

## DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN SPENT CATALYST RCC 15 DAN KAPUR

**Anita Setyowati Srie Gunarti<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam 45 Bekasi

Email: anita\_s2ugm@yahoo.com

### ABSTRAK

Kegiatan pembangunan disamping menghasilkan berbagai produk dan jasa, juga akan menghasilkan limbah. Penanganan limbah dapat dilakukan dengan cara perolehan kembali, pemanfaatan kembali dan daur ulang, pemanfaatan ini disamping akan mengurangi limbah bahan berbahaya dan beracun, baik dari segi kualitas maupun kuantitas akan mengoptimalkan sumber daya alam. Tanah merupakan material dengan sifat yang sangat kompleks. Perlu adanya perbaikan sifat fisik dan mekanis tanah jika dijumpai tanah yang tidak memenuhi syarat teknis untuk dapat digunakan sebagai pendukung bangunan atau jalan. Oleh karenanya, sebelum digunakan sebagai pendukung bangunan, perlu penelitian lebih lanjut mengenai stabilisasi tanah. Pada penelitian ini digunakan limbah dari UP VI Pertamina Balongan Indramayu yang diproduksi cukup besar yaitu spent catalyst dipadu dengan kapur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung.

Salah satu metode stabilisasi tanah yaitu stabilisasi kimia sebagai upaya meningkatkan kekuatan, mereduksi penurunan, dan memperbaiki sifat fisik dan mekanis lainnya. Pada penelitian ini, dipakai metode stabilisasi kimia yaitu dengan melakukan serangkaian uji sifat fisik dan uji sifat mekanik, diantaranya yaitu UCS serta California Bearing ratio (CBR) pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan kapur 3% dan spent catalyst 1,5%, 3%, 4,5% yang diperam selama 7 hari.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai CBR *unsoaked* yang sangat signifikan terhadap tanah asli yaitu sebesar 193,38% pada tanah dengan variasi 4,5%RCC+3%Kapur untuk penetrasi 2,5mm, peningkatan sebesar 195,95% pada tanah dengan variasi 4,5%RCC+3%Kapur untuk penetrasi 5mm. Adapun Nilai UCS menunjukkan peningkatan nilai sebesar 59,95% pada tanah dengan variasi 4,5%RCC+3%Kapur terhadap tanah asli.

Kata Kunci: Spent Catalyst RCC, CBR, UCS, Kapur, Stabilisasi Tanah

### 1. Latar Belakang

Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan dukungannya. Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam konstruksi atau pondasi, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai, misalnya kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya.

Usaha-usaha untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung telah banyak dilakukan dengan cara seperti: cara fisis, mekanis dan kimiawi. Menurut (Suryolelono, 1999) cara fisis dilakukan dengan mencampur tanah lempung dengan tanah bergradasi atau menambah serat fiber, cara mekanis yaitu memberi perkuatan bahan sintetis yang terbuat dari bahan polimerisasi minyak bumi pada tanah lempung, dan cara kimiawi dengan menambah semen, kapur, abu terbang dan abu sekam padi serta bahan kimia lainnya.

Para peneliti terdahulu menyatakan bahwa penambahan bahan kimia tertentu bukan saja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya penurunan.

Penggunaan bahan kimia dalam stabilisasi tanah telah digunakan oleh beberapa orang peneliti dengan menggunakan metode dan obyek penelitian yang berbeda, tetapi mempunyai sasaran yang sama yaitu perbaikan sifat teknis dan peningkatan kekuatan tanah.

Kegiatan pembangunan disamping menghasilkan berbagai produk dan jasa, juga akan menghasilkan limbah. Penanganan limbah dapat dilakukan dengan cara perolehan kembali (*recovery*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*), pemanfaatan ini disamping akan mengurangi limbah bahan berbahaya dan beracun, baik dari segi kualitas maupun kuantitas akan mengoptimalkan sumber daya alam. Penanganan Limbah ini harus khusus dan diatur oleh negara dalam Peraturan Pemerintah nomor 19 Tahun 1994, dan sekarang baru direvisi dengan diberlakukannya Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun. Pemanfaatan suatu limbah B3 harus didahului suatu penelitian yang mencakup berbagai aspek keamanan manusia dan lingkungan serta ekonomi dan efisien. (Sudirja, 2008). Hasil penelitian Yuda Permana, 2009 menyebutkan bahwa pemanfaatan material buangan hasil pengilangan minyak yang dikenal dengan Residium Catalytic Cracking-15 (RCC-15) untuk substitusi penggunaan Portland Cement Composite (PCC) sebagai material pengikat pada stabilitasi tanah lempung ekspansif di Gedebage Bandung. Variasi prosentase penambahan RCC adalah 0 %, 2 %, 4 %, 8% dan PCC sebanyak 2 % terhadap berat tanah kering pada kondisi kadar air optimum. Hasil pengujian untuk tanah asli menunjukkan bahwa tanah daerah Gedebage Bandung merupakan tanah lempung ekspansif dengan potensi pengembangan yang besar. Dengan penambahan 2% RCC dan 2% PCC terhadap tanah lempung Gedebage Bandung, setelah umur perawatan 28 hari, hasil pengujian menunjukkan peningkatan berat isi kering tanah sebesar 1,37%, sedangkan hasil pengujian UCS menunjukkan peningkatan nilai tegangan geser sebesar 89,68% dari tanah asli, dan swelling potensial dapat dikurangi sebesar 95,51%. Pada uji CBR terjadi peningkatan nilai CBR 25,25 % untuk rendaman dan sebesar 42,52% untuk CBR tanpa rendaman

## 2. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah tanah lempung yang berada di lokasi kampus Universitas Islam "45" Bekasi (Unisma)
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah kapur dan spent catalyst
3. Kondisi tanah terusik dan tidak terusik.
4. Konsentrasi yang digunakan yaitu kapur 3% dan spent catalyst yaitu 1,5%, 3%, 4,5%

5. Lama pemeraman dibatasi sampai dengan 7 hari
6. Sifat mekanis tanah ditentukan dari hasil CBR Test dan UCS Test
7. Semua pengujian menggunakan standar ASTM dan JIS

### 3. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan perbaikan pada sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung dengan kapur dan spent catalist sebagai bahan stabilisasi, dimana konsentrasi kapur sebesar 3% dan spent catalist variatif sebanyak 1,5%, 3%, 4,5% untuk mendapatkan nilai perbaikan sifat fisis dan mekanis tanah lempung dengan kadar yang paling optimal.

