



Aplikasi
MCV untuk
Spesifikasi
Umum Timbunan

**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN**

APLIKASI MCV UNTUK SPESIFIKASI UMUM TIMBUNAN

© Pemegang Hak Cipta Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum

Cetakan Pertama, 2014

Penulis:

Deni Hidayat, ST.

Reviewer:

DR. Ir. M. Eddie Sunaryo, M.Sc.

Desain Cover dan Tata Letak : Yosi SM & M. Roniyadi

Deni Hidayat, ST.

APLIKASI MCV UNTUK SPESIFIKASI UMUM TIMBUNAN

Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum

xii + 66 hlm; 176 x 250 mm.

ISBN : 978-602-264-069-1

Naskah ini disusun dengan sumber dana APBN Tahun 2014, pada paket pekerjaan Aplikasi MCV Untuk Spesifikasi Umum Timbunan

Pandangan yang disampaikan didalam publikasi ini tidak menggambarkan pandangan dan kebijakan Kementerian Pekerjaan Umum, unsur pimpinan, maupun instruksi pemerintah lainnya.

Kementerian Pekerjaan Umum tidak menjamin akurasi data yang disampaikan dalam publikasi ini dan tanggungjawab atas data dan informasi sepenuhnya dipegang oleh penulis.

Kementerian Pekerjaan Umum mendorong percetakan dan memperbanyak informasi secara eksklusif untuk perorangan dan pemanfaatan nonkomersil dengan pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum. Pengguna dibatasi dalam menjual kembali, mendistribusikan atau pekerjaan kreatif turunan untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pekerjaan Umum.

Diterbitkan oleh:

Kementerian Pekerjaan Umum

Badan Penelitian dan Pengembangan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

Jl. A.H. Nasution No. 264 Ujungberung – Bandung 40293

Pemesan melalui:

Perpusatakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan

info@pusjatan.pu.go.id



KEANGGOTAAN TIM TEKNIS DAN SUB TIM TEKNIS

Tim Teknis :

Prof (R) DR. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc.

Ir. Agung Bari Sailendra, MT.

Ir. I. Gede Wayan Samsi Gunarta, M.Appl.Sc.

Prof (R) DR. Ir. Furqon Affandi, M.Sc.

Prof (R) Ir. Lanneke Tristanto, APU

Ir. GJW. Fernandez

Sub Tim Teknis :

Ir. GJW Fernandez

DR. Ir. M. Eddie Sunaryo, M.Sc

DR. Ir. Imam Aschuri, MT.

DR. Ir. Hindra Mulya

Ir. Benny Moestofa

Drs. M. Suherman



TENTANG PUSLITBANG JALAN DAN JEMBATAN

Puslitbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan) adalah institusi riset yang dikelola oleh Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Lembaga ini mendukung Kementerian PU dalam menyelenggarakan jalan dengan memastikan keberlanjutan keahlian, pengembangan inovasi dan nilai-nilai baru dalam pengembangan infrastruktur.

Pusjatan memfokuskan kepada penyelenggara jalan di Indonesia, melalui penyelenggaraan litbang terapan untuk menghasilkan inovasi teknologi bidang jalan dan jembatan yang bermuara pada standar, pedoman dan manual. Selain itu, Pusjatan mengemban misi untuk melakukan advis teknik, pendampingan teknologi, dan alih teknologi yang memungkinkan infrastruktur Indonesia menggunakan teknologi yang tepat guna.

Kata Pengantar

Naskah ilmiah paket kerja Aplikasi MCV Untuk Spesifikasi Umum Timbunan disusun untuk memenuhi tugas yang telah diberikan kepada tim pelaksana kegiatan dari Balai Geoteknik Jalan berdasarkan surat keputusan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan tahun 2014.

Tujuan dari kegiatan ini adalah secara umum menyusun dan menyiapkan Naskah Ilmiah Aplikasi MCV Untuk Spesifikasi Umum Timbunan.

Adapun hal yang melatarbelakangi kegiatan ini yaitu pada tahun 2005 telah dilakukan pengadaan alat MCV dan dibuat konsep tata cara panduan teknis penggunaan alat MCV pada beberapa jenis tanah karena nilai kadar air *Moisture Condition Value* (MCV) dapat menilai secara cepat bahan timbunan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Untuk keperluan di tahun anggaran 2014, maka perlu dibuat naskah ilmiah tentang aplikasi MCV dalam menilai material timbunan.

Bandung, Desember 2014,

Tim Penulis



Daftar Isi

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v

1 • PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Sasaran	2
1.2. Metodologi	2

2 • SPESIFIKASI MCV

2.1. Gambaran Umum	4
2.2. Bahan Timbunan	7
2.3. Prinsip Pemadatan	7
2.2. Karakteristik MCV	9

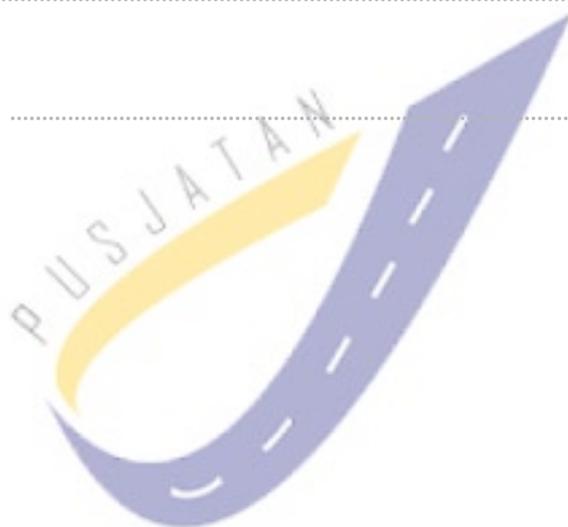
3 • PERSIAPAN PENGUJIAN MCV

3.1. Peralatan Uji MCV	14
3.2. Persiapan Material/Contoh Tanah	16
3.3. Prosedur Pengujian MCV	18
3.4. Perhitungan Pengujian MCV	24

4 • KINERJA PENGUJIAN MCV

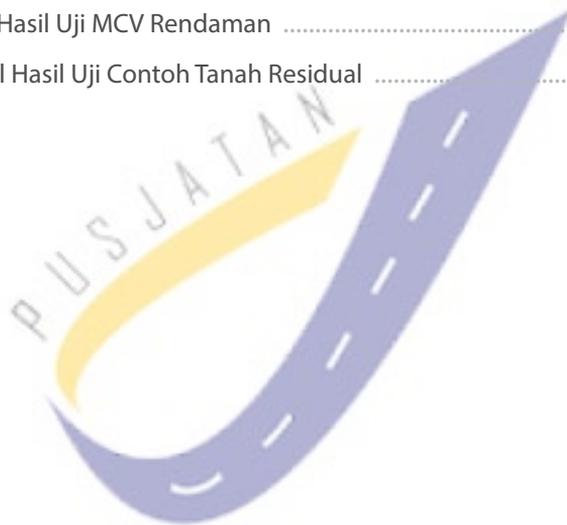
4.1. Pengambilan Contoh Tanah	25
4.2. Pelaksanaan Uji MCV di Lapangan	30

5• IDENTIFIKASI PENGUJIAN DI LABORATORIUM	
5.1. Sifat Fisik/Indeks Propertis Tanah	33
5.2. Sifat Mekanik Tanah	37
5.3. Pengujian MCV	40
5.4. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Hasil Pengujian MCV	43
5.5. Kolerasi MCV dengan Parameter Pemadatan	47
5.6. Perbandingan Korelasi MCV pada Pengondisian Contoh Tanah	51
5.6.1. Persiapan Contoh Tanah	51
5.6.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan	52
6• PENUTUP	64
DAFTAR PUSTAKA	66



Daftar Tabel

Tabel 5-1 Data Hasil Pengujian Sifat Fisik/Indeks Propertis Tanah Asli	33
Tabel 5-2 Data Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah Asli	38
Tabel 5-3 Hasil Pengklasifikasian Tanah	39
Tabel 5-4 Data Hasil Pengujian Pemadatan/Proctor	40
Tabel 5-5 Data Hasil Pengujian MCV	41
Tabel 5-6 Data Titik Pintas dan Kemiringan pada Karakteristik Garis Kalibrasi MCV	44
Tabel 5-7 Tabel Hasil Uji Proctor Rendaman	52
Tabel 5-8 Tabel Hasil Uji CBR Rendaman	53
Tabel 5-9 Tabel Hasil Uji MCV Rendaman	54
Tabel 5-10 Tabel Hasil Uji Contoh Tanah Residual	60



Daftar Gambar

Gambar 2-1 Alat Uji MCV	5
Gambar 2-2 Potensi dalam Penggunaan Alat Uji MCV	6
Gambar 2-3 Proporsi Gradasi Material yang Menunjukkan MCV Dapat Digunakan dan Artinya Tanah Dapat Dipadatkan, BS (1976)	6
Gambar 2-4 Hubungan Antara Kepadatan Terbesar yang Maksimum dengan Kadar Air Optimum Sewaktu Pengujian Pemadatan	8
Gambar 2-5 Gerakan Kurva Pemadatan dengan Usaha Pemadatan yang Berbeda	8
Gambar 2-6 Kurva Pengujian dengan Contoh Kadar Air Relatif Rendah	10
Gambar 2-7 Kurva Pengujian dengan Contoh Kadar Air Relatif Tinggi	11
Gambar 2-8 Karakteristik Garis Kalibrasi	11
Gambar 2-9 Aturan Pengklasifikasian Tanah Berdasarkan Kemiringan dan Titik Pintas pada Kalibrasi Kondisi Kadar Air	12
Gambar 2-10 Korelasi MCV–Kekuatan Geser–CBR dan Pemadatan Tanah	13
Gambar 3-1 Peralatan pada Pelaksanaan Uji MCV Manual	14
Gambar 3-2 Alat Uji MCV Manual	14
Gambar 3-3 Persiapan Contoh untuk Pengujian MCV	16
Gambar 3-4 Bagan Alir Persiapan Contoh untuk Pengujian MCV Manual	17
Gambar 3-5 Prosedur Pengujian MCV	19
Gambar 3-6 Bagan Alir Prosedur Pengujian MCV	21
Gambar 3-7 Formulir Uji MCV	22
Gambar 3-8 Formulir Uji MCV	23
Gambar 4-1 Peta Jenis Tanah (Wesley) Provinsi Jawa Barat	26
Gambar 4-2 Peta Jenis Tanah (Wesley) Provinsi Jawa Tengah	26
Gambar 4-3 Peta Jenis Tanah (Wesley) Provinsi Jawa Timur	27
Gambar 4-4 Lokasi Pengambilan Contoh Tanah di Tanjungsari	27
Gambar 4-5 Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Brebes, Jawa Tengah	28
Gambar 4-6 Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Tol Semarang - Bawen, KM.22 +400, Semarang, Jawa Tengah	28

Gambar 4-7 Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Tol Semarang - Bawen, KM.35 +900, Semarang, Jawa Tengah	29
Gambar 4-8 Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Kabupaten Tuban, Jawa Timur	29
Gambar 4-9 Pelaksanaan Kegiatan Uji MCV Manual Dilapangan	30
Gambar 5-1 Grafik Hubungan Antara Batas Cair dan Indeks Plastisitas	36
Gambar 5-2 Grafik Hubungan Antara Batas Cair dan Indeks Plastisitas	37
Gambar 5-3 Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Tanjungsari	42
Gambar 5-4 Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Lingkar Bumi Ayu	42
Gambar 5-5 Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Tol Semarang	42
Gambar 5-6 Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Tol Semarang	43
Gambar 5-7 Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Desa Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur	43
Gambar 5-8 Grafik Pengklasifikasian Tanah Berdasarkan Kemiringan dan Titik Pintas pada Kalibrasi MCV	45
Gambar 5-9 Grafik Sensitifitas Tanah Berdasarkan Kemiringan dan Titik Pintas pada Kalibrasi Kondisi Kadar Air	46
Gambar 5-10 Grafik Kolerasi Antara MCV dengan CBR, Berat Isi Kering, Kohesi dan Sudut Geser Dalam	49
Gambar 5-11 Perendaman Contoh Tanah	51
Gambar 5-12 Pengeringan Contoh Tanah dengan Cara Dijemur Matahari Setelah Perendaman	51
Gambar 5-13 Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Lingkar Bumi Ayu	55
Gambar 5-14 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Setelah Perendaman Lokasi Lingkar Bumi Ayu	55
Gambar 5-15 Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang - Bawen	56
Gambar 5-16 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR	56
Gambar 5-17 Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang - Bawen	57
Gambar 5-18 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang - Bawen	57

Gambar 5-19 Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Desa Sale, Kec. Tahunan) **58**

Gambar 5-20 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Desa Sale **58**

Gambar 5-21 Grafik Perbandingan Kolerasi Pengujian MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli, Direndam dan Residual/ Daur Ulang Lokasi Desa Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur **60**

Gambar 5-22 Grafik Perbandingan Kolerasi Pengujian Kadar Air dengan Pemasadatan, CBR dan MCV pada Contoh Tanah Asli, Direndam dan Residual/Daur Ulang **62**



01 / pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Salah satu pekerjaan jalan yang memerlukan perhatian khusus dalam pembangunan jalan adalah pekerjaan tanah dengan menerapkan Standar Bina Marga. Hal ini diperlukan agar standar pelayanan minimum yang disyaratkan seperti kendaraan yang lewat dapat leluasa dan jaminan keselamatan dapat dipenuhi.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada tahun 1976 (A.W. Parsons and J.B. Boden) TRRL telah mengembangkan metode penentuan material/bahan timbunan jalan secara cepat dengan Moisture Condition Value (MCV). Alat uji MCV disebut Moisture Condition Apparatus (MCA) yang sudah banyak digunakan di beberapa negara maju seperti di Amerika dan Negara Eropa (Inggris, Swedia dan beberapa Negara Skandinavia lainnya) yang dapat diterapkan untuk tanah dan sebagian agregat serta alat uji MCV ini portable dan cepat dalam pelaksanaan pengujiannya.

Tahun 2005 telah dilakukan pengadaan alat MCV dan dibuat konsep tata cara panduan teknis penggunaan alat MCV pada beberapa jenis tanah karena MCV dapat menilai secara cepat bahan timbunan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

Pengembangan Alat Modifikasi MCV telah dilakukan pada tahun 2012 serta salah satu uji cobayang pernah dilakukan dengan menerapkannya dan mensosialisasikan

terhadap beberapa pemangku kepentingan. Berdasarkan kajian bahwa hasil uji MCV dapat menunjukkan bahwa MCV suatu material dapat digunakan sebagai persyaratan tanah timbunan.

Untuk keperluan di tahun anggaran 2014, maka perlu dibuat naskah ilmiah tentang aplikasi MCV yang dimasukkan kedalam spesifikasi khusus. Kajian naskah ilmiah akan difokuskan pada :

1. MCV sebagai parameter material timbunan,
2. MCV sebagai kontrol dan identifikasi awal untuk mengidentifikasi manfaat material untuk bahan timbunan jalan,
3. MCV sebagai pengendali mutu bahan dilapangan,
4. Metode korelasi MCV terhadap parameter pemadatan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Memilih material yang memenuhi syarat yang dapat diidentifikasi secara cepat dan akurat.
2. Persyaratan penentuan material yang digunakan untuk pembangunan konstruksi jalan dengan mensyaratkan MCV harus dipenuhi.

1.3. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengkaji nilai kadar air Moisture Condition Value (MCV) dalam pekerjaan tanah untuk timbunan jalan. Adapun sasaran dari kegiatan ini adalah tersedianya parameter MCV sebagai persyaratan penentuan material timbunan pada Naskah Ilmiah Aplikasi MCV Untuk Spesifikasi Umum Timbunan.

1.4. Metodologi

1. Persiapan

- Menyiapkan referensi untuk studi pustaka,
- Koordinasi dengan narasumber dan institusi terkait masalah material jalan.

2. Pengumpulan Data

- Pengujian MCV dengan berbagai jenis tanah,

- Melaksanakan uji coba MCV di beberapa lokasi dan membuat katalog hasilnya berdasarkan jenis tanahnya (Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur,
- Melakukan penyusunan naskah ilmiah.

3. Analisis

- Analisis untuk menentukan nilai MCV yang direkomendasikan untuk masuk ke dalam tambahan spesifikasi umum Bina Marga,
- Penyiapan sosialisasi untuk diseminasi penajaman terhadap penerapan MCV sebagai parameter pemadatan,
- Penyelenggaraan diseminasi yang mencakup: sosialisasi DSP.

4. Pelaporan

- Penyusunan draft laporan akhir,
- Penyusunan laporan akhir.



02 /

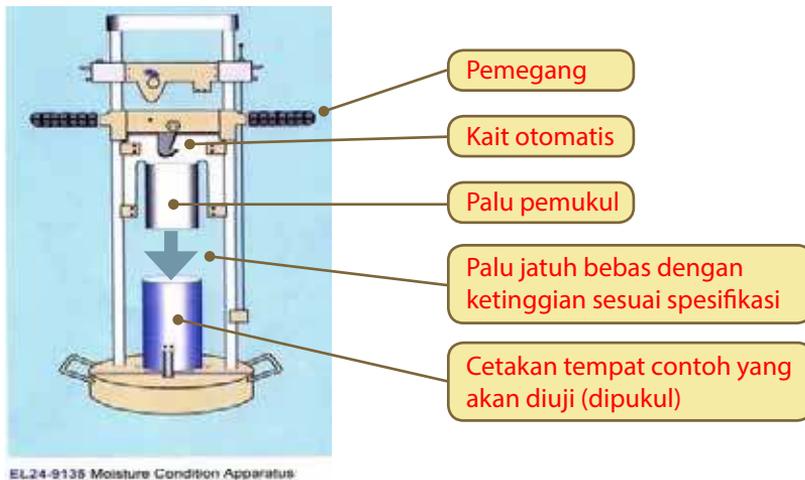
spesifikasi MCV

2.1. Gambaran Umum

Diluar negeri khususnya di negara Scotlandia telah dikembangkan suatu metode pengujian kesesuaian material untuk pekerjaan timbunan yakni pengujian MCV. Pada prinsipnya pengujian ini menentukan korelasi MCV terhadap parameter-parameter lain yang digunakan sebagai persyaratan parameter bahan jalan khususnya timbunan, seperti korelasi antara kadar air dengan MCV, CBR (California Bearing Ratio), kekuatan geser pada tingkat kepadatan yang sama. Pada pembangunan konstruksi jalan pengujian MCV dapat dijadikan kontrol dan identifikasi awal manfaat material bahan jalan dan pengendali mutu lapangan.

Alat uji MCV adalah alat untuk mendapatkan nilai MCV yang sudah banyak digunakan di beberapa negara sebagai persyaratan dalam menentukan kualitas jenis material yang layak digunakan untuk pembangunan konstruksi jalan. Proses pengujian MCV menggambarkan kontrol kualitas material pada saat uji pemadatan dilapangan dalam spesifikasi pekerjaan tanah untuk konstruksi jalan.

Alat MCV (Moisture Condition Value) seperti pada Gambar 2.1 merupakan alat dalam memadatkan contoh tanah dengan energi pukulan tertentu secara aksi tunggal (alat secara otomatis bergerak keatas setelah dilakukan pemukulan terhadap contoh, lalu berhenti, dan untuk memukul selanjutnya harus dikerjakan secara manual)



Gambar 2-1: Alat Uji MCV

Pengujian dapat dihentikan bila perubahan penurunan (penetrasi) pada jumlah pukulan 4B dengan pukulan B sudah lebih kecil dari 5 mm dan bila air telah keluar dari bagian dasar contoh walaupun belum mencapai 5 mm yang mencerminkan kondisi lapangan.

