

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu komponen utama dalam konstruksi, berperan sebagai pondasi bagi bangunan, jalan, tanggul, dan berbagai infrastruktur lainnya. Namun, tidak semua jenis tanah memiliki sifat teknik yang sesuai untuk mendukung konstruksi secara langsung. Salah satu jenis tanah yang menjadi perhatian dalam bidang Geoteknik adalah tanah lempung ekspansif, yaitu tanah yang memiliki kemampuan mengembang ketika menyerap air dan menyusut saat mengering. Sifat perubahan volume ini sering menyebabkan kerusakan struktural pada bangunan, seperti retak pada dinding, lantai, dan perkerasan jalan, terutama pada wilayah dengan fluktuasi kadar air yang tinggi, Das (1995).

Di Indonesia, termasuk di wilayah Nusa Tenggara Timur, banyak ditemukan jenis tanah lempung yang bersifat ekspansif dengan nilai pengembangan (*swelling potential*) tinggi. Kondisi ini menjadi tantangan utama dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jalan dan bangunan, karena perubahan kadar air akibat curah hujan atau perendaman dapat menurunkan kekuatan dan kestabilan tanah dasar. Oleh karena itu, upaya perbaikan tanah melalui stabilisasi menjadi langkah penting untuk meningkatkan daya dukung dan mengurangi sensitivitas tanah terhadap air, Titu-Eki & Dethan (2023).

Salah satu metode stabilisasi yang banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan bahan lokal dan ramah lingkungan, seperti abu sekam padi (ASP) dan kapur. Abu sekam padi merupakan limbah pertanian dengan kandungan silika (SiO_2) tinggi yang bersifat *pozzolan*, Bell (1996). Sedangkan kapur berfungsi sebagai bahan kimia aktif yang dapat memicu reaksi pozzolanik, membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (CSH) yang memperkuat struktur tanah, Thompson (1966). Kombinasi keduanya menghasilkan efek sinergis, di mana kapur mempercepat reaksi kimia, dan abu sekam padi meningkatkan stabilitas jangka panjang tanah.

Meskipun banyak penelitian menunjukkan bahwa kombinasi abu sekam padi dan kapur mampu meningkatkan kepadatan (MDD), daya dukung (CBR), dan menurunkan plastisitas, namun ketahanan tanah terhadap pengaruh air belum banyak dikaji secara mendalam. Padahal, pada kondisi lapangan, tanah sering mengalami siklus basah kering

yang dapat memicu penurunan kekuatan akibat perendaman. Oleh karena itu, parameter ketahanan air seperti pengembangan (*swelling*) dan retensi kekuatan setelah perendaman perlu dianalisis untuk menilai sejauh mana hasil stabilisasi dapat mempertahankan kekuatannya. Uji *California Bearing Ratio* (CBR) merupakan metode standar untuk menilai kekuatan tanah, baik dalam kondisi tanpa perendaman (*unsoaked*) maupun setelah perendaman (*soaked*). Das, B.M (1995/2007). Perbandingan kedua kondisi tersebut dapat digunakan untuk menentukan retensi kekuatan (*CBR soaked/unsoaked ratio*) sebagai indikator ketahanan tanah terhadap air.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketahanan air tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan kombinasi abu sekam padi dan kapur, melalui pengujian *swelling* dan retensi kekuatan CBR, serta menentukan komposisi campuran yang paling efektif dalam meningkatkan stabilitas tanah terhadap pengaruh air.

Alasan Pemilihan dan Presentasi Komposisi Tanah Lempung Ekspansif, Abu Sekam Padi, dan Kapur. Presentasi mengenai komposisi tanah lempung ekspansif, abu sekam padi, dan kapur dilakukan karena tanah lempung ekspansif memiliki permasalahan teknis yang signifikan, khususnya dalam bidang teknik sipil dan geoteknik. Tanah lempung ekspansif memiliki sifat mengembang saat basah dan menyusut saat kering, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan, seperti retak pada fondasi dan perkerasan jalan.

Penambahan abu sekam padi dipresentasikan karena material ini merupakan limbah pertanian yang memiliki kandungan silika tinggi dan berpotensi sebagai bahan stabilisasi tanah. Pemanfaatan abu sekam padi tidak hanya meningkatkan sifat mekanik tanah, tetapi juga mendukung konsep pembangunan berkelanjutan dengan mengurangi limbah dan penggunaan bahan konvensional.

Sementara itu, kapur dipilih sebagai bahan campuran karena kemampuannya dalam menurunkan plastisitas tanah, meningkatkan kekuatan geser, serta memperbaiki stabilitas volume tanah lempung ekspansif melalui reaksi kimia (pozzolanik). Kombinasi kapur dengan abu sekam padi diharapkan dapat memberikan efek sinergis dalam meningkatkan daya dukung tanah.

Oleh karena itu, presentasi komposisi ketiga material ini bertujuan untuk menjelaskan dasar pemilihan bahan, mekanisme perbaikan sifat tanah, serta manfaat teknis dan lingkungan dari penggunaan abu sekam padi dan kapur sebagai alternatif stabilisasi

tanah lempung ekspansif.