### 4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perubahan sifat fisik dan mekanis tanah lempung akibat perubahan kimia, mempelajari pengaruh bahan kimia yang paling efektif terhadap tanah serta mengoptimalkan pemanfaatan limbah spent catalyst.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah untuk perencanaan bangunan-bangunan sipil seperti perencanaan jalan dan gedung khususnya pada lokasi penelitian yaitu kampus unisma Bekasi dan dapat melengkapi hasil-hasil penelitian yang sudah ada.

### 5. Tinjauan Pustaka

#### A. Tanah Lempung

Lempung adalah tanah yang berukuran kurang dari 0,002 mm dan mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953 dalam Das, 1993).

Menurut (Chen, 1975 dalam Supriyono, 1997) untuk tanah lempung ekspansif, kandungan mineralnya adalah montmorilonit yang mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak, bila dibandingkan dengan mineral lainnya, sehingga tanah mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air dan sangat mudah mengembang. Potensi pengembangannya sangat erat hubungannya dengan indeks plastisitasnya, sehingga suatu tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi mengembang tertentu didasarkan Indeks Plastisitasnya.

#### B. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan kimia adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan. Karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub dan penyerapan serta daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir. (Kedzi, 1979).

Agar terjadi interaksi yang baik antara air dan tanah, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Tanah yang dirawat dengan bahan kimia, mempunyai ikatan yang lebih kuat pada permukaan partikel tanah dari pada akibat pengaruh air, sehingga sensitivitasnya

berkurang. Bahan campuran menggantikan molekul-molekul air pada permukaan butiran dan tidak diperbolehkan membentuk ikatan baru sehingga tanah tidak lembab.

2. Tanah yang dirawat dengan ion-ion bermuatan positif non-hydrated, ditarik kepermukaan oleh muatan negatif dan diganti dengan ion-ion lain. Melalui transformasi seperti itu sensitivitas tanah terhadap air akan menurun dan satu ketika akan kering.
3. Tanah yang dirawat dengan molekul besar gabungan ion-ion, makro molekul ini mengikat partikel tanah dengan elektrostatik dan gaya polar, sehingga menghasilkan agregat. Tanah menjadi porous, tetapi tetap impermeable dan struktur menjadi stabil.
4. Interaksi air dan tanah akhirnya dapat diubah dengan memisah ikatan cation (Mg, Ca) bervalensi banyak pada permukaan partikel tanah, melalui penambahan bahan kimia tertentu. Dengan demikian adanya air bebas menjadi meningkat dan campuran berbentuk cair.

O'Flaherty (1974) menyatakan bahwa Penambahan Chloride pada tanah dapat mengubah sifat plastisitas. Apabila ditambahkan  $CaCl_2$  akan berlangsung reaksi pertukaran cation yang menyebabkan terjadinya reduksi terhadap Indeks Plastisitas karena cation-cation Calcium mempunyai keistimewaan menyerap permukaan partikel tanah.

Hasil penelitian (Sudirja, 2008) menunjukkan bahwa Sample tanah yang diambil dari jalan Ampera kota Jatibarang wilayah kabupaten Indramayu, berdasarkan sistim USCS dan beberapa teori/penelitian bahwa tanah tergolong tanah berbutir halus(kadar lempung 50%) dengan nilai indeks plastisitas (PI) 13,90% yang merupakan lempung dan lanau, dan tergolong tanah ekspansif tidak kritis sampai sedang, dengan simbol ML,CL dan OL yang mempunyai potensi pengembangan (swelling potential) sedang sampai rendah dan tidak aktif ( $A_c=0,3475 < 0,75$ ). Tanah ini merupakan jenis tanah kaolinite yang mempunyai kandungan mineralnya; halloysite(60,20%), alphaquartz(20,48%), feldspar(12,91%) dan montmorillonite(6,41%) dengan komposisi kimianya didominasi oleh  $SiO_2$ (57,57%) dan  $Al_2O_3$ (22,08%), yang mempunyai nilai CBR(6,00%) dan nilai UCS(0,195 kg/cm<sup>2</sup>). Tanah tersebut sebetulnya masih dapat untuk dijadikan subgrade, tetapi mengingat nilai shrinkage limit masih cukup besar (20,21%) dan kadar lempung masih cukup besar maka tanah ini masih dikhawatirkan terhadap perubahan volume yang berakibat terjadinya retak memanjang pada jalan ketika musim kemarau dan ketika datang musim penghujan air akan mudah masuk ke pondasi jalan., hal itu akan mempercepat terjadinya kerusakan jalan. Antara tanah dengan spent catalyst, mempunyai kandungan kimia yang hampir sama, diantaranya adalah unsur  $SiO_2$  (tanah 57,57% dan spent catalyst 47,13%) dan  $Al_2O_3$ (tanah 22,08% dan spent catalyst 45,34%). Oleh karena itu tambahan campuran spent catalyst terhadap tanah semen 2% mengalami perubahan yang tidak signifikan, dan dari hasil pengujian bahwa semen yang lebih banyak mempengaruhi campuran terhadap perubahan sifat fisik dan sifat mekaniknya. Hanya pada hasil pengujian UCS, spent catalyst yang paling mempengaruhi (dengan perbandingan 1:0,421), ini menunjukkan bahwa spent catalyst mempunyai kemampuan terhadap kuat tekan bebas(dalam artian bahwa penambahan spent catalyst sampai 8% terhadap campuran tanah semen 2% berpengaruh terhadap daya dukung). Campuran tanah semen 2% dengan