Secara matematis dapat dikatakan bahwa : $MCV = 10 \log_{10} B$

Dengan pengertian :

B = Jumlah pukulan pada skala logaritma (konstanta)

P = Penetrasi (mm)

P(B) = Penetrasi pada pukulan B (Konstanta)

P(4B) = Penetrasi pada pukulan 4 B (Konstanta)

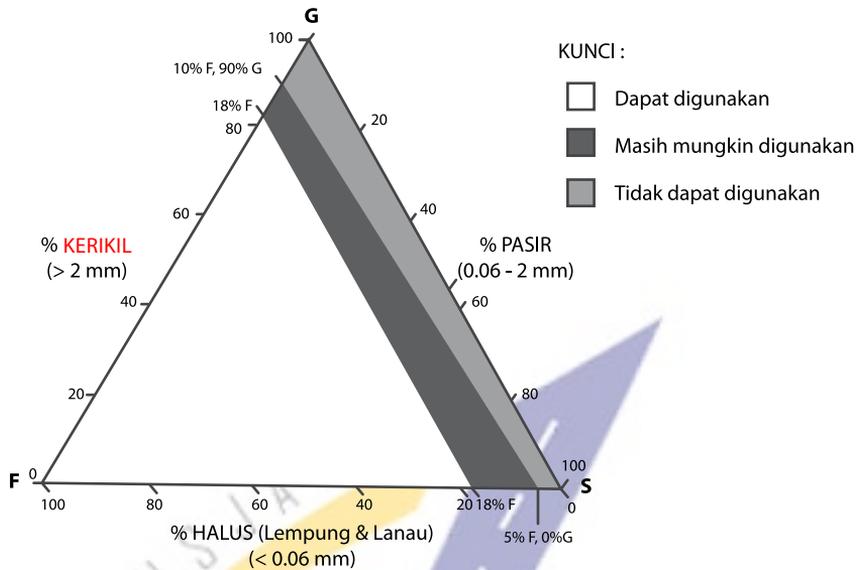
MCV = Moisture Condition Value pada skala biasa (Konstanta)

Pedoman untuk menentukan proporsi dari butir halus, pasir dan kerikil (ditentukan dari distribusi ukuran butir pada galian tanah) dapat digunakan pada Moisture Condition Apparatus (MCA) dapat dilihat seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.

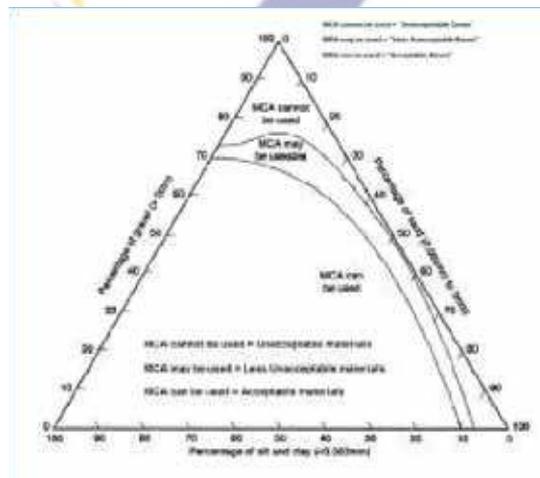
Tiga kategori yang dapat didefinisikan yaitu :

- Tanah yang dapat diuji menggunakan alat uji MCV biasanya mempunyai kadar butir halus (lempung dan lanau) lebih besar atau sama dengan 18 %.
- Tanah yang tidak dapat diuji dengan alat uji MCV mempunyai butir halus lebih kecil dari yang didefinisikan oleh hubungan garis pada titik 5 % halus, 0 % kerikil dan 10 % halus, 90 % kerikil.

- Jika jumlah butir halus terletak antara batas yang ditunjukkan kategori 1 dan 2 alat uji MCV masih dapat digunakan tetapi harus ditentukan secara hati-hati dari garis kalibrasi. Jika garis kalibrasi sudah cocok seperti yang didefinisikan, kemiringan negatif dan koefisien korelasi diatas 0,9 maka alat uji MCV dapat digunakan pada harga kadar air yang spesifik.



Gambar 2-2: Potensi dalam Penggunaan Alat Uji MCV



Gambar 2-3: Proporsi Gradasi Material yang Menunjukkan MCV dapat Digunakan dan Artinya Tanah dapat Dipadatkan, BS (1976)

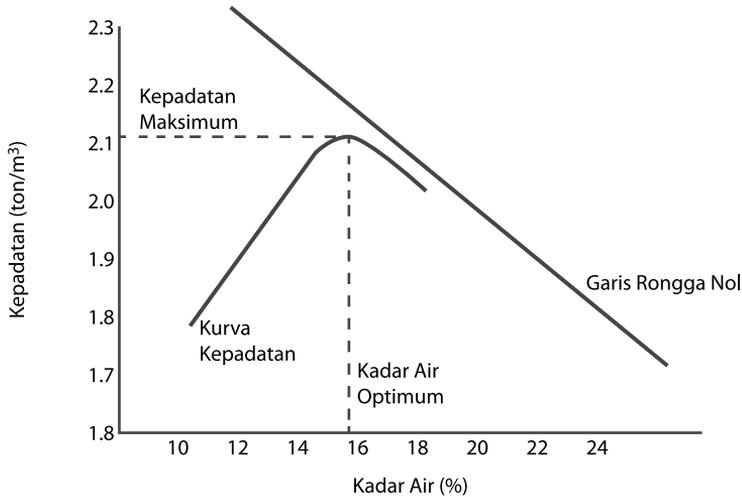
2.2. Bahan Timbunan

- Bahan yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut AASHTO M145 atau sebagai CH menurut "Unified atau Casagrande Soil Classification System". Bila penggunaan tanah yang berplastisitas tinggi tidak dapat dihindarkan, bahan tersebut harus digunakan hanya pada bagian dasar dari timbunan atau pada penimbunan kembali yang tidak memerlukan daya dukung atau kekuatan geser yang tinggi. Tanah plastis seperti itu sama sekali tidak boleh digunakan pada 30 cm lapisan langsung di bawah bagian dasar perkerasan atau bahu jalan atau tanah dasar bahu jalan.
- Bahan timbunan bila diuji dengan SNI 03-1744-1989, harus memiliki CBR tidak kurang dari 6 % setelah perendaman 4 hari bila dipadatkan 100 % kepadatan kering maksimum (MDD) seperti yang ditentukan oleh SNI 03-1742-1989.
- Tanah sangat ekspansif yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 atau derajat pengembangan yang diklasifikasikan oleh AASHTO T258 sebagai "very high" atau "extra high", tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif adalah perbandingan antara Indeks Plastisitas / PI - (SNI 03-1966-1989) dan persentase kadar lempung (SNI 03-3422-1994).

2.3. Prinsip Pemadatan

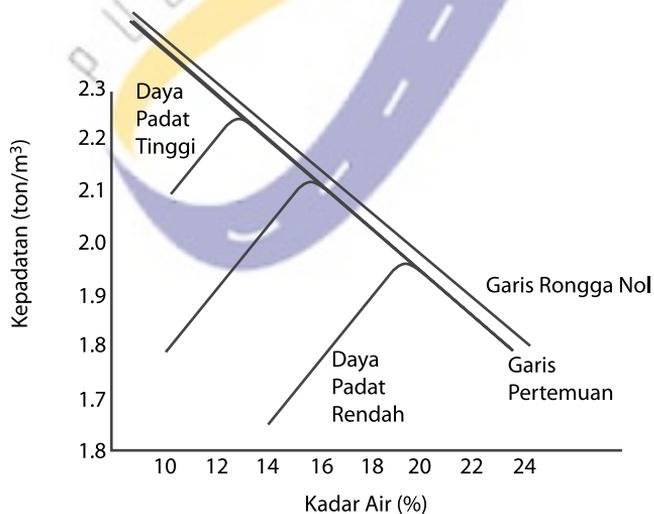
Pengujian secara ideal menunjukkan hubungan antara kepadatan kering dengan kadar air seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 Bagian dari kepadatan terbesar (maximum bulk density) meningkat sampai mendekati garis rongga terisi udara menjadi nol, maka pada keadaan tersebut tercapailah bagian dari kepadatan terbesar yang maksimum.

Selanjutnya kepadatan kering harganya menurun dengan bertambahnya kadar air. Kurva pemadatan pada titik paling tinggi adalah titik yang memberikan harga bagian kepadatan terbesar pada kadar air yang optimum.



Gambar 2-4: Hubungan Antara Kepadatan Terbesar yang Maksimum dengan Kadar Air Optimum Sewaktu Pengujian Pemadatan

Dalam usaha untuk meningkatkan pemadatan, yaitu sebagai hasil menambah berat pemukul dan tinggi jatuh, menghasilkan grafik pemadatan yang menaik dan grafik pemadatan menurun bila usaha pemadatannya dikurangi seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2-5: Gerakan Kurva Pemadatan dengan Usaha Pemadatan yang Berbeda

Pada gambar 2.5 diatas dapat dilihat juga bahwa setiap kadar air optimum semuanya terletak pada garis pertemuan (Convergence line) yakni sebuah garis perkiraan yang memberikan 5% kadar rongga. Titik-titik puncak grafik pemadatan

yang berada pada garis pertemuan tersebut akan mempunyai kadar air optimum dan bagian dari kepadatan terbesar maksimum (maximum bulk density) pada suatu usaha pemadatan tertentu.

Pembuatan garis yang sejajar dengan "Garis kadar rongga nol" (Zero Air Void Line) yang mempunyai tingkat kadar rongga tertentu, kita dapat mengeliminasi suatu pengukuran tingkat kepadatan yang dapat dicapai secara praktis yaitu dengan menentukan harga rongga udara maksimum pada garis pertemuan (Convergence line) tersebut sewaktu dilakukan pengujian.

Kepadatan maksimum yang dicapai dilapangan, disesuaikan dengan perencanaan yang digunakan misalnya harus memenuhi 95% dari kepadatan laboratorium standar atau modified. Pada kadar air dibawah optimum, pemadatan penuh hanya akan tercapai bila garis pertemuan (Convergence line) telah tercapai. Tanah yang dipadatkan pada kadar air terlalu rendah perlu usaha pemadatan ekstra untuk mencapai ketentuan pemadatan secara penuh.

2.3. Karakteristik MCV

Pengujian MCV atau kondisi kadar air adalah suatu bentuk pengujian kekuatan dalam usaha pemadatan untuk mendekati pemadatan penuh dari contoh tanah yang dicari. Sebuah parameter baru "Harga Kondisi Kadar air" (Moisture Condition Value / MCV) digunakan untuk mengukur usaha pemadatan dan mengkorelasikan dengan kekuatan geser dan dengan California Bearing Ratio (CBR) pada tingkat kepadatan yang sama.

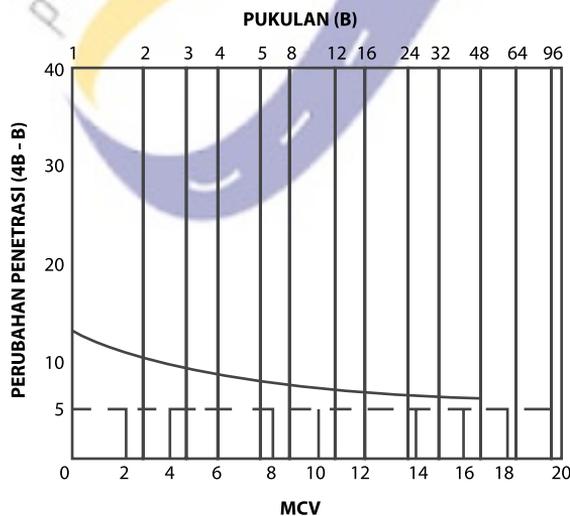
Kadar air dihitung sebagai persentase berat kering contoh yang diperoleh dari pengujian contoh. Usaha pemadatan yang diberikan diukur dengan alat penghitung jumlah pukulan dari palu pemukul dengan berat dan tinggi jatuh yang tetap konstan yang bekerja pada contoh tanah didalam cetakan. Kepadatan terbesar pada suatu tahapan selama pemadatan adalah sama dengan berat contoh dibagi dengan volume yang ditempatinya dalam cetakan. Jika telah terjadi berat yang konstan, maka telah tercapai kepadatan terbesar maksimum pada volume yang minimum. Biasanya pengujian dapat dihentikan bila air telah keluar dari dasar cetakan.

Perbedaan dalam penetrasi dihitung dengan mengurangi tiap-tiap pembacaan penetrasi untuk memberikan jumlah pukulan dari pembacaan pada 4 kali

dari jumlah pukulan. Teknik ini ditinjau pada keadaan mendekati pemadatan penuh. Untuk memudahkan pertukaran dalam penetrasi maka dicatat jumlah pukulan terendah dan pukulan 4 kalinya dari pukulan terendah tersebut. Jumlah perbedaan digambarkan berlawanan dengan jumlah pukulan terakhir pada skala logaritma. MCV didefinisikan sebagai 10 kali dari logaritma dari jumlah pukulan yang disyaratkan untuk menghasilkan 5 mm perubahan dalam penetrasi yang digambarkan pada grafik.

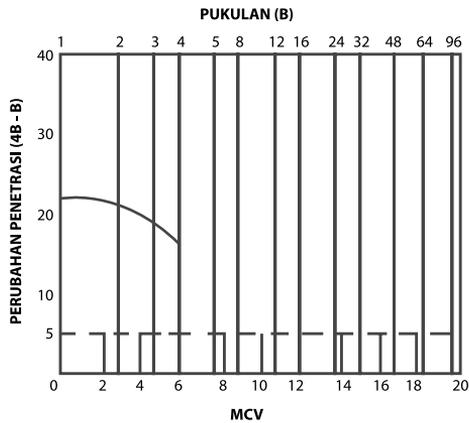
Dapat dicatat cairan yang keluar terjadi pada permukaan paling bawah menunjukkan keadaan jenuh telah tercapai. Kemungkinan untuk mendapatkan MCV yang benar pada suatu contoh tergantung pada kemungkinan jumlah dan harga penetrasi yang diambil sebelum rembesan. Tidak cukupnya titik-titik dapat dituntun ke pertemuan garis 5 mm dan tidak mencapai serta memperoleh hasil yang akurat. Perilaku ini dapat diramalkan dalam contoh berbutir halus rendah dan permeabilitas tinggi.

Contoh-contoh yang kadar airnya relatif rendah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 mempunyai perubahan penetrasi keseragaman rendah dan tidak mencapai serta tidak memotong garis 5 mm. Kemungkinan jumlah pukulan diatas 256 masih diperlukan untuk mendapatkan perubahan penetrasi yang lebih kecil dari 5 mm. Akibatnya pengujian akan menghabiskan waktu lebih lama.



Gambar 2-6: Kurva Pengujian dengan Contoh Kadar Air Relatif Rendah

Pengujian pada contoh yang mempunyai kadar air relatif tinggi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 mengalami rembesan air dari dasar cetakan.

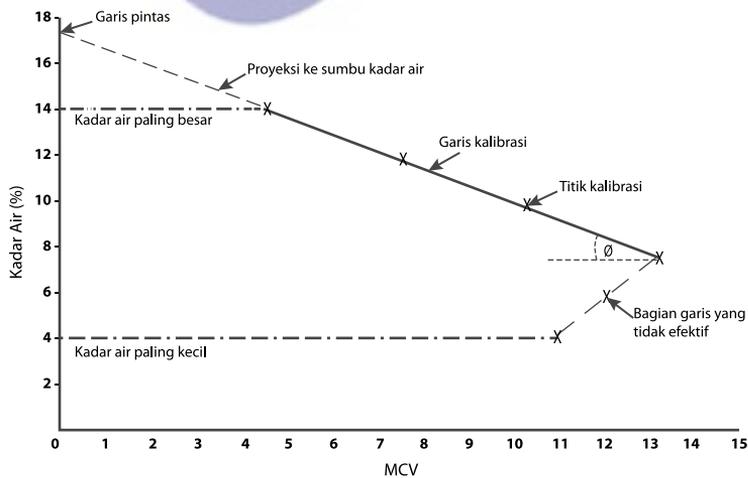


Gambar 2-7: Kurva Pengujian dengan Contoh Kadar Air Relatif Tinggi

Kualitas garis kalibrasi dapat dihubungkan langsung terhadap masing-masing titik MCV yang diperoleh. Karakteristik kurva memegang peranan penting terhadap garis kalibrasi. Contoh terlalu basah akan mendapatkan MCV yang tidak baik atau tidak mendapatkan MCV sama sekali. Contoh terlalu kering akan mendapatkan MCV yang lebih rendah dari yang diharapkan.

Pada Gambar 2.8, bagian garis yang tidak efektif adalah garis yang diperoleh bila MCV mempunyai nilai kadar air yang sangat rendah. Garis/titik pintas adalah titik yang berada pada nilai kondisi kadar air sama dengan 0 (nol). Kemiringan adalah perbandingan nilai antara absis garis dengan ordinat garis pada garis kalibrasi.

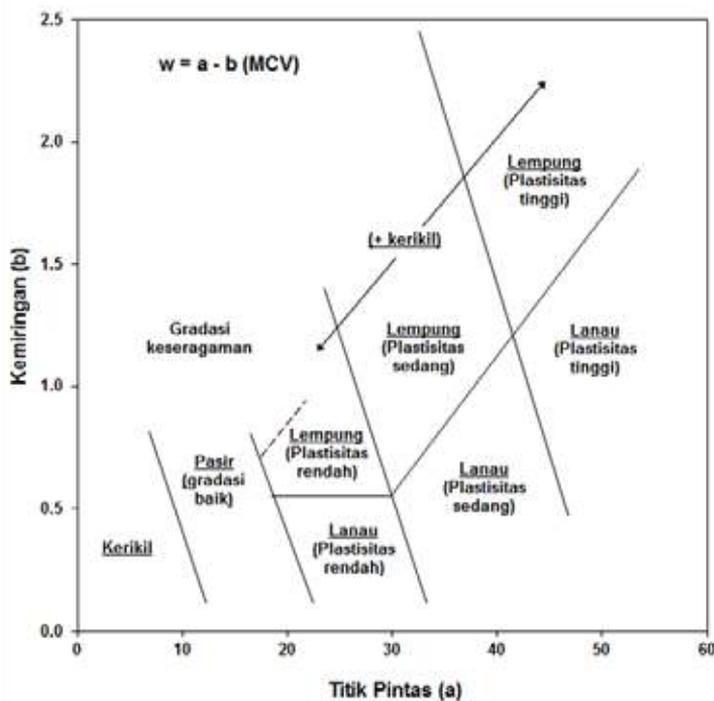
Garis kalibrasi yang ada untuk macam tanah dipertimbangkan untuk cepat dan segera ditentukan sebelumnya dan selama pekerjaan tanah, apakah kalibrasi tersebut dapat diterima secara umum.