Alasan Pemilihan variasi 6% abu sekam padi dan kapur didasarkan pada pertimbangan teknis dan ilmiah. Abu sekam padi memiliki kandungan silika (SiO_2) yang tinggi dan bersifat pozzolan, sedangkan kapur berfungsi sebagai aktivator yang menyediakan kalsium (CaO) untuk mendukung terjadinya reaksi pozzolanik. Reaksi antara silika dari abu sekam padi dan kalsium dari kapur diharapkan mampu membentuk senyawa pengikat tambahan yang dapat meningkatkan sifat mekanis material, seperti kekuatan dan stabilitas.

Kadar 6% dipilih karena dianggap sebagai kadar yang masih berada dalam rentang optimum, di mana penambahan abu sekam padi dan kapur cukup untuk meningkatkan ikatan antarpartikel tanpa menimbulkan efek negatif akibat kelebihan bahan tambah. Pada kadar yang lebih tinggi, penambahan abu sekam padi dan kapur berpotensi menyebabkan peningkatan porositas dan berkurangnya proporsi material utama, yang dapat menurunkan kinerja material. Selain itu, pemilihan kadar 6% juga mempertimbangkan aspek efisiensi penggunaan bahan, sehingga diperoleh peningkatan kinerja material yang signifikan dengan penggunaan bahan stabilisasi yang relatif ekonomis.

Menurut Muntohar (2005), penambahan abu sekam padi dalam jumlah tertentu pada tanah yang distabilisasi dengan kapur dapat meningkatkan efektivitas proses stabilisasi. Namun, kadar penambahan harus dibatasi pada nilai optimum. Penambahan bahan stabilisasi yang berlebihan justru dapat menyebabkan penurunan kepadatan dan peningkatan porositas, sehingga berdampak negatif terhadap sifat mekanis tanah.

Berdasarkan hasil pengujiannya, Muntohar menyatakan bahwa kadar abu sekam padi dan kapur dalam rentang rendah hingga menengah menunjukkan peningkatan parameter mekanik tanah yang signifikan. Oleh karena itu, pemilihan variasi penambahan sebesar 6% abu sekam padi dan kapur dianggap berada dalam rentang optimum, di mana reaksi pozzolanik berlangsung secara efektif tanpa mengurangi proporsi material utama. Pada kadar ini, terjadi keseimbangan antara jumlah silika dari abu sekam padi dan kalsium dari kapur, sehingga terbentuk ikatan antarpartikel yang lebih kuat dan stabil.

Alasan tidak memilih presentasi lain karena Variasi persentase yang lebih rendah dari 6% tidak dipilih karena jumlah silika dari abu sekam padi dan kalsium dari kapur yang tersedia relatif terbatas, sehingga reaksi pozzolanik yang terjadi belum maksimal. Kondisi ini menyebabkan peningkatan kekuatan dan stabilitas material belum signifikan

dibandingkan dengan material asli. Oleh karena itu, penggunaan kadar yang terlalu rendah dinilai kurang efektif untuk mencapai tujuan stabilisasi.

Sementara itu, variasi persentase yang lebih tinggi dari 6% juga tidak dipilih karena berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap sifat fisik dan mekanik material. Penambahan abu sekam padi dan kapur dalam jumlah berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya proporsi material utama, peningkatan porositas, serta penurunan kepadatan maksimum. Muntohar menyatakan bahwa kondisi tersebut dapat mengakibatkan penurunan kekuatan material meskipun kandungan bahan stabilisasi ditingkatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh stabilisasi kombinasi abu sekam padi dan kapur terhadap nilai pengembangan (*swelling*) tanah lempung ekspansif?
2. Bagaimana perbedaan nilai CBR antara kondisi tanpa perendaman (*unsoaked*) dan setelah perendaman (*soaked*) pada tanah lempung ekspansif yang distabilisasi kombinasi abu sekam padi dan kapur?
3. Bagaimana tingkat retensi kekuatan tanah lempung ekspansif yang distabilisasi kombinasi abu sekam padi dan kapur berdasarkan rasio nilai CBR rendaman terhadap CBR tanpa rendaman?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh stabilisasi kombinasi abu sekam padi dan kapur terhadap nilai pengembangan (*swelling*) tanah lempung ekspansif.
2. Mengetahui perbedaan nilai CBR antara kondisi tanpa perendaman (*unsoaked*) dan setelah perendaman (*soaked*) pada tanah lempung ekspansif yang distabilisasi kombinasi abu sekam padi dan kapur.
3. Mengevaluasi retensi kekuatan tanah melalui perbandingan rasio nilai CBR rendaman terhadap CBR tanpa rendaman untuk menentukan tingkat ketahanan tanah terhadap pengaruh air.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, penelitian ini memperkaya kajian ilmiah dalam bidang Geoteknik, khususnya mengenai pengaruh perendaman terhadap nilai CBR tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan abu sekam padi dan kapur.
2. Secara teknis, hasil penelitian dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan stabilisasi tanah di daerah yang memiliki potensi ekspansif tinggi akibat perubahan kadar air.
3. Secara lingkungan dan ekonomi, penelitian ini menawarkan alternatif pemanfaatan bahan alami dan limbah pertanian (abu sekam padi) sebagai bahan stabilisasi yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.
4. Secara praktis, penelitian ini menyediakan data empiris mengenai rasio CBR rendaman terhadap CBR tanpa rendaman yang dapat digunakan oleh praktisi Teknik Sipil dalam menentukan kadar bahan stabilisasi yang paling efektif dan tahan terhadap pengaruh air.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan dapat dilakukan secara efektif, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif yang diambil dari satu lokasi pengambilan, dengan karakteristik tanah dasar diuji terlebih dahulu melalui pengujian sifat fisik dan klasifikasi tanah.
2. Bahan stabilisasi yang digunakan terdiri atas abu sekam padi (ASP) berwarna keabu-abuan sebagai bahan *pozzolan* dan kapur dolomit sebagai bahan kimia aktif (*aktivator*).
3. Variasi campuran stabilisator ditetapkan dengan total kadar tetap sebesar 6% terhadap berat kering tanah, yang terdiri atas beberapa kombinasi berikut :
4. Pengujian laboratorium difokuskan pada parameter ketahanan air tanah yang meliputi:
 - a. Nilai pengembangan (*swelling*) sebagai indikator perubahan volume akibat perendaman.
 - b. Nilai CBR tanpa perendaman (*unsoaked*) dan setelah perendaman (*soaked*) untuk menilai perubahan kekuatan tanah terhadap pengaruh air.
5. Lama perendaman pada pengujian CBR ditetapkan selama 4 hari (96 jam) sesuai dengan standar SNI 1744:2012.

