{2}{3}$ dari volume piknometer lalu ditimbang
- Panaskan piknometer dalam panci berisi air untuk mengeluarkan kotoran dan gelembung udara
- Tunggu 10-15 menit
- Tiriskan piknometer lalu tunggu dingin
- Setelah itu isi penuh piknometer dengan air dan ditimbang
- Lalu buang tanah dan air dalam piknometer
- Isi ulang penuh piknometer dengan air dan ditimbang

E. Batas Cair Tanah

1. Alat

- *Casagrande* dan *Grooving Tools*
- Cawan
- Timbangan digital

2. Bahan

- Tanah lanau dalam kondisi kering
- Air

3. Pelaksanaan

- Sampel tanah lolos ayakan no. 40 untuk mendapatkan gradasi halus
- Tambahkan air pada sampel tanah dan aduk dengan spatula
- Masukkan sampel tanah dalam casagrande lalu ratakan
- Buat jalur tengah pada sampel tanah menggunakan grooving tools
- Lakukan pembacaan dengan memutar alat casagrande
- Timbang sebagian tanah dalam casagrande dengan cawan untuk menentukan kadar airnya
- Pembacaan dilakukan secara berulang sesuai dengan interval yang telah ditentukan

F. Batas Plastis Tanah

1. Alat

- Papan Kaca
- Jangka Sorong
- Cawan
- Timbangan Digital

2. Bahan

- Tanah lanau dalam kondisi kering
- Air

3. Pelaksanaan

- Sampel tanah lolos saringan no.40 untuk mendapatkan gradasi halus
- Tambahkan tanah dengan air lalu dengan konsistensi tertentu
- Gulung tanah pada papan kaca hingga diameter 3 mm dengan kondisi tanah sebelum mengalami keretakan
- Ambil sampel tanah lalu masukkan dalam cawan untuk menentukan kadar airnya

3.7.2 Pengujian Mekanik Tanah

A. Direct Shear

1. Alat

- Alat *Direct Shear*
- Ring
- *Shear box*
- Cawan
- Timbangan digital

2. Bahan

- Sampel tanah lanau

3. Pelaksanaan

- Cetak sampel tanah pada ring
- Lalu masukkan sampel tanah ke dalam shear box agar bisa di setting pada alat direct shear
- Biarkan sampel tanah terkonsolidasi dengan tegangan normal.
- Lakukan pembebanan normal secara vertikal
- Mulai pembacaan
- Setelah pembacaan selesai ambil sampel tanah dan masukkan dalam cawan, ditimbang untuk menentukan kadar airnya

B. Triaxial Compression (CU)

1. Alat

- Alat uji *triaxial*
- Membran Karet
- Silinder
- Cawan
- Timbangan Digital

2. Bahan

- Sampel tanah lanau

3. Pelaksanaan

- Cetak sampel tanah pada silinder

- Lapiasi sampel tanah menggunakan membran karet
- Setting sampel tanah pada alat uji triaxial dan berikan tekanan sel lalu diamkan selama 2-3 agar sampel tanah terkonsolidasi
- Setelah selesai masa konsolidasi, lakukan pembacaan dengan memberikan tekanan pada sampel tanah menggunakan deviator stress
- Setelah pembacaan selesai ambil sampel tanah masukkan dalam cawan, ditimbang untuk menentukan kadar airnya

C. Unconfined Compressive Strength

1. Alat

- Alat uji *unconfined compressive strength*
- Silinder
- Cawan
- Timbangan digital

2. Bahan

- Sampel tanah lanau

3. Pelaksanaan

- Cetak sampel tanah pada silinder
- Letakkan sampel tanah pada alat uji
- Lakukan pembacaan dengan memberikan beban secara kontinu
- Catat pembacaan.
- Setelah pembacaan selesai, ambil sampel tanah dan masukkan dalam cawan, lalu ditimbang untuk menentukan kadar airnya.