Gambar 2-8: Karakteristik Garis Kalibrasi

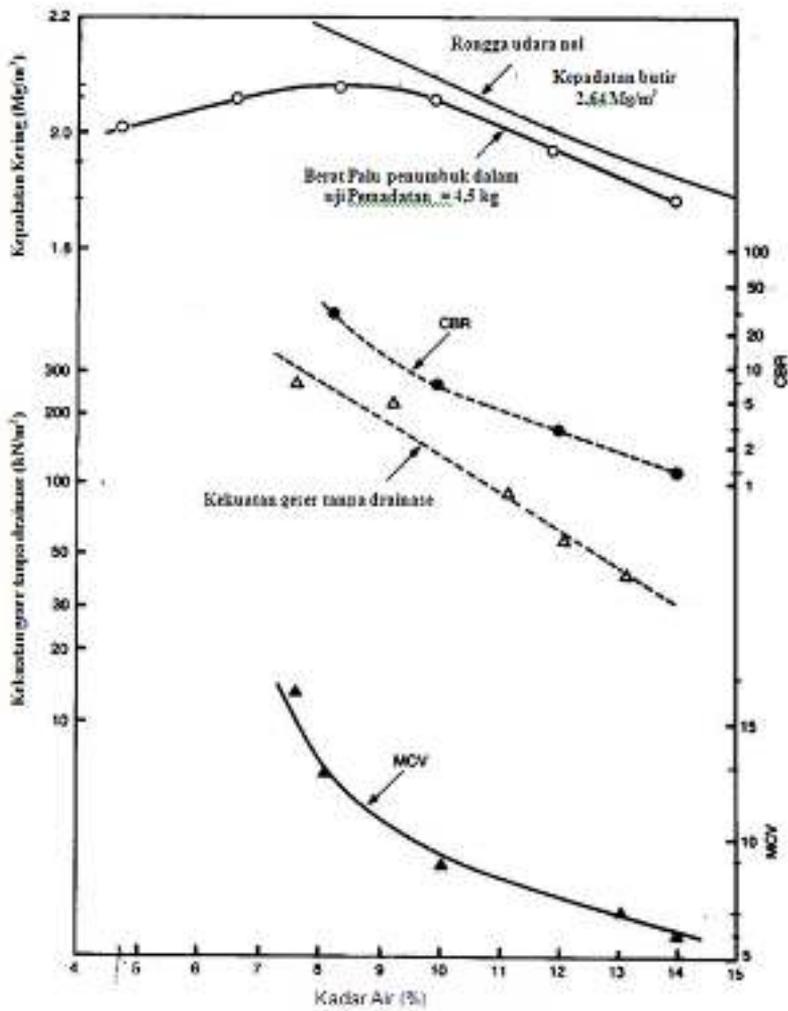
Untuk mendapatkan garis kalibrasi, garis pintas pada sumbu kadar air, batas kemiringan garis, termasuk bagian dari garis yang tidak efektif yang dipersyaratkan, garis pintas paling tinggi merupakan potensi terbesar kadar air tanah yang tertahan dalam keadaan kepadatan sangat rendah, sedangkan kemiringan garis paling rendah merupakan perubahan kadar air yang sensitif. Bentuk ini menjadi dasar dari penggunaan klasifikasi untuk maksud pekerjaan tanah dengan diijinkan adanya perbedaan perubahan kadar air pada tanah yang sensitif. Hal ini adalah dukungan informasi penting untuk efisiensi pekerjaan tanah. Suatu kemiringan hasil garis pintas harus dibuat dari semua garis kalibrasi yang telah diperoleh dan hal ini diperbolehkan dalam mempermudah perbedaan.

Pengujian MCV harus dilakukan terhadap tiap jenis tanah dan garis kalibrasi harus digambar untuk tiap-tiap jenis tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 dibawah ini. Gambarkan kemiringan terhadap titik pintas yang mungkin dapat ditemui pada banyak jenis tanah. Garis kalibrasi penting dalam karakterisasi hubungan MCV dengan kadar air dan dapat sebagai dasar untuk pengujian berikutnya.



Gambar 2-9: Aturan Pengklasifikasian Tanah Berdasarkan Kemiringan dan Titik Pintas pada Kalibrasi Kondisi Kadar Air

Contoh-contoh korelasi hasil pengujian dikemukakan oleh Threadgold dan Webb Jones 1993 menunjukkan hasil korelasi MCV-Kekuatan geser-CBR dan Pematatan tanah seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2-10: Korelasi MCV-Kekuatan Geser-CBR dan Pematatan Tanah

03 /

persiapan pengujian MCV

3.1. Peralatan Uji MCV

Pengujian MCV yang dilaksanakan pada kegiatan ini adalah menggunakan alat uji MCV manual. Peralatan yang dibutuhkan pada pelaksanaan uji MCV seperti yang ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.





5. Peralatan uji kadar air

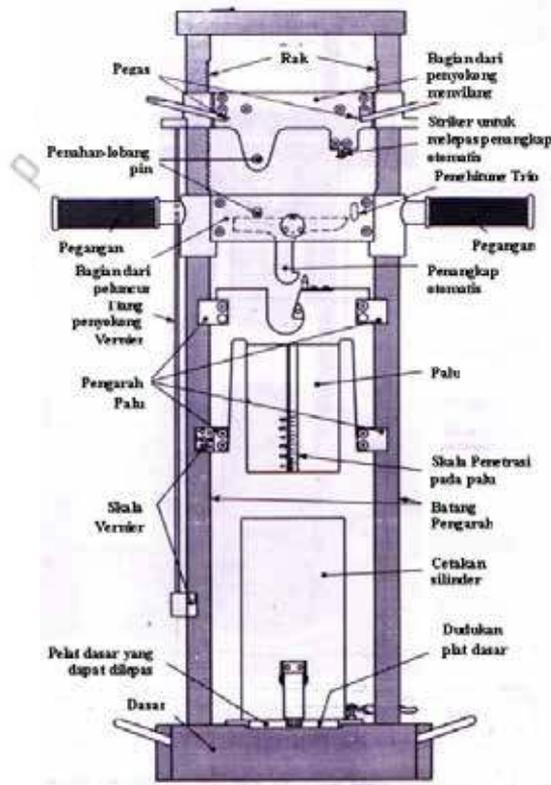


6. Talam logam sesuai ukuran



7. Extruder Portable (Alat untuk mengeluarkan contoh dari cetakan)

Gambar 3-1: Peralatan pada pelaksanaan uji MCV manual



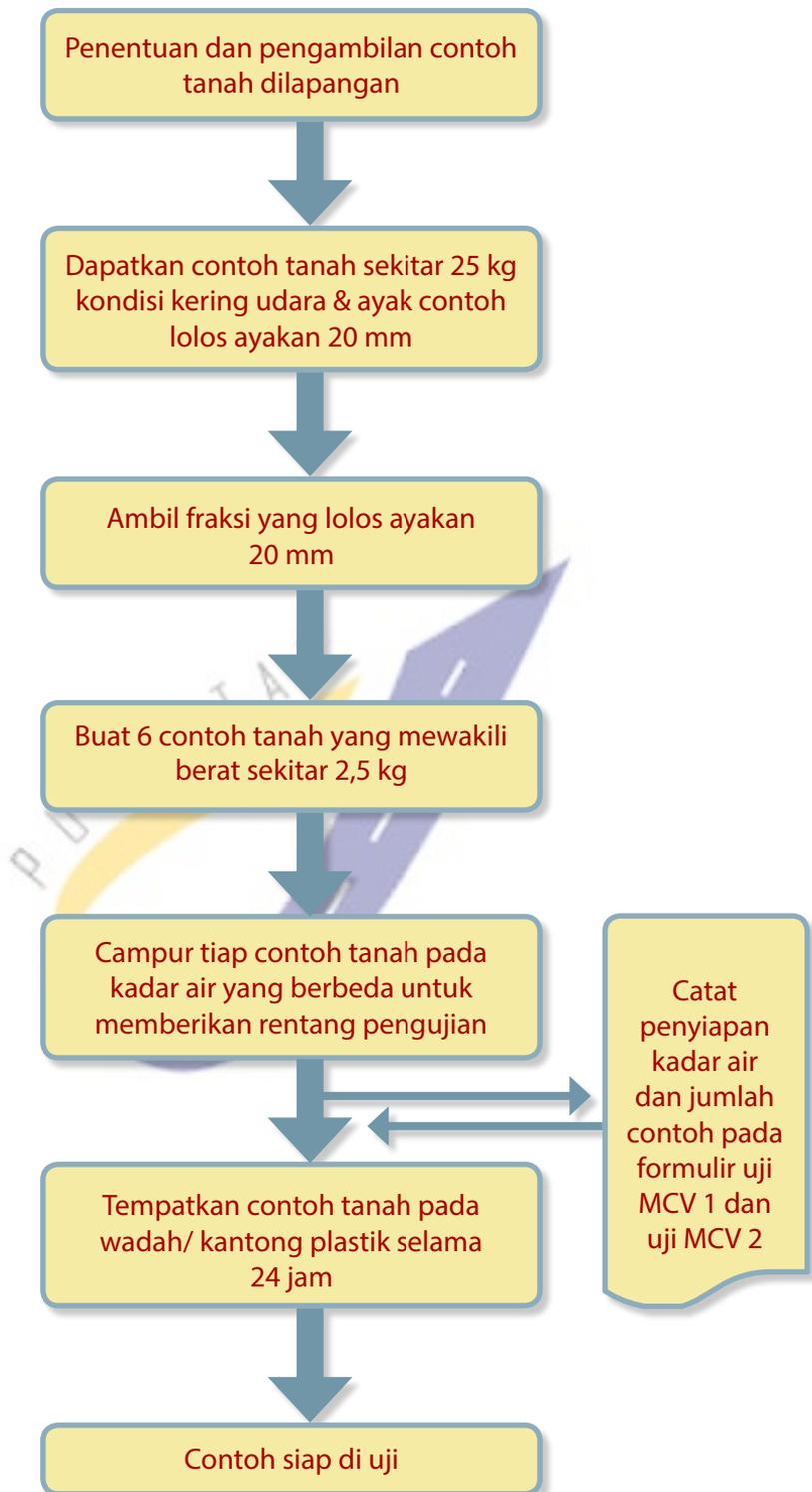
Gambar 3-2: Alat Uji MCV manual

3.2. Persiapan Material/Contoh Tanah

Persiapan contoh untuk pengujian MCV dilakukan dengan memperoleh contoh sekitar 25 Kg kondisi kering udara dan diayak melalui ayakan 20 mm. Persentase yang tertahan harus dicatat. Siapkan 4 sampai 6 contoh yang mewakili berat sekitar 2,5 Kg untuk setiap contoh dengan membuat rentang kadar airnya. Bagan alir prosedur untuk persiapan contoh ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3-3: Persiapan Contoh untuk Pengujian MCV



Gambar 3-4: Bagan Alir Persiapan Contoh untuk Pengujian MCV Manual

3.3. Prosedur Pengujian MCV

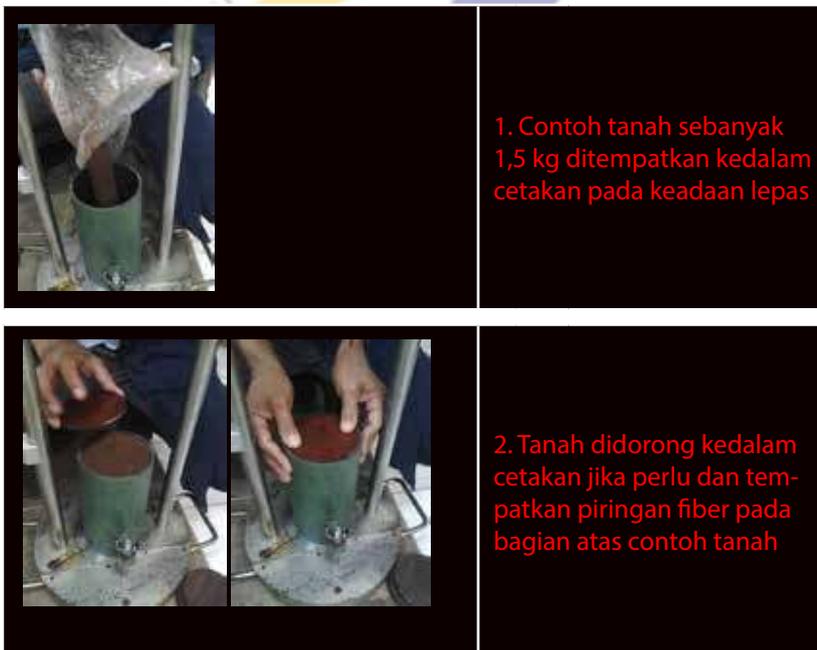
Sebagai langkah awal pengujian, peralatan harus diperiksa untuk memastikan bahwa tinggi jatuh alat pemukul adalah 250 mm dan alat pemukul tersebut tidak membentur cetakan sewaktu turunnya palu pemukul, maka periksa dan pastikan bahwa pemasangan untuk tinggi jatuh dan semua skrup stop kontak sudah terpasang dengan aman.

Cetakan ditempatkan pada dasar alat yang terkunci dengan aman dan pengujian dapat dimulai. Penetrasi palu kedalam cetakan diukur dan aturjumlah pukulan (B) sampai pada keadaan mendekati pemadatan penuh tercapai atau sampai air keluar dari dasar cetakan. Kondisi mendekati pemadatan penuh dapat ditinjau bila perbedaan penetrasi antara pembacaan 4B dan B pukulan sudah lebih kecil dari 5 mm. Selama pengujian, tinggi jatuh palu harus diperiksa secara reguler dan pengukuran harus dicatat dengan cermat pada formulir MCA / uji MCV 1 yang menghimpun semua data pengujian. Tiap pengujian dapat diperkirakan selama 6 sampai 10 menit.

Prosedur pengujian MCV yaitu :

- Informasi lapangan, tanggal, nomor contoh, jenis tanah dan kadar fraksi halus dicatat pada formulir uji MCV 1 dipilih pada tempat yang sesuai
- Contoh tanah lolos saringan BS 20 mm, buang partikel yang lebih besar dari 20 mm, dan ambil 1,5 kg contoh.
- 1,5 kg contoh ditempatkan kedalam cetakan pada keadaan lepas (Tanah didorong kedalam cetakan jika perlu) dan tempatkan piringan fiber pada bagian atas contoh tanah.
- Dengan peluncur melintang dan palu dipegang dalam posisi naik dengan menahan pin, cetakan ditempatkan dalam keadaan berhenti pada dasar alat dan diklem.
- Peluncur melintang yang menyokong palu dipegang kokoh dan penahan pin digerakkan. Palu bagian bawah secara hati-hati diletakkan pada piringan fiber dan diijinkan masuk kedalam cetakan, penetrasi terjadi akibat berat sendiri palu pemukul (tinggi jatuh nol) dan biarkan sampai tidak terjadi penurunan.
- Penghitung pukulan menunjukkan angka nol
- Tinggi jatuh diatur 250 mm dengan menggerakkan penahan sokongan melintang yang memberikan perkiraan angka nol (± 5 mm) pada skala tinggi jatuh vernier

- Contoh akan diberikan satu pukulan dengan mengangkat bagian peluncur melintang dengan palu sampai palu kembali naik oleh penangkap otomatis
- Penetrasi palu kedalam cetakan harus diukur dengan skala vernier yang tersedia dan tinggi jatuh vernier dikembalikan ke angka nol dengan mengatur penahan penyokong melintang. Pengukuran harus dicatat untuk 1 pukulan pada nomor contoh yang cocok didalam formulir uji MCV 1
- Proses tersebut diulang dengan membaca penetrasi untuk jumlah pukulan selanjutnya dan tinggi jatuh vernier selalu dikembalikan ke angka nol agar tinggi jatuhnya tetap 250 mm sampai terjadi perubahan penetrasi antara jumlah pukulan B dan jumlah pukulan 4 B selisihnya kurang dari 5 mm. Hasil-hasil pengujian tersebut dicatat dalam posisi yang sesuai dalam formulir uji MCV 1
- Palu dikaitkan ke peluncur melintang, kemudian secara hati-hati diangkat dan pin penahan dimasukkan
- Cetakan klemnya dibuka dari alat, dikeluarkan dari dasar dan cabut contoh uji
- Cetakan dan dasar palu dibersihkan dan siap untuk pengujian selanjutnya
- Jika contoh dari lapangan yang sama dan diuji pada hari yang sama sebanyak 6 hasil pengujian dapat dicatat pada formulir yang sama.





3. Palu bagian bawah secara hati-hati diletakkan pada piringan fiber dan diijinkan masuk kedalam cetakan, penetrasi terjadi akibat berat sendiri serta penghitung pukulan menunjukkan angka nol



4. Tinggi jatuh diatur 250 mm dengan menggerakkan penahan sokongan melintang yang memberikan perkiraan angka nol (± 5 mm) pada skala tinggi jatuh vernier



5. Contoh akan diberikan satu pukulan dengan mengangkat bagian peluncur melintang dengan palu sampai palu kembali naik oleh penangkap otomatis

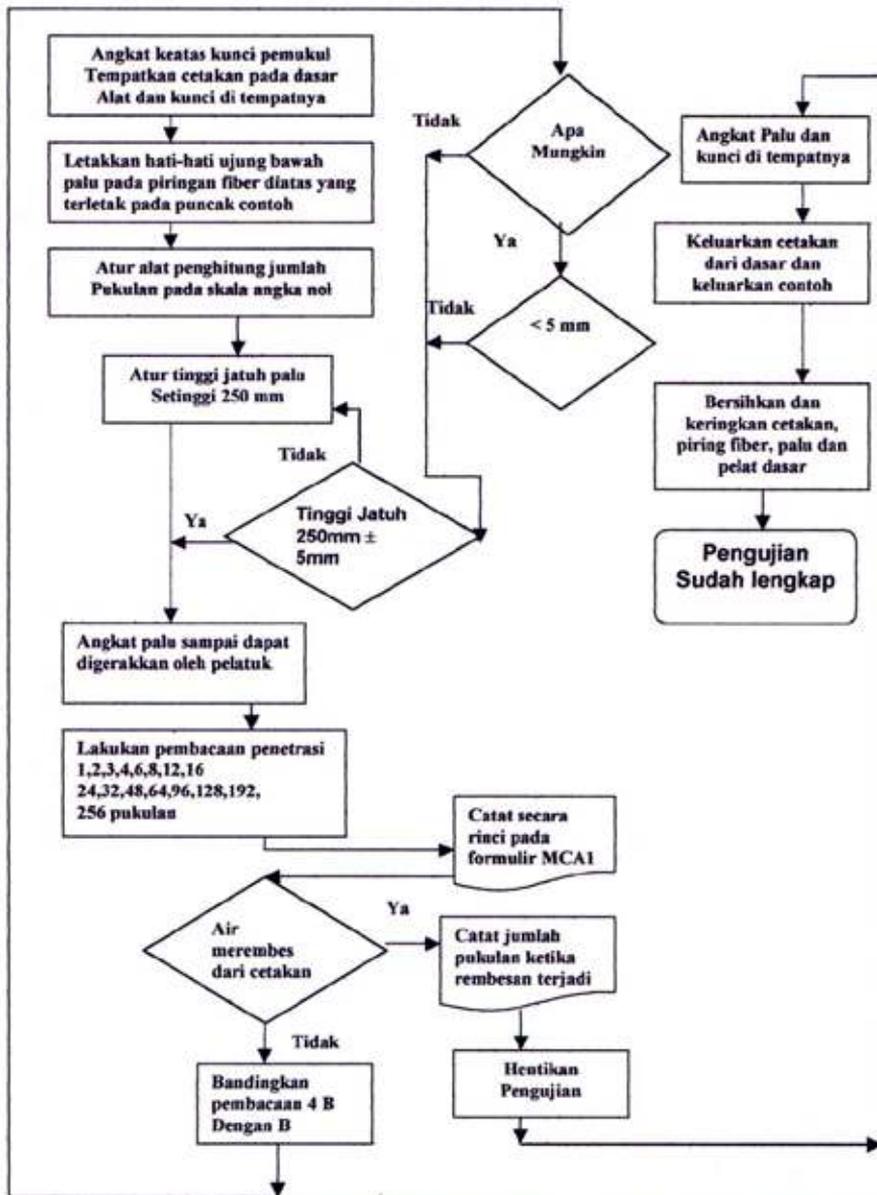


6. Palu dikaitkan ke peluncur melintang, kemudian secara hati-hati diangkat dan pin penahan dimasukkan



7. Benda uji MCV

Gambar 3-5: Prosedur Pengujian MCV



Gambar 3-6: Bagan Alir Prosedur Pengujian MCV

Proyek	
Lokasi	
No. Cth/Kedlmn	

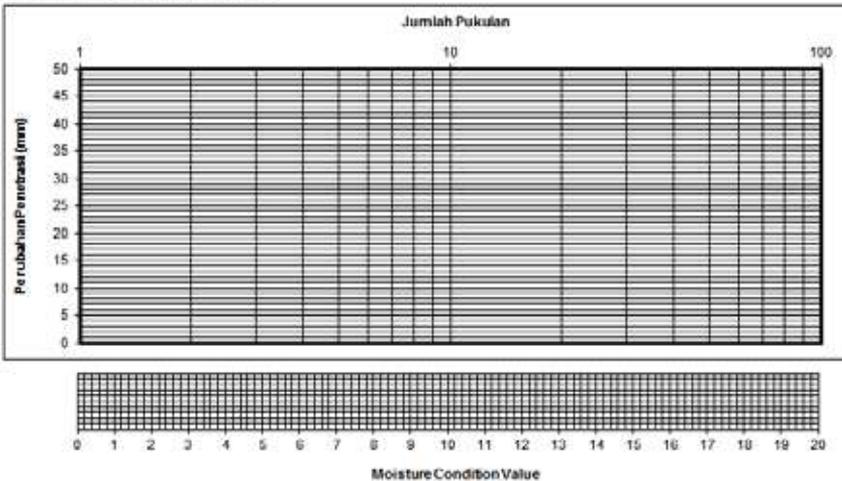
Tanggal		Tanda Tangan
Dikerjakan		
Diperiksa		