penambahan spent catalyst sampai 8%, adanya perubahan terhadap sifat fisik(index properties) maupun sifat mekanisnya(engineering properties) nilai indeks plastis (PI) dari 13,90% menjadi 11,50% potensi pengembangan(swelling potensial) dari 3,20% menjadi 2,70% batas susut(shrinkage limit)

dari 20,21% menjadi 13,34% nilai UCS dari 0,195 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 0,237 kg/cm<sup>2</sup> nilai CBR dari 6,00% menjadi 9,10% dan berat isi kering dari 1,360 gram/cm<sup>3</sup> menjadi 1,640 gram/cm<sup>3</sup>. Dari hasil analisa saringan dan uji hidrometer, kandungan lempung menurun yang semula 50% menjadi 27%. Perbandingan pengaruh yang paling signifikan antara semen dengan spent catalyst yaitu ketika pada percobaan kepadatan kering ( $\gamma_d$ ) dengan perbandingan 1:12, ini berarti bahwa semen berperan sekali terhadap proses pemadatan dan bila dikaitkan dengan pengujian UCS dan pada pengujian ini bahwa spent catalyst yang paling mempengaruhi, hal ini menunjukkan bahwa partikel-partikel halus tanah yang terakumulasi oleh semen terisi oleh partikel-partikel spent catalyst atau sebaliknya, sehingga kerapatan dari benda uji lebih kompak dan padat, oleh karena itu akan menekan potensi pengembangan (swelling potential) dan daya dukung menjadi lebih baik. Campuran tanah semen 2% dengan penambahan spent catalyst sampai 8%, menekan terjadinya potensi pengembangan (swelling potential = 0,50%), menaikkan nilai CBR( california bearing ratio = 3,10%), menekan batas susut (shrinkage limit = 6,87%), menaikkan kepadatan kering ( $\gamma_d = 0,28\%$ ), menaikkan daya dukung(UCS = 0,042kg/cm<sup>2</sup>).dan menurunkan indeks plastis (PI = 2,40%).

Penelitian yang dilakukan oleh (Papatungan, dkk, 2012), memaparkan bahwa Spent Catalyst TA-5, sand blasting dan glass wool adalah bahan yang digunakan berasal dari PT. Pertamina UP IV Cilacap dimana limbah ini merupakan limbah berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat imobilisasi logam berat dan untuk mengidentifikasi kuat lentur panel dinding. Hasil penelitian sampai pada proporsi 65% dari limbah menghasilkan TCLP terbaik menganalisis dengan konsentrasi pencucian logam berat Cr = 0,4815 mg / l, Cu = 0,0546 mg / l, Pb = 0,4125 mg / l dan Zn = 0,175 mg / l. Hal ini masih di bawah standar sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.85/1999. Uji pH dalam setiap variasi dapat dikatakan benar-benar sukses dan aman bagi lingkungan, dimana sebagai kuat lentur panel dinding yang terbesar adalah dengan kekuatan lentur maksimum 67,2 kg/cm<sup>2</sup> dengan proporsi limbah 60% dan 17 kg/cm<sup>2</sup> untuk standar panel dinding berdasarkan DIN-1101 dengan ketebalan objek dari 15 mm. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa spent Catalyst TA-5, sand blasting dan glass wool cocok untuk pengguna baik dari segi kesehatan dan lingkungan atau aspek teknis (kekuatan bending).

Hasil penelitian (Anastasia, 1991) menunjukkan bahwa hasil yang baik diperoleh pada tanah semen dengan kimia KOH atau Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada konsentrasi 1 gmol/l. Hasil penelitian (Ma'mun, 1990) menunjukkan bahwa pengaruh bahan kimia dilihat pada sifat konsolidasi dan membuktikan bahwa deformasi yang terjadi dapat lebih kecil dengan menurunnya nilai indeks pemampatan. Kadar kimia optimum dihasilkan oleh CaCl<sub>2</sub> pada konsentrasi 2 gmol/l.

Yuda Permana, 2009, melakukan penelitian dengan variasi prosentase penambahan RCC adalah 0 %, 2 %, 4 %, 8% dan PCC sebanyak 2 % terhadap berat tanah kering pada kondisi kadar air optimum Tanah lempung Gedebage Bandung. Hasil pengujian untuk tanah asli menunjukkan bahwa tanah daerah Gedebage Bandung merupakan tanah lempung ekspansif dengan potensi pengembangan yang besar. Dengan penambahan 2%

RCC dan 2% PCC terhadap tanah lempung Gedebage Bandung, setelah umur perawatan 28hari, hasil pengujian menunjukkan peningkatan berat isi kering tanah sebesar 1,37%, sedangkan hasil pengujian UCS menunjukkan peningkatan nilai tegangan geser sebesar 89,68% dari tanah asli, dan swelling potensial dapat dikurangi sebesar 95,51%. Pada uji CBR terjadi peningkatan nilai CBR 25,25 % untuk rendaman dan sebesar 42,52% untuk CBR tanpa rendaman

#### **C. Identifikasi tanah lempung**

Sifat-sifat tanah bergantung pada ukuran butirannya. Besar butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Analisis butiran tanah adalah persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu. Distribusi ukuran untuk tanah berbutir halus ditentukan dengan sedimentasi atau hidrometer, distribusi ukuran butir tanah digambarkan dalam bentuk kurva semi logaritmik, sedangkan untuk mengidentifikasi susunan mineralogisnya dilakukan difraksi sinar X.