3.7.3 Pembuatan Larutan Sementasi

1. Larutan Urea

Langkah pertama dalam pembuatan larutan urea adalah menyiapkan 50 ml air dan 100 gram urea. Kedua bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang sama dan diaduk secara terus-menerus. Selanjutnya, campuran tersebut didiamkan selama 1-2 jam agar urea dapat larut sempurna dalam air.

2. Larutan CaCl_2

Proses pembuatan larutan CaCl_2 mirip dengan larutan urea, yaitu dengan mencampurkan 50 ml air dan 15 gram CaCl_2 ke dalam sebuah wadah. Selanjutnya, campuran tersebut diaduk secara merata dan dibiarkan selama 1-2 jam agar CaCl_2 larut sempurna dalam air.

3. Larutan Bakteri

Dalam proses ini disiapkan air sebanyak 50 ml dan bakteri yang sudah ditakar sebanyak 20 ml lalu dicampurkan dengan cara diaduk.

Langkah berikutnya adalah mencampur ketiga larutan tersebut ke dalam sebuah gelas ukur, kemudian diaduk hingga homogen. Setelah tercampur sempurna, larutan tersebut disaring menggunakan kertas saringan. Selanjutnya, larutan hasil saringan dicampur dengan air dengan perbandingan 0,1 gram larutan per 100 ml air. Larutan ini disebut larutan sementasi, dan proses keseluruhannya dikenal sebagai bio-grouting.

Tabel 3.2 Presentase campuran untuk larutan sementasi.

Campuran	
Air (ml)	50 (ml)
Bacillus Subtilis (ml)	15 (ml)
CaCl_2 (gr)	15 (gr)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (gr)	100 (gr)

3.7.1 Pencampuran dan pembuatan Sampel Tanah

Agar larutan sementasi mencapai variasi konsentrasi 2,5%, 4,5%, 6,5%, 8,5% dan 10,5% perlu dilakukan uji laboratorium pemadatan standar untuk menetapkan jumlah air optimal dalam tanah. Metode ini, disebut Uji Proctor Standar, mengukur korelasi kadar air-terhadap kepadatan tanah. Prosedurnya mengikuti standar ASTM D698 dengan tahapan.

- Siapkan sampel tanah yang akan diujikan dengan diayak pada saringan No. 4.

- Penambahan air dibagi menjadi beberapa bagian dan setiap bagian diberi kadar air yang berbeda agar nantinya dapat mengetahui kadar air pada kondisi optimum.
- Proses pemadatan dimana tanah ditempatkan pada mold silinder sebanyak 3 lapis dann dipadatkan menggunakan hammer standar (berat 2,5 kg) dengan tinggi jatuh 30,5 cm sebanyak 25 kali setiap lapisannya.
- Setelah selesai proses pemadatan, berat dan volume tanah diukur untuk menghitung kepadatan kering.

Pada penelitian ini setelah didapat penambahan kadar air pada kondisi optimum, nantinya kebutuhan air pada kondisi optimum tersebut akan dikalikan dengan presentase variasi campuran agar didapat campuran larutan yang dibutuhkan.

Diketahui :

Penambahan air kondisi optimum : x

Variasi dengan kebutuhan 2,5%, 4,5%, 6,5%, 8,5% dan 10,5%

$$\begin{aligned} 3 \% &= \text{Kebutuhan Campuran} \times \text{Kebutuhan Air} \\ &= 2,5 \% \times x \\ &= xy \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6 \% &= \text{Kebutuhan Campuran} \times \text{Kebutuhan Air} \\ &= 4,5 \% \times x \\ &= xy \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 9 \% &= \text{Kebutuhan Campuran} \times \text{Kebutuhan Air} \\ &= 6,5\% \times x \\ &= xy \end{aligned}$$

Setelah menentukan komposisi optimal, sampel tanah dicetak dengan melakukan uji pemadatan ulang menggunakan kadar air optimum dan larutan sementasi pada variasi konsentrasi yang telah ditetapkan (2,5%, 4,5%, 6,5%, 8,5%, 10,5%).