PENGUJIAN MCV

1. Pengukuran Penetrasi

No Cth												
Jen. Tnh.												
Jumlah Pukulan (B)	Pen (P) mm	P(4B)- P(B) mm										
1												
2												
3												
4												
6												
8												
12												
16												
24												
32												
48												
64												
96												
128												
192												
256												
384												
512												

2. Gambar Perubahan Penetrasi



3. Evaluasi

No Contoh	MCV	Pantas/Tidak Pantas	Kadar halus	Komentar

Gambar 3-7: Formulir Uji MCV 1

Proyek		Tempat	
Lokasi		Coba-coba	
No. Cak/Kalibrasi		Uraian	

**PENGUJIAN KONDISI KADAR AIR
(GARIS KALIBRASI)**

1. Ringkasan contoh

No. contoh			
Jenis tanah			

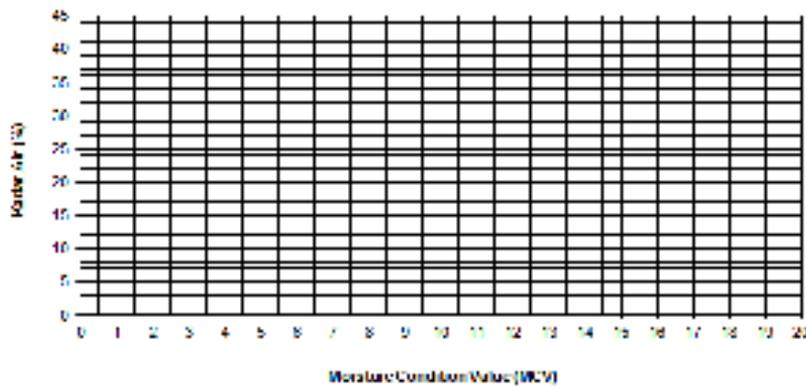
2. Penentuan Kadar Air (Setelah Pengujian MCV)

No. Kontainer			
Uraian kontainer (C)			
Uraian tanah basah+ Kontainer (W)			
Berat tanah kering+ Kontainer (D)			
Kadar Air (%)			
M ₁ /W ₁ D ₁ /D ₁ C ₁ B ₁ D ₁			

3. Harga Kondisi Kadar Air & Kadar Air

MCV (Dari MCA 1)			
KADAR AIR (Dari MCA 2 2)			

4. Garis Kalibrasi



5. Karakteristik Garis Kalibrasi

Rumus (Contoh) terhadap Sumbu kadar air M %
 Kemiringan = $\frac{W_2 - W_1}{M_2 - M_1}$ = (Alokasi garis)/(Ordinat garis)
 Sumbu Atas (Ukuran) =
 Koefisien Koreksi =

6. Komentar

Garis kalibrasi cukup akurat dan tidak ada bagian garis yang tidak efektif dan harga koefisien kalibrasi mendekati 1.

Gambar 3-8: Formulir Uji MCV 2

3.4. Perhitungan Pengujian MCV

Perhitungan hasil pengujian MCV yaitu :

- Perubahan penetrasi antara jumlah pukulan B dengan jumlah pukulan 4B (misalnya 1 pukulan dengan 4 pukulan ; 2 pukulan dengan 8 pukulan, dst) dihitung dan dicatat pada formulir uji MCV 1
- Perubahan penetrasi diatas digambarkan pada nomor awal jumlah pukulan B pada formulir uji MCV 1 bagian 2
- Garis paling cocok digambar melalui titik-titik
- Titik potong pertemuan garis paling cocok, atau dalam kasus garis 5 mm tidak memotong, maka dimungkinkan untuk membuat ekstrapolasi garis yang paling curam, dengan garis 5 mm perpotongannya akan diperoleh.
- MCV kemudian ditentukan mendekati 0.1, sebagai $10 \times \log(B)$, sedangkan B adalah jumlah pukulan pada perubahan penetrasi sama dengan 5 mm, dibaca pada garis paling cocok. MCV dapat juga dibaca langsung pada gambar proyeksi pada garis sumbu horizontal.

Informasi mengenai jumlah contoh, perolehan MCV, pantas tidaknya pendugaan, harus disimpulkan pada formulir uji MCV 1 bagian 3 dengan komentar.

04/

kinerja pengujian MCV

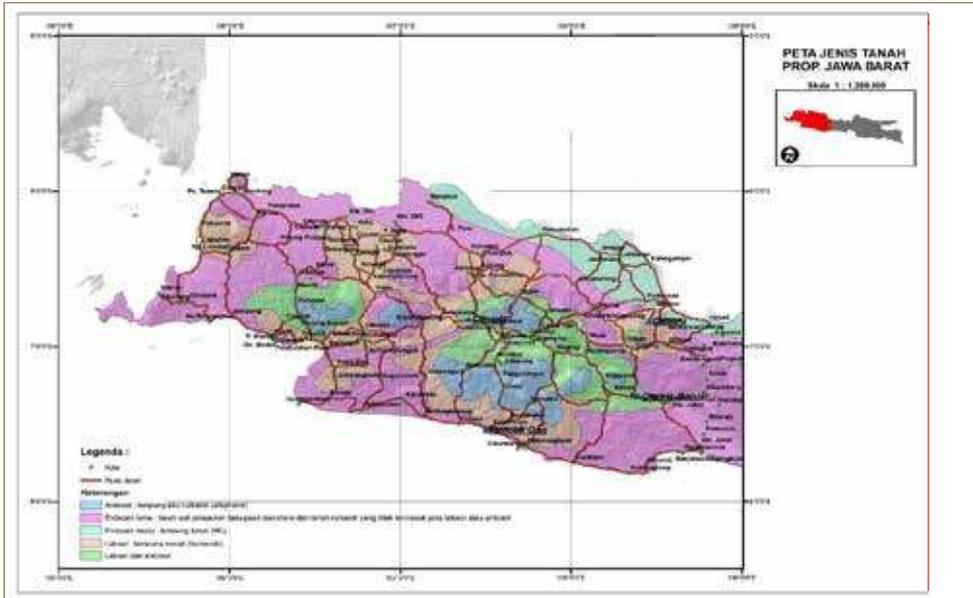
4.1. Pengambilan Contoh Tanah

Lokasi-lokasi material yang berhasil didata diplot kedalam Peta Jenis Tanah (Wesley). Lokasi tersebut diperoleh dari Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.

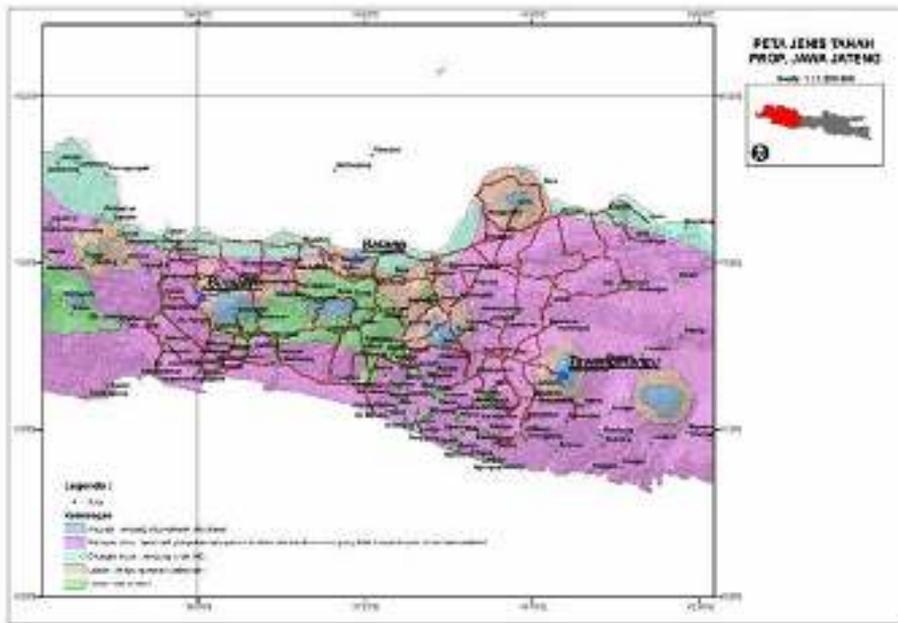
Lokasi-lokasi contoh tanah tersebut seperti yang ditunjukkan dibawah ini, yaitu :

1. Tanjungsari, Sumedang, Jawa Barat
2. Lingkar Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah
3. Tol Semarang – Bawen KM. 22+400, Semarang, Jawa Tengah
4. Tol Semarang – Bawen KM. 35+900, Semarang, Jawa Tengah
5. Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur

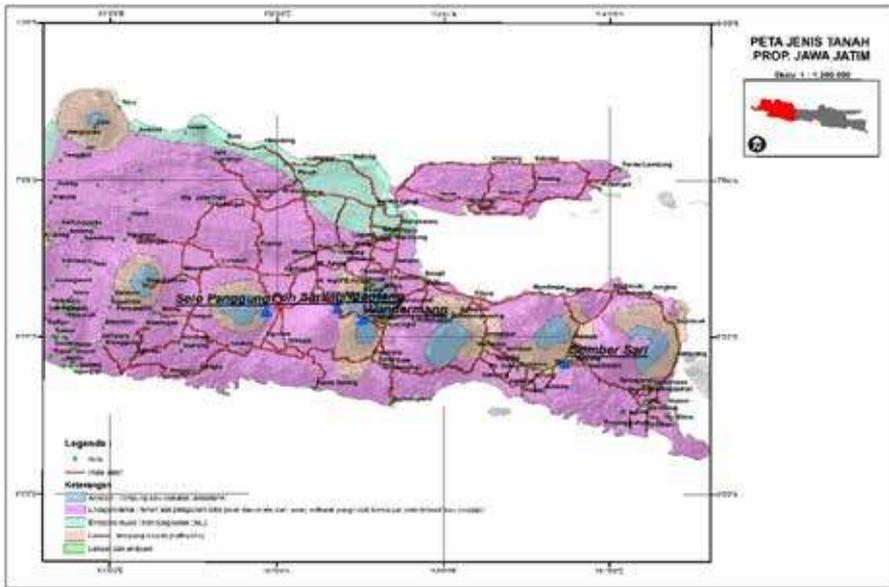
Setiap lokasi dilakukan pengambilan contoh tanah untuk pengujian sifat fisik/ indeks propertis, pengujian sifat mekanik, pengujian MCV serta membuat korelasi MCV dengan parameter Kadar air, Kuat Geser Langsung dan CBR.



Gambar 4-1: Peta Jenis Tanah (Wesley) Provinsi Jawa Barat



Gambar 4-2: Peta Jenis Tanah (Wesley) Provinsi Jawa Tengah



Gambar 4-3: Peta Jenis Tanah (Wesley) Provinsi Jawa Timur

a. Provinsi Jawa Barat

Kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengambilan contoh tanah dilokasi Tanjungsari, Sumedang, Jawa Barat seperti pada Gambar 4.4. Contoh tanah tersebut selanjutnya digunakan sebagai salah satu tahapan pada rencana kegiatan penelitian dengan pengujian skala laboratorium.



Gambar 4-4: Lokasi Pengambilan Contoh Tanah di Tanjungsari, Sumedang, Jawa Barat

b. Provinsi Jawa Tengah

Kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengambilan material/ccontoh tanah seperti pada Gambar 4.5, Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 yang selanjutnya digunakan sebagai salah satu tahapan pada rencana kegiatan penelitian dengan pengujian skala laboratorium.

- Lokasi Lingkar Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah dengan koordinat Lintang S : 07.23941 dan Bujur E : 109.01626.



Gambar 4-5: Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Brebes, Jawa Tengah

- Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 22+400, Semarang, Jawa Tengah dengan koordinat Lintang S : 07.13038 dan Bujur E : 110.42455.



Gambar 4-6: Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 22+400, Semarang, Jawa Tengah

- Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 35+900, Semarang, Jawa Tengah dengan koordinat Lintang S : 07.23654 dan Bujur E : 110.45269.



Gambar 4-7: Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 35+900, Semarang, Jawa Tengah

c. Provinsi Jawa Timur

Kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengambilan material/ccontoh tanah seperti pada Gambar 4.5, Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 yang selanjutnya digunakan sebagai salah satu tahapan pada rencana kegiatan penelitian dengan pengujian skala laboratorium.



Gambar 4-8: Lokasi Pengambilan Material di Lokasi Kab. Tuban, Jawa Timur

4.2. Pelaksanaan Uji MCV di Lapangan

Pengujian MCV selain dilakukan di laboratorium juga dilakukan lapangan. Salah satu tahapan dalam mengidentifikasi tanah pada kegiatan penelitian ini adalah melakukan pengujian MCV dilapangan yaitu untuk mengetahui nilai MCV pada kondisi aslinya. Adapun pelaksanaan pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini.

a. Persiapan material untuk pengujian MCV di lapangan



1. Pengambilan contoh tanah di lapangan.



2. Pengayakan contoh tanah dengan BS-20.



3. Penimbangan contoh tanah.

b. Pelaksanaan pengujian MCV manual di lapangan



1. Contoh tanah sebanyak 1,5 kg ditempatkan kedalam cetakan pada keadaan lepas.



2. Tanah didorong kedalam cetakan jika perlu dan tempatkan piringan fiber pada bagian atas contoh tanah.



3. Palu bagian bawah secara hati-hati diletakkan pada piringan fiber dan diijinkan masuk kedalam cetakan, penetrasi terjadi akibat berat sendiri serta penghitung pukulan menunjukkan angka nol.



4. Tinggi jatuh diatur 250 mm dengan menggerakkan penahan sokongan melintang yang memberikan perkiraan angka nol (± 5 mm) pada skala tinggi jatuh vernier.



5. Contoh akan diberikan satu pukulan dengan mengangkat bagian peluncur melintang dengan palu sampai palu kembali naik oleh penangkap otomatis.



6. Palu dikaitkan ke peluncur melintang, kemudian secara hati-hati diangkat dan pin penahan dimasukkan.



7. Mengeluarkan Benda uji MCV dengan Extruder.



8. Benda uji MCV.

c. Pelaksanaan pengujian Kadar Air MCV di lapangan



1. Penimbangan material untuk persiapan uji kadar air di lapangan.



2. Pengujian kadar air di lapangan.

Gambar 4-9: Pelaksanaan Kegiatan Uji MCV Manual Dilapangan

05 /

identifikasi pengujian di laboratorium

Tahapan dalam mengidentifikasi tanah untuk kegiatan penelitian ini dilakukan mulai dari pengujian sifat fisik/indeks propertis, pengujian sifat mekanik, pengujian Moisture Condition Value (MCV) serta membuat korelasi nilai MCV dengan Kadar air, MCV dengan Kuat Geser Langsung dan MCV dengan CBR. Adapun hasil pengujian tersebut dapat dilihat seperti yang diuraikan dibawah ini.

5.1. Sifat Fisik/Indeks Propertis Tanah

Hasil pengujian sifat fisik/indeks propertis tanah asli yaitu :

Tabel 5-1: Data Hasil Pengujian Sifat Fisik/Indeks Propertis Tanah Asli

No.	Lokasi	Jenis tanah	Pengujian Laboratorium											
			G s	LL	PL	PI	SL	Lolos #200	KL	Aktivitas	Kadar organik	Pengklasifikasian Tanah		Mineral
			-	%	%	%	%	%	%	-	%	USCS	AASHTO	-
A	Jawa Barat													
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	26.7	88	44	44	27	90.10	44.50	0.99	4.19	MH (Lanau plastisitas tinggi)	A-7-5	Haloisit, Gutit, Gibsit, Hematit dan Kuarsa

B Jawa Tengah															
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	26.3	84	46	38	28	82.82	30.50	1.25	5.41	MH (Lanau plastisitas tinggi)	A-7-5	Haloisit, Gutit, Magnetit dan Albit	
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	2.71	NP	NP	NP	NP	1.97	-	-	0.05	GW (Kerikil bergradasi baik)	A-3	Anortit dan Muskofit	
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	2.64	58	31	27	24	59.64	20.00	1.35	1.43	MH (Lanau plastisitas tinggi)	A-7-5	Kuarsa, Monmorilonit, Muskofit, Kaolinit, Kalsit dan Anortit	
C Jawa Timur															
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	2.70	17	13	4	8	22.40	4.0	1.00	0.12	CL-ML	A-2-4	Kalsit	

Tanah bergradasi baik adalah campuran antara butir-butir halus dan kasar seimbang akan memberikan kepadatan yang lebih baik dibandingkan dengan tanah berbutir seragam. Tanah berbutir halus lebih ditentukan oleh sifat plastisitas tanahnya, sehingga pengelompokan tanah berbutir halus dilakukan berdasarkan ukuran butir dan sifat plastisitasnya. Tanah berplastisitas tinggi mempunyai daya dukung yang kurang baik dan peka terhadap perubahan yang terjadi.