#### **D. Batas Atterberg**

Sifat plastisitas tanah lempung, yaitu kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk.

Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Menurut Atterberg batas-batas konsistensi tanah berbutir halus tersebut adalah batas cair, batas plastis, dan batas susut. Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (interval kadar air pada kondisi tanah masih bersifat plastis), karena itu menunjukkan sifat keplastisan tanah.

#### **E. Kuat Geser Tanah**

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Bila tanah mengalami pembebanan maka akan ditahan oleh : kohesi tanah dan gesekan antara butir-butir tanah. Salah satu cara untuk menentukan kuat geser tanah di laboratorium adalah uji triaksial dan uji tekan tak terkekang.

#### **F. Stabilisasi tanah lempung**

Secara umum, stabilisasi tanah dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu stabilisasi fisis, stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi Fisis yaitu mencampur bahan tanah berkarakteristik jelek dengan tanah berkarakteristik baik (gradasi yang lebih baik). Stabilisasi mekanis adalah usaha meningkatkan kemampuan geser dan kohesi, sedangkan stabilisasi kimiawi mengandalkan bahan stabilisator yang dapat mengurangi sifat-sifat tanah yang kurang menguntungkan dan biasanya disertai dengan pengikatan terhadap butiran. Pada stabilisasi kimiawi, salah satu bahan campuran yang banyak digunakan adalah kapur. Kapur sebagai stabilisator dapat berupa kapur tohor (CaO) atau kapur padam ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), yang merupakan produk pembakaran batu kapur.

Metode pencampuran kapur untuk stabilisasi kimiawi dapat dilakukan dengan salah satu cara sebagai berikut : tanah dicampur dengan kapur di suatu tempat kemudian diangkut ke tempat pekerjaan, kapur dicampur dengan tanah pada lubang galian tanah lalu diangkut ke tempat pekerjaan, atau tanah dihamparkan di tempat pekerjaan, kemudian ditaburi kapur dan dicampur.

Menurut (Bowles,1984), stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut :

- Meningkatkan kerapatan tanah;

- Menambah material yang tidak aktif, sehingga meningkatkan kohesi atau tahanan gesek yang timbul;
- Menambahkan bahan agar terjadi perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisik tanah;
- Menurunkan muka air tanah;
- Mengganti tanah yang buruk.

## 6. Metodologi Penelitian

### A. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Tanah lempung di lokasi kampus Universitas Islam “45” Bekasi (Unisma)
- b. Bahan tambah: Kapur dan spent catalyst dari UP VI Pertamina Balongan Indramayu dengan proporsi campuran yaitu: kapur 3% dan spent catalyst 1,5%, 3%, 4,5%.
- c. Air yang tersedia di laboratorium

### B. Alat

Dalam pengujian ini pengujian akan dilaksanakan di beberapa tempat diantaranya di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Unisma, instansi pemerintah, dan sebagainya. Adapun peralatan yang digunakan adalah :

1. Alat utama : Alat uji UCS dan CBR
2. Alat bantu : alat bor, tabung contoh, cawan, timbangan, desikator, oven, saringan, pisau perata, gelas ukur, piknometer, termometer, *groving tool*, *stop watch*, air raksa, alat pengaduk, gelas silindris, *sieve shaker*, mangkok Cassagrande, plat kaca, alat *vacuum*.

