

006.015 (047.31)

EDD

P

Sub: PENGUJIAN MCV

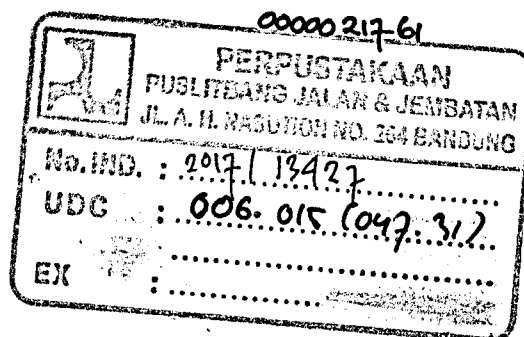
## LAPORAN AKHIR

2432.029.041.107.A

### JUDUL PAKET KERJA

PENYIAPAN R0 STANDAR PENGUJIAN MCV

Prototipe Sub Bidang Jalan dan Jembatan



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

Jl.A.H.Nasution No.264 P.O BOX 2 Bandung 40234 Indonesia Telp (022) 7802251 Fax (022) 7802726 email: pusjatan@pusjatan.pu.go.id

# **LAPORAN AKHIR**

## **JUDUL PAKET KERJA PENYIAPAN R0 STANDAR PENGUJIAN MCV**

**Sub Bidang Jalan dan Jembatan**

Desember 2015



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

JIAH Nasution No.264 P.O BOX 2 Bandung 40294 Indonesia Telp (022) 7802251 Fax (022) 7802726 email: pusjatan@pusjatan.pu.go.id

## **KATA PENGANTAR**

Laporan Final paket kerja PENYIAPAN R0 STANDAR PENGUJIAN MCV disusun dalam memenuhi tugas yang diberikan kepada tim pelaksana kegiatan dari Balai Geoteknik Jalan berdasarkan surat keputusan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian PU-PR.

Penyiapan R0 standar pengujian untuk memperoleh parameter MCV (Moisture Condition Value) dari material/tanah sangat penting guna mengetahui kualitas dari material yang digunakan untuk pekerjaan jalan (khususnya timbunan).

Penyiapan R0 Pengujian MCV 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 2015 menggunakan alat uji MCA (Moisture Condition Apparatus).

Dengan demikian, tujuan akhir paket kerja ini yang berupa adalah berupa R0 Metode Pengujian MCV (Moisture Condition Value) sebagai parameter tanah untuk timbunan jalan..

Tim Studi Paket Kerja

**TIM PELAKSANA :**

**Ketua Paket Kerja :** M. Eddie Sunaryo, Ph.D.

**Peneliti/Perekayasa :**

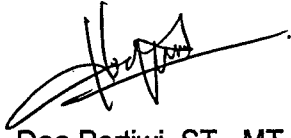
1. Amad Jaenudin, ST
2. Andi Sata Makaratte, ST., MT
3. Dea Pertiwi, ST., MT
4. Desyanti, ST.,MT
5. Dian Asri Moelyani, ST, M.Sc.
6. Dinny Kus Andlany, ST,MT
7. Dr. Ir. Munarto Eddie Sunaryo, MSc.
8. Elan Kadar Haryana, ST, M.Sc
9. Fahmi Aldiamar, ST
10. Hardiansyah Putra, ST
11. Maulana Iqbal, ST
12. Rakhman Taufik, ST., M.Sc.
13. Slamet Prabudi Setianto, ST, MT.
14. Suanoro Wicaksono, ST.,M.Eng
15. Susy Kartikasari Ariestianty, ST
16. Yudi Hardiana, ST., MT

**Pembantu Peneliti :**

1. Purbosantoso, BE.
2. Ardiansyah, A.Md.
3. Asep Hilman Rosadi, A.Md.
4. Asep Sopyan, BE.
5. Dadan Kustiawan
6. Dedi Heryanto, BE.
7. Feny DR. Puspitasari, A.Md.
8. Riyadh Salim, A.Md
9. Rudi Rizal Pahlevi, A.Md.
10. Ruskandi, S.ST.
11. Saripudin
12. Sudirun
13. Vederieq Y. Enderzon, A.Md.
14. Yayah Rokayah, A.Md.
15. Yitno Yuwono, A.Md.
16. Yusup Sukandar
17. Retno Wulandari, S.Sos
18. Wawan Darmawan, A.Md.
19. Asep Heri Abdul Gani
20. Yulianto, A.Md
21. Ayi Ruhiyat
22. Ayun
23. Dadang Heryana
24. Deni Irawan, SE.
25. Feri Firmansyah
26. Gugun
27. Hilman Denny Riswandi
28. Imor Suryana
29. Komalasari, SE
30. Ramdhan Nurcahyono
31. Rano Suwangsa
32. Ardi Saparuli, A.Md
33. Sopi Sopiani
34. Suwandi
35. Ahmad Numant, ST, MT
36. Riza Safira, ST, MT
37. Fitria Gustini, ST