Untuk mendapatkan gambaran tentang karakteristik material yang akan dilakukan pengujian Moisture Condition Value (MCV), maka perlu dianalisis berdasarkan metode pengklasifikasian yang umum digunakan. Adapun sistem klasifikasi yang sering digunakan di Indonesia adalah sistem USCS (Unified Soil Classification System) dan sistem AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

1. Sistem USCS

USCS mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok yaitu kelompok berbutir kasar (lebih dari 50% tertahan pada saringan No. 200) dan berbutir halus (kurang dari 50% tertahan pada saringan No. 200). Hasil pengklasifikasian tanah menurut USCS ditunjukkan pada Gambar 5.1 dibawah ini.

a. Lokasi Tanjungsari, Sumedang, Jawa Barat

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 sebesar 90.10%, persentasi ini adalah lebih dari 50% sehingga material ini termasuk jenis tanah berbutir halus dan termasuk kelompok lanau dan lempung. Karena mempunyai nilai LL dan PI berada dibawah garis A (kelompok lanau), maka material ini termasuk kelompok MH (lanau dengan plastisitas tinggi).

b. Lokasi Lingkar Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 sebesar 82.82%, persentasi ini adalah lebih dari 50% sehingga material ini termasuk jenis tanah berbutir halus dan termasuk kelompok lanau dan lempung. Karena mempunyai nilai LL dan PI berada dibawah garis A (kelompok lanau), maka material ini termasuk kelompok MH (lanau dengan plastisitas tinggi).

c. Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 22+400, Semarang, Jawa Tengah

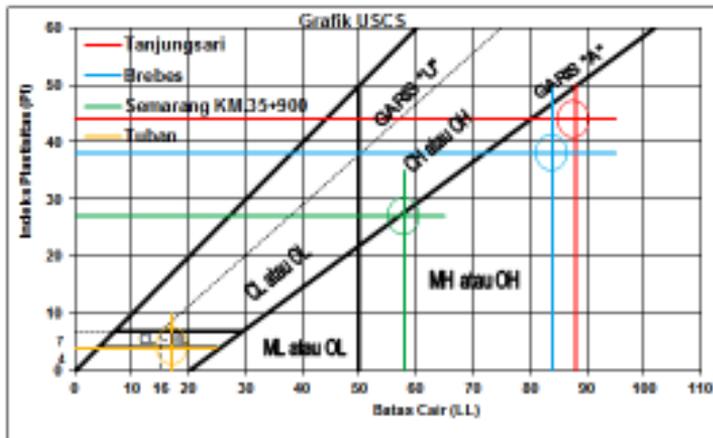
Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 sebesar 1.97%, persentasi ini adalah kurang dari 50% sehingga material ini termasuk jenis tanah berbutir kasar dan termasuk kelompok kerikil, maka material ini termasuk kelompok GW (kerikil bergradasi baik).

d. Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 35+900, Semarang, Jawa Tengah

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 sebesar 59.64%, persentasi ini adalah lebih dari 50% sehingga material ini termasuk jenis tanah berbutir halus dan termasuk kelompok lanau dan lempung. Karena mempunyai nilai LL dan PI berada dibawah garis A (kelompok lanau), maka material ini termasuk kelompok MH (lanau dengan plastisitas tinggi).

e. Lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur

Pada lokasi ini, tanah mempunyai butiran lolos saringan No. 200 = 22.40% dengan persentasi kurang dari 50%. Pada pengujian Atterberg nilai PI = 4% yang terletak diatas garis A ($4 \leq PI \leq 7$), sedangkan nilai LL = 17% ($LL < 50$), maka tanah ini merupakan tanah berkapur lempung lanauan dengan kerikil dan termasuk kelompok CL-ML.



Gambar 5-1: Grafik Hubungan Antara Batas Cair dan Indeks Plastisitas dalam Sistem Klasifikasi USCS

2. Sistem AASHTO

AASHTO mengklasifikasi tanah dalam 7 golongan utama yang dinotasikan mulai dari A-1 hingga A-7 seperti ditunjukkan pada Gambar 5.2. Tanah berbutir kasar diklasifikasikan kedalam golongan A-1, A-2, dan A-3, yaitu tanah lolos saringan No. 200 maksimum 35%. Sedangkan lanau - lempung diklasifikasikan kedalam golongan A-4, A-5, A-6 dan A-7 yaitu tanah lolos saringan no.200 lebih dari 35%.

a. Lokasi Tanjungsari, Sumedang, Jawa Barat

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 lebih dari 35%, sehingga diklasifikasikan sebagai tanah lanau lempungan. Karena mempunyai PI lebih dari 11% (yaitu 44%), maka tanah ini merupakan tanah berlempung dan termasuk kelompok A-7-5

b. Lokasi Lingkar Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 lebih dari 35%, sehingga diklasifikasikan sebagai tanah lanau lempungan. Karena mempunyai PI lebih dari 11% (yaitu 38%), maka tanah ini merupakan tanah berlempung dan termasuk kelompok A-7-5.

c. Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 22+400, Semarang, Jawa Tengah

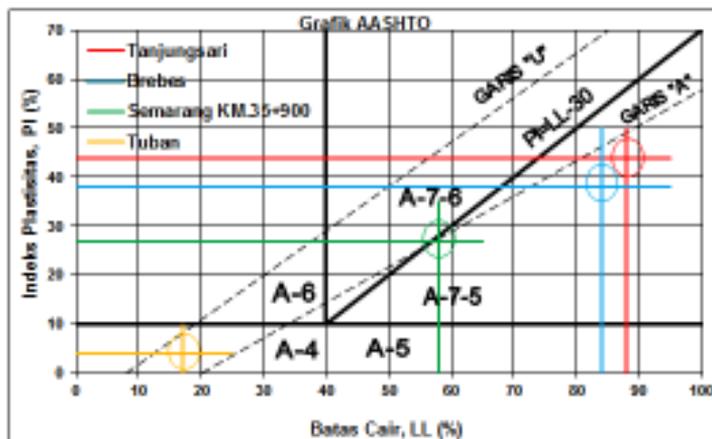
Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 \leq 35%, sehingga diklasifikasikan kedalam kelompok material berbutir kasar. Indeks plastisitasnya adalah Non Plastis (NP), maka material ini termasuk kelompok A-3.

d. Lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 35+900, Semarang, Jawa Tengah

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 lebih dari 35%, sehingga diklasifikasikan sebagai tanah lanau lempungan. Karena mempunyai PI lebih dari 11% (yaitu 27%), maka tanah ini merupakan tanah berlempung dan termasuk kelompok A-7-5.

e. Lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur

Pada lokasi ini, material mempunyai butiran lolos saringan No. 200 = 22.40% kurang dari 35%. Pada pengujian Atterberg menghasilkan nilai PI = 4% ($PI < 10$), sedangkan nilai LL = 17% ($LL < 40$), maka tanah ini merupakan tanah berkapur kelanauan dan termasuk kelompok A-2-4.



Gambar 5-2: Grafik Hubungan Antara Batas Cair dan Indeks Plastisitas dalam Sistem Klasifikasi AASHTO

5.2. Sifat Mekanik Tanah

Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat.

Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat. Bila kadar airnya ditingkatkan terus secara bertahap pada usaha pemadatan yang sama, maka

berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga meningkat secara bertahap pula.

Setelah mencapai kadar air tertentu, 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 dengan harga berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut kadar air optimum. Hasil pengujian sifat mekanik tanah yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 5-2: Data Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah Asli

No.	Lokasi	Jenis Tanah	Pengujian Laboratorium		
			W_{opt}	γ_{dmax}	CBR
			%	g/cm^3	%
A Jawa Barat					
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	3.92	1.27	6.10
B Jawa Tengah					
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	44.40	1.18	6.20
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	16.30	1.73	12.20
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	24.50	1.53	2.55
C Jawa Timur					
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	5.00	1.73	7.50

Dari data tabel diatas (5.1 dan 5.2) dapat diketahui bahwa untuk timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa bahan yang dipilih (sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga) yang terkait dengan persyaratan material yang cocok untuk pengujian MCV dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini yaitu :

Tabel 5-3: Hasil Pengklasifikasian Tanah

No.	Lokasi	Analisis
1	Tanjungsari, Sumed-ang	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah diklasifikasikan sebagai A-7-5 dan MH • Nilai CBR 6,1%, sehingga tidak kurang dari 6%
2	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah diklasifikasikan sebagai A-7-5 dan MH • Nilai CBR 6,2%, sehingga tidak kurang dari 6%
3	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	<ul style="list-style-type: none"> • Butiran lolos saringan No. 200 sebesar 1.97%, persentasi ini adalah kurang dari 50% sehingga material ini termasuk jenis tanah berbutir kasar dan termasuk kelompok kerikil, maka material ini termasuk kelompok GW (kerikil bergradasi baik). • Butiran lolos saringan No. 200 \leq 35%, sehingga diklasifikasikan kedalam kelompok material berbutir kasar. Indeks plastisitasnya adalah Non Plastis (NP), maka material ini termasuk kelompok A-3. • Nilai CBR 12.2%, sehingga tidak kurang dari 6%
4	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah diklasifikasikan sebagai A-7-5 dan MH • Nilai CBR 2.55%, kurang dari 6%
5	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah diklasifikasikan sebagai A-2-4 dan CL-ML • Nilai CBR 7.50%, lebih dari 6%

5.3. Pengujian MCV

Pengujian pemadatan/proctor (SNI 1742:2008) yaitu pengujian untuk mendapatkan nilai kepadatan kering maksimum (pd max) dan kadar air optimum (wopt) yang dilakukan sebagai langkah awal sebelum pengujian MCV. Kepadatan maksimum yang dicapai dilapangan, disesuaikan dengan perencanaan yang digunakan, misalnya harus harus memenuhi 95% dari kepadatan laboratorium standar atau modified. Adapun data hasil pengujian pemadatan/proctor dari beberapa lokasi tersebut ditunjukkan pada tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5-4: Data Hasil Pengujian Pemadatan/Proctor

No.	Lokasi	Jenis tanah	Pengujian Laboratorium											
			Compaction Asli											
			1		2		3		4		5		6	
			W	γd	W	γd	W	γd	W	γd	W	γd	W _{opt}	γd _{max}
			%	g/cm ³	%	g/cm ³	%	g/cm ³	%	g/cm ³	%	g/cm ³	%	g/cm ³
A Jawa Barat														
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		Optimum	
			33.32	1.155	35.99	1.223	39.12	1.272	42.16	1.230	45.41	1.166	39.20	1.273
B Jawa Tengah														
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		450 cc		Optimum	
			38.69	1.073	41.60	1.138	44.32	1.175	47.27	1.140	50.70	1.09	44.35	1.175
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	150 cc		200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		Optimum	
			11.52	1.682	13.72	1.710	15.92	1.729	17.56	1.720	19.41	1.695	16.25	1.730
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		450 cc		Optimum	
			18.85	1.471	21.49	1.509	24.06	1.532	26.41	1.524	28.56	1.496	24.50	1.533
C Jawa Timur														
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	0 cc		50 cc		100 cc		150 cc		200 cc		Optimum	
			2.70	1.713	5.14	1.723	7.02	1.688	7.58	1.670	9.21	1.625	5.00	1.730

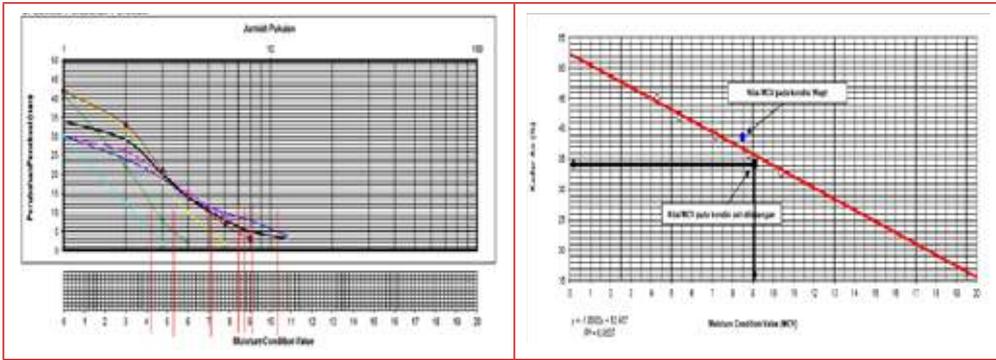
Pengujian MCV dilakukan dilaboratorium dengan variasi penambahan air pada contoh tanah disesuaikan dengan pengujian pemadatan/proctor standar. Seperti pada Tabel 5.5 hasil pengujian MCV terlihat, bahwa semakin rendah nilai kadar air, maka semakin tinggi nilai MCV nya. Hal yang harus mendapatkan perhatian adalah pemilihan rentang kadar air harus baik, sebab itu berhubungan dalam

penentuan garis kalibrasi yang merupakan persyaratan yang garisnya harus linear. Garis kalibrasi sangat penting dalam hubungannya antara MCV dengan kadar air dan merupakan dasar untuk pengujian berikutnya.

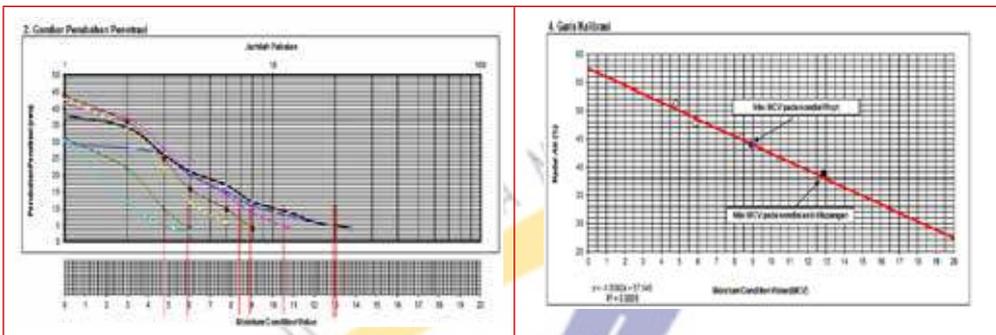
Tabel 5-5: Data Hasil Pengujian MCV

No.	Lokasi	Jenis tanah	Pengujian Laboratorium												Uji lapangan	
			Compaction Asli												MCV	
			1		2		3		4		5		6		7	
			W	MCV	W	MCV	W	MCV	W	MCV	W	MCV	W _{opt}	MCV	W _{opt}	MCV
			%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-
A Jawa Barat																
1	Tanjung-sari, Sumedang	Lanau lempung coklat	200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		355 cc (Opt)		Asli lapangan	
			32.80	10.40	35.65	8.80	38.81	7.20	41.86	5.40	44.81	4.30	38.53	8.50	34.17	9.10
B Jawa Tengah																
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		Optimum		Asli lapangan	
			38.22	13.00	41.48	10.50	45.18	8.40	47.67	5.90	51.17	4.80	43.87	8.90	38.61	12.90
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasir	150 cc		200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		Optimum		Asli lapangan	
			12.94	13.00	15.36	10.00	16.99	9.40	18.35	8.70	20.87	7.50	14.51	11.50	13.75	11.60
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		450 cc		Optimum		Asli lapangan	
			21.43	11.80	23.01	8.40	26.48	7.00	28.15	5.40	32.05	4.00	23.91	8.70	16.39	7.50
C Jawa Timur																
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	0 cc		50 cc		100 cc		150 cc		200 cc		Optimum		Asli lapangan	
			1.78	14.40	4.07	13.30	5.81	12.60	7.95	11.70	9.82	10.40	7.68	11.30	2.31	13.90

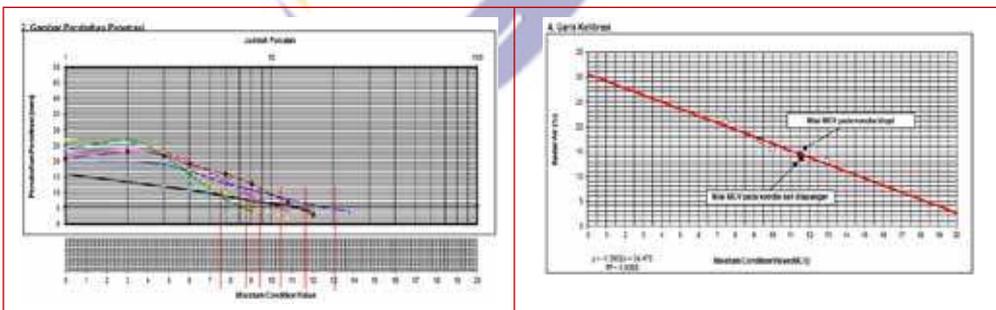
Grafik garis kalibrasi ini dijadikan sebagai pedoman pada pengujian MCV yang dilakukan dilapangan untuk mengidentifikasi apakah material tersebut dapat digunakan sebagai bahan timbunan jalan atau tidak seperti yang ditunjukkan pada tabel dan grafik dibawah ini.



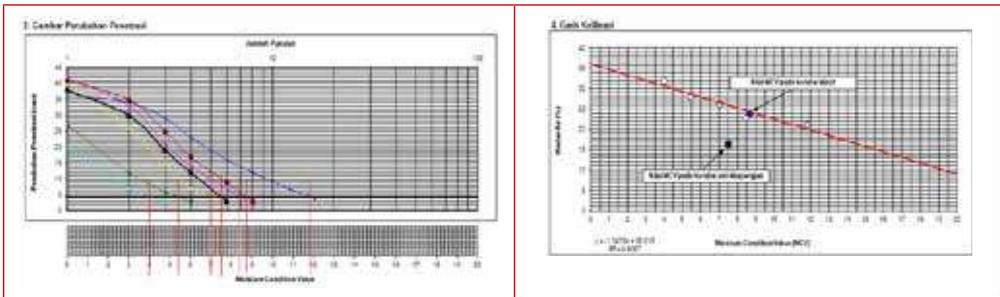
Gambar 5-3: Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Tanjung Sari, Sumedang, Jawa Barat



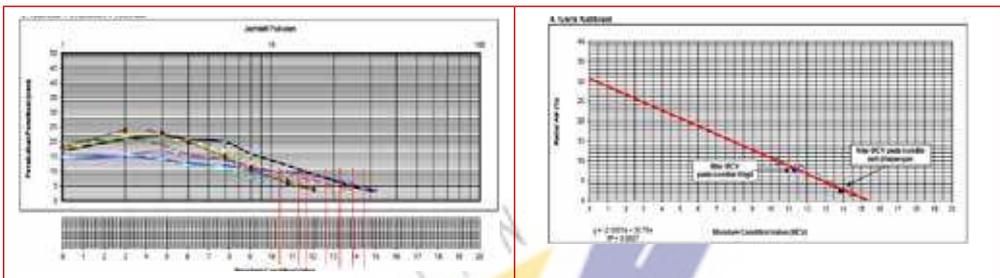
Gambar 5-4: Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Lingkar Bumi Ayu, Brebes, Jawa Tengah



Gambar 5-5: Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Tol Semarang KM. 22+400, Jawa Tengah



Gambar 5-6: Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Tol Semarang KM. 35+900, Jawa Tengah



Gambar 5-7: Grafik MCV dan Garis Kalibrasi Lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur

Dari Gambar 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, dan 5.7 grafik MCV dan garis kalibrasi diatas dapat dilihat bahwa hanya pada lokasi Tol Semarang–Bawen KM. 35+900, Jateng, hasil pengujian MCV pada contoh asli dilapangan setelah dimasukan atau diplot pada garis kalibrasi yang dibuat dilaboratorium nilai MCV tidak mendekati atau berimpit pada garis kalibrasi linier.