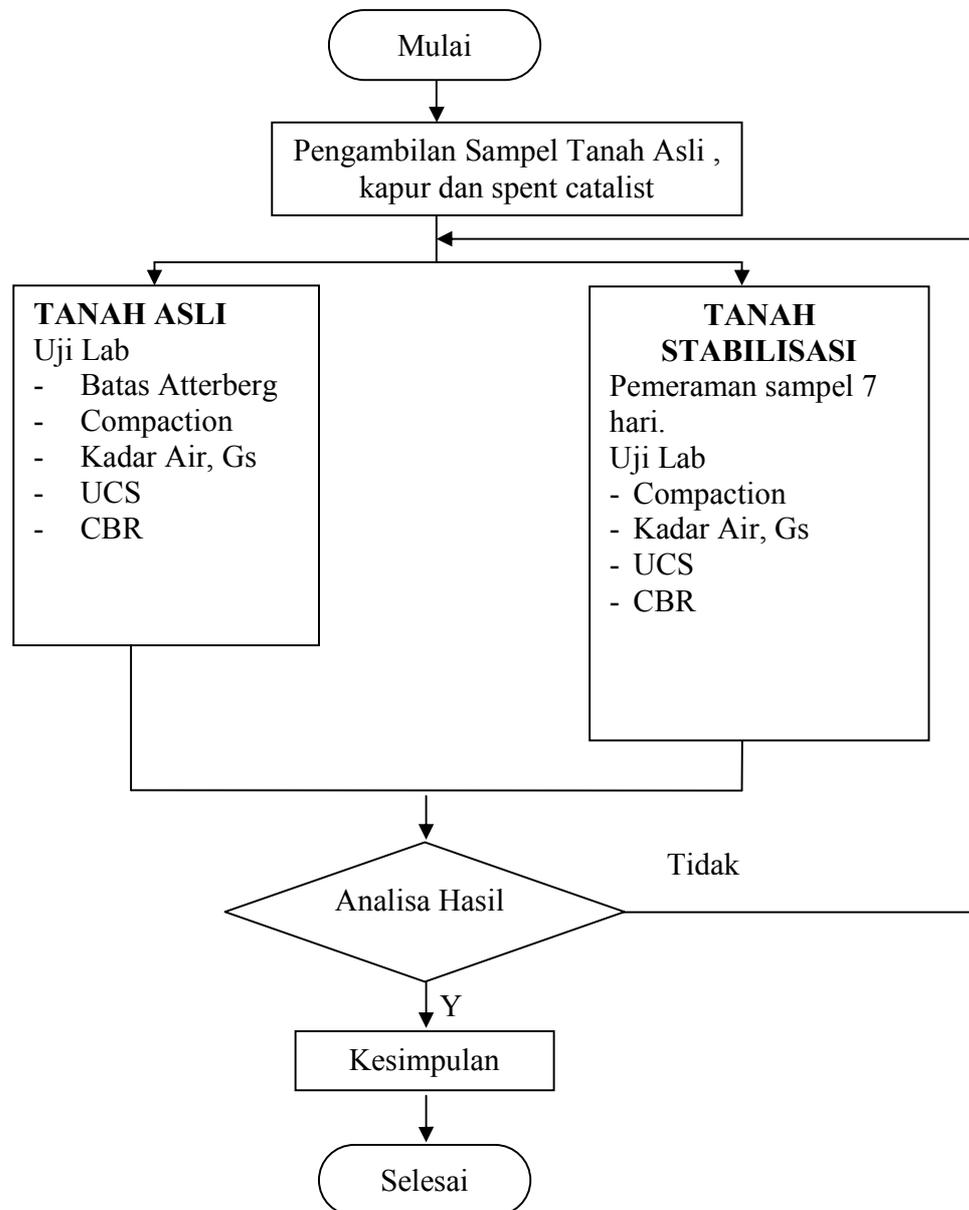
### C. Lokasi Pengujian

Pengujian dilakukan di dua tempat yaitu di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam “45” Bekasi, dan di Laboratorium Mekanika Tanah Balai Irigari Dinas PU Kota Bekasi.

### D. Prosedur

1. Uji pendahuluan, tujuannya untuk mengetahui sifat fisis tanah. Adapun uji yang dilakukan adalah :
  - a. Uji kadar air, tujuannya untuk menentukan kadar air tanah yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering yang dinyatakan dalam persen (ASTM D 2216-80).
  - b. Uji *specific gravity* tanah, tujuannya untuk menentukan nilai *specific gravity* tanah yang diuji (ASTM D 854-91)
  - c. Uji batas konsistensi (ASTM D4318-84).
  - d. Uji Pemadatan (*compaction*)
2. Uji utama yaitu UCS dan CBR

Untuk mengetahui secara keseluruhan tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir berikut ini :



Gambar 1. Bagan Alir

## 7. Hasil Dan Pembahasan

### A. Hasil

Hasil uji laboratorium mekanika tanah terbagi menjadi dua bagian yaitu hasil uji sifat fisik dan hasil uji sifat mekanis. Hasil uji secara lengkap dicantumkan dalam lampiran dan secara garis besar ditampilkan pada bab ini dalam bentuk tabel dan grafik.

#### 1. Hasil uji sifat fisik Tanah Asli

Uji sifat fisik yang meliputi uji berat jenis tanah, uji batas Atterberg tanah asli terangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sifat fisik tanah asli dan tanah campuran

No	Deskripsi	Tanah Asli 1.00-1.50 m undisturbed	Tanah Asli 1.50– 2.00m undisturbed	1,5%RCC + 3% Kapur	3%RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
1	Gs	2,603	2,691	2,6482	2,6553	2,6648
2	Kadar Air	58,51	48,72	27,335	27,485	27,015
3	Batas Cair	87,65%	74,80%	-	-	-
4	Batas Plastis	31,02%	28,36%	-	-	-
5	Indeks Plastisitas	56,63	46,44	-	-	-

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2013

## 2. Hasil uji sifat mekanis

Uji sifat mekanis tanah meliputi uji compaction, kuat kompresif tak terkekang, dan CBR yang terangkum dalam Tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil Uji Compaction

No	Tanah Asli (disturbed)	1,5% RCC + 3% Kapur	3% RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
$\gamma_d$ max ( $t/m^3$ )	1,463	1,484	1,466	1,484
W opt (%)	26,60	26,80	26,70	26,60

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2013

Tabel 3. Hasil Uji CBR (Unsoaked)

No	Tanah Asli	1,5% RCC + 3% Kapur	3% RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
CBR Penetrasi 2,5mm (%)	9,90	13,095	18,12	29,045
CBR Penetrasi 5,0mm (%)	9,39	12,69	17,53	27,79

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2013

Tabel 4. Hasil Uji CBR (Soaked)

No	Tanah Asli	1,5% RCC + 3% Kapur	3% RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
CBR Penetrasi 2,5mm (%)	10,11	33,88	29,91	27,50
CBR Penetrasi 5,0mm (%)	9,23	24,20	24,01	22,73

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2013

Tabel 5. Hasil uji kuat kompresif tak terkekang ( $q_u$ ) *unremoulded*

Deskripsi	Tanah Asli		1,5% RCC + 3% Kapur		3% RCC + 3% Kapur		4,5% RCC + 3% Kapur	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Nomor sampel								
$q_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	0,483	0,412	0,663	0,650	0,617	0,720	0,800	0,630
<b>Qu rata-rata</b>	<b>0,4475</b>		<b>0,657</b>		<b>0,669</b>		<b>0,715</b>	
Regangan %	6,58	5,50	4,29	3,24	3,65	4,21	2,60	2,90
<b>Regangan rata-rata</b>	<b>6,04</b>		<b>3,76</b>		<b>3,93</b>		<b>2,75</b>	
Sensitifitas $S_t$	1,643	1,953	1,617	3,186	7,434	1,956	2,597	1,848
<b>Sensitifitas rata-rata</b>	<b>1,798</b>		<b>2,402</b>		<b>4,695</b>		<b>2,222</b>	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2013

