

**DISERTASI**

**UJI KAPASITAS DUKUNG MODEL PONDASI RAKITAN BAN  
BEKAS PADA LAPISAN TANAH KOHESIF**

***TEST OF BEARING CAPACITY OF WASTE TIRE  
ASSEMBLY FOUNDATION MODEL ON COHESIVE SOIL  
LAYER***

**METI  
P0800316410**



**PROGRAM PASCASARJANA  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**UJI KAPASITAS DUKUNG MODEL PONDASI RAKITAN BAN  
BEKAS PADA LAPISAN TANAH KOHESIF**

**Disertasi**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Doktor Teknik

Program Studi

Teknik Sipil

Disusun dan Diajukan Oleh

**METI**

kepada

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

## LEMBAR PENGESAHAN DISERTASI

### UJI KAPASITAS DUKUNG MODEL PONDASI RAKITAN BAN BEKAS PADA LAPISAN TANAH KOHESIF

#### TEST OF BEARING CAPACITY OF WASTE TIRE ASSEMBLY FOUNDATION MODEL ON COHESIVE SOIL LAYER

disusun dan diajukan oleh :

**METI**  
**P0800316410**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Doktor Program Studi Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 06 Agustus 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui  
Promotor,

**Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, S.T., M.T**  
NIP.19720309200003 1 002

Co Promotor,

Co Promotor,

**Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M.T**  
NIP. 19591010 1987 03 1 003

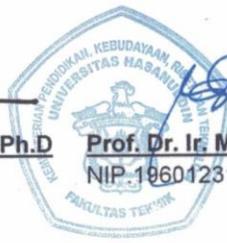
**Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, MSc, Ph.D**  
NIP.1960 0730198603 1 003

Ketua Program Studi,

Dekan Fakultas Teknik,



**Prof. Ir. S.A. Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D**  
NIP. 19640422 199303 1 001



**Prof. Dr. Ir. M. Arsyad Thaha, M.T**  
NIP.19601231 198609 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Meti  
Nomor Induk Mahasiswa : P0800316410  
Program Studi : S3 Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh isi disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 6 Agustus 2021

Yang menyatakan,

  
Meti

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan dengan selesainya disertasi ini.

Gagasan yang melatari tajuk permasalahan ini timbul dari hasil pengamatan pada daerah terisolir atau desa, kesulitan pembuatan pondasi pembangunan rumah disebabkan karena kurangnya semen pada daerah tersebut, sehingga penulis melakukan penelitian di laboratorium mekanika tanah untuk menganalisis pemanfaatan material limbah ban bekas dan material granular sebagai pondasi pada lapisan tanah kohesif, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti selanjutnya serta merupakan sumbangsi pemikiran perkembangan teknologi pemanfaatan material limbah dan material granular sebagai isian ban bekas sebagai pondasi pembangunan rumah.

Banyak kendala yang di hadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan disertasi ini, berkat bantuan berbagai pihak maka disertasi ini dapat selesai. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS., M.Eng (Almarhum) sebagai Promotor dan Bapak Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, ST.,M.T. sebagai Promotor dan Bapak Dr. Ir. Abdul Rachman Djamaluddin, M.T.sebagai Co-Promotor serta Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin,MSc.Ph.D dan atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pengembangan

minat terhadap permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitian sampai dengan penulisan disertasi ini.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Agus Salim, SH, MH selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia Paulus atas bantuannya. Rekan-rekan mahasiswa Program Doktoral Teknik Sipil Konsentrasi Geoteknik angkatan 2016. Rekan-rekan mahasiswa Program Doktoral Teknik Sipil angkatan 2016 yang telah banyak membantu dalam proses penelitian. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta (Almarhum), saudara-saudara penulis atas doa dan dorongan moril yang telah diberikan. Ucapan terimakasihku kepada anak kemanakan Pita Natalia atas segala kesabarannya.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan disertasi ini. Semoga disertasi ini dapat bermanfaat dan digunakan untuk pengembangan wawasan serta peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua termasuk penelitian lebih lanjut.

Makassar, 06 Agustus 2021

Meti

## ABSTRAK

**METI.** Uji Kapasitas Dukung Model Pondasi Rakitan Ban Bekas Pada Lapisan Tanah Kohesif. (Promotor, Tri Harianto, Co-Promotor, Abdul Rachman Djamiluddin dan Achmad Bakri Muhiddin).

Perencanaan pondasi perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan agar tercapai suatu kestabilan dan keamanan. Dalam perencanaan pondasi dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya kondisi tanah dan kapasitas dukung pondasi. Pemakaian ban bekas sebagai usaha untuk meningkatkan daya dukung tanah secara sederhana yang memiliki beberapa keunggulan antara lain biaya relatif murah, bahan mudah didapat, pelaksanaan sederhana dan ban mempunyai sifat elastis yang mempunyai daya dukung yang kuat. Penelitian ini bertujuan (1) menganalisis perilaku elemen material granular gradasi isian ban bekas, (2) mengembangkan model pondasi dangkal menggunakan material ban bekas dengan pengujian model fisik laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Geoteknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin di kabupaten Gowa. Rancangan penelitian untuk uji elemen material granular gradasi isian ban bekas modifikasi menggunakan agregat kasar. Gradasi a :  $1'' < (15\%) < 1,5''$ ,  $\frac{3}{4}'' < (25\%) < 1''$ , no.4  $< (60\%) < \frac{3}{4}''$ , Gradasi b :  $\frac{3}{4}'' < (50\%) < 1''$ , no.4  $< (50\%) < \frac{3}{4}''$ , Gradasi c :  $\frac{3}{4}'' < (100\%) < 1''$  Gradasi d : natural gravel  $1'' < (34,66\%) < 1,5''$ ,  $\frac{3}{4}'' < (65,34\%) < 1''$ . sebagai pengisi material rakitan ban bekas R.16. Untuk uji elemen material granular gradasi isian ban bekas tanpa modifikasi dan uji model pondasi menggunakan Gradasi  $1'' < (15\%) < 1,5''$ ,  $\frac{3}{4}'' < (25\%) < 1''$ , no.4  $< (60\%) < \frac{3}{4}''$ , 4 merupakan gradasi menerus, gradasi padat (dense graded) karena memadat akibat saling mengisi dan saling mengunci (interlocking). Ada beberapa jenis uji model fisik laboratorium pondasi dangkal pada penelitian (1) uji model tanah tanpa pondasi, (2) uji model pondasi ban tersusun vertikal, (3) uji model pondasi ban tersusun horizontal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji elemen material granular pada ban bekas modifikasi, beban 20 kN, gradasi a penurunan 4 mm, gradasi b penurunan 6 mm, gradasi c penurunan 2 mm, gradasi d penurunan 6 mm. Pada uji elemen material granular pada ban bekas tanpa modifikasi dan uji model fisik pondasi menggunakan gradasi  $1'' < (15\%) < 1,5''$ ,  $\frac{3}{4}'' < (25\%) < 1''$ , no.4  $< (60\%) < \frac{3}{4}''$ . Untuk uji elemen material granular, beban 80 kN penurunan 7 mm. Tiga variasi gradasi agregat kasar pada uji CBR (unsoaked), nilai CBR tertinggi pada variasi agregat, yang digunakan gradasi isian ban bekas untuk uji model pondasi. Selanjutnya uji model fisik pondasi tekan berbasis ASTM D-2166. Dari Uji model pondasi rakitan ban bekas, tanpa pondasi beban 26,55 penurunan 100 mm, pondasi ban tersusun vertikal beban 45 kN penurunan 10 mm, pondasi tersusun horizontal beban 32,43 kN penurunan 14 mm. Pondasi ban tersusun vertikal yang memiliki beban besar dan penurunan paling rendah