5.4. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Hasil Pengujian MCV

Pengujian MCV dilakukan pada tiap jenis tanah dan garis kalibrasi digambarkan pada grafik pengklasifikasian berdasarkan kemiringan dan titik pintas. Hubungan nilai MCV terhadap kadar air menghasilkan garis kalibrasi yang merupakan garis lurus dengan persamaan :

$$W = a - b (MCV)$$

Dengan pengertian :

w = kadar air (%)

a = kadar air (%), pada (MCV = 0)

b = Kemiringan garis

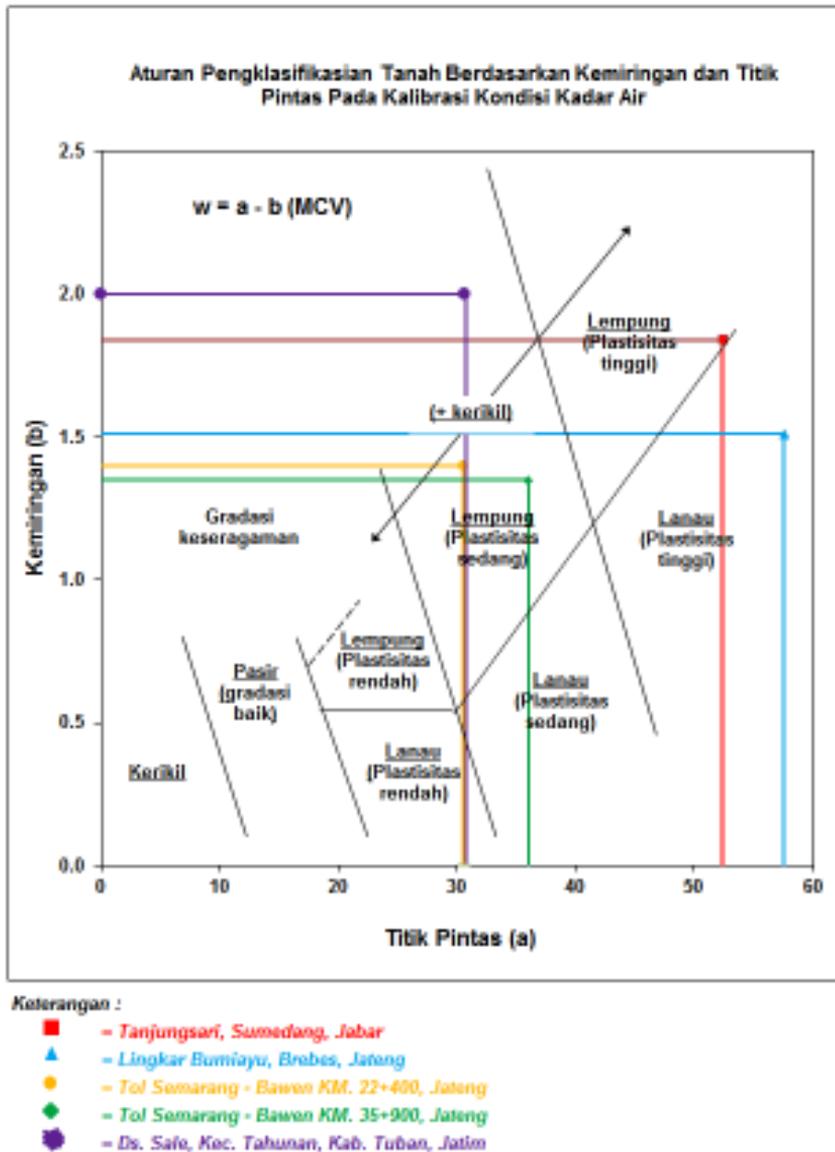
'a' dan 'b' adalah parameter yang dapat mengidentifikasi jenis tanah. Faktor 'b' mengidentifikasi sensitifitas, nilainya tergantung terhadap perubahan kadar air. Faktor 'a' adalah nilai titik pintas dengan garis kalibrasi memotong sumbu tegak sehingga nilai kadar air pada MCV = 0. Berarti harga 'a' tersebut terletak pada nilai kadar air yang memberikan kekuatan tanah rendah.

Hasil pengklasifikasian jenis-jenis tanah tersebut pada beberapa lokasi yang telah dilakukan dalam kegiatan penelitian ini seperti ditunjukkan pada seperti pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.8 dan 5.9 dibawah ini.

Tabel 5-6: Data Titik Pintas dan Kemiringan pada Karakteristik Garis Kalibrasi MCV

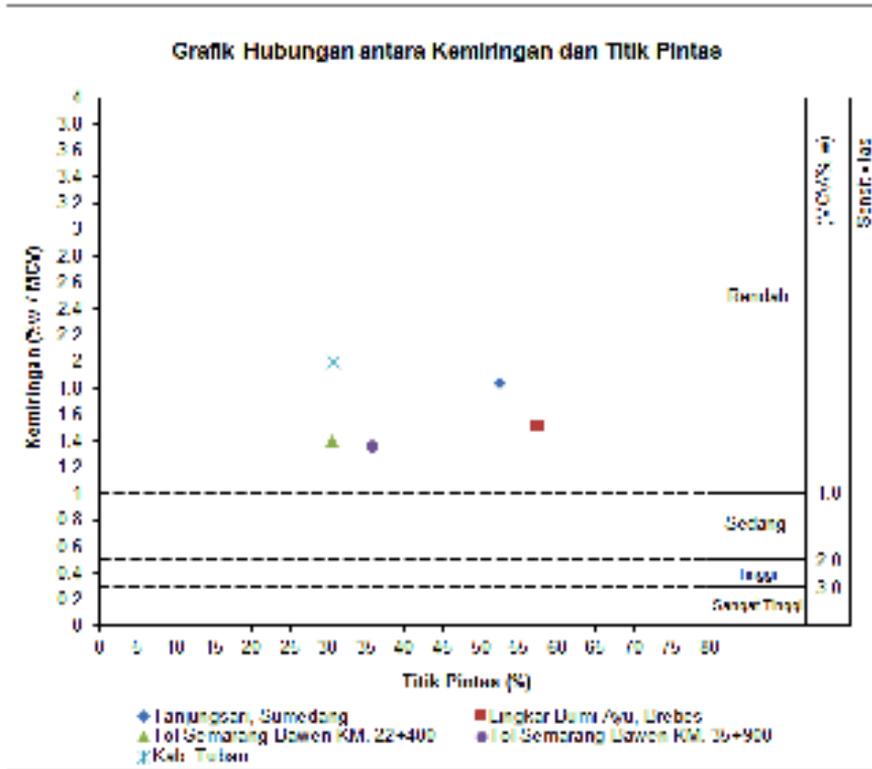
No.	Lokasi	Jenis Tanah	Klasifikasi Tanah Garis Kalibrasi MCV	
			a Titik Pintas (MCV 0%)	b (Kemiringan)
A	Jawa Barat			
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	52.41	1.84
B	Jawa Tengah			
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	57.55	1.51
2	Tol Semarang- Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	30.48	1.40
3	Tol Semarang- Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lem- pung abu-abu	36.02	1.35
C	Jawa Timur			
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	30.75	2.00

Pada pengujian MCV selain menghasilkan garis kalibrasi linier sekaligus juga menghasilkan nilai kemiringan dan titik pintas. Nilai kemiringan dan titik pintas masing-masing lokasi pengujian tersebut kemudian diplotkan pada grafik pengklasifikasian MCV sehingga dapat diketahui jenis tanahnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5-8: Grafik Pengklasifikasian Tanah Berdasarkan Kemiringan dan Titik Pintas pada Kalibrasi MCV

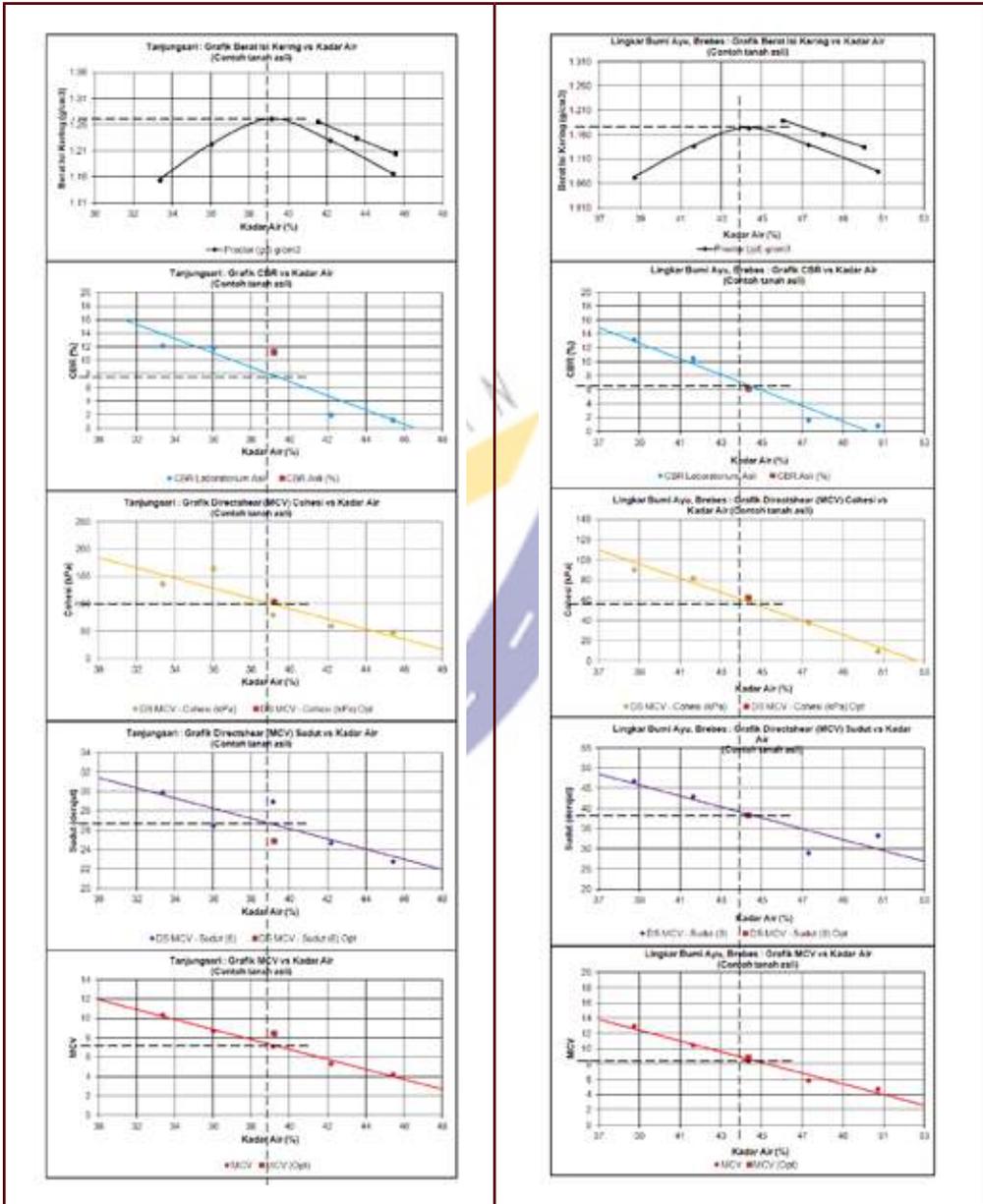
Dengan kondisi penyebaran sensitivitas tanah seperti pada Gambar 5.9, menunjukkan bahwa contoh tanah yang dilakukan dalam penelitian ini mempunyai nilai sensitivitas yang cukup rendah dan beragam namun masih berada pada sensitivitas aman sehingga dapat digunakan sebagai bahan timbunan subgrade jalan.

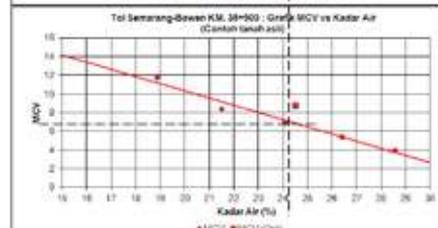
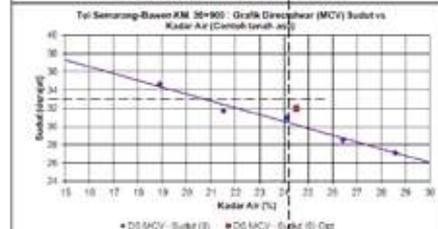
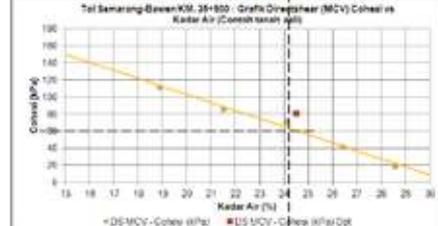
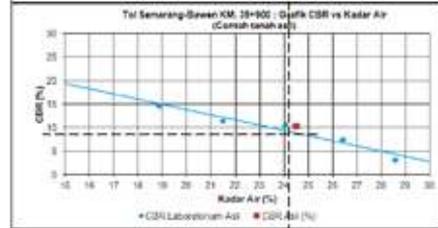
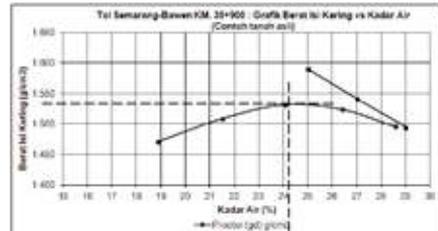
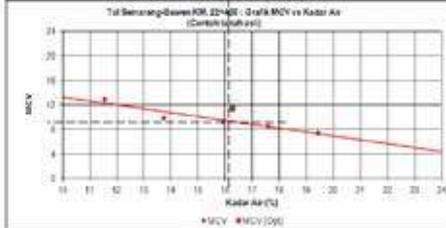
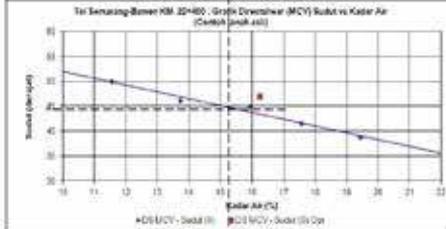
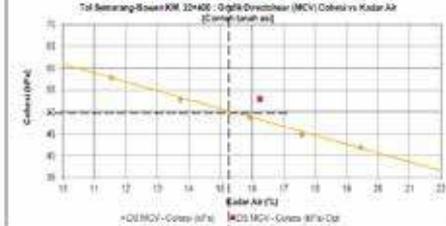
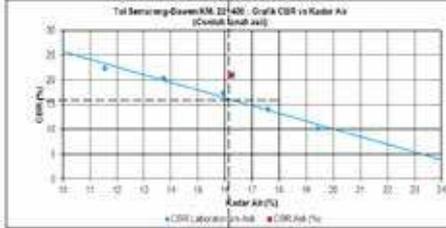
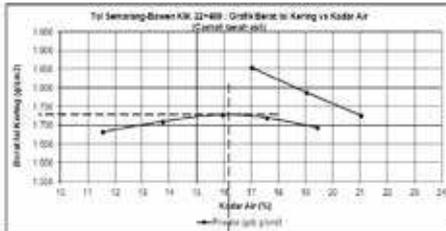


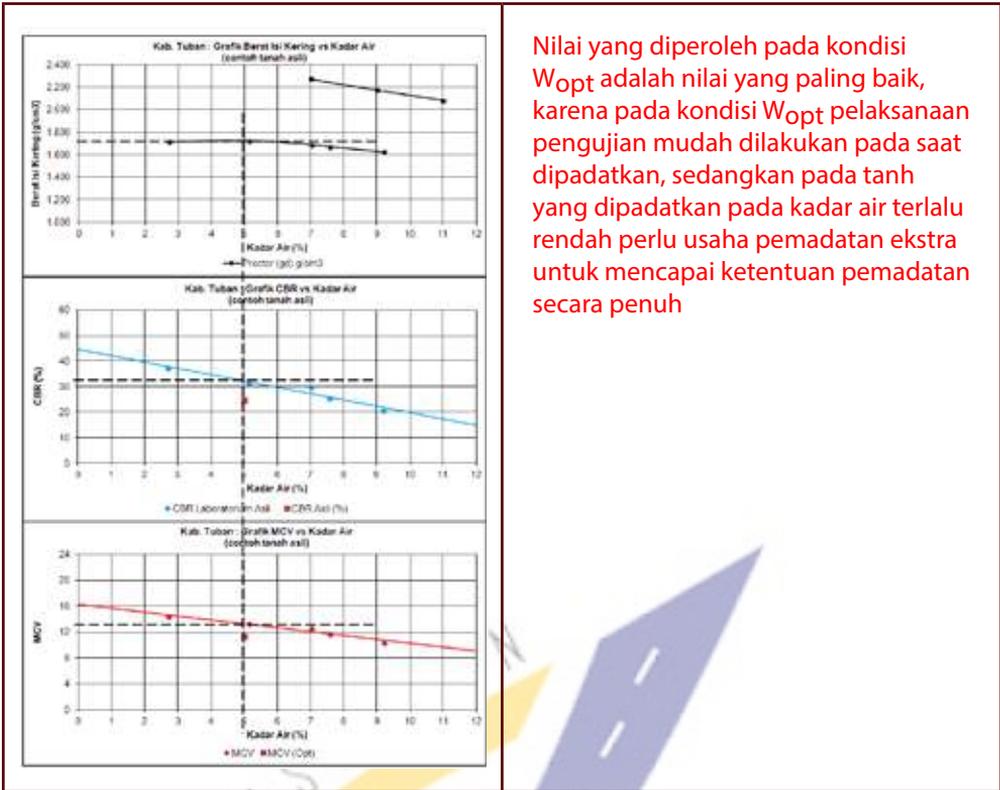
Gambar 5-9: Grafik Sensitivitas Tanah Berdasarkan Kemiringan dan Titik Pintas pada Kalibrasi Kondisi Kadar Air

5.5. Korelasi MCV Dengan Parameter Pemadatan

Korelasi MCV dilakukan terhadap parameter lainnya yaitu Pemadatan, CBR, kohesi dan sudut geser yang mengacu pada Jones 1993 seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

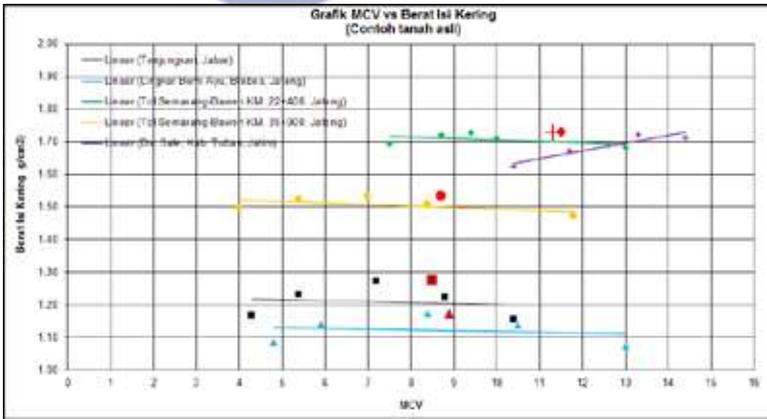


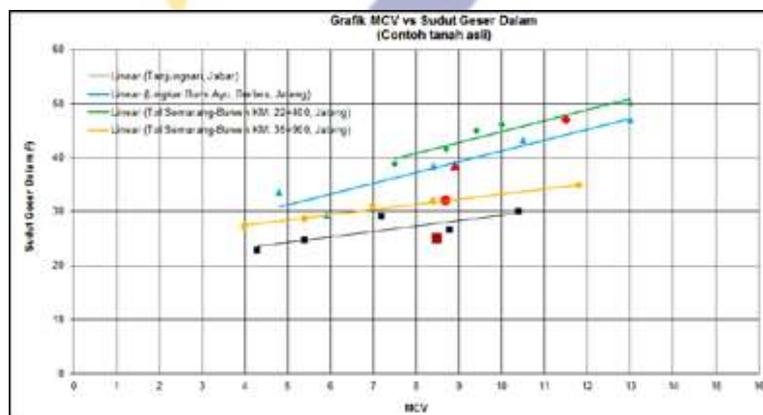
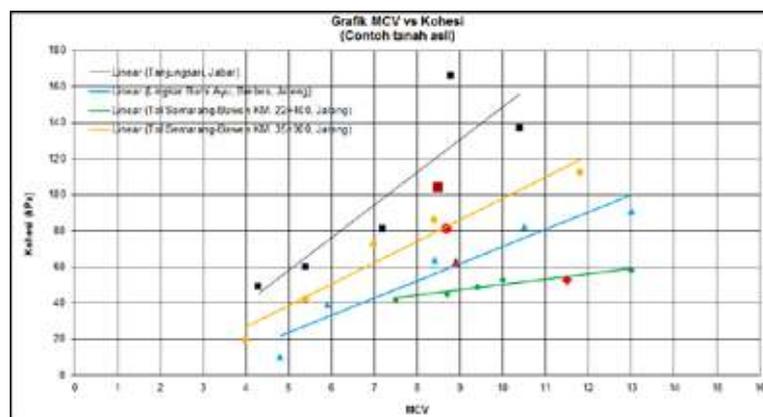
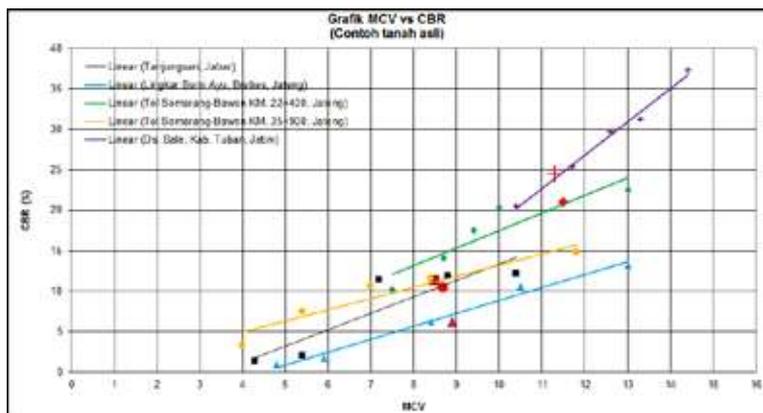




Nilai yang diperoleh pada kondisi W_{opt} adalah nilai yang paling baik, karena pada kondisi W_{opt} pelaksanaan pengujian mudah dilakukan pada saat dipadatkan, sedangkan pada tanah yang dipadatkan pada kadar air terlalu rendah perlu usaha pemadatan ekstra untuk mencapai ketentuan pemadatan secara penuh

Data pada Gambar 5.10 dibawah ini disajikan grafik korelasi antara MCV dengan CBR, Berat Isi Kering, Kohesi dan Sudut Geser Dalam pada beberapa lokasi. Dari grafik korelasi tersebut diperoleh nilai masing-masing parameter terhadap nilai MCV. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.