Tabel 6. Hasil uji kuat kompresif tak terkekang ( $q_u$ ) *remoulded*

Deskripsi	Tanah Asli		1,5% RCC + 3% Kapur		3% RCC + 3% Kapur		4,5% RCC + 3% Kapur	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Nomor sampel								
$q_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	0,294	0,211	0,410	0,204	0,083	0,368	0,308	0,341
<b>qu rata-rata</b>	<b>0,2525</b>		<b>0,307</b>		<b>0,226</b>		<b>0,325</b>	
Regangan %	4,48	3,02	1,91	3,31	1,33	2,13	2,66	2,97
<b>Regangan rata-rata</b>	<b>3,75</b>		<b>2,61</b>		<b>1,73</b>		<b>2,815</b>	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2013

## B. Pembahasan

### 1. Karakteristik Fisik Tanah Asli

Indeks Plastisitas (IP) dapat digunakan sebagai tolok ukur awal dalam mengidentifikasi ekspansifitas tanah. Chen (1975) dalam Fathani dan Adi (1999) memberikan kriteria apabila  $IP > 35\%$ , maka lempung termasuk kriteria ekspansif, persentase kandungan fraksi lempung (lolos saringan no.200)  $> 95\%$  dan batas cair  $> 60\%$ , maka tanah memiliki derajat pengembangan yang sangat tinggi. Dari hasil uji sebagaimana yang telah ditampilkan pada butir A (hasil penelitian), tanah memiliki IP sebesar  $56,63\%$  pada kedalaman 1.00 – 1.50 m dan  $46,44\%$  pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Persentase kandungan fraksi lempung lolos saringan no.200 adalah  $85,538\%$  pada

kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 62,716% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Batas cair sebesar 87,65% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Maka tanah dapat disimpulkan memiliki pengembangan yang tinggi.

Tanah bergradasi baik jika mempunyai koefisien gradasi ( $C_c$ ) antara 1 dan 3, dengan koefisien keseragaman ( $C_u$ )  $> 15$  (Hardiyatmo, 1994). Dalam penelitian ini tanah memiliki nilai  $C_c$  dan  $C_u$  yaitu 0 (nol) dikarenakan tidak memiliki nilai dibawah 10% lolos saringan. Maka tanah ini termasuk bergradasi buruk karena tidak memenuhi kriteria koefisien gradasi dan koefisien keseragaman.

Berdasarkan klasifikasi yang diberikan Unified, dan hasil uji batas cair diketahui tanah memiliki batas cair sebesar 87,65 pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m ( $> 50\%$ ), maka tanah termasuk dalam jenis CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi).

## 2. Karakteristik Mekanis Tanah Asli

Pada umumnya nilai kuat kompresif tak tertekang ( $q_u$ ) yang tinggi diperoleh dari sampel dengan kedalaman yang rendah yaitu sekitar 3 – 4 meter, sedangkan untuk kedalaman yang lebih besar harga  $q_u$  lebih kecil karena dijumpai tanah yang benar benar lunak. Konsistensi lempung dikategorikan sebagai sangat lunak sampai lunak yaitu  $q_u < 0,25 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan kohesi tanah berkisar antara 0,11-0,29  $\text{kg/cm}^2$ . Berdasarkan pada nilai sensitifitasnya, tanah termasuk kategori kurang sampai agak sensitif jika  $2 < St < 4$  dan  $St < 2$  (Terzaghi dan Peck (1967) dalam Lestari (1991)).

Hasil uji *Unconfined Compression Strength* (UCS) pada sampel tanah undisturbed memberikan nilai  $q_u$  sebesar 0,038  $\text{kg/cm}^2$ , regangan sebesar 6,58%, dan sensitivitas sebesar 1,071%, maka tanah dikategorikan sebagai tanah sangat lunak dan agak sensitif.

## 3. Karakteristik Mekanis Tanah campuran

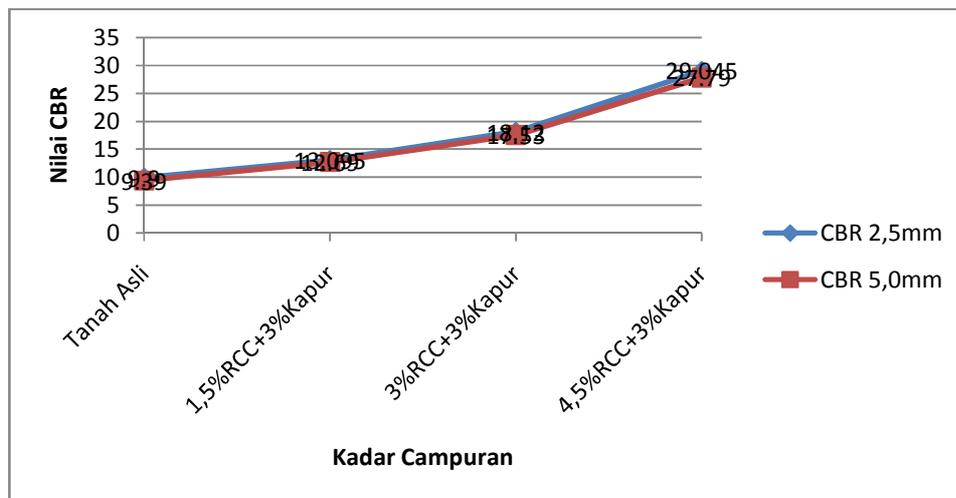
### a. CBR (*Unsoaked*)