6. Penelitian ini tidak membahas aspek kimiawi mendalam dari reaksi *pozzolanik*, melainkan difokuskan pada evaluasi perilaku mekanik dan ketahanan air tanah setelah distabilisasi.

1.6 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu

Keterkaitan Judul Dengan Penelitian Terdahulu

Tabel 1. 1 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Pengarang & Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
Prasetyo, R. H. (2014).	Pengaruh lama waktu curing terhadap nilai CBR dan Swelling pada tanah lempung ekspansif, dengan campuran 6% abu sekam padi dan 4% kapur.	Sama-sama bertujuan memperbaiki kualitas tanah untuk konstruksi jalan, pondasi dan meningkatkan daya dukung (CBR). Juga mengurangi pengembangan (<i>Swelling</i>) tanah lempung yang sama-sama menguji pengaruh lama waktu pemeraman (<i>curing</i>) terhadap hasil akhir CBR dan Swelling.	Penelitian Prasetyo menonjol karena inovasi campuran limbah (abu sekam padi + kapur), yang memungkinkan pencapaian hasil stabilisasi yang superior. (CBR sangat tinggi dan Swelling sangat rendah) dalam waktu pemeraman yang lebih singkat 14 hari dibandingkan standar Teknik Sipil pada umumnya.	Inti dari hasil penelitian ini adalah menunjukkan perbaikan sifat Geoteknik tanah yang di stabilisasi menggunakan kombinasi 6% abu sekam padi (ASP) dan 4% kapur, serta penemuan waktu curing optimal.
Putri dan Hidayat (2021)	Membahas penggunaan kombinasi kapur dan abu sekam padi dalam stabilisasi tanah lempung.	Kapur dan abu sekam padi sama-sama mampu meningkatkan kuat tekan tanah dan mengurangi plastisitas, sehingga memperbaiki sifat mekanik tanah lempung.	Kapur bekerja cepat melalui reaksi kimia langsung, sedangkan abu sekam padi bekerja secara bertahap sebagai bahan pozzolan. Namun saat dikombinasikan, keduanya menghasilkan efek sinergis yang lebih baik dibanding digunakan sendiri-sendiri.	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi kapur dan abu sekam padi pada tanah lempung mampu meningkatkan kuat tekan bebas (UCS) secara signifikan dan mengurangi indeks plastisitas, sehingga tanah menjadi lebih stabil. Mereka juga mencatat bahwa hasil stabilisasi dengan kombinasi dua bahan tersebut lebih efektif dibandingkan kapur atau abu sekam padi

				digunakan secara tunggal.
Agustina (2019)	Meneliti penggunaan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung.	Persamaan kombinasi kapur dan abu sekam padi sama-sama menunjukkan bahwa sifat mekanik tanah lempung dapat ditingkatkan seperti meningkatnya kuat tekan bebas (UCS) dan kepadatan maksimum (γ_d max), serta penurunan kadar air optimum (w_{opt}).	Hanya menggunakan abu sekam padi sebagai bahan tunggal, sementara penelitian kombinasi menambahkan kapur untuk mempercepat reaksi pozzolanik, yang menghasilkan efek sinergis dan perbaikan tanah yang lebih optimal.	Hasil penelitian tersebut belum membahas ketahanan tanah terhadap air, seperti pengembangan (<i>Swelling</i>) dan retensi kekuatan setelah perendaman yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian ini melanjutkan dan mengembangkan temuan Agustina dengan menambahkan kapur sebagai aktivator serta menganalisis resistensi tanah terhadap air berdasarkan uji CBR perendaman.