

STUDI EKSPERIMENTASI PERBANDINGAN KARAKTERISTIK CAMPURAN TANAH BERPASIR DAN KAOLIN DENGAN CARA DYNAMIC DAN STATIK COMPACTION

Gawit Hidayat¹⁾

Abstract – One of the many factors that affect the compaction is the way of its compaction, the common ways which used in laboratory are Standard and Modified Proctor. The aim of this research are to use the comparison of characteristic value of soil mixtures of Padalarang Sandy Soil and Nagrek Kaolinite in the static and dynamic compaction and find a relationship among CBR with Static and Dynamic Cone Penetrometer.

This research shows that at the same condition of dry density and optimum water content the compacted soil with static way get static force 8 ton and 11 ton to close standard and modified proctor results, and also to have the characteristic values less bigger than dynamic one about 3.75% to 46.68%. This item can be shown by permeability tests and the characteristics by california bearing ratio, static and dynamic cone penetrometer. Besides the water content, the percentage of Padalarang Sandy Soil and Nagrek Kaolinite's mixture very affect the mechanic properties such as increasing of soil against the mixture with Nagrek Kaolinite will tend decreasing the CBR and q_c value and increasing N DCP value. The trend of regresion curve resulted by static and dynamic compaction is similar. The approach equations which often used are non linear equations therefore the results are in a good enough and satisfied regresion coefficient about 0.8 to 1.

Based on the result of tests also show that the soil mixtures of Padalarang Sandy Soil and Nagrek Kaolinite is not stable against soaked process where can be seen with the tedency of the characteristic value can not be measured in the soaked condition.

Keyword : Static Compaction, Dynamic Compaction

PENDAHULUAN

Kompaksi adalah pemadatan tanah yang dilakukan dengan energi mekanik. Ini bisa juga termasuk suatu modifikasi kadar air seperti gradasi pada tanah. Untuk tanah *cohesionless* lebih efisien apabila dikompaksi dengan vibrasi. Sedangkan untuk material tanah yang berbutir halus dan tanah-tanah *cohesive* lebih sesuai dengan *dynamic compaction* (proctor), *kneading compactors* (gyratory) dan *static* (sistem pembebanan press).

Untuk pekerjaan di lapangan untuk tanah-tanah berbutir kasar (*cohesionless soil*) pengkompaksiannya biasanya dilakukan dengan *hand-operated vibrating plate*, *vibratory roller* dengan berbagai ukuran. Sedangkan untuk tanah-tanah berbutir halus menggunakan peralatan

kompaksi antara lain seperti *hand operated tamper*, *sheepsfoot roller*, *rubber-tired roller*, dan tipe-tipe alat-alat kompaksi berat lainnya.

Tujuan dari kompaksi adalah meningkatkan properties massa tanah. Adapun alat-alat kompaksi untuk uji laboratorium adalah alat kompaksi dengan sistem *impact* atau dinamik, dan sistem *kneading*, serta statik. Alat untuk sistem *impact* atau dinamik adalah sudah banyak dikenal dan sudah sering digunakan seperti *standard proctor* dan *modified proctor*. Sedangkan sistem-sistem lainnya belum begitu sering untuk negara Indonesia. Hal ini disebabkan karena belum adanya suatu informasi yang jelas mengenai *static compaction* sehingga penulis merasa perlu melakukan suatu uji eksperimentasi masalah uji statis ini dengan masih berpedoman pada

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

uji *impact* atau *dynamic compaction*, sekaligus untuk mengetahui suatu gambaran mengenai pengaruh sistem pembebanan dinamik dibandingkan dengan sistem pembebanan statik terhadap kandungan material tanah.

Pada umumnya sangat sulit menentukan kadar air optimum dengan langsung melakukan pemadatan di lapangan, sehingga diperlukan percobaan pemadatan di laboratorium yang hasilnya dipakai sebagai pedoman untuk menentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi pada waktu pemadatan di lapangan. Penelitian ini bertujuan yaitu :

1. Untuk mengetahui besarnya tekanan atau gaya dengan interval waktu tertentu yang diperlukan dalam sistem *static compaction* dengan menggunakan *mold* yang sama dengan *sistem impact* atau *dynamic compaction*.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai karakteristik tanah pascakompaksi dinamik dan statik.

Dibidang mekanika tanah arti reduksi pori pada massa tanah dinamakan Konsolidasi, Kompaksi (densifikasi). Praktek penggunaan cara tersebut telah berkembang, sehingga terdapat perbedaan arti antara konsolidasi dan kompaksi.

Konsolidasi secara umum digunakan untuk menerangkan reduksi pori lambat karena terdapat pembebanan statis yang biasanya disertai keluarnya air dari rongga pori. Sedangkan kompaksi adalah sebaliknya yaitu menerangkan proses reduksi air pori yang cepat yang sengaja dibuat oleh alat-alat mekanik selama proses konstruksi.

Kompaksi adalah proses pemadatan tanah secara mekanis dengan menambahkan air pada tanah sehingga menyebabkan terjadinya proses *lubrication* antar partikel-partikel tanah, dimana partikel-partikelnya akan mudah slip atau bergerak antara partikel satu dengan lainnya sehingga terbentuk struktur yang lebih padat.

Dengan adanya kompaksi maka kepadatan tanah akan meningkat sehingga kondisi tanah semakin membaik seperti;

kekuatan geser tanah bertambah, permeabilitas dan kompresibilitas tanah berkurang, dan memperkecil pengaruh air (*watertighness*). Beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan tanah yang dikompaksi yaitu; kadar air, energi kompaksi, struktur dan jenis tanah, cara pemadatan, muai/kembang dan susut, kandungan bahan kimia, serta *thixotrophy*.

METODE PENELITIAN

Untuk menentukan kadar air optimum biasanya dilakukan percobaan di laboratorium. Adapun urutan kerja tersebut dimulai dari pemilihan dan pengambilan tanah untuk penelitian, kemudian dilakukan pengujian secara mekanis dengan menggunakan *modified proctor* dari lima sampel dengan kadar air yang berbeda sehingga didapatkan berat isi kering pada kadar air optimum. Berat isi kering ini yang akan dijadikan acuan pada pengujian sistem statik (*press*), sehingga dengan cara *trial and error* akan didapatkan besarnya tekanan atau gaya dan interval waktu tertentu untuk mencapai berat isi kering yang mendekati dengan yang didapatkan pada uji *standard* dan *modified proctor*. Kemudian untuk uji evaluasi untuk mengetahui perbandingan kekuatannya dilakukan dengan uji *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, uji *California Bearing Ratio (CBR)*, dan juga dilakukan uji *Static Cone Penetrometer Laboratorium (SCPT)* serta pengukuran permeabilitasnya.

Pemilihan dan Pengambilan Contoh Sampel

Sampel uji yang diperlukan dalam uji tes mekanis ini merupakan sampel *disturbed*, sehingga proses pemilihan dan pengambilan sampel tidak begitu memerlukan perhatian khusus.

Sampel yang dipilih pada penelitian ini ada dua yaitu untuk tanah I adalah tanah Pasir Padalarang yang biasanya digunakan sebagai material timbunan jalan dan bangunan. Untuk tanah II adalah Kaolin

Nagrek yang biasanya digunakan sebagai salah satu bahan dalam pembuatan keramik.

Sampel tanah yang akan digunakan dalam penelitian ada lima macam yaitu: Tanah I (Pasir dari Padalarang), Tanah II (Kaolin dari Nagrek), Tanah Campuran terdiri dari: Campuran I terdiri dari 75 % Tanah I dan 25 % Tanah II, Campuran II terdiri dari 50 % Tanah I dan 50 % Tanah II, Campuran III terdiri dari 25 % Tanah I dan 75 % Tanah II.

Prinsip Kerja Uji Statik

Uji kompaksi statik disini adalah suatu pengujian dengan menggunakan *mold* yang sama dengan *mold* yang digunakan pada uji Standard atau *Modified Proctor*, dimana pembebanannya masih menggunakan peralatan dongkrak dengan kapasitas 50 ton, yang prinsip kerjanya sama dengan alat uji kuat tekan bebas, dimana dongkrak/*jack* diletakkan di atas sebuah pelat lebar dan dibawah *mold* yang akan dipadatkan. Desakan yang ditimbulkan oleh dongkrak ditahan dengan suatu *frame* baja dengan kapasitas sekitar 15 ton. Untuk bantuan pemadatan dipasang suatu batang silinder dan suatu pelat sehingga tekanan atau *pressure* dari dongkrak akan bekerja secara merata pada permukaan sampel yang akan *dipress*. Pengujian ini dilakukan dengan tetap mengacu pada berat isi dan kadar air yang sama seperti yang didapatkan pada pemadatan dinamik, dan setelah pemberian tekanan selama 1 menit kemudian dilakukan pembacaan manometer.

Presentasi Data

Dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan didapatkan data-data sifat fisik maupun mekanis. Kemudian data-data ini diolah dan dianalisa sehingga diperoleh hasil yang mudah dipahami dan memadai untuk mencapai tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini.

Sifat Fisik (Indeks Properties)

Hasil percobaan sifat fisik pada sampel tanah yang diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik
Disturb Sampel

Keterangan	Tanah I	Tanah II	Camp. I	Camp. II	Camp. III
1. Specific Gravity	2.638	2.603	2.577	2.578	2.572
2. Batas Cair	NP	39.800	35.200	37.000	37.800
3. Batas Plastisitas	NP	34.017	30.414	31.533	32.293
4. Index Plastisitas	NP	5.784	4.786	5.467	5.507
5. Lolos # 200 (%)	26.05	98.30	39.10	57.45	75.50
6. Prosentase Kerikil (%)	11	0	11	7	5
7. Prosentase Pasir (%)	63	2	50	36	20
8. Prosentase Silt (%)	21	55	28	26	33
9. Prosentase Lempung (%)	5	44	11	32	43

Keterangan : NP = Non Plastik

Sifat Mekanis

Sifat mekanis diukur dengan alat uji *California Bearing Ratio*, *Dynamic Cone Penetrometer*, *Static Cone Penetrometer* (*Hand Operated Penetrometer*) dan permeabilitas pada sampel yang telah dipadatkan dengan menggunakan metoda pemadatan statik dan dinamik.

Besaran Dynamic Cone Penetrometer (N DCP)

Besaran pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* untuk sampel dari hasil kompaksi disajikan dalam bentuk Tabel 2. Untuk besaran N DCP digunakan Penetrabilitas Skala Penetrometer (SPP) yang dinyatakan dalam mm/tumbukan.

Tabel 2. Besaran *Dynamic Cone Penetrometer*

N DCP OMC (mm/tumbukan)	Standard Proctor	Modified Proctor	Standard Statik	Modified Statik
1. Tanah I	23.33	11.33	15.4	9.33
2. Campuran I	20	8.75	12.428	7.571
3. Campuran II	18.25	7.50	11.7	7.625
4. Campuran III	16	9.25	9.2	7.3
5. Tanah II	13.5	10	8.25	8.68

Sumber : hasil pengujian

Uji Tahanan Konus Laboratorium

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan besarnya tahanan konus tanah campuran yang telah

dipadatkan. Alat yang digunakan dalam tes ini adalah *Hand Operated Penetrometer* dan peralatan sondir dengan menggunakan konus yang mempunyai sudut 30° yang ditusukkan tepat di tengah-tengah pusat *mod*. Hasil pengujian ini disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Tahanan Konus Lab Untuk Kondisi *Modified Unsoaked*

Tahanan Konus Lab (qc) (kg/cm ²)	<i>Modified Proctor</i>				<i>Modified Static</i>			
	45	60	45	60	65	65	65	70
1. Tanah I	45	60	45	60	65	65	65	70
2. Tanah II	90	110	105	100	115	90	95	110
3. Campuran I	70	65	100	70	85	90	85	90
4. Campuran II	80	90	90	90	90	115	105	107
5. Campuran III	110	115	115	115	120	115	110	110
Tahanan Konus Lab (qc) (kg/cm ²)	<i>Standard Proctor</i>				<i>Standard Static</i>			
	20	15	25	30	55	50	50	60
1. Tanah I	20	15	25	30	55	50	50	60
2. Tanah II	80	65	75	75	95	100	95	100
3. Campuran I	60	60	55	55	65	65	65	70
4. Campuran II	50	50	55	60	70	70	75	75
5. Campuran III	75	70	65	65	80	80	75	75

Sumber : hasil pengujian

Pengukuran Permeabilitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh usaha pemadatan baik itu pemadatan dinamik maupun statik terhadap sifat permeabilitasnya. Metoda yang dipakai adalah *Falling Head*. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Koefisien Permeabilitas Pascakompaksi

Permeabilitas K (cm/detik)	Pemadatan Dinamik	Pemadatan Statik
1. Tanah I	1.431E-04	4.065E-05
2. Campuran I	4.109E-06	3.031E-07
3. Campuran II	1.884E-06	2.243E-07
4. Campuran III	1.867E-06	1.646E-07
5. Tanah II	2.309E-07	1.356E-07

Sumber : hasil pengujian

Uji California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian *California Bearing Ratio* dilakukan terhadap dua kondisi, baik *unsoaked* maupun *soaked* (terendam). Nilai CBR untuk masing-masing kondisi

unsoaked (kering) pada tabel 5 dan 6 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji CBR Pada *Modified Proctor Unsoaked*

CBR (%)	<i>Modified Proctor Unsoaked</i>					
	10 x		25 x			
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
1. Tanah I	5.12	6.82	20.08	24.93	29.33	35.30
2. Tanah II	22.57	25.76	33.47	40.16	37.29	43.99
3. Campuran I	10.56	13.87	28.42	43.11	33.22	62.32
4. Campuran II	12.49	12.59	20.49	32.23	33.61	60.83
5. Campuran III	6.89	13.98	20.49	36.07	36.82	56.77

Sumber : hasil pengujian

Tabel 6. Hasil Uji CBR *Standard Proctor Unsoaked*

CBR (%)	<i>Standard Proctor Unsoaked</i>					
	10 x		25 x		56 x	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
1. Tanah I	0.89	0.70	3.09	6.55	9.84	13.91
2. Tanah II	4.78	4.97	12.05	14.66	22.57	23.72
3. Campuran I	1.64	2.63	6.49	9.39	13.78	23.99
4. Campuran II	3.20	3.41	7.36	8.54	14.41	18.78
5. Campuran III	4.80	6.17	10.24	16.22	14.41	23.05

Sumber : hasil pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Uji Nilai Karakteristik Pascakompaksi

Berdasarkan pengujian kompaksi yang telah dilakukan dengan metoda statik pada tanah campuran dengan mengacu pada nilai *dry density* yang mendekati hasil tes kompaksi *standard* dan *modified proctor*, didapatkan suatu hasil yang menunjukkan karakteristik yang berbeda untuk masing-masing jenis tanah campuran. Perbedaan ini akan diperlihatkan berdasarkan hasil-hasil Uji *Static Cone Penetrometer (Hand Operated Penetrometer)* atau lebih dikenal sebagai tahanan konus lab serta Uji *Dynamic Cone Penetrometer*. Dari Kedua tes ini akan dibuat suatu korelasi yang tetap mengacu kepada uji sifat karakteristik standar seperti *California Bearing Ratio*.

Tinjauan Pengaruh Metoda Pemadatan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dipakai besar gaya pengepressan 8 ton atau 438 ton/m² untuk pemadatan

statik *standard* dan 11 ton atau 600 ton/m² untuk *modified* statik dengan interval waktu penekanan sekitar 1 menit. Dengan besar tekanan ini didapatkan suatu hasil yang mendekati *dry density* yang dicapai dengan tes *standard* dan *modified proctor* seperti yang diperlihatkan pada tabel 7 di bawah ini.

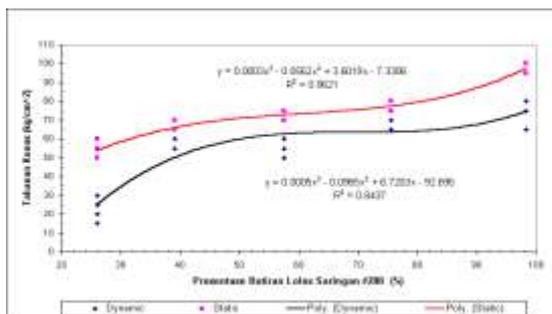
Tabel 7. *Dry Density* Hasil Pemadatan Dinamik dan Statik

Material	<i>Dry Density (t/m³) Pada OMC</i>			
	<i>Std. Proctor</i>	<i>Std. Statik</i>	<i>Mod. Proctor</i>	<i>Mod. Statik</i>
	Mold 6"	Mold 6"	Mold 6"	Mold 6"
1. Tanah I	1.213	1.216	1.303	1.295
2. Tanah II	1.229	1.24	1.357	1.351
3. Campuran I	1.375	1.384	1.497	1.485
4. Campuran II	1.363	1.394	1.403	1.411
5. Campuran III	1.279	1.285	1.403	1.416
Beban/Gaya Pematad	5.5 lbs	8 Ton	10 lbs	11 Ton

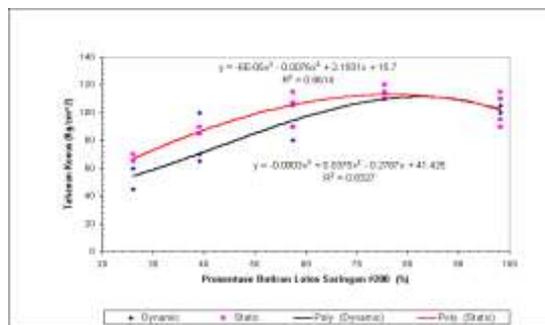
Sumber : hasil pengujian

Percobaan Tahanan Konus Laboratorium

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai karakteristik pada pemadatan statik lebih besar daripada pemadatan dinamik baik itu kondisi *standard* maupun *modified* seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dan 2. Pada kedua metoda pemadatan ini memperlihatkan suatu kurva yang similar, dimana pemadatan statik menunjukkan suatu hasil yang lebih besar dari dinamik. Gambaran fenomena pada pemadatan *modified* dan *standard* menunjukkan semakin banyak butir halus atau semakin banyak butir yang lolos saringan #200 maka akan semakin tinggi harga tahanan konus lab qc yang didapatkan.



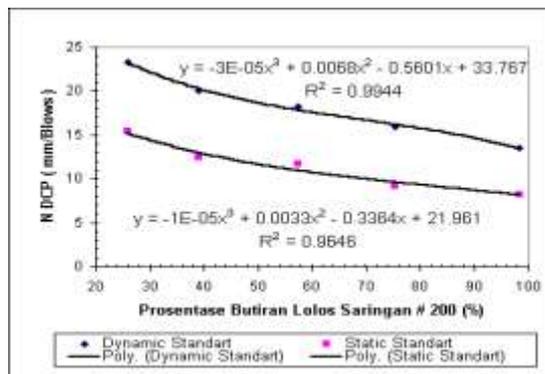
Gambar 1. Grafik Hub Tahanan Konus Terhadap Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan *Standard*



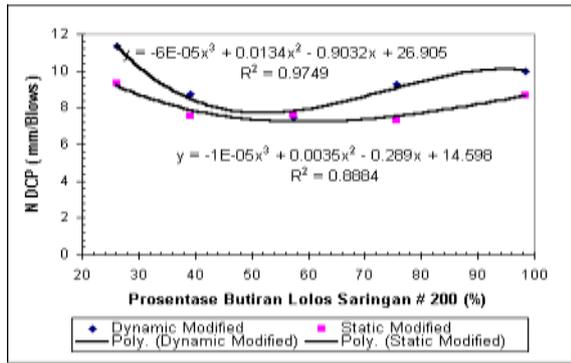
Gambar 2. Grafik Hub Tahanan Konus Terhadap Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan *Modified*

Dynamic Cone Penetrometer

Pada pengujian *dynamic cone penetrometer* didapatkan nilai N-DCP pemadatan statik lebih kecil daripada N-DCP pemadatan dinamik seperti pada gambar 3 dan 4. Adapun selisih penambahan nilai karakteristik N-DCP pemadatan dinamik terhadap pemadatan statik adalah 36% s/d 40% untuk kondisi pemadatan *standard* dan 4% s/d 20% untuk kondisi pemadatan *modified*.