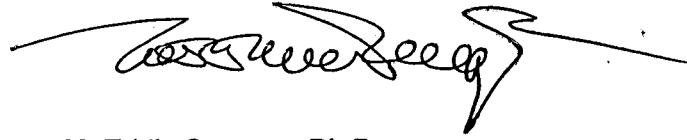


Memeriksa,  
**Ketua Kelompok Kerja Penelitian**



Dea Pertiwi, ST., MT.  
NIP. 19790519 200502 2 001

Disusun oleh,  
**Ketua Paket Kerja**



M. Eddie Sunaryo, Ph.D.  
NIP. 19530129 198603 1 002

Menyetujui,  
**Kepala Balai Geoteknik Jalan**



Ir. Rudy Febrijanto, M.T.  
NIP. 19710203 199703 1 004

## DAFTAR ISI

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Kata Pengantar.....                                       | iii |
| Daftar Isi.....                                           | vi  |
| Daftar Tabel .....                                        | iii |
| Daftar Gambar .....                                       | iii |
| Ringkasan.....                                            | 1   |
| 1 Pendahuluan .....                                       | 3   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                  | 3   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                  | 5   |
| 1.3 Tujuan dan Sasaran .....                              | 5   |
| 1.3.1 Tujuan.....                                         | 6   |
| 1.3.2 Sasaran .....                                       | 6   |
| 1.4 Keluaran (Output dan Outcome).....                    | 6   |
| 1.4.1 Output.....                                         | 6   |
| 1.4.2 Outcome .....                                       | 6   |
| 1.5 Lingkup Kegiatan Paket Kerja.....                     | 6   |
| 1.5.1 Lingkup Wilayah Kegiatan .....                      | 6   |
| 1.5.2 Lingkup Kegiatan Aktifitas Litbang .....            | 6   |
| 2 KAJIAN PUSTAKA .....                                    | 8   |
| 2.1 Referensi .....                                       | 8   |
| 2.2 Bahan Material Timbunan .....                         | 11  |
| 2.2.1 Klasifikasi Bahan Material Timbunan .....           | 12  |
| 2.2.2 Persyaratan Material sebagai Bahan Timbunan .....   | 12  |
| 2.3 Karakteristik menggunakan hasil uji MCV .....         | 12  |
| 2.3.1 Implementasi Uji MCV .....                          | 12  |
| 2.4 Prinsip Pemadatan .....                               | 15  |
| 2.5 Prinsip Pengujian MCV .....                           | 16  |
| 2.6 Garis Kalibrasi MCV vs m/c.....                       | 18  |
| 2.7 Klasifikasi Material menggunakan hasil MCV.....       | 19  |
| 2.8 Hasil Kajian Hubungan MCV dengan Kekuatan Tanah ..... | 21  |
| 2.9 Karakteristik Peralatan Alat Uji MCV .....            | 24  |
| 2.10 Alat uji MOFUKKAT .....                              | 27  |
| 2.10.1 Karakteristik Alat Uji MOFUKKAT .....              | 27  |
| 2.10.2 Unit Alat MOFUKKAT .....                           | 28  |