3.8 Metode Uji - F (Two-Way ANOVA)

ANOVA dua arah adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis pengaruh dua faktor independen (Variabel Bebas) terhadap satu variabel dependen (Variabel Terikat). Pada penelitian ini digunakan 2 faktor variabel independen yaitu variasi presentase penambahan bakteri (2,5%, 4,5%, dan 6,5%) dan variasi waktu (7, 14, dan 28 hari) serta nilai kekuatan geser tanah lanau sebagai variabel dependen dan tanah lanau sebagai variabel kontrol.

Tabel 3.3 Komponen variabel

Variabel Independen		Variabel Dependen	Variabel Kontrol
Faktor A	Faktor B		
variasi persentase tambahan bakteri (2,5%, 4,5%, 6,5%, 8,5%)	Variasi Waktu (3, 7, 14, 28) hari	Nilai kuat geser tanah	Tanah Lanau

(Sumber : Data pribadi)

1. Hipotesis untuk faktor A
 - H_0 : Tidak ada perbedaan signifikan dalam variabel dependen berdasarkan level faktor A
 - H_1 : Ada perbedaan signifikan dalam variabel dependen berdasarkan level faktor A
2. Hipotesis untuk faktor B
 - H_0 : Tidak ada perbedaan signifikan dalam variabel dependen berdasarkan level faktor B
 - H_1 : Ada perbedaan signifikan dalam variabel dependen berdasarkan level faktor B

Dengan hipotesis seperti di atas maka dapat dianalisis dalam metode Two- Way ANOVA sebagai berikut :

1. Hitung rata-rata variabel dependen untuk setiap faktor A dan faktor B

Tabel 3.4 Rata-rata variabel dependen

Presentase bakteri (%)	Waktu (Hari)			
	3	7	14	28
2.5%	x	x	x	x
Presentase bakteri (%)	Waktu (Hari)			
	3	7	14	28
4.5%	x	x	x	x
Presentase bakteri (%)	Waktu (Hari)			
	3	7	14	28
6.5%	x	x	x	x
Presentase bakteri (%)	Waktu (Hari)			
	3	7	14	28
8.5%	x	x	x	x

(Sumber : Data pribadi)