**Kata kunci :** Agregat kasar, California Bearing Capacity (CBR), tanah kohesif, pondasi ban bekas.

## ABSTRACT

**METI.** Test of Bearing Capacity of Waste Tire Assembly Foundation Model on Cohesive Soil Layer. (Supervised by Tri Harianto, Abdul Rachman Djamaluddin and Achmad Bakri Muhiddin).

Foundation planning needs to be considered in building planning in order to approve a stability and security. In foundation planning, improve by many factors, improve soil conditions and foundation bearing capacity. The use of waste tires as an effort to increase the bearing capacity of simple soil which has several advantages including low cost, easy to obtain materials, simple implementation and prohibition of having elastic properties that have strong bearing capacity. This study aims (1) to analyze the behavior of granular material elements in the grading of waste tires, (2) to develop a shallow foundation model using waste tire materials by testing the physical laboratory model. This research was conducted in the Environmental Geotechnical Laboratory, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University in Gowa Regency. The research design was to test the granular material element grading of modified waste tires using coarse aggregate. Gradation (a) 1" <(15%) <1,5", ¾" <(25%) <1", no.4 <(60%) <¾", Gradation (b): ¾" <(50%) <1", no.4 <(50%) <¾", Gradation (c): ¾" <(100%) <1" Gradation (d): natural gravel 1" <(34, 66%) <1,5", ¾" <(65.34%) <1". as a filler for used tire assembly materials R.16. For the granular material element test, the gradation of used tires without modification and the physical model test uses a gradient of 1" <(15%) <1,5", ¾" <(25%) <1", no.4 <(60%) <¾", is a continuous gradation, dense graded because it is compacted due to filling and interlocking. The type of physical model test of the shallow foundation laboratory in this study (1) test the soil model without a foundation, (2) test the model of a vertically arranged tire foundation, (3) test the model of a horizontally arranged tire foundation. Results of this study indicate that the test of granular material elements on modified waste tires with applying load of 20 kN, the vertical deformation of gradation (a) was 4 mm, gradation (b) was 6 mm, gradation (c) was 2 mm, gradation(d) was 6 mm. In the test of granular material elements on waste tires without modification and testing the physical model of the foundation using a gradation of 1" <(15%) <1.5", " <(25%) <1", no.4 <(60%) <¾". For the granular material element test, a load of 80 kN, settlement 7 mm. Three variations of coarse aggregate gradation in the CBR (unsoaked) test, the highest CBR value in the aggregate variation, used gradation of used tires to test the foundation model. Next, test the physical model of compression foundation based on ASTM D-2166. From the test of the waste tire assembly foundation model, without a foundation load 26.55 a decrease of 100 mm, a tire foundation arranged vertically with a load of 45 kN with a decrease of 10 mm, a foundation arranged horizontally with a load of 32.43 kN with a decrease of 14 mm. Vertically arranged tire foundation which has the highest load and lowest settlement.

**Keywords :** Coarse aggregate, California Bearing Capacity (CBR), cohesive soil, waste tire foundation.

**DAFTAR ISI**

	<b>halaman</b>
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	Vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
E. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Isu Strategis Infrastruktur Konstruksi	7
B. Utilisasi Ban Bekas Sebagai Pondasi	8
C. Prinsip Desain dan Teknologi Pondasi Dangkal	9
D. Kapasitas Dukung Pondasi Dangkal Material Kompresible	12

E. Matriks Studi Terdahulu	20
F. Kerangka Pikir Penelitian	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>26</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	26
B. Pengambilan Data dan Sampel	26
C. Rancangan Pengujian Penelitian	27
1. Material dan Peralatan Penelitian	27
2. Pengujian Karakteristik Material Penelitian	31
3. Pengujian Elemen Material Granular Gradasi Isian Ban Bekas dan Pengujian Model Fisik Pondasi	32
D. Kerangka Tahapan Penelitian	35
E. Analisis Data	36
F. Defenisi Operasional Variabel Penelitian	37
<b>BAB. IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>38</b>
A. Karakteristik Fisik Tanah Lunak dan Agregat Kasar	38
1. Karakteristik Fisik Tanah	38
2. Karakteristik Fisik Agregat Kasar	44
B. Geser Langsung Tanah Lunak	48
C. California Bearing Ratio (unsoaked) Tanah Lunak dan Agregat Kasar	49
1. California Bearing Ratio (unsoaked) Tanah Lunak	49

2. California Bearing Ratio (unsoaked) Agregat Kasar	50
D. Kuat Tekan Bebas Tanah Lunak	54
E. Pengujian Pemadatan Tanah Bak Pondasi	55
F. Uji Elemen Material Granular Gradasi Isian Ban Bekas	57
1. Perilaku Beban Deformasi Ban Bekas Modifikasi	57
2. Perilaku Beban Deformasi Ban Bekas Tanpa Modifikasi	61
G. Uji Model Fisik Pondasi Rakitan Ban Bekas	64
1. Perilaku Uji Model 1 Tanah Tanpa Pondasi	64
2. Perilaku Uji Model 2 Pondasi Ban Tersusun Vertikal	67
3. Perilaku Uji Model 3 Pondasi Ban Tersusun Horizontal	70
4. Kinerja Lapisan Tanah Ketiga Model Pondasi Dangkal	73
H. Temuan Empirik	76
BAB. V KESIMPULAN DAN SARAN	77
A. Kesimpulan	77
B. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1. Matriks Penelitian Terdahulu	20
Tabel 2. Parameter Uji dan Standar Pengujian Fisik dan Mekanis	30
Tabel 3. Standar Pengujian Elemen	30
Tabel 4. Reapitulasi Pemeriksaan Karakteristik Fisik Tanah	36
Tabel 5. Klasifikasi Tanah Untuk Tanah Dasar (system AASHTO)	36
Tabel 6. Sistem Klasifikasi Unified	38
Tabel 7. Data Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat	42
Tabel 8 Karakteristik Fisik Agregat Kasar	42
Tabel 9. Nilai Berat Isi Kering ( $\gamma_d$ ) Maksimum Agregat Kasar Gradasi 1	43
Tabel 10. Nilai Berat Isi Kering ( $\gamma_d$ ) Maksimum Agregat Kasar Gradasi 2	44
Tabel 11. Nilai Berat Isi Kering ( $\gamma_d$ ) maksimum Agregat Kasar Gradasi 3	45
Tabel 12. Perhitungan CBR (unsoaked) Tanah Kohesif	47
Tabel 13. CBR (unsoaked) Agregat Kasar Gradasi 1	48
Tabel 14. CBR (unsoaked) Agregat Kasar Gradasi 2	49
Tabel 15. CBR Unsoaked Agregat Kasar Gradasi 3	50
Tabel 16. Pengujian Kuat Tekan Bebas	52