Gambar 5-10: Grafik korelasi antara MCV dengan CBR, Berat Isi Kering, Kohesi dan Sudut Geser Dalam

5.6. Perbandingan Korelasi MCV Pada Pengkondisian Contoh Tanah

5.6.1. Persiapan Contoh Tanah

Persiapan contoh tanah untuk pengujian Proctor/compaction, CBR dan MCV rendaman dan residual dilakukan dengan mendapatkan contoh sekitar 50 Kg kemudian disimpan dalam suatu wadah. Contoh dalam wadah kemudian ditambahkan air hingga terendam dan biarkan selama 4 x 24 jam (sesuai dengan rendaman uji CBR laboratorium, SNI 1744 : 2008).



Gambar 5-11: Perendaman Contoh Tanah



Gambar 5-12: Pengeringan Contoh Tanah dengan Cara Dijemur Matahari Setelah Perendaman

Contoh tanah yang diterima dari lapangan harus dikeringkan secara menyeluruh atau merata di udara terbuka atau dengan menggunakan alat pengering dengan suhu tidak lebih dari 60 0C (contoh tanah yang dikeringkan dalam oven atau alat pengering lainnya pada suhu tidak lebih dari 60 0C dianggap sama dengan tanah yang dikeringkan di udara terbuka).

Pengeringan contoh tanah dengan cara dijemur matahari setelah perendaman bergantung pada kondisi cuaca. Contoh tanah setelah kering kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengayakan dan penimbangan yang jumlahnya sesuai dengan pengujian yang diperlukan.

5.6.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan

5.6.2.1. Contoh tanah direndam

Prosedur pengujian pada contoh tanah yang direndam, prosedurnya sama seperti yang dilakukan pada pengujian yang tidak direndam. Adapun hasil-hasil pengujian untuk contoh tanah yang direndam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.7 dibawah ini.

Tabel 5-7: Tabel Hasil Uji Proctor Rendaman

No.	Lokasi	Jenis tanah	Pengujian Laboratorium											
			Compaction Rendaman											
			1		2		3		4		5		6	
			W	γ_d	W	γ_d	W	γ_d	W	γ_d	W	γ_d	W_{opt}	$\gamma_{d_{max}}$
		%		g/cm ³		%		g/cm ³		%		g/cm ³		
A Jawa Barat														
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		Optimum	
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B Jawa Tengah														
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		450 cc		Optimum	
			37.98	1.140	40.48	1.196	42.32	1.210	44.85	1.174	46.94	1.14	42.00	1.210
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	150 cc		200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		Optimum	
			12.74	1.668	15.06	1.704	17.18	1.723	19.44	1.708	22.4	1.649	17.5	1.720
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		450 cc		Optimum	
			19.24	1.453	21.9	1.517	23.71	1.538	26.38	1.513	28.92	1.475	23.50	1.540
C Jawa Timur														
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	0 cc		50 cc		100 cc		150 cc		200 cc		Optimum	
			1.09	1.672	3.87	1.714	6.42	1.713	8.82	1.680	11.29	1.638	5.00	1.720

Catatan : Pematatan/Proctor rendaman adalah contoh tanah direndam dahulu sebelum uji Proctor

Hasil pengujian pemadatan/proctor pada contoh tanah direndam telah terjadi penurunan nilai dari contoh tanah asli terhadap nilai kadar air, berat isi kering dan kadar air optimum. Hal ini menunjukkan bahwa contoh tanah pada kondisi yang telah terendam oleh air dalam jangka waktu tertentu mengakibatkan tanah mengalami penurunan terhadap sifat dan karakteristiknya terhadap nilai parameter uji.

Tabel 5-8: Tabel Hasil Uji CBR Rendaman

No.	Lokasi	Jenis tanah	Pengujian Laboratorium					
			Compaction Rendaman					
			1	2	3	4	5	6
			CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A Jawa Barat								
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	400 cc	500 cc	600 cc	700 cc	800 cc	Optimum
			-	-	-	-	-	-
B Jawa Tengah								
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	800 cc	900 cc	1000 cc	1100 cc	1200 cc	Optimum
			11.36	9.45	4.65	1.55	0.80	5.25
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	400 cc	500 cc	600 cc	700 cc	800 cc	Optimum
			21.35	16.18	15.05	11.75	7.45	19.25
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	400 cc	500 cc	600 cc	700 cc	800 cc	Optimum
			10.31	7.53	7.29	5.91	2.30	8.41
C Jawa Timur								
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	0 cc	100 cc	200 cc	300 cc	400 cc	Optimum
			34.11	28.25	27.44	22.11	19.22	21.89

Catatan : CBR Rendaman adalah contoh tanah direndam dahulu sebelum uji CBR

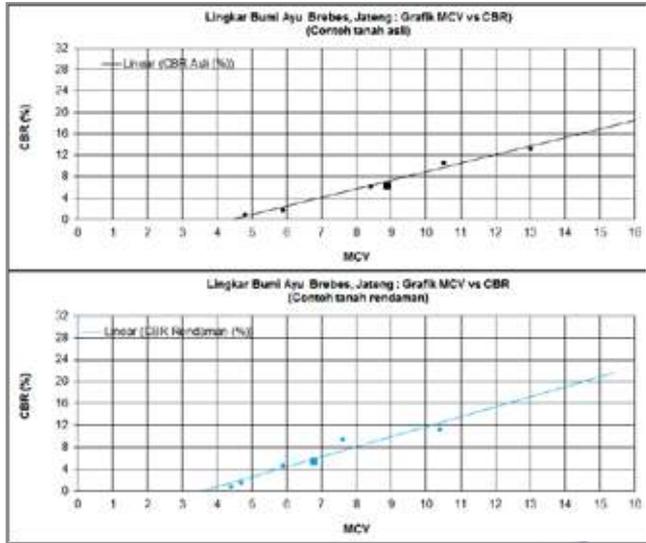
Hasil pengujian CBR seperti pada Tabel 5.8 pada contoh tanah direndam telah terjadi penurunan nilai contoh tanah asli terhadap nilai kadar air, berat isi kering dan kadar air optimum. Hal ini menunjukkan bahwa contoh tanah pada kondisi yang telah terendam oleh air dalam jangka waktu tertentu mengakibatkan tanah mengalami penurunan terhadap sifat dan karakteristiknya terhadap nilai parameter uji.

Tabel 5-9: Tabel Hasil Uji MCV Rendaman

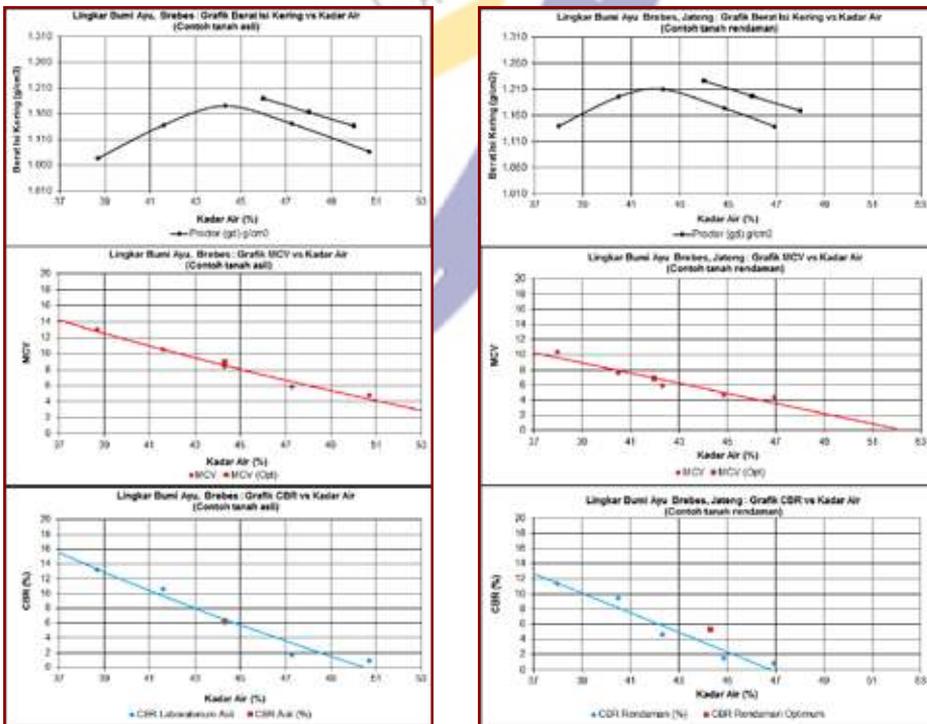
No.	Lokasi	Jenis tanah	Pengujian Laboratorium											
			MCV Rendaman											
			1		2		3		4		5		6	
			W	MCV	W	MCV	W	MCV	W	MCV	W	MCV	W _{opt}	MCV
%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	%	-	
A Jawa Barat														
1	Tanjungsari, Sumedang	Lanau lempung coklat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B Jawa Tengah														
1	Lingkar Bumi Ayu, Brebes	Lanau lempung coklat	200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		Optimum	
			39.76	10.40	41.74	7.60	45.82	5.90	48.48	4.70	50.77	4.40	42.59	6.80
2	Tol Semarang-Bawen KM 22 +400	Kerikil pasiran	150 cc		200 cc		250 cc		300 cc		350 cc		Optimum	
			12.50	10.30	15.58	8.50	17.12	7.40	18.54	5.80	22.06	5.60	16.40	6.70
3	Tol Semarang-Bawen KM 35 +900	Lanau pasir lempung abu-abu	250 cc		300 cc		350 cc		400 cc		450 cc		Optimum	
			19.85	10.40	23.41	8.80	24.79	7.20	27.81	5.90	28.53	4.70	23.27	6.80
C Jawa Timur														
1	Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban	Tanah berkapur	50 cc		100 cc		150 cc		200 cc		250 cc		Optimum	
			2.56	11.80	3.94	10.30	6.69	9.60	8.37	8.80	10.45	8.30	6.28	8.40

Catatan : MCV Rendaman adalah contoh tanah direndam dahulu sebelum uji MCV

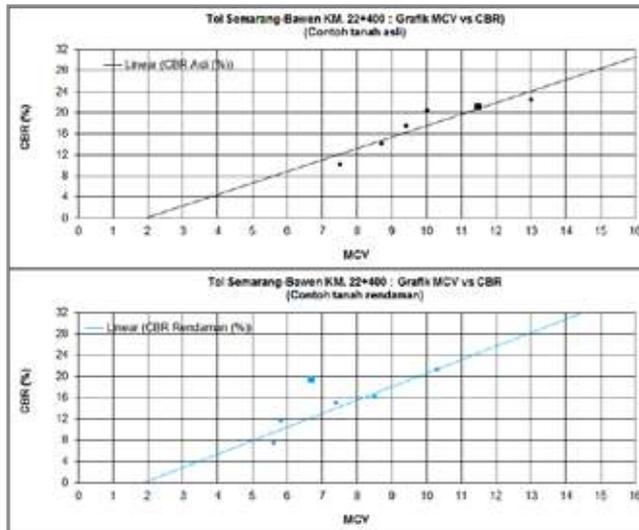
Hasil pengujian MCV sama halnya dengan pengujian Pemadatan/proctor dan CBR yaitu pada contoh tanah direndam telah terjadi penurunan nilai dari contoh tanah aslinya. Hal ini menunjukkan bahwa contoh tanah pada kondisi yang telah terendam oleh air dalam jangka waktu tertentu sangat berpengaruh terhadap sifat dan karakteristiknya karena nilai parameter uji tersebut mengalami penurunan yang cukup signifikan.



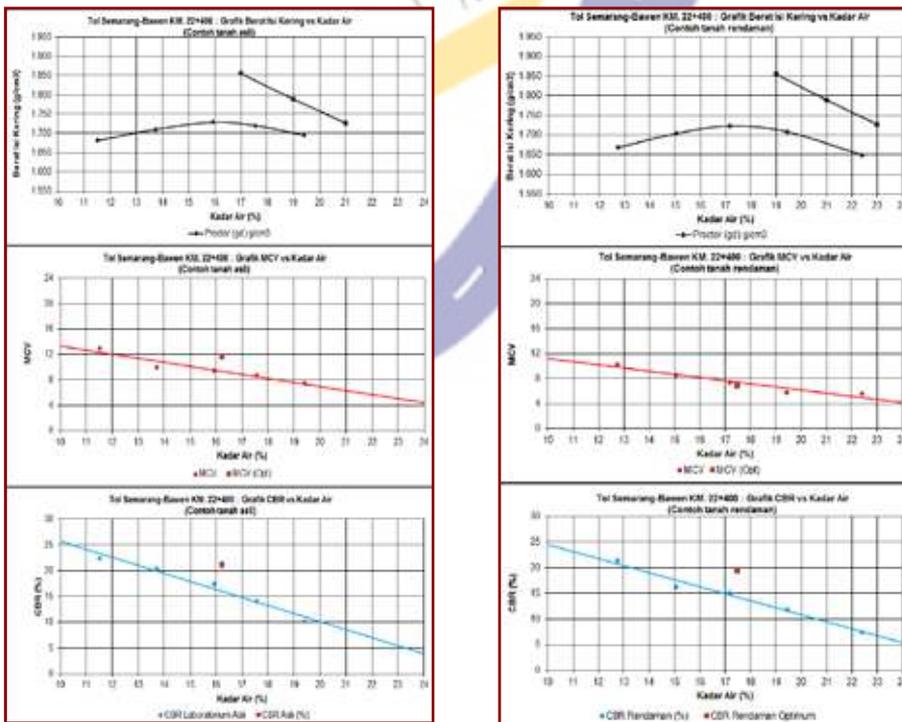
Gambar 5-13: Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Lingkar Bumi Ayu, Brebes, Jateng



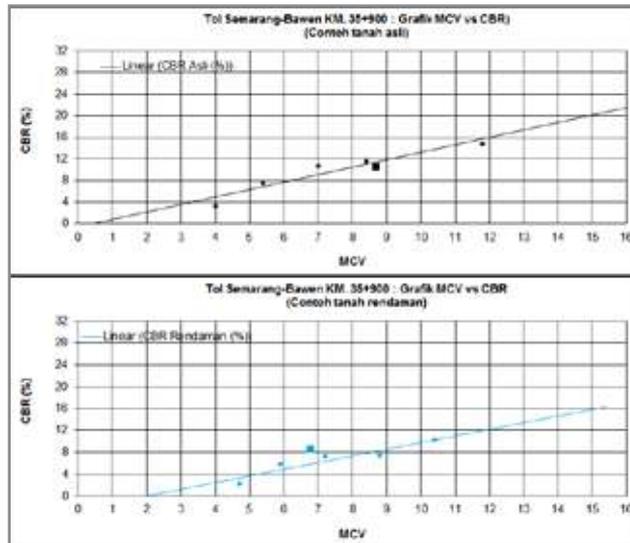
Gambar 5-14: Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Setelah Perendaman Lokasi Lingkar Bumi Ayu, Brebes, Jateng



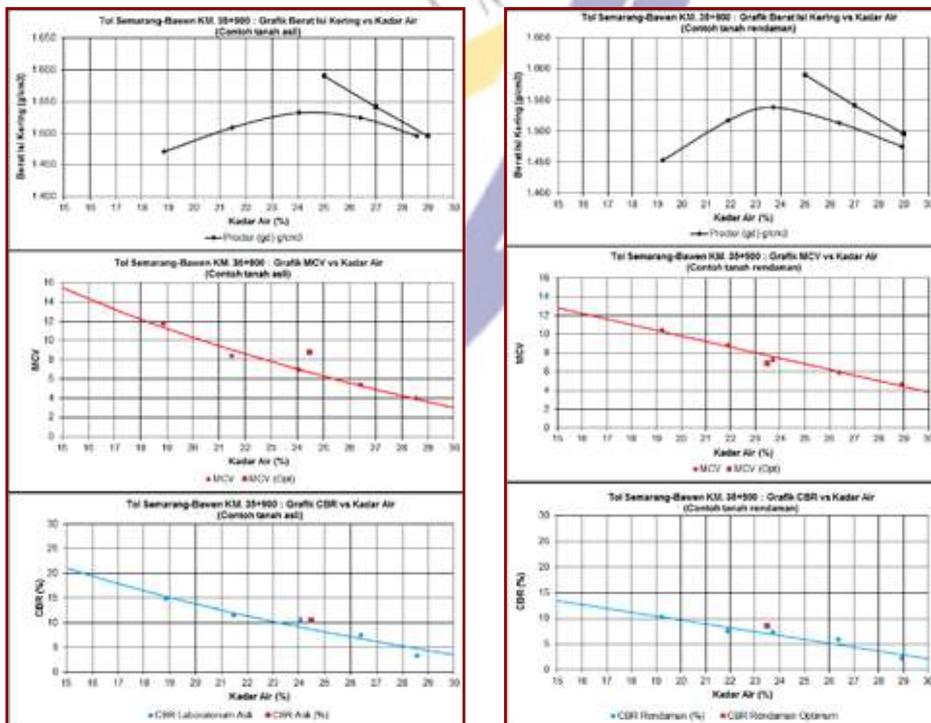
Gambar 5-15: Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang-Bawen KM. 22+400, Jateng