|        |                                                                                                                    |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.10.3 | Anhang .....                                                                                                       | 29 |
| 2.10.4 | Unit laptop atau PC .....                                                                                          | 29 |
| 2.11   | Material Contoh Uji .....                                                                                          | 29 |
| 2.11.1 | Persyaratan Material Tanah yang akan di uji .....                                                                  | 29 |
| 2.11.2 | Prosentase Penambahan Air pada Material Tanah yang akan di Uji .....                                               | 30 |
| 3      | Pelaksanaan Pembuatan R0 metode Uji Paramter MCV .....                                                             | 31 |
| 3.1    | Pelaksanaan Pengujian parameter MCV .....                                                                          | 31 |
| 3.1.1  | Penyiapan Benda Uji .....                                                                                          | 31 |
| 3.1.2  | Prosedur Uji Parameter MCV .....                                                                                   | 31 |
| 3.2    | Karakteristik Uji MCV .....                                                                                        | 32 |
| 3.2.1  | Alat Uji MCV manual .....                                                                                          | 32 |
| 3.2.2  | Alat Uji MOFUKKAT .....                                                                                            | 33 |
| 4      | metodologi dan Proses Penyipan R0 Pengujian MCV .....                                                              | 35 |
| 4.1    | Metodologi .....                                                                                                   | 35 |
| 4.1.1  | Metodologi dalam Pembuatan R0 Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV) .....                                         | 35 |
| 4.1.2  | Metodologi Pengujian Parameter MCV .....                                                                           | 36 |
| 4.2    | Proses penyiapan R0 Standar Pengujian parameter MCV .....                                                          | 37 |
| 5      | realisasi PELAKSANAAN PENELITIAN .....                                                                             | 43 |
| 5.1    | Personil .....                                                                                                     | 43 |
| 5.2    | Dana .....                                                                                                         | 44 |
| 5.3    | Peralatan .....                                                                                                    | 45 |
| 5.4    | Jadwal Kegiatan .....                                                                                              | 46 |
|        | DAFTAR PUSTAKA .....                                                                                               | 47 |
|        | Lampiran daftar Isi Draft SNI – RO Metode Uji Nilai Kondisi Kadar Air (NKA) – Moisture Condition Value (MCV) ..... | 50 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Korelasi MCV dengan kekuatan geser tanpa drainase yang diperoleh dari hasil uji geser baling dengan tangan..... | 22 |
| Tabel 2. Korelasi MCV terhadap parameter lain.....                                                                       | 23 |
| Tabel 3. Hasil-hasil MCV dan karakteristik garis kalibrasi.....                                                          | 24 |
| Tabel 4. Susunan Personil dalam Kegiatan Penelitian.....                                                                 | 43 |
| Tabel 5. Rincian Anggaran Biaya.....                                                                                     | 44 |
| Tabel 6. Progress Keuangan sampai dengan laporan Final .....                                                             | 45 |
| Tabel 7. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian.....                                                                     | 46 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Alat Uji MCV menggunakan MCV menurut SDD Application Guide (1989) dan British Standards Institution. 1976. BS 1377-4 : 1990.....                                | 10 |
| Gambar 2. Jenis Tanah dan Tipe Pemadatan (Prof. John Atkinson (Jun 9, 1980)).....                                                                                         | 10 |
| Gambar 3. Hasil Uji MCV yang menunjukkan nilai = 13 untuk suatu jenis tanah tertentu dengan kondisi kadar air yang ada. ....                                              | 11 |
| Gambar 4. Alat MCV Manual (konvensional) dengan bagian palu penumbuk. ....                                                                                                | 13 |
| Gambar 5. Bagan Alat MOFUKKAT.....                                                                                                                                        | 14 |
| Gambar 6. Hubungan antara kepadatan terbesar yang maksimum dengan kadar air optimum sewaktu pengujian pemadatan .....                                                     | 15 |
| Gambar 7. Kurva pemadatan dengan energy pemadatan yang berbeda.....                                                                                                       | 15 |
| Gambar 8. Kurva Pengujian MCV untuk tanah lempung low plasticity dan hasil implementasi pemadatan beberapa jenis material tanah dengan berbagai variasi gradasi .....     | 17 |
| Gambar 9. Karakteristik garis kalibrasi .....                                                                                                                             | 18 |
| Gambar 10. Hubungan dari uji kekuatan tanah/material antara Uji Pemadatan dan Uji MCV, menunjukkan bahwa Uji MCV merupakan Uji Kekuatan Tanah/material .....              | 19 |
| Gambar 11. Pengklasifikasian tanah berdasarkan kemiringan dan titik pintas pada kalibrasi kondisi kadar air dari Kalibrasi MCV vs m/c .....                               | 20 |
| Gambar 12. Hubungan antara kekuatan geser tanpa drainase ditentukan pada uji geser baling ukuran kecil dengan MCV untuk tanah lempung plastisitas sedang dan tinggi ..... | 22 |
| Gambar 13. Korelasi MCV-Kekuatan Geser-CBR dan Pemadatan, Menurut Jones 1993 ...                                                                                          | 23 |