Tabel 17. Hasil Evaluasi Perbandingan antara yd Pematatan Bak Dengan yd Hasil Percobaan Pematatan Di laboratorium	55
Tabel 18. Hasil Uji Perilaku Beban Deformasi Ban Bekas Modifikasi	56
Tabel 19. Hasil Uji Perilaku Beban Deformasi Ban Bekas Tanpa Modifikasi	61
Tabel 20. Hubungan Antara Beban dan Penurunan Model 1 Tanah Tanpa Pondasi	64
Tabel 21. Hubungan Antara Beban dan Penurunan Model 2 Konstruksi Pondasi Ban Tersusun Vertikal	66
Tabel. 23. Hubungan Antara Beban dan Penurunan Model 3 Konstruksi Pondasi Ban Tersusun Horizontal	68
Tabel 24. Hasil Uji ketiga Model Pondasi Dangkal	70

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1. Model Pondasi	13
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Beban dan Penurunan	14
Gambar 3. Keruntuhan Geser Menyeluruh Dari Tanah Di bawah Pondasi	14
Gambar 4. Keruntuhan Geser Setempat dari Tanah Dibawah Pondasi	14
Gambar 5. Ban Bekas	17
Gambar 6. Tanah Lunak	19
Gambar 7. Agregat Kasar (Kerikil)	19
Gambar 8. Kerangka Pikir Penelitian	23
Gambar 9. Pengambilan Sampel	26
Gambar 10.a. Ban Bekas R.16	27
Gambar 10.b Ban Bekas setelah dimodifikasi	27
Gambar 11. Alat Uji Elemen Material granular Gradasi Isian Ban Bekas	28
Gambar 12. Alat Uji Model 1 Tanah Tanpa Pondasi	28
Gambar 13. Alat Uji Model 2 Pondasi Ban Tersusun Vertikal	29
Gambar 14. Alat Uji Model 3 Pondasi Ban Tersusun Horizontal	32
Gambar 15 Uji Model Fisik Pondasi Rakitan Ban Bekas	34
Gambar 16. Kerangka Tahapan Penelitian	40
Gambar 17. Diagram Plastisitas Unified Soil Classification System	40

Gambar 18. Grafik Hubungan Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Kohesif	41
Gambar 19. Grafik hubungan antara Kadar Air Dengan Berat Isi Kering Agregat Kasar Gradasi 1	43
Gambar 20. Grafik hubungan antara Kadar Air Dengan Berat Isi Kering Agregat Kasar Gradasi 2	44
Gambar 21. Grafik hubungan antara Kadar Air Dengan Berat Isi Kering Agregat Kasar Gradasi 3	45
Gambar 22. Rekapitulasi Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Berat isi Kering Agregat Kasar	46
Gambar 23. Grafik Pengujian Geser Langsung	46
Gambar 24. Grafik CBR (unsoaked) Tanah Kohesif	47
Gambar 25. Grafik CBR (unsoaked) Agregat Kasar Gradasi 1	49
Gambar 26. Grafik CBR Unsoaked Agregat Kasar Gradasi 2	50
Gambar 27. Grafik CBR Unsoaked Agregat Kasar Gradasi 3	51
Gambar 28. Rekapitulasi Grafik CBR (unsoaked) Agregat Kasar Ketiga Gradasi	52
Gambar 29. Hubungan Kuat Tekan Bebas Terhadap Regangan Pada Tanah	53
Gambar 30. Bak Pondasi Pengujian Pemadatan	54
Gambar 31. Ban Bekas	55
Gambar 32. Alat Uji Elemen Material Granular Gradasi Isian Ban Bekas Modifikasi	56
Gambar 33. Vertical-Horizontal Deformation of Gradation 1.	58
Gambar 34. Vertical-Horizontal Deformation of Gradation 2.	58

Gambar 35. Vertical-Horizontal Deformation of Gradation 3.	59
Gambar 36. Vertical-Horizontal Deformation of Gradation 4.	59
Gambar 37. Ban R.16 Tanpa Modifikasi	60
Gambar 38. Alat Uji Elemen Material Granular Gradasi Isian Ban Bekas Tanpa Modifikasi	61
Gambar 39. Vertical-Horizontal Deformation of gradation $1'' < (15\%) < 1,5''$ , $\frac{3}{4}'' < (25\%) < 1''$ , no.4 $< (60\%) < \frac{3}{4}''$	61
Gambar 40. Grafik Hubungan Antara dan Penurunan Tanah Tanah Tanpa Pondasi	63
Gambar 41. Uji Model 1 Tanah Tanpa Pondasi	63
Gambar 42. Modulus Reaksi Tanah Tanpa Pondasi	63
Gambar 43. Hubungan Antara Beban dan Penurunan Pondasi Ban Tersusun Vertikal	65
Gambar 44. Uji Model 2 Pondasi Ban Tersusun Vertikal	66
Gambar 45 Modulus Reaksi Tanah Model 2 Pondasi Ban Tersusun Vertikal.	67
Gambar 46 Grafik Hubungan Antara Beban dan Penurunan Pondasi Ban Tersusun Horizontal	68
Gambar 47. Uji Model 3 Pondasi Ban Tersusun Horizontal	69
Gambar 48. Modulus Reaksi Tanah Model 3 Pondasi Ban Tersusun Horizontal	71
Gambar 49 Perbandingan Kinerja Lapisan Tanah ketiga Model Pondasi Dangkal	72
Gambar 50 Perbandingan Modulus Reaksi Tanah Ketiga Model Pondasi Dangkal	73

<b>DAFTAR PERSAMAAN</b>		halaman
nomor		
		16
1.	Daya Dukung Ultimit untuk Pondasi Memanjang	16
2.	Daya Dukung Ultimit untuk Pondasi Bujur Sangkar	16
3.	Daya Dukung Ultimit untuk Pondasi Lingkaran	55
4.	Alas Pelat (A) pada Pengujian Perilaku Beban Deformasi ban Bekas Modifikasi	56
5.	Koeffisien Keseragaman (Cu)	56
6.	Koefisien Gradasi (Cc )	61
7.	Alas Pelat (A) pada Pengujian Perilaku Beban Deformasi Ban Bekas	72
8.	Alas Pelat (A) pada Pengujian Model Pondasi Dangkal	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembangunan rumah, gedung di benua America tidak sama dengan pembangunan rumah, gedung di Indonesia. Rumah di America standar bangunan telah diperhitungkan untuk meminimalkan korban nyawa manusia walaupun terlihat bangunan rumah seperti istana, namun pembangunan rumah tidak banyak menggunakan material batu ataupun semen seperti bangunan yang pada umumnya di Indonesia. Di negara America untuk membangun rumah seperti istana tidak banyak orang yang bekerja. Tembok yang terlihat batu dari depan biasanya hanya hiasan, bukan untuk kekuatan bangunan.