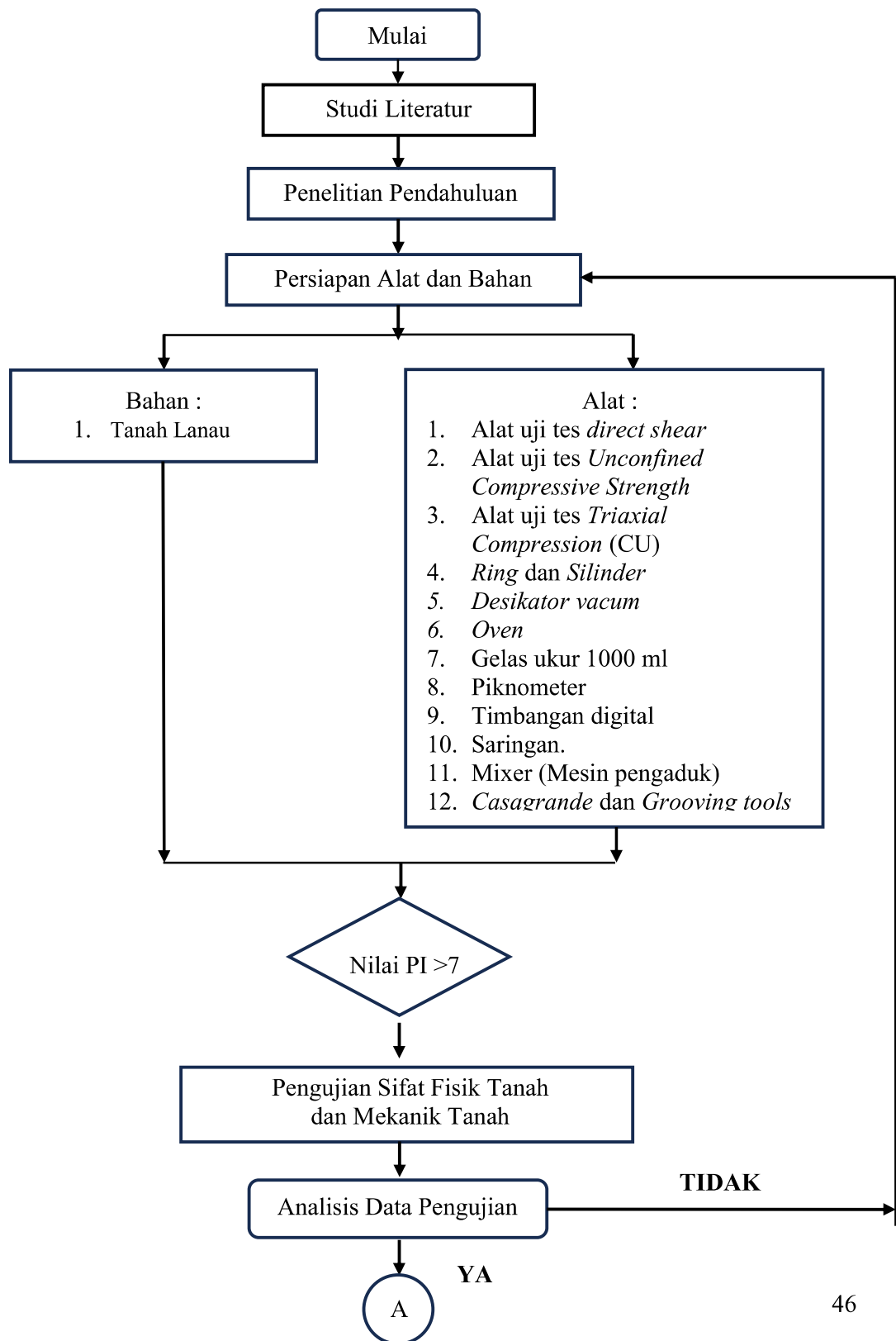
2. Hitung *Sum of Squares* (SS)
3. Hitung *Degrees of Freedom* (df)
4. Hitung *Mean Square* (MS) dan *Mean Square Error* (MSE)
5. Hitung Nilai F
6. Perbandingan dengan Nilai F-Kritis