Tabel 7. Tabel Prosentase Peningkatan nilai CBR terhadap tanah asli

No	Tanah Asli	1,5% RCC + 3% Kapur	3% RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
CBR Penetrasi 2,5mm (%)	9,90	13,095	18,12	29,045
CBR Penetrasi 5,0mm (%)	9,39	12,69	17,53	27,79
<b>Prosentase peningkatan CBR 2,5mm</b>		<b>32,27%</b>	<b>83,03%</b>	<b>193,38%%</b>
<b>Prosentase Peningkatan CBR 5,0mm</b>		<b>35,41%</b>	<b>86,68%</b>	<b>195,95%</b>

Pada Uji CBR penetrasi 2,5mm terjadi peningkatan nilai sebesar 32,27% pada tanah variasi campuran 1,5%RCC+3%kapur terhadap nilai CBR tanah asli,

peningkatan nilai sebesar 83,03% terjadi pada tanah variasi 3%RCC+3%Kapur terhadap nilai CBR tanah asli, terjadi peningkatan nilai sebesar 193,38% pada tanah variasi 4,5%RCC+3%Kapur terhadap nilai CBR tanah asli. Hal ini dikarenakan proses kimia yang terjadi antara partikel lempung dengan kapur dan RCC sehingga mengubah partikel lempung menjadi pasir dan nonkohesif sehingga meningkatkan nilai CBR. Gambar 2 memperlihatkan kenaikan nilai CBR pada seluruh variasi tanah terhadap tanah asli pada penetrasi 2,5mm dan 5,0mm.



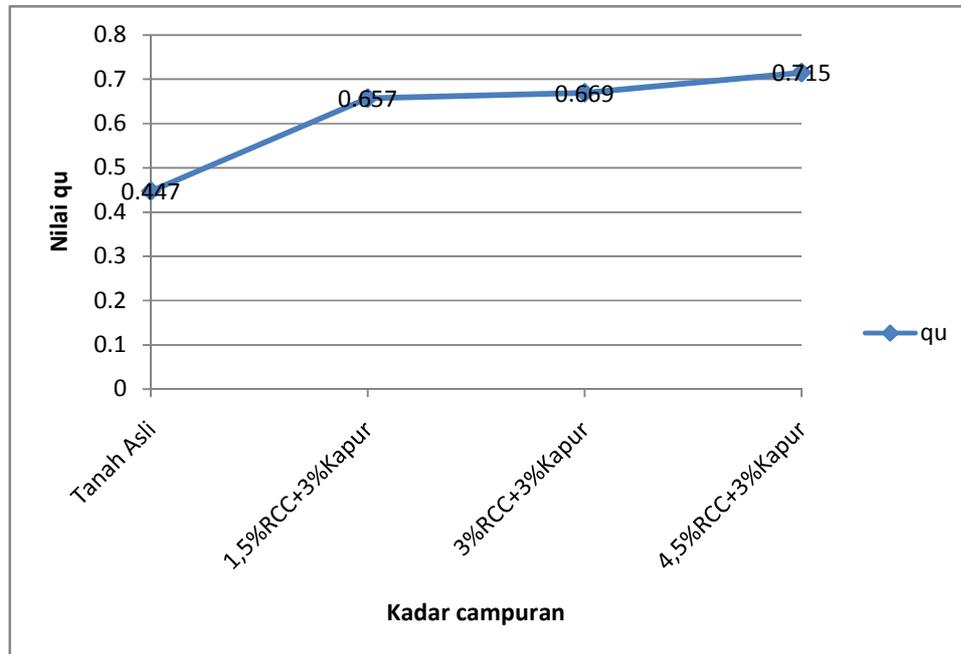
Gambar 2. Grafik peningkatan nilai CBR (*Unsoaked*)

Pada Uji CBR penetrasi 5,0mm terjadi peningkatan nilai sebesar 35,41% pada tanah variasi campuran 1,5%RCC+3%Kapur terhadap nilai CBR tanah asli, peningkatan nilai sebesar 86,68% terjadi pada tanah variasi 3%RCC+3%Kapur terhadap nilai CBR tanah asli, terjadi peningkatan nilai sebesar 195,95% pada tanah variasi 4,5%RCC+3%Kapur terhadap nilai CBR tanah asli. Hal ini dikarenakan proses kimia yang terjadi antara partikel lempung dengan kapur dan RCC sehingga mengubah partikel lempung menjadi pasir dan nonkohesif sehingga meningkatkan nilai CBR.

#### I. UCS Bentuk asli

Tabel 8. Peningkatan Nilai UCS Tanah campuran Terhadap Tanah Asli

Deskripsi	Tanah Asli	1,5% RCC + 3% Kapur	3% RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
<b>Qu (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0,447</b>	<b>0,657</b>	<b>0,669</b>	<b>0,715</b>
<b>Prosentase peningkatan nilai qu</b>		<b>46,98%</b>	<b>49,66%</b>	<b>59,95%</b>



Gambar 3. Grafik peningkatan nilai qu

Tabel 8 menampilkan prosentase perubahan nilai UCS tanah campuran terhadap tanah asli. Tanah dengan 1,5%RCC+3%Kapur mengalami peningkatan sebesar 46,98% terhadap tanah asli, sedangkan Tanah variasi campuran 3%RCC+3%Kapur mengalami peningkatan sebesar 49,66%. Tanah yang dicampur dengan 4,5%RCC+3%Kapur mengalami peningkatan sebesar 59,95%. Gambar 3 memperlihatkan kenaikan nilai kuat kompresif tak terkekang ( $q_u$ ) pada seluruh variasi tanah terhadap tanah asli. Terjadinya peningkatan nilai  $q_u$  pada tanah yang distabilisasi dengan spent catalyst RCC 15 dan kapur dikarenakan tanah mengalami proses kimia yang mengakibatkan terjadinya pengikatan antar partikel yang mengubah struktur butiran menjadi kelanauan dan bersifat nonkohesif.