Pondasi rumah terdiri dari batu, akan tetapi pondasinya tidak kuat dan dinding berbahan dasar hampir seperti material kardus, umumnya rangka diisi material untuk menahan hawa panas atau dingin. Dinding rumahpun untuk pengerjaan cepat dan tidak memakai paku biasa namun paku yang biasa dipakai pada industri kayu.

Desa Tenganan, Pegringsingan Karangasem Bali, Arsitektur di masa lalu menggunakan tanah sebagai tembok atau merekatkan bebatuan untuk rumahnya disebut dengan tanah *pol-polan* tanpa semen yang masih berdiri kokoh dan dinikmati ratusan turis pada setiap harinya. Bagian mencolok disejumlah rumah adalah temboknya yang kelihatan artistik dan tua.

Teksturnya kasar, seperti tanah dionggokkan begitu saja agar menempel. Tanah *pol-polan* adalah mengelem batu dengan tanah tanpa semen. Hampir semua desa atau daerah terisolir, terpencil kesulitan material semen untuk pembuatan pondasi atau pembangunan rumah.

Ban bekas adalah material adalah material bekas dari sebuah proses , jika material bekas ini banyak di lingkungan maka berdampak pada pencemaran lingkungan dan kesehatan bagi masyarakat sekitar. Sifat positif dari limbah ban ini tahan terhadap air, memiliki sifat fleksibilitas. Ban juga mempunyai sifat elastis yang memiliki daya dukung dan apabila ban yang telah diisi material granular ditekan akan mengalami interaksi di sekeliling dan terjadi friction atau lekatan sehingga menambah daya dukung.

Struktur yang menggunakan limbah ban bekas telah dikembangkan untuk keperluan pada perkuatan struktur, kolom, bahan campuran beton, campuran aspal untuk jalan dan sebagainya. Hasil penelitian sebelumnya baik yang dilakukan secara eksperimental, analisis numerik menunjukkan bahwa perilaku dari pondasi ban bekas menyangkut kapasitas dukung. Kebanyakan penelitian menggunakan pondasi ban bekas berbagai bentuk seperti bentuk satu lapis ban, dua lapis pada kedalaman dan beban.

Penelitian perkuatan tanah lunak pada pondasi dangkal dengan ban bekas telah dilakukan oleh Gunawan S dan Tjusanto T (2012). Hasil penelitian tanah lunak pada pondasi dangkal sebelum mengalami perkuatan dengan ban bekas mengalami penurunan cukup besar disebabkan oleh beban titik yang dipikulnya. Penambahan lapis ban pada tanah lunak sebagai bahan perkuatan

memperkecil penurunan yang terjadi oleh beban yang dipikulnya dibandingkan tanah lunak sebelum perkuatan.

Pengembangan pondasi dangkal bentuk rakitan ban bekas memiliki kemudahan dalam pemasangan dengan kapasitas dukung cukup besar perlu diteliti. Khusus untuk penggunaan rakitan ban bekas pada tanah lunak, bentuk rakitan ban bekas yang akan kami dikembangkan pada penelitian ini ada dua model, model pondasi ban tersusun vertikal dan model pondasi ban tersusun horizontal. Pengujian dilakukan terhadap kedua model dan model tanah tanpa pondasi rakitan ban bekas. Pada penelitian ini jenis tanah yang digunakan sebagai media percobaan adalah tanah lunak.

Sesuai uraian di atas saya merancang dan uji model pondasi dangkal berbentuk rakitan ban bekas sebagai objek penelitian saya yang dititik berat pada kapasitas dukung pondasi dan keruntuhan tanah selama pengujian dengan judul :

**” Uji Kapasitas Dukung Model Pondasi Rakitan Ban Bekas Pada Lapisan Tanah Kohesif ”**

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka pokok permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dijabarkan dalam rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perilaku elemen material granular gradasi isian ban bekas ?

2. Bagaimana model pondasi dangkal menggunakan material ban bekas dengan pengujian model fisik laboratorium ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memperkaya wawasan tentang perkuatan tanah lunak pada pondasi rakitan ban bekas, sehingga diharapkan semakin luasnya pondasi dangkal terutama bagi kegunaan konstruksi pondasi bangunan gedung. Secara khusus penelitian ini memodelkan pondasi rakitan ban bekas. Untuk itu tujuan penelitian :

1. Menganalisis perilaku elemen material granular gradasi isian ban bekas.
2. Mengembangkan model pondasi dangkal menggunakan material ban bekas dengan pengujian model fisik laboratorium.

### **D. Batasan Masalah**

Penelitian ini mencakup pengujian laboratorium terhadap karakteristik tanah lunak dan agregat kasar. meliputi sifat fisik, mekanik, uji elemen dan uji model fisik laboratorium. Secara rinci penelitian dibatasi oleh tanah yang digunakan. Tanah diuji parameternya di laboratorium Geoteknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

1. Material pengisi rakitan ban yang digunakan adalah Gradasi material Granular.
2. Ban yang digunakan adalah ban mobil bekas R.16
3. Metode test yang dipergunakan adalah berdasarkan metode ASTM dan SNI

### **E. Sistematika Penulisan**

Gambaran umum mengenai isi penelitian ini, dapat dituliskan secara singkat sebagai berikut :

#### 1. BAB I Pendahuluan

Dijelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah menjelaskan permasalahan yang diamati dan dilaksanakan, tujuan penelitian, ruang lingkup sebagai batasan dalam penulisan, serta sistematika penulisan tentang pengenalan isi per bab dalam penulisan ini.

#### 2. BAB II Tinjauan Pustaka

Memaparkan teori dasar tentang pondasi konstruksi, Isu strategis pondasi infrastruktur konstruksi, utilisasi ban bekas, prinsip desain dan teknologi pondasi dangkal, kapasitas dukung pondasi dangkal material kompresible, matriks studi terdahulu serta kerangka pikir penelitian

#### 3. BAB III Metodologi Penelitian

Menerangkan teknis penelitian yang dilakukan. menguraikan tentang lokasi dan waktu penelitian, pengambilan sampel contoh

material, rancangan penelitian, pengujian karakteristik material, pengujian perilaku deformasi dan model fisik pondasi.