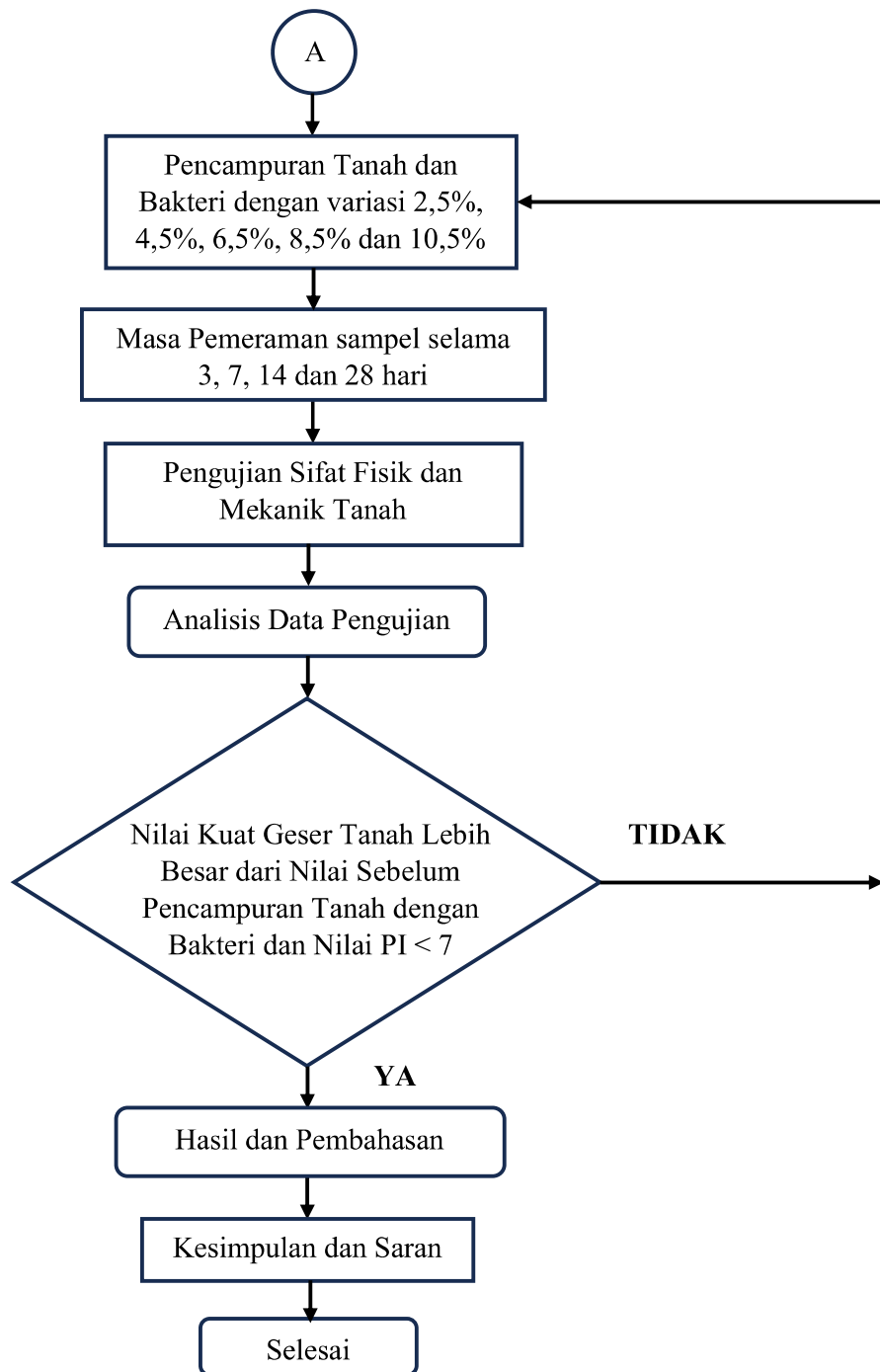
Tabel 3.5 Distribusi nilai F dengan signifikasi $\alpha = 0,05$