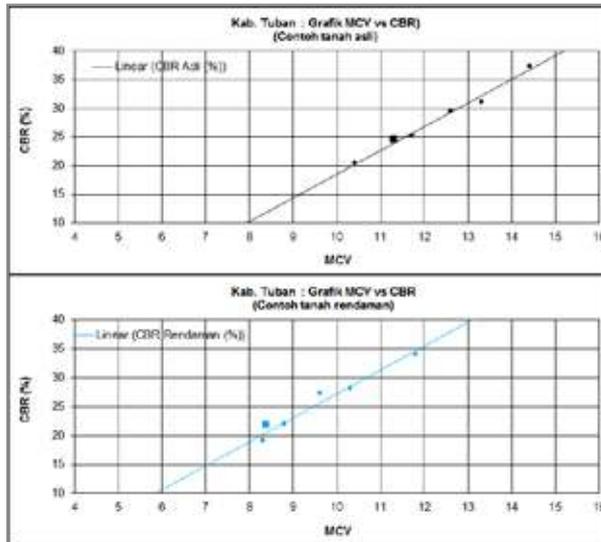
Gambar 5-16: Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang-Bawen KM. 22+400, Jateng



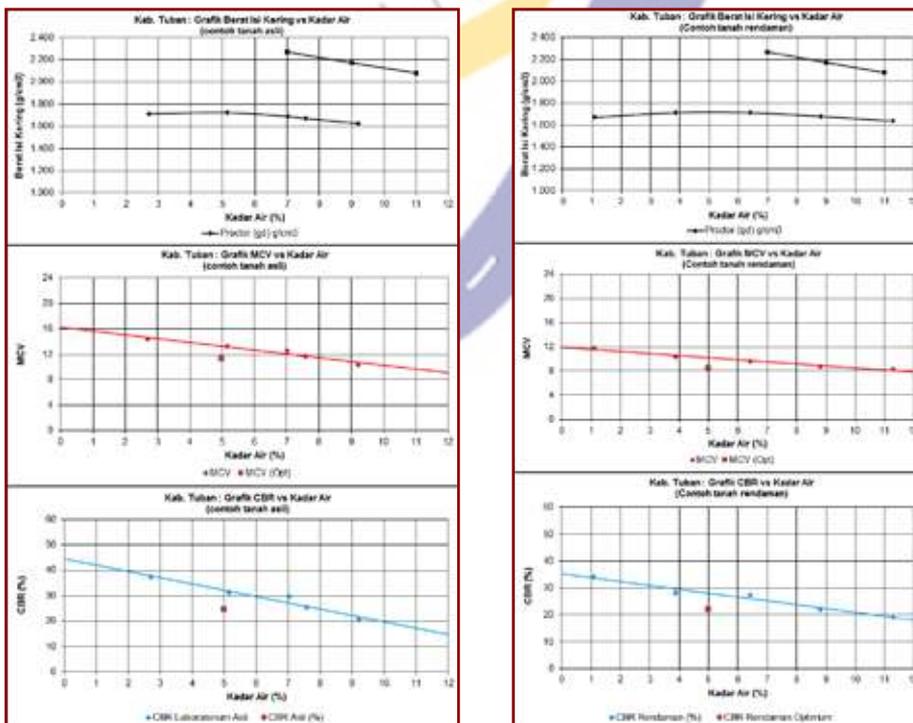
Gambar 5-17: Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang-Bawen KM. 35+900, Jateng



Gambar 5-18: Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Setelah Perendaman Lokasi Tol Semarang-Bawen KM. 35+900, Jateng



Gambar 5-19: Grafik Perbandingan Hubungan MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman Lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jatim



Gambar 5-20: Grafik Hubungan Kadar Air dengan Proctor, MCV dan CBR pada Contoh Tanah Asli dengan Setelah Perendaman lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jatim

Pada Gambar 5.13, 5.15, 5.17 dan 5.17, perbandingan antara contoh tanah asli dengan contoh tanah yang direndam terlebih dahulu pada beberapa lokasi yang telah dilakukan dalam kegiatan ini, menghasilkan korelasi salah satunya yaitu MCV dengan CBR. Hasil korelasi tersebut menunjukkan bahwa akibat proses perendaman sangat berpengaruh terhadap sifat dan karakteristiknya, karena nilai parameter uji telah mengalami penurunan nilai pada pengujian MCV dan CBR.

Penurunan nilai tersebut ditandai dengan nilai MCV semakin mengecil (bergeser ke kiri) dan nilai CBR mengecil (bergerak turun). Sebagai contoh pada lokasi Ds. Sale, Ke. Tahunan, Kab. Tuban, Jatim, nilai MCV pada kondisi optimum pada contoh tanah asli 11.30 sedangkan contoh tanah direndam terlebih dahulu menjadi 8.40. Adapun perubahan nilai pada uji CBR yaitu dari 24.50% menjadi 21.89%.

Pada Gambar 5.14, 5.16, 5.18 dan 5.20 yaitu perbandingan antara contoh tanah asli dengan contoh tanah yang direndam terlebih dahulu pada beberapa lokasi yang telah dilakukan dalam kegiatan ini, menghasilkan korelasi antara Kadar Air dengan Berat Isi Kering, MCV dan CBR. Hasil korelasi tersebut juga menunjukkan bahwa akibat proses perendaman sangat berpengaruh terhadap karakteristiknya, karena nilai parameter uji telah mengalami penurunan nilai pada pengujian Kadar Air, Berat Isi Kering, MCV dan CBR. Penurunan nilai tersebut ditandai dengan nilai masing-masing parameter semakin mengecil (bergerak turun).

Sebagai contoh pada lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jatim, nilai Berat Isi Kering pada kondisi optimum pada contoh tanah asli menunjukkan nilai 1.730 g/cm³ sedangkan contoh tanah direndam terlebih dahulu menjadi 1.720 g/cm³. Perubahan nilai pada uji MCV yaitu dari 13.90 menjadi 8.40 sedangkan pada uji CBR perubahan nilainya yaitu dari 24.50% menjadi 21.89%.

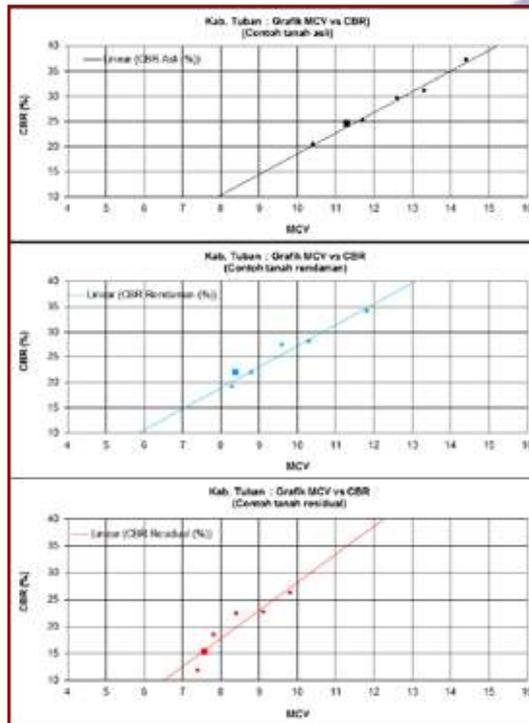
5.6.2.2. Contoh tanah didaur ulang/residual

Pada kegiatan penelitian ini, pengkondisian contoh tanah dari kondisi asli kemudian mengalami perendaman yang di uji coba lagi dengan cara didaur ulang/residual. Perubahan perlakuan pada contoh tanah tersebut disesuaikan dengan kondisi dilapangan pada saat terjadi perubahan cuaca. Adapun hasil pengujian pada contoh tanah kondisi residual ditunjukkan pada Tabel 5.10 dibawah ini.

Tabel 5-10: Tabel Hasil Uji Contoh Tanah Residual

Lokasi	Kondisi Campuran Contoh Tanah	Compaction/Proctor						Moisture Condition Value						California Bearing Ratio		
		Asli		Rendaman		Residual		Asli		Rendaman		Residual		Asli	Rendaman	Residual
		w	γd	w	γd	w	γd	w	MCV	w	MCV	w	MCV	CBR	CBR	CBR
		(%)	(g/cm ³)	(%)	(g/cm ³)	(%)	(g/cm ³)	(%)	-	(%)	-	(%)	-	(%)	(%)	(%)
Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur	0 cc	2.70	1.713	1.09	1.672	0.21	1.650	1.78	14.40	2.56	11.80	3.43	9.80	37.35	34.11	26.35
	50 cc	5.14	1.723	3.87	1.714	2.14	1.711	4.07	13.30	3.94	10.30	5.06	8.40	31.25	28.25	22.45
	100 cc	7.02	1.688	6.42	1.713	3.68	1.741	5.81	12.60	6.69	9.60	6.07	9.10	23.65	27.44	22.75
	150 cc	7.58	1.670	8.82	1.680	5.77	1.693	7.95	11.70	8.37	8.80	7.47	7.80	25.35	22.11	18.50
	200 cc	9.21	1.625	11.29	1.638	7.25	1.630	9.82	10.40	10.45	8.30	8.38	7.40	20.50	19.22	11.85
	Optimum	5.00	1.730	5.00	1.720	3.80	1.740	7.68	11.30	6.28	8.40	5.30	7.60	24.50	21.89	15.25

Pada tabel 5.10 diatas menunjukkan hasil pengujian contoh tanah pada kondisi residual untuk beberapa parameter pengujian. Kondisi residual adalah contoh tanah yang telah diuji didaur ulang kemudian digunakan lagi untuk pengujian yang sama. Prosedur ini dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat dan karakteristik contoh tanah setelah mengalami perlakuan tersebut.



Gambar 5-21: Grafik Perbandingan Korelasi Pengujian MCV vs. CBR pada Contoh Tanah Asli, Direndam dan Residual/Daur Ulang Lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jatim

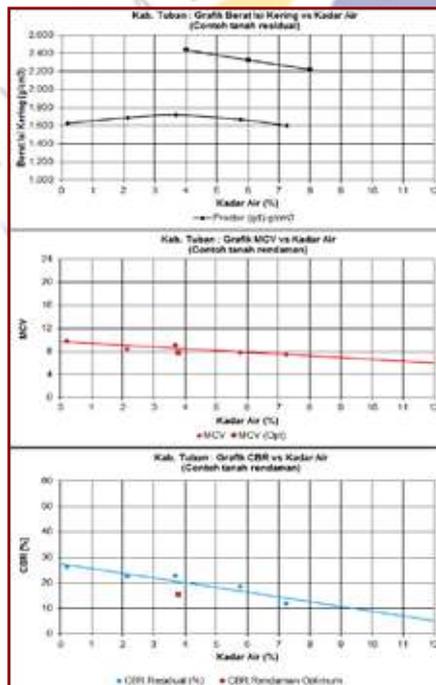
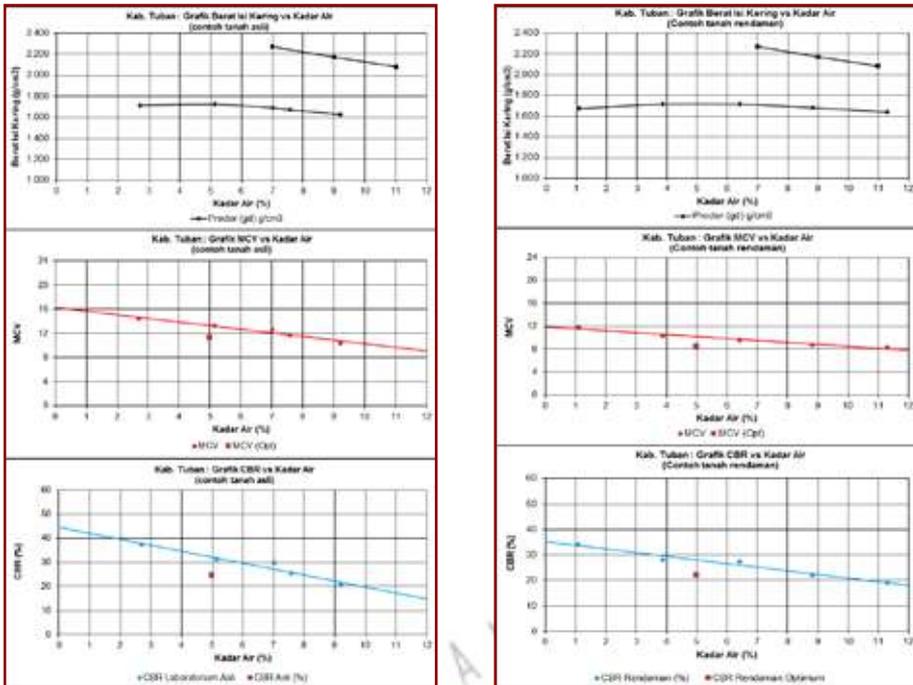
Pada Gambar 5.21 menunjukkan perbandingan antara contoh tanah asli dengan contoh tanah yang direndam terlebih dahulu serta yang didaur ulang (residual) pada lokasi Ds. Sale, Kec. Tahunan, Kab. Tuban, Jawa Timur yang telah dilakukan dalam kegiatan ini, menghasilkan korelasi salah satunya yaitu MCV dengan CBR. Hasil korelasi tersebut menunjukkan bahwa akibat proses perubahan pada contoh tanah tersebut sangat berpengaruh terhadap sifat dan karakteristiknya, karena nilai parameter uji telah mengalami penurunan nilai pada pengujian MCV dan CBR.

Penurunan nilai tersebut ditandai dengan nilai MCV semakin mengecil (bergeser ke kiri) dan nilai CBR mengecil (bergerak turun). Hal itu ditunjukkan dengan nilai MCV pada kondisi optimum pada contoh tanah asli 11.30, contoh tanah direndam menjadi 8.40 dan contoh tanah residual 7.60. Adapun perubahan nilai CBR pada kondisi optimum pada contoh tanah asli yaitu 24.50%, contoh tanah direndam menjadi 21.89% dan contoh tanah residual 15.25%.

Sedangkan pada Gambar 5.22 dibawah ini menghasilkan korelasi antara Kadar Air dengan Berat Isi Kering, MCV dan CBR. Hasil korelasi tersebut juga menunjukkan bahwa akibat proses perubahan perlakuan pada contoh tanah tersebut mengalami penurunan nilai pada pengujian Kadar Air, Berat Isi Kering, MCV dan CBR. Penurunan nilai tersebut ditandai dengan nilai masing-masing parameter semakin mengecil (bergerak turun).

Hal itu ditunjukkan dengan nilai Berat Isi Kering pada kondisi optimum pada contoh tanah asli menunjukkan nilai 1.730 g/cm³, contoh tanah direndam 1.720 g/cm³ dan contoh tanah residual 1.715 g/cm³. Perubahan nilai uji MCV pada kondisi optimum pada contoh tanah asli menunjukkan nilai 13.90, contoh tanah direndam 8.40 dan contoh tanah residual 7.60.

Sedangkan pada uji CBR perubahan nilai kondisi optimum pada contoh tanah asli menunjukkan nilai dari 24.50%, contoh tanah direndam 21.89% dan contoh tanah residual 15.25%.



Gambar 5-22: Grafik Perbandingan Korelasi Pengujian Kadar Air dengan Pemadatan, CBR dan MCV pada Contoh Tanah Asli, Diremad dan Residual/Daur Ulang

Penurunan nilai tersebut diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Ruang pori antar butiran-butiran tanahnya telah terisi oleh air sehingga menjadi jenuh
2. Perubahan kondisi lingkungan seperti perubahan cuaca, kontak dengan air ataupun udara
3. Karakter propertis sifat dasarnya juga mengalami perubahan struktur partikelnya selama proses pengujian berlangsung
4. Proses yang berkaitan dengan pemadatan tanah, meliputi: penempatan (placing), penyebaran dan perataan (spreading), pencampuran agar homogenitasnya tercapai (mixing), dan pemadatan (compacting).



06 /

penutup

Dari hasil kajian pada kegiatan ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengkajian nilai kadar air MCV dalam pekerjaan tanah untuk timbunan jalan dilakukan terhadap material/contoh tanah berpedoman pada proporsi gradasi material sehingga dapat diketahui apakah uji MCV dapat dilaksanakan atau tidak yang merupakan sebagai kendali terhadap material yang dapat dipadatkan.
2. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dari beberapa lokasi menunjukkan, bahwa hanya pada lokasi Tol Semarang – Bawen KM. 35+900 yang merupakan jenis tanah lanau pasir lempung abu-abu (clay shale) yang mempunyai nilai $MCV = 7.5$ dan berada dibawah batasan persyaratan penentuan material timbunan yaitu 8, sehingga dapat disimpulkan bahwa contoh tanah tersebut tidak cocok digunakan sebagai material timbunan.
3. Contoh tanah yang disimpan sebagai "Stock Pile" atau contoh tanah dikondisikan dengan cara direndam dan didaur ulang untuk pengujian perlu diperhitungkan setelah dipadatkan. Perbandingan antara contoh tanah asli dengan contoh tanah yang direndam dan didaur ulang pada beberapa lokasi yang telah dilakukan dalam kegiatan ini, menghasilkan korelasi antara Kadar Air dengan Berat Isi Kering, MCV dan CBR. Hasil korelasi tersebut juga menunjukkan bahwa akibat pengkondisian tersebut berpengaruh terhadap karakteristiknya.

4. Manfaat/outcomenya kegiatan ini yaitu MCV sebagai kontrol dan identifikasi awal untuk mengidentifikasi manfaat material bahan timbunan jalan serta memilih material yang memenuhi syarat untuk diidentifikasi secara cepat dan akurat.
5. Selain itu perlu juga penambahan lokasi-lokasi di Indonesia pada pengujian MCV untuk berbagai jenis tanah lainnya sehingga nilai MCV yang belum terakomodir dalam kegiatan penelitian ini mempunyai nilai MCV sebagai persyaratan penentuan material timbunan.



Daftar Pustaka

- British Standard Institution. BS 1990. BS 1377-4 : 1990. *Methods of Test For Soils for Civil Engineering Purposes, Part 4 : Compaction-Related Tests.*
- SDD Applications Guide No. 1. 1989. *The Use and Application of the Moisture Condition Apparatus in Testing Soil Suitability for Earthworking.* Scottish Development Department.
- Parson. AW and Boden. JB. 1978. *The Moisture Condition Test and its Potential Applications in Earthworks.* Department of the Environment Department of Transport. TRRL Supplementary Report 522. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Parson. AW and Toombs. AF. 1987. *The Precision of the Moisture Condition Test.* Department of transport. TRRL Laboratory Research Report 90. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Parson. AW and Boden. JB. 1979. *The Rapid Measurement of the Moisture Condition of Earth Work Material.* Department of the environment. TRRL Laboratory Report 750. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- SNI 1989. SNI 03-1742-1989. *Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 1989. SNI 03-1744-1989. *Metode Pengujian CBR Laboratorium.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 2000. SNI 03-6371-2000. *Tata Cara Pengklasifikasian Tanah dengan Cara Unifikasi Tanah.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 2008. SNI 1964:2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 2008. SNI 1965:2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 2008. SNI 1966:2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 2008. SNI 1967:2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 2008. SNI 3423:2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah.* Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Daud Suhaimi. 2004. *Pengembangan Aplikasi Moisture Condition Value untuk Jaminan Mutu Pekerjaan Timbunan Tanah.* Departemen Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Wilayah. Bandung.