#### 4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh, pengujian yang dilaksanakan sesuai dengan metodologi penelitian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

#### 5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Menerangkan tentang kesimpulan dari capaian yang dihasilkan sebagai suatu rujukan dalam bidang akademik dan bidang rekayasa serta memberikan saran dalam riset yang bersifat berkelanjutan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Isu Strategis Pondasi Infrastruktur Konstruksi**

Pondasi sebagai dasar atau landasan untuk bangunan tertentu yang akan dibangun di atasnya, komponen/struktur paling bawah dari sebuah bangunan, meski tidak terlihat secara langsung saat bangunan sudah selesai, namun secara fungsi struktur, keberadaan pondasi tidak boleh terabaikan. Perlu perencanaan yang matang, karena salah satu faktor yang mempengaruhi keawetan atau keamanan bangunan adalah pondasi. Pondasi didesain agar memiliki kapasitas dukung dengan penurunan/settlement tertentu oleh para Insinyur geoteknik dan struktur. Desain utamanya mempertimbangkan penurunan dan daya dukung tanah, dalam beberapa kasus misal turap, defleksi/lendutan pondasi juga diikutkan dalam pertimbangan. Ketika berbicara penurunan, yang diperhitungkan biasanya penurunan total (keseluruhan bagian pondasi turun bersama-sama) dan penurunan differensial (sebagian pondasi saja yang turun/miring). Ini dapat menimbulkan masalah bagi struktur yang didukungnya.

Tantangan pondasi infrastruktur adalah biaya pembuatan pondasi, contoh pondasi cakar ayam mahal dikarenakan peralatan dan tindakan dalam proses pembuatannya cukup banyak dan rumit, selain itu bahan-bahan material yang dibutuhkan untuk proses betonisasi pondasi jauh lebih

banyak. Permasalahan bukan hanya karena karakteristik bangunannya saja, tetapi juga biaya pembuatan serta pemasangan pondasinya yang mahal oleh karena itu perlu mempertimbangkan saat ingin mengaplikasikan pondasi cakar ayam di lapangan. Kerusakan pada bangunan pondasi struktur, seringkali disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*), hal ini karena manusia/pekerja ini sebagian besar kualitasnya masih jauh dibawah rata-rata dibandingkan dengan perkembangan teknologi bahan itu sendiri. Selain manusia, kebutuhan akan dana/uang sangat memegang peranan penting dalam memenuhi akan kualitas bangunan yang bermutu karena dengan dana yang minim tentu akan memilih material yang kualitas minim pula/kualitas rendah. Tentu dengan kualitas rendah maka umur bangunan itu sendiri ikut rendah.

Faktor Penyebab kerusakan pondasi adalah lapisan tanah di bawah pondasi kurang padat/kurang keras sehingga tidak mampu menopang beban di atasnya. Ukuran pondasi kurang besar, tidak sesuai dengan beban bangunan di atasnya. Posisi/letak pondasi berada dalam sudut longsor tanah. Tanah mengalami perubahan karakteristik akibat kejadian alam seperti banjir, gempa bumi.

### **B. Utilisasi Ban Bekas sebagai Pondasi Telapak**

Ban bekas dimanfaatkan sebagai bahan perkuatan pada pondasi plat, telapak pada tanah lunak untuk perbaikan sifat-sifat dukungan pada tanah lunak. Beberapa alasan pemilihan ban bekas sebagai bahan perkuatan

pada pondasi telapak pada tanah lunak karena ban mempunyai sifat elastis yang memiliki daya dukung yang kuat dan mudah didapat dengan harga yang murah.(Gunawan S. dan Tjusanto T., 2012)

Pondasi rumah yang digunakan dari ban yang diisi dengan tanah guna menahan besi-besi yang ditancapkan di dalamnya. Ukuran ban juga yang dipakai bermacam-macam, tergantung apakah ban bekas dari truk atau mobil. Teknik pembangunan rumah seperti ini akan memberi keuntungan rumah akan lebih fleksibel karena karet ban tersebut ,dengan begitu rumah tidak mudah roboh ketika gempa bumi.

Ban bekas telah banyak digunakan sejak tahun 1974, ban yang digunakan adalah ban bekas dari mobil atau truk. Di Perancis lebih dikenal dengan nama "Pneusol". Material ini merupakan kombinasi dari ban dan tanah, yang kegunaannya tidak hanya untuk memanfaatkan ban bekas, tetapi juga dapat memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah. (Sugiarto.,et.al, 2001)

### **C. Prinsip Desain dan Teknologi Pondasi Dangkal**

Pondasi didesain agar memiliki kapasitas dukung dengan penurunan/settlement tertentu oleh para Insinyur Geoteknik dan Struktur. Desain utamanya mempertimbangkan penurunan dan daya dukung tanah. Daya dukung pondasi merupakan kombinasi dari kekuatan gesekan tanah terhadap pondasi (tergantung jenis tanah, kedalaman, dan lain-lain), kekuatan tanah di mana pondasi itu berdiri, dan juga pada bahan pondasi itu sendiri.

Beban yang bekerja pada suatu pondasi dapat diproyeksikan menjadi :

- Beban horizontal / beban geser, sebagai contohnya beban akibat gaya tekan tanah, transfer beban akibat gaya angin pada dinding.
- Beban vertikal/ Beban tekan :
  - Beban mati, contoh berat sendiri bangunan
  - Beban hidup, contoh beban penghuni, air hujan dan salju
  - Gaya gempa
- Momen
- Torsi

Pondasi dangkal biasanya dilaksanakan pada tanah dengan kedalaman tanah tidak lebih dari 3 meter atau sepertiga dari lebar alas pondasi. Dengan kata lain, pondasi ini diterapkan pada tanah yang keras atau stabil yang mendukung struktur bangunan yang tidak terlalu berat dan tinggi, dengan kedalaman tanah keras kurang dari 3 meter. Pondasi dangkal tidak disarankan untuk dilaksanakan pada jenis tanah yang kurang stabil atau memiliki kepadatan tanah yang buruk, seperti tanah bekas rawa/gambut.

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung :

a. Pondasi telapak

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas baik yang mendukung

bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit dibawah permukaan tanah.

Pondasi telapak saya kembangkan yakni pondasi rakitan ban bekas dengan model konstruksi pondasi ban tersusun vertikal dan model konstruksi pondasi ban tersusun horizontal

b. Pondasi memanjang

Pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya.

c. Pondasi rakit

Pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat di semua arahnya, sehingga bila menggunakan pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya.

Pondasi dangkal adalah apabila kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi dan anggapan bahwa penyebaran tegangan pada struktur pondasi ke lapisan tanah dibawahnya yang berupa lapisan penyangga lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi ke lapisan tanah di bawahnya yang berupa lapisan penyangga lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal ditentukan dari  $D_f < B$ , dengan  $D_f$  adalah kedalaman pondasi dangkal dan  $B$  adalah lebar pondasi (Anwar Muda, 2016)

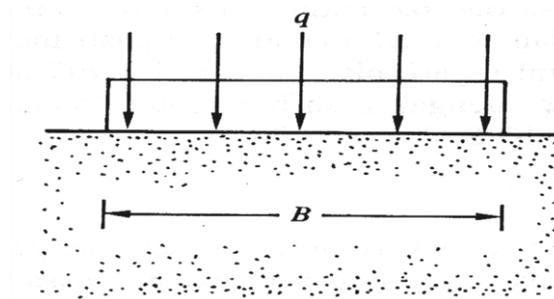
#### **D. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal Material Kompresible (ban bekas, tanah lunak dan agregat kasar)**

Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkenaan dengan kekuatan tanah untuk menopang suatu beban di atasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jumlah air yang terdapat di dalamnya, kohesi tanah, sudut geser dalam, dan tegangan normal tanah. Dapat dikatakan pula bahwa daya dukung merupakan gaya maksimum yang dapat dipikul/ditahan tanpa menyebabkan keruntuhan geser dan penurunan/*Settlement* yang berlebihan untuk melawan gaya geser

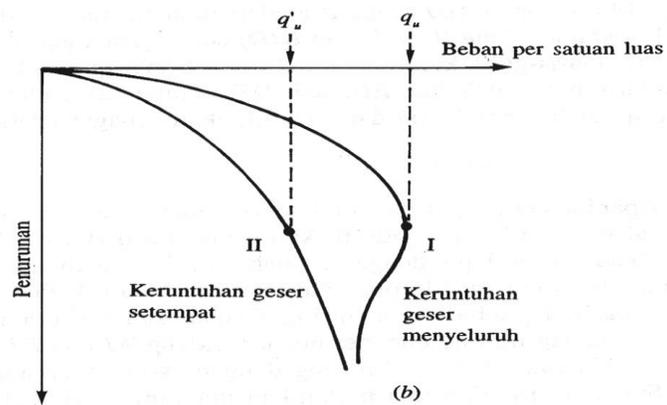
Untuk memahami konsep daya dukung batas suatu tanah, terlebih dahulu kita memahami konsep pola keruntuhan geser dalam tanah. Perhatikan model pondasi bentuk persegi yang memanjang dengan lebar  $B$  yang diletakkan pada permukaan lapisan tanah lunak padat seperti terlihat pada Gambar 1 dengan asumsi apabila beban-beban terbagi rata  $q$  per satuan luas diletakkan diatas model pondasi, maka pondasi tadi akan turun. Apabila beban terbagi rata  $q$  tersebut ditambah, tentu saja penurunan pondasi yang bersangkutan akan bertambah pula. Tetapi, bila besar  $q = q_u$  telah dicapai, maka keruntuhan daya dukung akan terjadi, yang berarti pondasi akan mengalami penurunan yang sangat besar tanpa penambahan beban  $q$  lebih lanjut. Tanah di sebelah kanan dan kiri pondasi akan menyembul dan bidang longsor akan mencapai permukaan tanah. Hubungan antara beban dan penurunan akan seperti pada Gambar 2. Untuk keadaan ini kita mendefinisikan  $q_u$  sebagai daya dukung batas tanah. Pola keruntuhan daya dukung seperti ini dinamakan keruntuhan

geser menyeluruh (*general shear failure*). Apabila pondasi turun karena suatu beban yang diletakkan di atasnya, maka suatu zona keruntuhan blok segitiga dari tanah zona I akan tertekan kebawah, dan selanjutnya tanah dalam zona I menekan zona II dan zona III kesamping dan kemudian ke atas terlihat pada Gambar 3. Pada beban batas  $q_u$ , tanah berada dalam keseimbangan plastis dan keruntuhan terjadi dengan cara menggelincir. Apabila model pondasi yang kita jelaskan di atas kita letakkan dalam tanah pasir yang setengah padat, maka hubungan antara beban dan penurunan akan berbentuk seperti terlihat pada Gambar 2. Sementara itu, apabila harga  $q = q_u'$  maka hubungan antara beban dan penurunan menjadi curam dan lurus. Dalam keadaan ini  $q_u'$  kita definisikan sebagai daya dukung batas dari tanah. Pola keruntuhan seperti ini dinamakan keruntuhan geser setempat (*local shear failure*). Zona keruntuhan blok segitiga zona I di bawah pondasi akan bergerak ke bawah seperti terlihat pada Gambar 4 tetapi tidak seperti keruntuhan geser menyeluruh (*general shear failure*), bidang keruntuhan berakhir di suatu tempat di dalam tanah.

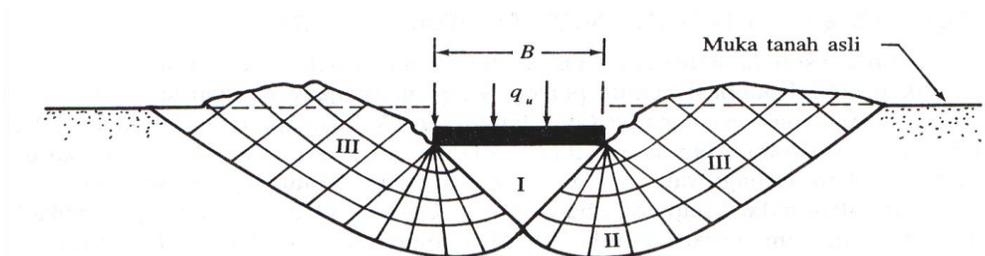
Keruntuhan geser menyeluruh (*general shear failure*) merupakan karakteristik dari telapak pondasi yang sempit dengan kedalaman yang dangkal yang terletak pada tanah yang relatif padat dan relatif kuat yang relatif tidak kompresibel. Untuk tanah yang relatif lemah dan relatif kompresibel, dengan telapak yang relatif lebar dan relatif dalam, jenis keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan geser setempat (*local shear failure*).



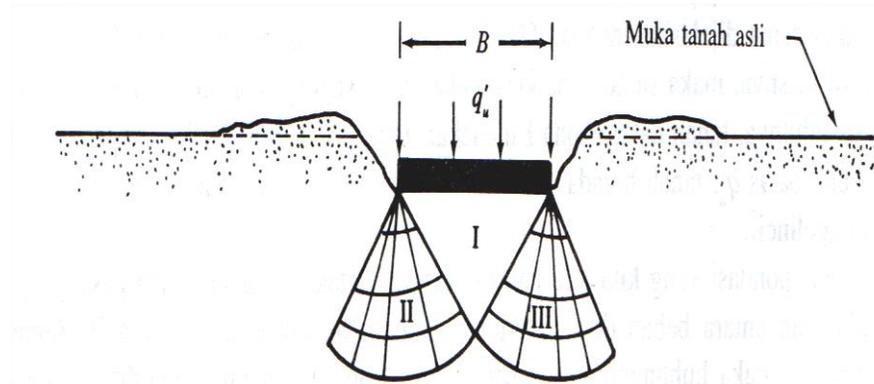
**Gambar 1.** Model Pondasi



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Antara Beban dan Penurunan



**Gambar 3.** Keruntuhan Geser Menyeluruh dari Tanah Di bawah Pondasi



**Gambar 4.** Keruntuhan Geser Setempat dari Tanah Di bawah Pondasi

Pondasi dangkal adalah pondasi yang ditempatkan dengan kedalaman dibawah permukaan tanah yang kurang dari lebar minimum pondasi ( $B$ ), dengan kata lain pondasi dangkal merupakan pondasi yang kedalamannya dekat dengan permukaan tanah ( $D/B < 1$ ). Kapasitas dukung pondasi dangkal ialah kemampuan tanah dibawah pondasi menahan beban yang diteruskan oleh pondasi dangkal.

Besarnya kapasitas dukung pondasi dangkal dipresentasikan atas tiga bagian yang masing-masing bagian berhubungan dengan bagian lain dari mekanisme keruntuhan. Bagian pertama berasal dari kekuatan kohesi tanah, bagian kedua berasal dari berat tanah diatas dasar pondasi dangkal dan bagian ketiga berasal dari berat berat tanah dibawah dasar pondasi dangkal.

Teori daya dukung persamaan Terzaghi telah sangat luas digunakan, karena persamaan yang dikemukakan oleh Terzaghi merupakan usulan yang pertama dan cukup konservatif, sehingga

didapatkan sebuah sejarah pemakaian yang berhasil. Analisis kapasitas daya dukung pondasi dangkal menurut Terzaghi adalah sebagai berikut :

a. Daya dukung ultimit untuk pondasi memanjang

$$q_u = c.N_c + q.N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \quad (1)$$

b. Daya dukung ultimit untuk pondasi bujur sangkar

$$q_u = 1,3 c.N_c + q.N_q + 0,4 \gamma B N \quad (2)$$

c. Daya dukung ultimit untuk pondasi lingkaran

$$q_u = 1,3 c.N_c + q.N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma \quad (3)$$

Dimana :

$q_u$  = Daya dukung ultimit untuk pondasi memanjang (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = Kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  = Berat volume tanah (kN/m<sup>3</sup>)

$D_f$  = Kedalaman pondasi (m)

$q$  = Intensitas tekanan total pada tanah di dasar pondasi, sesudah struktur selesai dibangun dengan pembebanan penuh( kN/m<sup>2</sup>)

$B$  = Lebar atau diameter pondasi (m)

$L$  = Panjang pondasi (m)

$N_c$  = Faktor daya dukung tanah terhadap kohesi tanah

$N_q$  = Faktor daya dukung tanah terhadap tekanan tanah

$N_\gamma$  = Faktor daya dukung tanah terhadap berat jenis tanah

Material Kompresible (ban bekas, tanah lunak dan agregat kasar)

a. Ban bekas

Limbah ban bekas yang tidak terpakai di lingkungan semakin meningkat. Limbah ban merupakan material urgensi, material yang tidak dapat terurai oleh lingkungan. Pemusnahan ban bekas dengan cara dibakar pun cukup sulit dilakukan dan berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Meski material sulit dimusnahkan, limbah ban bekas memiliki beberapa sifat fisis yang dapat dimanfaatkan. Salah satu sifat positif dari limbah karet yaitu tahan terhadap air, memiliki sifat fleksibilitas dan lentur yang baik serta dapat meredam getaran. Ban mempunyai sifat elastis yang memiliki daya dukung yang kuat dan mudah didapat dengan harga yang murah.



**Gambar 5.** Ban Bekas

b. Tanah Kohesif

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian terbesar terdiri dari butir-butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Tanah Kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya seperti tanah lempung. Sifat lapisan tanah lunak adalah gaya gesernya yang kecil, kemampuan yang

besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah.

Tanah lunak merupakan tanah yang berkarakteristik buruk. Hal ini karena tanah lunak memiliki sifat kompresibilitas yang tinggi. Faktor yang menyebabkan tingginya tingkat kompresibilitas pada tanah lunak adalah karena tanah lunak memiliki angka pori yang tinggi dan memiliki kadar air yang tinggi sehingga menyebabkan tanah lunak memiliki daya dukung yang sangat rendah dan memiliki masalah deformasi.

Tanah lunak dapat mengalami perubahan volume seiring dengan perubahan kadar air. Ketika tanah lunak dalam keadaan kering dapat terjadi penyusutan dan retak-retak. Apabila kadar air bertambah setelah kondisi kering dan penyusutan, maka akan terjadi pengembangan (swelling). Hal ini dikarenakan jenis mineral yang terdapat di tanah lempung sangat mempengaruhi besar swelling. Selain itu, pengaruh dari beban konstruksi juga dapat mempengaruhi perubahan volume tanah. Ketika beban yang diterima tanah dikurangi maka tanah akan mengalami pengembangan. Ketika beban yang diterima tanah mengalami penambahan, maka tanah akan lebih memadat dan menyusut.

Sifat lapisan tanah lunak adalah gaya gesernya yang kecil, kemampuan yang besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah. Tanah-tanah lunak secara umum mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Kuat geser tanah yang rendah.

- b. Berkurang kuat geser apabila kadar air bertambah.
- c. Berkurang kuat geser apabila struktur tanahnya terganggu.
- d. Bila basah, bersifat plastis dan mudah mampat.
- e. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah
- f. Kompresibilitasnya besar.
- g. Berubah volumenya dengan bertambahnya waktu akibat rangkakan pada beban yang konstan.
- h. Merupakan material kedap air



**Gambar 6.** Tanah Lunak

c. Agregat Kasar

Agregat kasar ialah bebatuan kecil, biasanya batu granit yang dipecahkan. Ukuran agregat yang selalu digunakan ialah antara 2 mm dan 75 mm. Di sini agregat berperan sebagai penguat atau berperan sebagai alat untuk membuat kepadatan tanah.



**Gambar 7.** Agregat Kasar (Kerikil)

### **E. Matriks Studi Terdahulu**

Penelitian ini memakai dasar beberapa penelitian yang pernah dilakukan. Dari berbagai penelitian yang menyangkut penelitian memakai ban bekas sebagai pondasi untuk perkuatan tanah. Dari pengamatan sampai sekarang belum ada penelitian tentang model pondasi ban tersusun vertikal dan model pondasi ban tersusun horizontal pondasi rakitan ban bekas pada lapisan tanah kohesif.