DF2	DF1	$\alpha = 0.05$																		120	Inf
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60			
1	1	161.45	199.5	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.1	251.14	252.2	253.25	254.31	
	2	18.513	19	19.164	19.247	19.296	19.33	19.353	19.371	19.385	19.396	19.413	19.429	19.446	19.458	19.466	19.471	19.479	19.487	19.496	
	3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0133	8.9406	8.8867	8.8452	8.8123	8.7855	8.7646	8.7479	8.7329	8.7200	8.7085	8.6984	8.6894	8.6814	8.6746	
	4	7.086	6.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942	6.041	5.9988	5.9644	5.9177	5.8758	5.8025	5.7744	5.7459	5.7171	5.6877	5.6581	5.6285	
	5	6.6079	5.7861	5.4995	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725	4.7351	4.6977	4.6188	4.5581	4.5272	4.4957	4.4638	4.4314	4.3985	4.365	
	6	5.9874	5.1743	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067	4.1468	4.099	4.06	3.9999	3.9381	3.8742	3.8415	3.8082	3.7743	3.7398	3.7074	3.6669	
	7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.866	3.787	3.7257	3.6767	3.6365	3.5747	3.5107	3.4445	3.405	3.3758	3.3404	3.3043	3.2704	3.2298	
	8	5.3177	4.459	4.0662	3.8379	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881	3.3472	3.2839	3.2184	3.1503	3.1152	3.0794	3.0428	3.0053	2.9669	2.9276	
	9	5.1174	4.2565	3.8625	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789	3.1378	3.0729	3.0061	2.9365	2.9005	2.8637	2.8259	2.7872	2.7475	2.7067	
	10	4.9646	4.1028	3.7083	3.478	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204	2.9782	2.913	2.845	2.774	2.7372	2.6996	2.6609	2.6211	2.5801	2.5379	
	11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.948	2.8962	2.8526	2.7876	2.7186	2.6464	2.609	2.5705	2.5309	2.4901	2.448	2.4045	
	12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964	2.7534	2.6866	2.6169	2.5436	2.5065	2.4663	2.4259	2.3842	2.341	2.2962	
2	1	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144	2.671	2.6037	2.5331	2.4598	2.4222	2.3803	2.3392	2.2966	2.2524	2.2064	
	2	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458	2.6022	2.5342	2.463	2.3879	2.3487	2.3082	2.2664	2.2229	2.1778	2.1307	
	3	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7062	2.6408	2.5876	2.5437	2.4753	2.4034	2.3275	2.2878	2.2468	2.2024	2.1561	2.1141	2.0658	
	4	4.494	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377	2.4935	2.4247	2.3522	2.2756	2.2354	2.1938	2.1507	2.1058	2.0589	2.0096	
	5	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.81	2.6987	2.6143	2.548	2.4943	2.4499	2.3807	2.3077	2.2304	2.1898	2.1477	2.1024	2.0584	2.0107	1.9604	
	6	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563	2.4119	2.3421	2.2686	2.1906	2.1497	2.1071	2.0629	2.0166	1.9681	1.9168	
	7	4.3807	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227	2.3779	2.308	2.2341	2.1555	2.1141	2.0712	2.0264	1.9795	1.9302	1.878	
	8	4.3512	3.4928	3.0884	2.8661	2.7109	2.599	2.514	2.4471	2.3928	2.3479	2.2776	2.2033	2.1242	2.0825	2.0391	1.9938	1.9464	1.8963	1.8432	
	9	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.366	2.321	2.2504	2.1757	2.096	2.054	2.0102	1.9645	1.9165	1.8657	1.8117	
	10	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419	2.2967	2.2258	2.1508	2.0707	2.0283	1.9842	1.938	1.8894	1.838	1.7831	
	11	4.2793	3.4221	3.028	2.7955	2.64	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201	2.2747	2.2036	2.1282	2.0476	2.005	1.9605	1.9139	1.8648	1.8128	1.757	
	12	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002	2.2547	2.1834	2.1077	2.0267	1.9838	1.939	1.8924	1.8424	1.7896	1.733	
3	1	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.603	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821	2.2365	2.1649	2.0889	2.0075	1.9643	1.9192	1.8718	1.8217	1.7684	1.711	
	2	4.2252	3.369	2.9752	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655	2.2197	2.1479	2.0716	1.9898	1.9464	1.901	1.8533	1.8027	1.7488	1.6906	
	3	4.21	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501	2.2043	2.1323	2.0558	1.9736	1.9299	1.8842	1.8361	1.7851	1.7306	1.6717	
	4	4.196	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3599	2.2913	2.236	2.1909	2.1179	2.0411	1.9586	1.9147	1.8687	1.8203	1.7689	1.7138	1.6541	
	5	4.183	3.3277	2.934	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2783	2.2229	2.1768	2.1045	2.0275	1.9446	1.9005	1.8543	1.8055	1.7533	1.6981	1.6376	
	6	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107	2.1646	2.0921	2.0148	1.9317	1.8874	1.8409	1.7918	1.7396	1.6835	1.6223	
	7	4.0847	3.2371	2.8387	2.606	2.4495	2.3359	2.249	2.1802	2.224	2.1772	2.0035	1.9245	1.8389	1.7929	1.7444	1.6928	1.6373	1.5766	1.5089	
	8	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2541	2.1665	2.097	2.2041	2.1926	1.9174	1.8364	1.748	1.7021	1.6491	1.5934	1.5343	1.4733	1.3983	
	9	3.9201	3.0718	2.6802	2.4472	2.2899	2.175	2.0868	2.0164	2.1588	2.1905	1.8337	1.7505	1.6587	1.6084	1.5543	1.4952	1.429	1.3519	1.2539	
	10	3.8415	2.9957	2.6049	2.3719	2.2141	2.0986	2.0096	1.9384	1.8799	1.8307	1.7522	1.6664	1.5705	1.5173	1.4591	1.394	1.318	1.2214		

(Sumber : www.statology.org/f-distribution-table)

3.9 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian