

ANALISIS KEPADATAN LAPANGAN DENGAN SAND CONE PADA KEGIATAN PENINGKATAN STRUKTUR JALAN TEGINENENG –BATAS KOTA METRO

Ida Hadijah

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro
Jl.Ki Hajar Dewantara No.166 Kota Metro Lampung 34111, Indonesia
Email : cv.sadakonsultan@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam rangka program rehabilitasi dan rekonstruksi Lampung khususnya memperlancar arus transportasi di wilayah Lampung, maka kegiatan pembangunan dan pengembangan jalan perlu dilakukan. Untuk mendukung pengembangan jalan tersebut, maka pemerintah Provinsi Lampung merencanakan mengembangkan salah satu proyek pembangunan jalan yaitu Pekerjaan pembangunan jalan/ perkerasan jalan Tigeneneng-batas Kota Metro. Jalan Tigeneneng-Batas Kota Metro merupakan salah satu jalan penghubung antara Kabupaten Lampung Tengah dengan Kota Metro, arus lalu lintas yang melintasi jalan ini cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengujian kepadatan lapangan (tinjauan pada bahu jalan) dengan *Sand Cone*. Peralatan dan bahan yang digunakan untuk tes *sand cone* dalam penelitian ini antara lain: botol transparan, corong kalibrasi, plat untuk corong pasir, palu, sendok, kuas, pahat, timbangan serta pasir. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap pengujian sand cone pada jalan Tigeneneng - Batas Kota Metro didapatkan bahwa : Kepadatan yang diperoleh dari hasil pengujian di lapangan dengan menggunakan alat *Sand Cone* didapat nilai kepadatan yaitu 101.16 %. Dan pada pengujian ini diperoleh berat isi tanah kering maksimum (*dry density = γ_d max*) yaitu sebesar 2.084 gram/cm³, serta dengan nilai OMC (*Optimum Moisture*) adalah 7.90 %.

Kata Kunci: *Sand Cone*, Kepadatan Tanah

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan prasarana jalan yang baik merupakan faktor penunjang lancarnya perekonomian, mengingat kondisi sarana jalan yang ada saat ini banyak kerusakan baik yang diakibatkan oleh faktor alam maupun faktor manusia dalam hal ini kendaraan, sehingga perlu diadakan perbaikan dan peningkatan guna memenuhi kebutuhan lalu lintas yang lebih tinggi. Dalam proses perencanaan sebagai dasar untuk pelaksanaannya perlu diperhatikan faktor kenyamanan, keamanan lingkungan serta faktor lain yang mendukung rencana detail yang mantap. Salah satu faktor yang sangat penting dalam menggerakkan kembali roda perekonomian Lampung adalah Infra struktur. Perbaikan, peningkatan akses jalan dan pembukaan jalan baru diyakini sangat bermanfaat untuk menggerakkan perekonomian,

Untuk menghilangkan ruang-ruang kosong pada tanah, maka diperlukan test

karena akan mempermudah dan mempercepat mobilisasi penduduk, barang dan jasa dari satu tempat ke tempat lain, bahkan membuka daerah – daerah yang terisolir.

Paket Peningkatan struktur jalan Tigeneneng-batas Kota Metro adalah Jalan Nasional yang dibiayai dengan dana APBN, dimana lokasi kegiatan ini terdapat dalam daerah Kabupaten Lampung Tengah batas Kota Metro, yang dimulai dari :

- a. Segment1: Km.42+950-43+250/0+000
- b. Segment2: Km.44+425-46+160

Kondisi *existing* awal untuk lebar badan jalan dari proyek ini bervariasi dari 5,80–6,00 meter, dimana lapis permukaan jalan telah mengalami penurunan badan jalan serta bergelombang pada tempat-tempat tertentu. Kondisi topografi lokasi kegiatan terletak pada daerah Persawahan dan dataran.

kepadatan tanah. Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah:

1. Memperbaiki kuat geser tanah dan memperkuat tanah.
2. Mengurangi kompresibilitas yaitu mengurangi penurunan oleh beban
3. Mengurangi permeabilitas yaitu mengurangi nilai k
4. Mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung)

Pemadatan tanah biasanya digunakan pada pembuatan bendung, jalan raya, lapangan terbang dasar pondasi dsb. Hasil pemadatan suatu tanah dipengaruhi oleh:

1. Tenaga pemadatan.
2. Kadar air tanah

Uji pemadatan tanah dapat dilakukan pada Laboratorium dengan uji *Proctor* dan di lapangan dapat ditentukan dengan melakukan test:

1. *Sand Cone*
2. *Rubber Balloon*
3. *Nuclear Density Meter*

Sand Cone

Sand cone test adalah pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan dengan menggunakan pasir Ottawa sebagai parameter kepadatan tanah yang mempunyai sifat kering, bersih, keras, tidak memiliki bahan pengikat sehingga dapat mengalir bebas. Pasir Ottawa yang digunakan adalah lolos saringan no.10 dan tertahan di saringan no.200. Metode ini hanya terbatas untuk lapisan atas tanah yaitu antara 10 – 15 cm. *Sand cone* adalah untuk pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan pada lapisan tanah atau lapisan perkerasan yang telah dipadatkan. Pengujian yang diuraikan hanya berlaku terbatas pada ukuran butiran tanah dan batuan tidak lebih dari 5 cm diameternya. Yang dimaksud dengan kepadatan lapangan adalah berat kering per satuan isi.

Pemadatan dapat dikatakan sebagai proses pengeluaran udara dari pori-pori tanah dengan salah satu cara mekanis. Cara mekanis yang digunakan di lapangan biasanya dengan menggilas, sedangkan dilaboratorim dengan cara menumbuk atau memukul. Daya pemadatan ini tergantung pada kadar air, meskipun digunakan energi yang sama, nilai kepadatan yang akan diperoleh akan berbeda-beda. Pada kadar air yang cukup rendah tanah sukar dipadatkan, sedangkan pada kadar air yang cukup tinggi nilai kepadatannya akan menurun, sampai suatu kadar air tinggi sekali sehingga air tidak dapat dikeluarkan dengan pemadatan.

Pada pemadatan dengan kadar air yang berbeda-beda akan didapat nilai kepadatan yang berbeda pula. Sehingga kadar air tertentu akan didapat keadaan yang paling padat (angka pori yang paling rendah). Kadar air dimana tanah mencapai keadaan yang paling padat disebut kadar air optimum. Untuk menentukan kadar air optimum ini biasanya dibuat grafik hubungan antara kadar air dan berat isi kering. Berat isi kering ini digunakan untuk menentukan kadar air optimum dimana mencapai keadaan paling padat, dapat dilakukan:

1. Percobaan pemadatan di lapangan.
 2. Percobaan pemadatan di laboratorium.
- Percobaan pemadatan di laboratorium dapat dilakukan dengan dua cara:
1. Percobaan pemadatan standart (*standart compaction test*).
 2. Percobaan pemadatan modified (*modified compaction test*).

Dengan nilai kadar air yang optimum yang didapat dari percobaan ini, maka kita dapat memadatkan tanah sehingga tanah tersebut akan mempunyai:

- Kekuatan yang lebih besar.
- Kompresibilitas dan daya rembesan yang lebih kecil.
- Ketahanan yang relatif lebih besar terhadap pengaruh air.

Prosedur atau langkah dalam pemeriksaan sand cone yaitu:

1. Pemeriksaan Berat Volume Uji
2. Pemeriksaan Volume Kerucut
3. Pemeriksaan Kepadatan Tanah di Lapangan

Dalam pengujian *sand cone* ini, diperlukan hubungan antara Kadar air dan kepadatan dari suatu contoh tanah yang diperiksa. Kadar air tanah adalah konsentrasi air dalam tanah yang biasanya dinyatakan dengan berat kering. Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke dalam keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut. Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke dalam keadaan plastis terjadi dinamakan batas plastis, dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair. Batas-batas ini dikenal juga sebagai batas-batas atterberg.

Kadar air mempunyai pengaruh yang besar terhadap tingkat pemadatan yang dapat dicapai oleh suatu tanah. Lee dan Sedkamp (1972) telah mempelajari kurva-kurva pemadatan dari 35 jenis tanah. Mereka menyimpulkan bahwa kurva pemadatan tanah-tanah tersebut dapat dibedakan hanya menjadi empat tipe umum.

Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel – partikel tanah. Karena adanya air, partikel – partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih Adanya penambahan kadar air justru cenderung menurunkan berat volume kering dari tanah. Hal ini disebabkan karena air tersebut kemudian menempati ruang – ruang pori dalam tanah yang sebetulnya dapat ditempati oleh partikel – partikel padat dari tanah. Kadar air dimana berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut kadar air maksimum.

Selain kadar air, faktor – faktor yang mempengaruhi pemadatan adalah jenis tanah dan usaha pemadatan. Jenis tanah yang diwakili oleh distribusi ukuran butiran, bentuk butiran tanah, berat spesifik bagian padat tanah. Selain itu jumlah serta jenis mineral lempung yang ada pada tanah mempunyai pengaruh besar terhadap harga berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dari tanah tersebut. Pada kadar air yang lebih rendah, adanya tegangan tarik kapiler pada pori – pori tanah mencegah kecenderungan partikel tanah untuk bergerak dengan bebas untuk menjadi lebih padat. Kemudian tegangan kapiler tersebut akan berkurang dengan bertambahnya kadar air sehingga partikel – partikel menjadi mudah bergerak dan menjadi lebih padat. Bila usaha pemadatan persatuan volume tanah berubah. Kurva pemadatan juga akan berubah.

Satu hal yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah kepadatan lapangan (berat isi kering). Karena walaupun nilai CBR telah memenuhi standar, namun jika kepadatan lapisannya masih belum baik, maka deformasi akibat konsolidasi masih dapat terjadi dan penyebaran beban ke lapis tanah di bawahnya akan menjadi kurang baik, serta berpotensi terjadi konsentrasi tegangan pada bagian tertentu dalam lapisan tanah tersebut yang dapat mengakibatkan kegagalan lapis tanah dasar pondasi secara keseluruhan.

Bahu Jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai :

1. Ruangan untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau sekedar berhenti karena pengemudi ingin

rapat/padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah menurun. Kadar air yang ditingkatkan terus secara bertahap pada usaha pemadatan yang sama, maka berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga akan meningkat secara bertahap pula.

- berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh, atau untuk beristirahat.
2. Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelelahan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
5. Ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk tempat penempatan alat-alat, dan penimbunan bahan material).
6. Ruangan untuk lintasan kendaraan-kendaraan patrol, ambulans, yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

Jenis Bahu

Berdasarkan tipe perkerasannya, bahu jalan dapat dibedakan atas :

1. Bahu yang tidak diperkeras
Yaitu bahu yang hanya dibuat dari material perkerasan jalan tanpa bahan pengikat. Biasanya digunakan material agregat bercampur sedikit lempung. Bahu yang tidak diperkeras ini dipergunakan untuk daerah-daerah yang tidak begitu penting, dimana kendaraan yang berhenti dan mempergunakan bahu tidak begitu banyak jumlahnya.
2. Bahu yang diperkeras
Yaitu bahu yang dibuat dengan mempergunakan bahan pengikat sehingga lapisan tersebut lebih kedap air dibandingkan dengan bahu yang tidak diperkeras. Bahu jenis ini dipergunakan untuk jalan dimana kendaraan yang akan berhenti dan memakai bagian tersebut besar jumlahnya, seperti di sepanjang jalan tol, di sepanjang jalan arteri yang melintasi kota dan tikungan-tikungan yang tajam.
Jika dilihat dari letak bahu terhadap arah arus lalu lintas, maka bahu jalan dapat dibedakan menjadi :

1. Bahu kiri/bahu luar, (left shoulder/outer shoulder), adalah bahu yang terletak disebelah kiri dari jalur lalu lintas.
2. Bahu kanan / bahu dalam (right shoulder /tinner shoulder), adalah bahu yang terletak ditepi sebelah kanan dari jalur lalu lintas.
4. Ada atau tidaknya trotoar.
5. Biaya yang tersedia sehubungan dengan biaya pembebasan tanah, dan biaya untuk konstruksi . Lebar bahu bervariasi antara 0,5 –2,5 m.

Besarnya lebar bahu jalan dipengaruhi oleh:

1. Fungsi jalan
2. Volume lalin
3. Kegiatan disekitar jalan

PEMBAHASAN

NO.	URAIAN TEST	SATUAN	1	2	3
1	Titik pengujian		01 + 400 L	01 + 800 L	02 + 000 L
2	Penghampanan				
3	Kedalaman hampanan	cm	-	-	-
4	Kedalaman lubang	cm	10.60	10.20	10.50
5	Tempat No.				
6	Berat tempat + tanah basah	W.1 gr	4,765	4,586	4,721
7	Berat tempat + tanah basah	W.2 gr	5,00	5,00	5,00
8	Berat tanah basah	W.3 = W.1 - W.2 gr	4,760	4,581	4,716
9	Berat pasir + botol + corong	W.4 gr	7,830	7,921	7,922
10	Berat sisa pasir + botol + corong	W.5 gr	3,448	3,607	3,592
11	Berat sisa pasir didalam lubang + corong	W.6 = W.4 - W.5 gr	4,382	4,314	4,330
12	Berat pasir didalam corong	W.7 gr	1,535	1,535	1,535
13	Berat pasir didalam lubang	W.8 = W.6 - W.7 gr	2,847	2,779	2,795
14	Berat isi pasir	Gs gr/cm ³	1.359	1.359	1.359
15	Volume lubang	V cm ³	2,095.0	2,045.0	2,057.0
16	Berat isi tanah basah di lapangan	W.9 = W.3 / V gr/cm ³	2.272	2.240	2.292
MOISTURE CONTENT					
17	Tempat No.				
18	Berat tempat + tanah basah	W.10 gr	632.00	626.00	632.00
19	Berat tempat + tanah kering	W.11 gr	586.93	583.11	585.92
20	Berat air	W.12 = W.10 - W.11 gr	45.07	42.89	46.08
21	Berat tempat	W.13 gr	19.50	19.30	19.20
22	Berat tanah kering	W.14 = W.11 - W.13 gr	567.43	563.81	566.72
23	Kadar air	W.15 = W.12 / W.14 x 100 %	7.94	7.61	8.13
24	Rata-rata	W.16 %			7.89
25	Kepadatan tanah kering	W.17 = W.9/(W.15 + 100) x 100 gr/cm ³	2.105	2.082	2.120
26	No. alat proctor				
27	Kepadatan kering maximum	W.18 gr/cm ³	2.084	2.084	2.084
28	Kadar air optimum	W.19 %	7.90	7.90	7.90
29	% tertahan saringan no.4	W.20 %	33.70	34.00	34.60
30	Koreksi kepadatan kering max	W.21 gr/cm ³	2.081	2.082	2.084
31	Kepadatan yang diijinkan	%	100.00	100.00	100.00
32	Kepadatan yang disetujui	W.22 = W.17 / W.21 x 100 %	101.16	99.98	101.73

Menentukan Berat Isi Tanah

Uji Sand Cone pada STA 01+400 dengan melakukan penggalian kurang lebih 10,60 cm pada plat alat Sand Cone dengan volume lubang 2,095 cm³, material dari penggalian tersebut di masukkan ke wadah/kantong plastik yang tertutup lalu di timbang, berat tempat + tanah basah = 4.765 gr kemudian menimbang pasir + corong+ botol = 7.830 gr lalu meletakkan corong ke bawah di atas plat corong dan membuka kran pelan-pelan dengan memasukkan pasir yang sudah di dalam botol sampai mengisi lubang tersebut = 4.382 gr, lalu menimbang sisa pasir+corong+ botol = 3.448 gr. Kemudian di ambil tanah sedikit dari kaleng untuk penentuan berat isi tanah (w_3/v) = 2.272 gr/cm³.

Menentukan Berat Isi Pasir

Dilakukan dengan cara meletakkan alat dengan botol di bawah pada dasar yang rata, tutup kran isi corong pelan-pelan dengan pasir. Kemudian kran di buka isi botol sampai penuh dan di jaga agar selama pengisian corong selalu paling sedikit setengahnya kemudian kran di tutup dan dibersihkan kelebihan pasir di atas kran dan ditimbang (Gs) = 1.359 gr.

Menentukan Berat Pasir Dalam Corong

Dengan cara mengisi botol pelan-pelan dengan pasir secukupnya dan menimbang berat pasir di dalam corong = 7.830 gr, lalu meletakkan alat dengan corong di bawah pada plat corong, pada dasar yang rata dan bersih, kemudian membuka kran pelan-pelan sampai pasir berhenti mengalir, lalu kran di tutup dan menimbang alat sisa pasir = 3.448 gr, lalu menghitung berat pasir dalam corong (w_4-w_5) = 4.382 gr

Menentukan Kecepatan

Berat Tanah Basah	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Kadar Air Awal	3	3	3	3	3
Kadar Air yang dikehendaki (%)					
Penambahan Air (%)	2	3	4	5	6
Penambahan Air (cc)	100	150	200	250	300

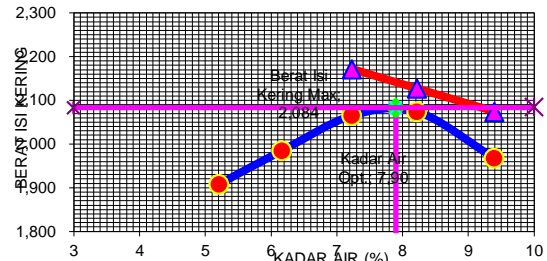
Berat Isi

Berat Tanah+Cetakan	10,235	10,875	11,125	11,196	10,978
Berat Cetakan	5,504	5,904	5,904	5,904	5,904
Berat Tanah Basah	4,731	4,971	5,221	5,292	5,074
Volume Cetakan	2,357.70	2,357.70	2,357.70	2,357.70	2,357.70
Berat Isi Basah	2,007	2,108	2,214	2,245	2,152
Berat Isi Kering					
$gd = \frac{g}{(100+w)} \times 100$	1.908	1.985	2.065	2.074	1.967

Kadar Air

Tanah Basah + Cawan	539.2	645.3	685	619	622.4
Tanah Kering + Cawan	512.5	607.8	638.8	572	568.9
Berat Air	26.7	37.5	46.2	47	53.5
Berat Cawan					
Berat Tanah Kering	512.5	607.8	638.8	572	568.9
Kadar Air (%)	5.21	6.17	7.23	8.22	9.4

GRAFIK COMPACTION



Kepadatan yang Disetujui

Kepadatan tanah kering $w.17 = 2.105$ gr/cm³, koreksi kepadatan kering maximum $w.21 = 2.081$ gr/cm³. Sehingga $w.17/w.21 \times 100 = w.22$ Jadi kepadatan yang disetujui adalah ($w.22$) = 101.16 %

RUMUS KOREKSI KEPADATAN

$$= \frac{\text{Kepadatan Tanah Kering}}{\text{Koreksi Kepadatan Kering Max}} \times 100 \%$$

$$= \frac{2.105 \text{ gr/cm}^3}{2.081 \text{ gr/cm}^3} \times 100 \% = 101.16 \%$$

Dari uji Sand Cone yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

- Berat isi tanah ($w.3/v$) = 2.272 gr/cm³
- Berat isi pasir (Gs) = 1.359 gr/cm³
- Berat isi pasir dalam corong ($w.4-w.5$) = 4.382 gr
- Kepadatan yang di setujui = 101.16 %

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap pengujian sand cone pada jalan Tigeneneng - Batas Kota Metro dapat disimpulkan bahwa :

- Kepadatan yang diperoleh dari hasil pengujian di lapangan dengan menggunakan alat *Sand Cone* didapat nilai kepadatan yaitu 101.16 %.
- Pada pengujian ini diperoleh berat isi tanah kering maksimum (*dry density* = γ_d max) yaitu sebesar 2.084 gram/cm³, serta dengan nilai OMC (*Optimum Moisture*) adalah 7.90 %.

SARAN

1. Diperlukan ketelitian pada waktu pengovenan dalam pengujian kadar air, agar di dapatkan hasil yang lebih akurat. Ketelitian pengujian sering terganggu karena listrik sering padam.
2. Perlu ada kajian lebih lanjut mengenai hubungan antara proses di laboratorium dan pelaksanaannya di lapangan, apakah semuanya yang di ujikan dengan situasi dan kondisi berbeda bisa di dapatkan hasil di lapangan sesuai dengan yang di rencanakan dilaboratorium
3. Sebaiknya dilakukan pembersihan alat atau mesin sebelum melakukan pengujian-pengujian di laboratorium, hal ini dikarenakan akan mempengaruhi hasil yang di dapat.

Daftar Pustaka

- AASHTO 1993. *Guide for Design of Pavement Structure, The American Association of State Highway and Transportation Officials*, Washington D. C.
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Braja, 1993, *Mekanika Tanah jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Craig RF. 1989. *Mekanika Tanah*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta
- Djarmiko dan Edy, 1993, *Mekanika Tanah I*, Kanisius, Yogyakarta.
- DPU, 1987., *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Bahu Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Endrayana MR. 2008. *Pengaruh Geotekstil terhadap Kuat Geser Pada Tanah Lempung Lunak Dengan Uji Triaksial Terkonsolidasi Tak Terdrainasi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta
- Hendarsin S.L., 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Gramedia, Bandung.
- Indrawahyuni H, Munawir A, Damayanti I. *Pengaruh Variasi Kepadatan Pada Permodelan Menggunakan Tanah Pasir Berlempung Terhadap Stabilitas Lereng*. Jurnal Rekayasa Sipil, 2009. Volume 3, No.3, hal 192-308
- Murti MS. *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2007 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005-2025*. Biro Peraturan Peundang-undangan Bidang Perekonomian dan Industri, Jakarta
- SNI 03-2828-(1992). *Pengujian Kepadatan Di Lapangan Menggunakan Alat Konus Pasir (Sand Cone)*, Pustran-Balitbang PU, Bandung.
- Sudarsono. (1979). *Konstruksi Jalan Raya*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sukirman. S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Terzaghi K, Peck RB. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jilid 1. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga. Jakarta