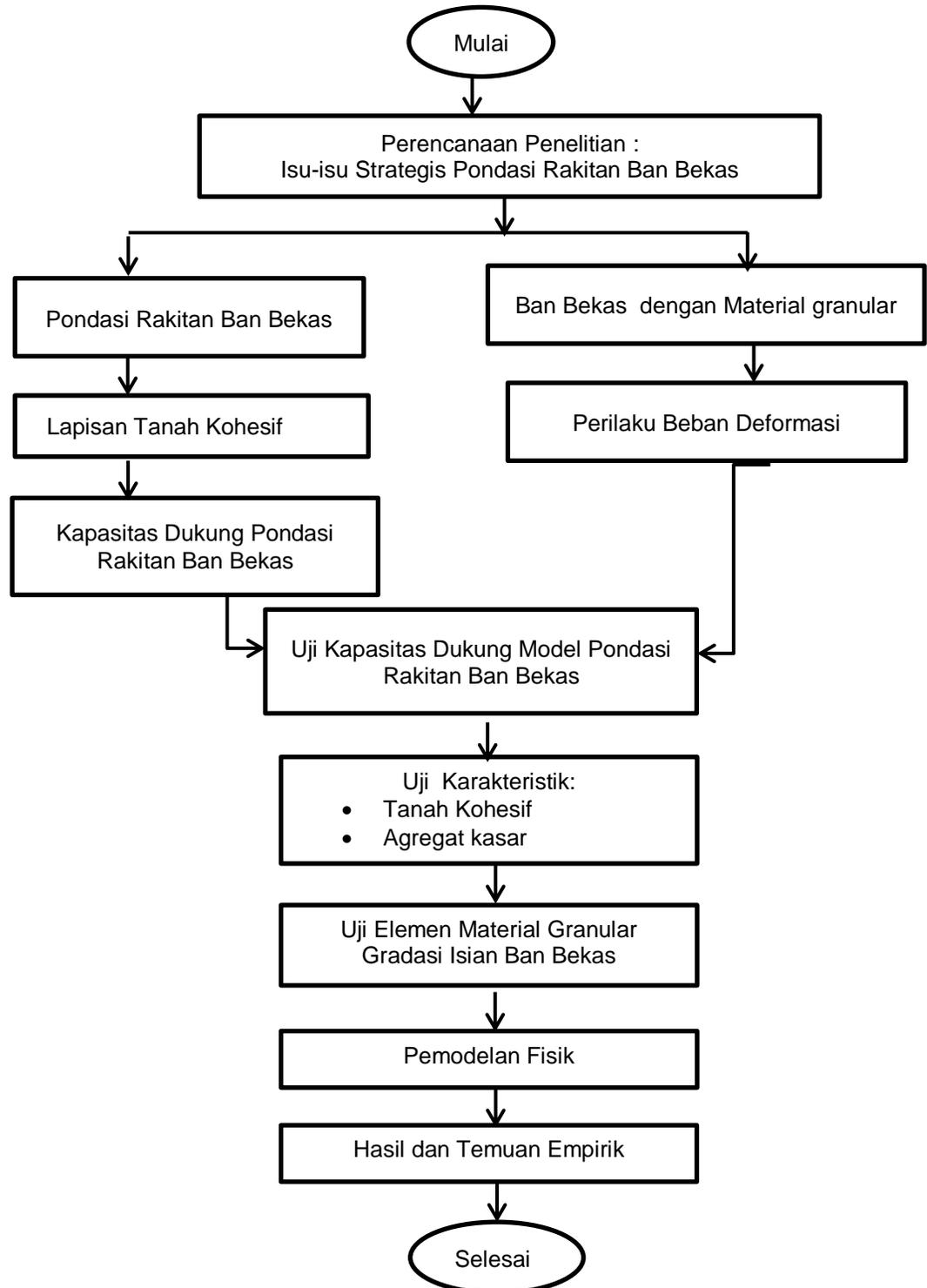
**Tabel 1.** Matriks Penelitian Terdahulu

NO	PENELITIAN TERDAHULU	JUDUL PENELITIAN	TEMUAN /KAJIAN	PUBLIKASI
1	Gunawan S., Tjusanto T / 2012	Perkuatan Tanah Lunak pada Pondasi Dangkal di Bantul dengan Ban Bekas	Adanya peningkatan kekuatan tanah dasar pondasi dangkal pada tanah lempung lunak dengan penggunaan lapis ban bekas dibanding tanah lempung lunak tanpa lapis ban bekas	Konteks 6, Universitas Trisakti Jakarta 1-2 November 2012.
2	Gunawan S., Hadsari V., Alibasah/2016	Pemodelan Pondasi Dangkal pada Tanah Lunak dengan Perkuatan Cerucuk Kayu dan Ban Bekas	Tanah lunak tanpa perkuatan mengalami penurunan cukup besar, Tanah lunak dengan perkuatan urugan pasir dan ban bekas mengalami penurunan 15,13 mm dengan beban 136,97 kg, Tanah lunak perkuatan urugan pasir	Konfrensi Nasional Teknik Sipil (Konteks) 10, Universitas Atma Jaya Yogyakarta; 26-27 Oktober 2016. ISBN : 978-602-60286-0-0
3	Indraratna B., Sun Q., Grant J	Behavior of Subballast Reinforced with Used Tyre and Potential Application in Rail Tracks	Ban karet mempunyai tiga struktur selinder dimensi digunakan untuk menstabilkan pondasi dengan meningkatkan daya dukung dan mengurangi penurunan	Transportation Geotechnics, 19 Agustus 2017

4	Sugiarto., Sumitro R.A.A., Soetojo M.,/ 2001	Perilaku Pondasi Dangkal pada Tanah Lunak yang diberi perkuatan Tyre Soil dan Perkuatan Material Granular akibat Beban Dinamis	Sebuah Model dibuat di laboratorium untuk study efektivitas penggunaan Tyre Soil dan material Granular apabila digunakan sebagai perkuatan pada Pondasi dangkal yang di bebani dengan beban dinamis horizontal	Teknik Sipil FTSP-ITS Kampus ITS, 01 Desember 2001
5	Bagaldian A., Saatcioglu / 2008	The Use of Steel – belted automobile tires as colonmn confinemen reinforcement	Baja berikat ban mobil sebagai bekesting dan penguatan dinding kolom.	The 14 World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing ,cina
6	Thorat S C/2017	Used of old tyres for bedding of building foundations	Type pembuatan bedding pondasi dari penggunaan ban akan sangat bermanfaat pada daerah yang memiliki tanah lunak	Iternational Journal of latest Engineering and managment Research (IJLEMR) ISSN: 2455-48477, Volume 0Issue 03 Maret 2017

7	Jeffery Rod., Ward I/2004	Civil Engineering Structures Using Recycle Rubber Tyre Units	Ecofles Australia Pty.Ltd telah berkembang dan dipatenkan Teknik Sipil system penggunaan nilai Structural dari daur ulang ban dan memberikan biaya hemat	IEAUST Engineeringexcellence Award

## F. Kerangka Pikir Penelitian



**Gambar 8.** Kerangka Pikir Penelitian

Diskripsi detail kerangka pikir penelitian ditunjukkan pada Gambar 8. Perencanaan penelitian, isu-isu strategis pondasi rakitan ban bekas terdiri dari pondasi rakitan ban bekas dan elemen rakitan ban bekas dengan material granular. Pondasi rakitan ban bekas di atas lapisan tanah lunak dan akan diketahui kapasitas dukung pondasi, sedangkan elemen rakitan ban bekas dengan material granular akan diketahui perilaku beban deformasi. Dari keduanya akan dilakukan uji model kapasitas dukung pondasi yang terdiri dari 1. Uji karakteristik dari tanah lunak, agregat kasar, 2. Uji elemen material granular gradasi isian ban bekas, 3. Pemodelan fisik pondasi maka didapatkan hasil dan temuan empirik.