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai N DCP vs Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan *Standard*



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai N DCP vs Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Modified

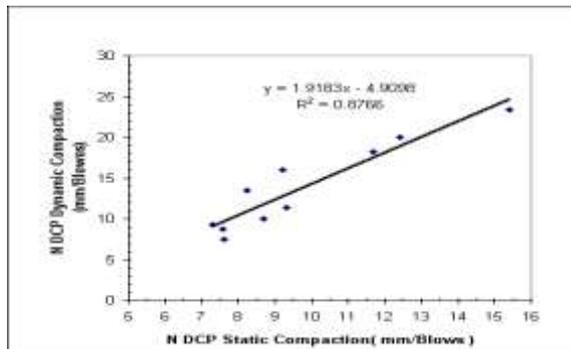
Untuk korelasi antara N-DCP pemadatan statik dan N-DCP pemadatan dinamik dicoba didekati dengan regresi linear maupun non linear seperti terlihat pada gambar 5 dan 6, dimana didapatkan persamaan untuk :

Regresi linier dengan koefisien regresi $(R^2)=0.8766$(1)

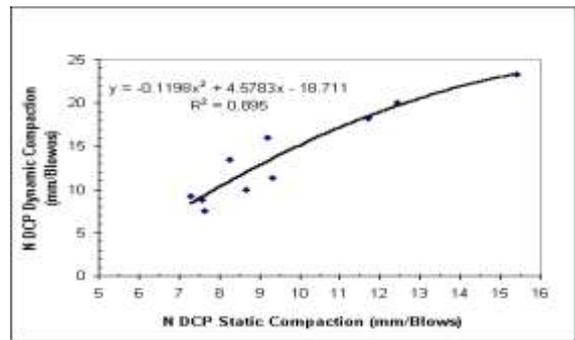
$N\text{-DCP}_{\text{dinamik}} = 1.9183N\text{-DCP}_{\text{statik}} + 4.9098$(2)

Regresi non linier dengan koefisien regresi $(R^2)=0.895$(3)

$N\text{-DCP}_{\text{dinamik}} = -0.1198(N\text{-DCP}_{\text{statik}})^2 + 4.5783N\text{-DCP}_{\text{statik}} - 18.711$(4)



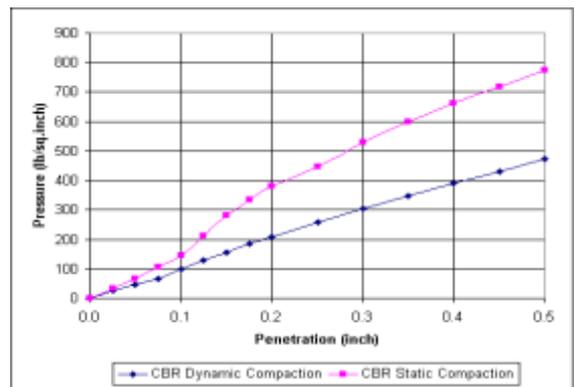
Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai N DCP Pemadatan Statik vs N DCP Dinamik Dengan Regresi Linear



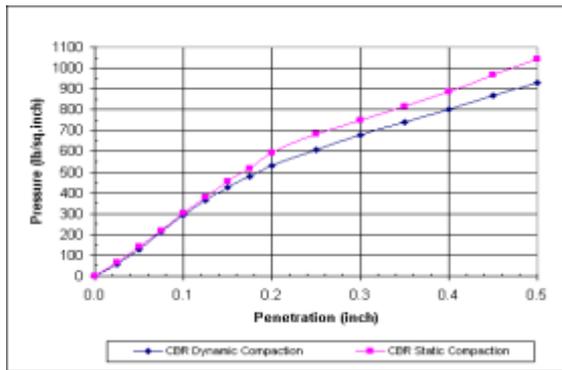
Gambar 6. Grafik Hubungan Nilai N DCP Pemadatan Statik vs N DCP Pemadatan Dinamik Dengan Regresi Non Linear

Percobaan California Bearing Ratio

Hasil pengujian *California Bearing Ratio* pada kondisi *unsoaked* menunjukkan bahwa karakteristik nilai CBR pada penetrasi 0,1" yang didapatkan dari pemadatan statik mempunyai harga yang lebih besar daripada pemadatan dinamik yaitu berkisar dari 13,52 s/d 46,68 % untuk pemadatan *standard* dan 3,75 s/d 34,78 % untuk pemadatan *modified*, seperti diperlihatkan pada gambar 7 dan 8, dimana untuk penetrasi 0,1", pemadatan statik menghasilkan *pressure* 46,86 % lebih besar dari pemadatan dinamik untuk pemadatan *standard* dan 3,75 % untuk pemadatan *modified*.

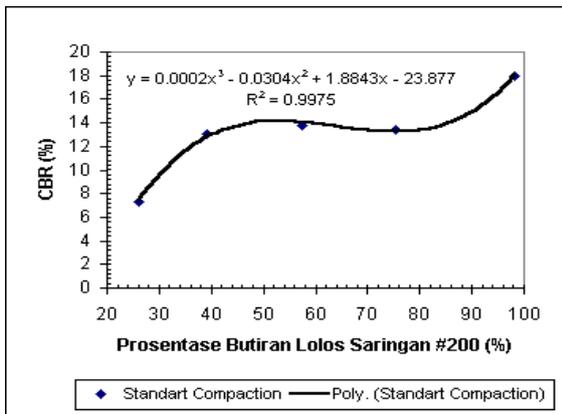


Gambar 7. Grafik Hubungan Pressure vs Penetration Pada Pemadatan Standard Untuk Tanah I

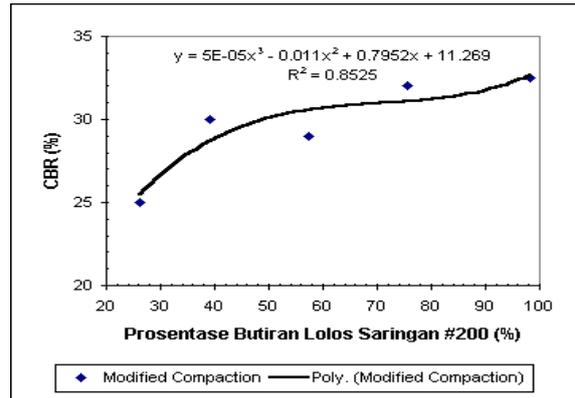


Gambar 8. Grafik Hub. *Pressure vs Penetration* Pada Pemadatan *Modified* Untuk Tanah I

Adapun pengaruh pemadatan tanah campuran pada nilai *CBR* dapat dilihat pada gambar 9 dan 10, dimana dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit butiran halus yang lolos saringan #200 akan mengurangi atau menurunkan nilai *CBR*, hal ini terlihat jelas seperti trend kurva yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



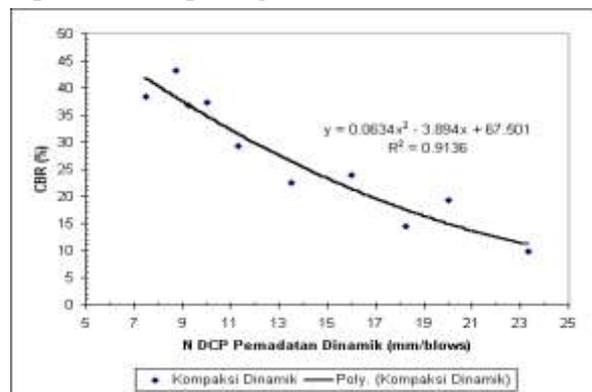
Gambar 9. Grafik Hub. Nilai *CBR Design* vs *Prosentase Butiran Lolos Saringan #200* Pada Pemadatan *Standard Proctor*



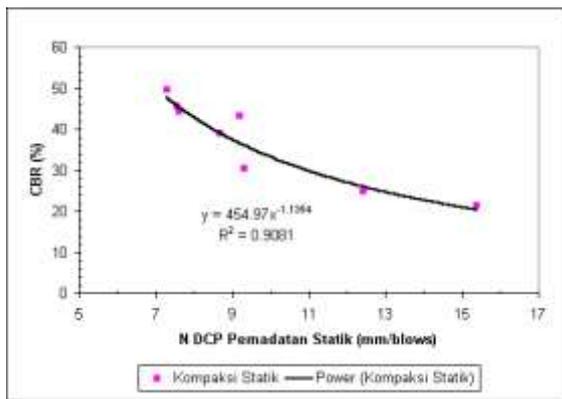
Gambar 10. Grafik Hub. Nilai *CBR Design* vs *Prosentase Butiran Lolos Saringan #200* Pada Pemadatan *Modified Proctor*

Analisa Korelasi DCP dan CBR

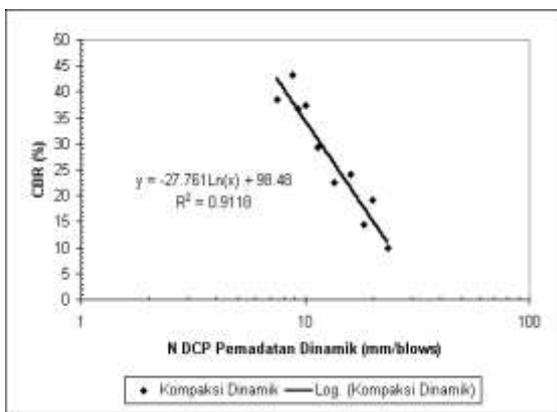
Pada gambar 11 dan 12 diperlihatkan suatu hubungan antara *N DCP* dengan *CBR* yang dicoba didekati dengan suatu persamaan *non linear polynomial* maupun *power* sehingga didapatkan koefisien regresi yang cukup baik yaitu untuk pemadatan dengan cara dinamik menunjukkan harga $R^2=0.9136$ dan untuk pemadatan dengan cara statik $R^2=0.9198$. Dan pada gambar 11 dan 12 ini ditunjukkan bahwa semakin besar harga *N DCP* semakin kecil nilai *CBR* yang didapatkan. Trend kurva ini akan menjadi lurus atau mendekati linear apabila dirubah dalam skala semilog seperti yang diperlihatkan pada gambar 13 dan 14.



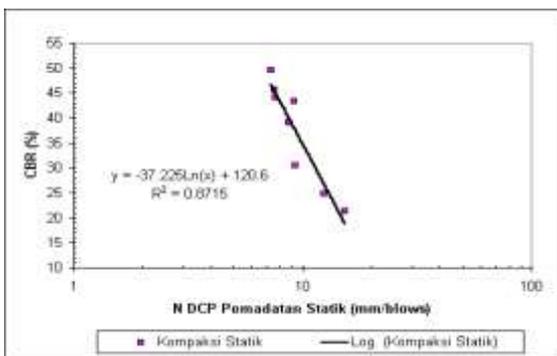
Gambar 11. Grafik Hub. Nilai *CBR-N DCP* Untuk Pemadatan Dinamik



Gambar 12. Grafik Hub. Nilai *CBR*–*N DCP* Untuk Pematatan Statik



Gambar 13. Grafik Hub Nilai *CBR*–*N DCP* Untuk Pematatan Dinamik Dalam Skala Semilog

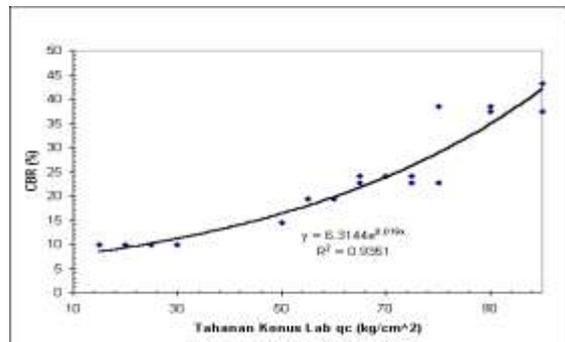


Gambar 14. Grafik Hub Nilai *CBR*–*N DCP* Untuk Pematatan Statik Dalam Skala Semilog

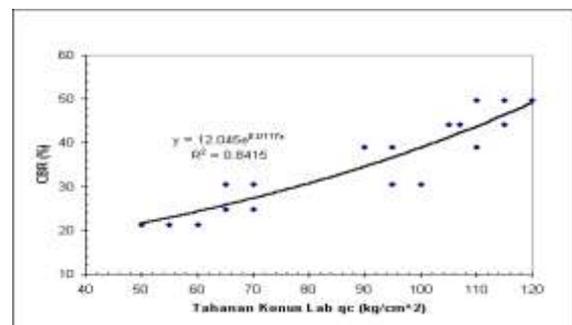
Analisa Korelasi Tahanan Konus *qc* dan *CBR*

Tahanan konus merupakan besaran penting yang diukur pada uji sondir, dimana tahanan konus ini merupakan gaya penetrasi persatuan luas penampang konus (*qc*). Untuk mencari korelasi antara tahanan konus lab dengan *CBR* dibuat suatu

pengujian tersendiri yaitu dengan melakukan pengujian *CBR* dari sampel hasil pematatan secara statik dan *CBR* dari hasil pematatan secara dinamik dimana pematatan secara statik masih mengacu kepada dry density yang didapatkan dari pematatan secara dinamik sehingga didapatkan hasil seperti gambar 15 dan 16. Dari pengujian tersebut didapatkan suatu trend kurva hubungan *CBR* dengan tahanan konus lab yang cukup baik baik untuk pematatan secara statik maupun dinamik. Hasil ini memperlihatkan suatu trend regresi yang similar baik untuk pematatan secara dinamik maupun statik. Dari trend kurva yang ada menunjukkan bahwa semakin besar tahanan konus yang dihasilkan oleh suatu sampel maka akan semakin besar pula *CBR* yang dihasilkannya. Untuk trend regresi yang paling baik adalah dengan menggunakan persamaan regresi non linear eksponensial, yang mana koefisien regresi (R^2) yang didapatkan adalah 0.9351 dan 0.8415



Gambar 15. Grafik Hub. Tahanan *Konus qc* vs *CBR* Untuk Pematatan Dinamik



Gambar 16. Grafik Hub. Tahanan *Konus qc* Vs *CBR* Untuk Pematatan Statik

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan pokok mengenai hasil penelitian yang mengetengahkan perbedaan nilai karakteristik hasil pemadatan kompaksi statik dan dinamik serta korelasinya terhadap uji standard adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendekati *dry density* yang didapatkan pada pemadatan *standard* dan *modified proctor* pada kadar air optimum, didapatkan suatu gaya pemadatan kompaksi statik sebesar 8 ton dan 11 ton dengan waktu penekanan selama 1 menit.
2. Trend kurva karakteristik untuk pemadatan secara kompaksi statik adalah serupa dengan kompaksi dinamik, dimana nilai karakteristik kompaksi statik lebih besar daripada kompaksi dinamik.
3. Besarnya rata-rata kenaikan kekuatan pemadatan secara kompaksi dinamik dan kompaksi statik adalah :
 - a. Untuk Uji DCP adalah 36% s/d 40% untuk kondisi pemadatan *standard* dan 4% s/d 20% untuk kondisi pemadatan *modified*.
 - b. Untuk Uji Tahanan Konus lab qc adalah 15% s/d 30% untuk kondisi pemadatan *standard* dan 0% s/d 19 % untuk kondisi pemadatan *modified*.
 - c. Sedangkan Uji *CBR* untuk penetrasi 0,1" adalah berkisar dari 13,52 s/d 46,68 % untuk kondisi pemadatan *standard* dan 3,75 s/d 34,78 % untuk kondisi pemadatan *modified*.
4. Berdasarkan hasil pengujian Tahanan konus, trend kurva untuk kondisi pemadatan *standard* dan *modified* menunjukkan kenaikan nilai tahanan konus qc dengan semakin banyaknya butiran halus yang lolos saringan #200.
5. Untuk pengujian *N-DCP* dinyatakan dalam skala SPP yaitu mudah atau tidaknya dilakukan penetrasi yang satuannya adalah dalam besaran mm/tumbukan. Trend kurva yang dihasilkan pada kondisi pemadatan *standard* menunjukkan kenaikan seiring semakin banyaknya butiran halus yang lolos saringan #200, sedangkan untuk kondisi pemadatan *modified*, trend kurvanya mula-mula terjadi penurunan setelah itu naik kembali secara perlahan.
6. Trend kurva yang dihasilkan dari uji karakteristik dengan *California Bearing Ratio* menunjukkan bahwa semakin besar prosentase butir yang lolos saringan #200 maka semakin tinggi harga *CBR* yang didapatkan.
7. Korelasi antara *N DCP* dengan *CBR* adalah lebih sesuai didekati dengan suatu persamaan regresi non linear model eksponensial maupun *power*. Trend kurvanya menunjukkan semakin besar harga *N DCP* maka akan semakin kecil harga *CBR* yang didapatkan. Selain itu juga apabila persamaannya dirubah ke dalam persamaan log menyebabkan trend kurvanya akan cenderung linear.
8. Untuk korelasi antara Tahanan Konus qc terhadap *CBR* lebih sesuai didekati dengan model eksponensial. Trend kurva menunjukkan bahwa semakin besar nilai qc yang didapatkan maka akan semakin besar juga harga *CBR* yang didapatkan.
9. Pada uji permeabilitas didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa pemadatan secara kompaksi statik mempunyai nilai koefisien permeabilitas yang lebih kecil dari pemadatan secara kompaksi dinamik.
10. Hasil pemadatan tanah campuran kondisi *soaked* dengan metoda kompaksi statik menunjukkan kecendrungan pengembangan sedikit lebih besar dari yang dipadatkan secara kompaksi dinamik. Selain itu juga pengembangan ini dipengaruhi oleh banyaknya butiran yang lolos saringan #200.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diharapkan bisa dijadikan dasar untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan topik ini. Penulis menyarankan untuk dilakukan penyelidikan lebih lanjut mengenai :

1. Pemadatan dinamik dan statik dengan Energi Pemadatan yang lebih bervariasi sehingga bisa didapatkan suatu hubungan antara energi pemadatan dinamik dan statik yang lebih mewakili.
2. Faktor pengaruh *curing time* dan *thixotrophy* terhadap perkuatan tanah campuran pasir dan kaolin.
3. Seperti tipe *cone penetrometer* yang lain, *static* dan *dynamic cone penetrometer* dimasukkan dalam peralatan investigasi lapangan, sehingga *validity* hubungan *CBR-N DCP* serta *CBR-*qc** yang didapatkan dilaboratorium harus dicek di lapangan. Faktor penting yang harus dicek adalah pengaruh *confining* dari *mod*.

DAFTAR PUSTAKA

ATKINS, Harold N., Highway Materials, Soil, And Concretes, A Prentice-Hall Company, 2nd edition, 1983.

BOWLESS, E.J., Engineering Properties of Soil And Their Measurement, McGraw-Hill International Student Edition, 2nd edition, 1978.

BOWLESS, E.J., Physical and Geotechnical Properties of Soil, McGraw-Hill International Student Edition, 2nd edition, 1984.

BRAJA, M.DAS, Advanced Soil Mechanics, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore, 1983.

HAUSMANN, MANFRED R, Engineering Principles Of Ground Modification, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore, 1990.

HOLTZ, R.D. and W.D. KOVACK, An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice Hall, Inc, 1981.

IRWAN M., dan SOELARNO, Korelasi Hasil Uji Sondir Dengan Jenis Dan Parameter Tanah Di Beberapa Daerah Di Indonesia, Tesis, Pascasarjana ITB, Bandung 1993.

JACK A. HORISON, Correlation of CBR And Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils, Tesis, Pascasarjana ITB, Bandung 1984.

JOHAN ISKANDAR, Studi Experimental Pengujian Sondir Mini Pada Dua Jenis Tanah Kohesif Yang Dikompaksi Dengan Energi Standart Proctor, Skripsi, Unpar 1990.

KREBS, R.D. and WALKER, R.D., Highway Materials, McGraw-Hill Inc., 1971.

LAMBE, T.WILLIAM, Soil Mechanics, John Willey and Sons Inc, New York, 1969.

SEED, H.B. and CHAN, C.K., Structure and Strength Characteristic of Compacted Clays, Journal Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol.85, SM 5, pp.87-128, 1959.