|                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 14. Potensi Berbagai Material yang cocok untuk uji menggunakan MCA menurut SDD Applications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992..... | 25 |
| Gambar 15. Pengembangan varian Peralatan MCA (Moisture Condition Apparatus, British Standards, BS1377) di beberapa Negara.....                                           | 26 |
| Gambar 16. Alat Uji Paramter MVC (Moisture Condition Value menggunakan MCA (Moisture Condition Apparatus).....                                                           | 27 |
| Gambar 17. Alat Uji MOFUKKAT terdiri dari alat Uji MCA, .....                                                                                                            | 28 |
| Gambar 18. Material yang cocok untuk uji menggunakan MCA (SDD Applications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992).....                        | 30 |
| Gambar 19. Alat Uji MCV .....                                                                                                                                            | 33 |
| Gambar 20. Portotipe Alat Uji MOFUKKAT yang terdiri dari 4 komponen.....                                                                                                 | 34 |
| Gambar 21. Bagian alat Uji MOFUKKAT .....                                                                                                                                | 34 |
| Gambar 22. Diagram Alir Penyusunan R0 uji MOFUKKAT.....                                                                                                                  | 35 |
| Gambar 23. Diagram alir pengujian kondisi kadar air tanah (Moisture Condition value).....                                                                                | 36 |
| Gambar 24. Modifikasi Alat Uji MCV .....                                                                                                                                 | 39 |
| Gambar 25. Prototipe Alat Uji MOFUKKAT sebagai Penyempurnaan Model Fisiknya.....                                                                                         | 40 |
| Gambar 26. Formulir Uji MOFUKAT MCA 1 .....                                                                                                                              | 41 |
| Gambar 27. . Formulir Uji MOFUKKAT MCA 2.....                                                                                                                            | 42 |

## RINGKASAN

Kegiatan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan yang berada pada Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat adalah melaksanakan tugas penelitian dan pengembangan, menyiapkan NSPM berupa standar pedoman pengujian serta BSPM pedoman teknis hasil penelitian dan pengembangan, memberikan Pelayanan Advis Teknis terhadap pengembangan SDM Ke-Bina Marga-an dan solusi terhadap permasalahan ke PU-an bidang ke-Bina Marga-an secara khusus dan bidang infrastruktur jalan dan jembatan secara umum agar standar pelayanan minimum yang disyaratkan dalam undang-undang jalan no 22 tahun 2010 terpenuhi.

Dalam salah satu pokok permasalahan yang mempengaruhi standar pelayanan minimum adalah akibat permasalahan dalam pemenuhan material terutama pada pekerjaan pemadatan tanah dan khususnya untuk subgrade jalan yang berdampak pada menurunnya kinerja jalan sehingga menurunnya jaminan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.

Laporan final paket kerja penyiapan R0 Metode Pengujian parameter MCV (Moisture Condition value) menggunakan MCA (Moisture Condition Apparatus), Sub Bidang Jalan dan Jembatan mengenai Pengembangan ini disusun sebagai kegiatan yang disiapkan oleh tim pelaksana kegiatan dari Balai Geoteknik Jalan berdasarkan surat keputusan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan tahun 2015 sebagai bagian dari LITBANG Strategis tentang penanganan permasalahan tanah problematik, khususnya dalam mengkaji masalah material yang digunakan pada pekerjaan jalan terutama pada pekerjaan tanah pada pemadatan tanah untuk pondasi jalan khususnya tanah dasar (subgrade).

Latar belakang kegiatan ini didasarkan oleh hasil kajian yang diperoleh pada pengembangan model fisik alat uji MCV yang telah dilakukan tahun anggaran 2012 dan 2014 oleh Balai Geoteknik Pusat LITBANG Jalan dan Jembatan dengantelah terwujudnya Prototipe alat uji MCV yang dinamakan dengan nama patent yang diusulkan hak kekayaan intelektual (HaKI) sebagai alat uji hasil Inovasi Penelitian dan Pengembangan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan dengan nomor P00201402811 dengan nama dagang MOFUKKAT..