## 8. Simpulan Dan Saran

### A. Simpulan

Hasil pengujian dan analisa diperoleh sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik tanah asli yaitu IP sebesar 56,63% pada kedalaman 1.00 – 1.50 m dan 46,44% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Persentase kandungan fraksi lempung lolos saringan no.200 adalah 85,538% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 62,716% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Batas cair sebesar 87,65% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Maka tanah dapat disimpulkan memiliki pengembangan yang tinggi serta bergradasi buruk karena tidak memenuhi kriteria koefisien gradasi dan koefisien keseragaman.

2. Hasil uji batas cair diketahui tanah asli memiliki batas cair sebesar 87,65 pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m ( $> 50\%$ ), maka tanah termasuk dalam jenis CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi).
3. Hasil Uji CBR pada tanah asli memberikan nilai 9,90% pada penetrasi 2,5mm dan 9,39% pada penetrasi 5,0mm.
4. Hasil uji *Unconfined Compression Strength* (UCS) pada tanah asli undisturbed memberikan nilai  $q_u$  sebesar 0,038 kg/cm<sup>2</sup>, regangan sebesar 6,58%, dan sensitivitas sebesar 1,071%, maka tanah dikategorikan sebagai tanah sangat lunak dan agak sensitif.
5. Hasil uji CBR tertinggi terdapat pada tanah variasi dengan campuran tanah yaitu RCC 4,5% dan kapur 3% sebesar 29,045% pada penetrasi 2,5mm dan 27,79% pada penetrasi 5,0mm. Peningkatan yang terjadi terhadap tanah asli yaitu sebesar 175,31% dan 198,48%.
6. Hasil uji UCS tertinggi terdapat pada tanah variasi dengan campuran tanah yaitu RCC 4,5% dan kapur 3% sebesar 0,715 kg/cm<sup>2</sup>, mengalami peningkatan terhadap tanah asli yaitu 59,95%.

#### B. Saran

1. Pada saat melakukan pencampuran tanah dengan RCC dan kapur, sebaiknya dipastikan bahwa pencampuran sudah dilakukan secara homogen.
2. Pada saat pencetakan sampel untuk Uji UCS, dilakukan secara teliti dan perlahan agar tidak terjadi keretakan sampel.
3. Pengujian agar dilakukan dengan beberapa sampel yang cukup untuk menghindari faktor kesalahan analisa data.
4. Penelitian agar dilanjutkan pada pemeraman sampel yang bervariasi untuk mengetahui perubahan nilai mekanisnya

#### Daftar Pustaka

- Anonim, 1992, *Annual Book of ASTM*, Section 4. 08, Philadelphia, USA.
- Anonim, 1998, *Panduan Praktikum Mekanika Tanah Bagian I & II*, JTS FT UGM, Yogyakarta
- Bowles, J.E., 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soil*, Mc Graw-Hill, USA.
- Craigh, R.F., 1987, *Mekanika Tanah*, Edisi 4 Erlangga, Jakarta
- Damoerin, D., dan Virisdiyanto, 1999, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dan Pasir Dengan Penambahan Semen atau Kapur Untuk Lapisan Badan Jalan*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik, jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta
- Das, B.M., 1985, *Principles of Geotechnical Engineering*, PWS Publisher, Boston.
- Fathani, T.F., dan Adi, D.A., 1999, *Perbaikan Sifat Lempung Ekspansif dengan Penambahan Kapur*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik, Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994, *Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta
- Ingles, O.G dan Metcalf, J.B., 1972, *Soil Stabilization Principles and Practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.

- Kezdi, A., 1979, *Stabilized Earth Roads*, Scientific Publishing Company, Amsterdam – London - New York.
- Paputungan, F, S, dkk, 2012, *Pemanfaatan Limbah Spent Catalyst TA-5 PT. Pertamina UP IV Cilacap Sebagai Papan Penyekat Tahan Air*, Naskah Publikasi, Direktorat Pengembangan Bakat/Minat Kesejahteraan Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta, <http://kemahasiswaan.uii.ac.id/content/view/145/50/> diakses tanggal 25 Maret 2013
- Permana, Yuda, 2009, *Studi Penggunaan Limbah Pengilangan Minyak (Residuum Catalytic Cracking 15, RCC 15) Pada Perbaikan Tanah Ekspansif (Studi kasus Tanah Gedebage Bandung)*, Simposium XII FSTPT, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Sudarsid, 1995, *Pengaruh Cleanset dan Kapur Terhadap Sifat Mekanis Lempung Bandung Yang Distabilisasi Pada Batas Lainnya Dalam Periode Perawatan Kering Dengan Menggunakan Teknik Baru*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung
- Sudirja, 2008, *Pengaruh Penambahan Spent Catalyst pada Stabilisasi Tanah Semen terhadap kembang susut dan Daya Dukung Tanah Ekspansif sebagai Subgrade Jalan*, Tesis jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang
- Sujatmaka, N, 1998, *Potensial Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung*, Tesis Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta
- Supriyono, 1997, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Kapur*, Media Teknik No. 1 tahun XIX Edisi Februari, hal. 55-68, UGM, Yogyakarta
- Suryolelono, K.B., 1999, *Potensi Variasi Campuran Abu sekam Padi dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung*, Forum Teknik Sipil No. VIII/1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.