Berdasarkan dengan pengamatan kinerja alat uji MCV yang telah diamati pada saat dilakukan pengujian dan pameran produk litbang jalan dan jembatan dan telah

dikembangkan prototipe alat uji MCV Modifikasi maka perlu disiapkannya "R0 Metode Pengujian parameter Moisture Condition Value (MCV)" sebagai standar acuan dan pedoman pelaksanaan pengujian dalam melaksanakan uji MCV baik manual maupun mekanik untuk modifikasi alat uji MCV (MOFUKKAT).

Selanjutnya hasil yang diperoleh dari uji parameter MCV ini diharapkan dapat digunakan sebagai parameter disain pekerjaan pemadatan tanah dalam menunjang Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3.

Tujuan dari kegiatan litbang ini di tahun anggaran (TA) 2015 adalah ter-wujud-nya R0 Standar Pengujian MCV sebagai parameter Pemadatan tanah untuk Jalan sebagai pedoman dalam melaksanakan uji MCV baik secara manual maupun mekanik.

Desember 2015,  
Tim Studi Paket Kerja

Penyiapan R0 Pengujian MCV

# 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kerusakan perkerasan jalan yang diakibatkan oleh kondisi tanah dasar yang difungsikan sebagai subgrade sering terjadi dan diketahui pada saat dilakukan uji pengendalian mutu (quality control) dari tespit diketahui bahwa kualitas tanah untuk subgrade kadang tidak sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu cara yang banyak dilakukan diberbagai Negara adalah dengan mengetahui parameter nilai kondisi kadar airnya atau parameter MCV (Mousiture Condition Value).

Untuk menjawab pertanyaan akan kebutuhan dalam pemenuhan kebutuhan materal yang disyaratkan dalam spesifikasi, maka pengujian paramter MCV seperti yang telah dilakukan dan disyaratkan di beberapa Negara perlu dilengkapi dengan standar metode ujinya, berupa draft R0. Diharapkan R0 ini setelah melalui konsensus dapat digunakan sebagai Standar Metode Uji tambahan untuk pendukung Spesifikasi Umum Bina Marga – Spesifikasi Jalan dan Jembatan, terutama pada divisi 3, pekerjaan tanah.

Kajian yang dilakukan terhadap “standard guide using MCV test” atau nama pasaran internasionalnya MCA (Moisture Conditon Apparatus) didasarkan pada keinginan dalam mengurangi permasalahan kerusakan jalan yang diakibatkan oleh material yang difungsikan sebagai tanah dasar. Dalam mengatasi masalah ini di beberapa Negara telah di implementasi dengan menerapkan nilai kadar air tanah (MCV) yag digunakan sebagai persyaratan nilai untuk persyaratan pemadatan dilapangan, seperti Inggris dan Amerika dan Negara di Eropa lainnya.

Di tahun 2005, penerapan uji MCV yang dikenal dengan cara manual (konvensional) dilakukan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan ditemui kendala karena ketelitian terhadap “Human Error” sehingga pada tahun 2012 ditindak lanjuti dengan pengembangan pengembangan model fisik modifikasi alat uji MCV yang selanjutnya ditindaklanjuti dengan penyempurnaan dalam pengembangan prototype alat uji MCV modifikasi yang diusulkan namanya untuk proses KaKI adalah MOFUKKAT. Harapan yang diperoleh terhadap pengembangan Prototipe modifikasi alat uji MCV atau MOFUKKAT dapat mengurangi kesalahan akibat “Human Error”.



Beberapa pertimbangan dan tanggapan terhadap ketertarikan yang disampaikan oleh beberapa pemangku keputusan (Stake Holders) pada saat sosialisasi alat uji MCV terutama menggunakan MOFUKKAT dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Pada saat dipamerkan pada berbagai kesempatan banyak yang mengharapkan agar alat ini bisa segera disosialisasikan dan dapat diproduksi serta dapat diimplementasikan sebagai persyaratan tambahan dalam spesifikasi umum Bina Marga yaitu.
  - a) Pada saat dilakukan paparan dalam konferensi Regional Teknik Jalan di Makassar bulan Oktober 2014
  - b) Pada saat sosialisai dan pameran produk litbang di kegiatan Kolokium 2013 dan 2014 yang dilaksanakan di Pusjatan.
- 2) Investor yang berkeinginan untuk memproduksi selaku vendor juga menginginkan pedoman pendukung dalam pengoperasiannya sehingga dapat diperoleh kepastian dalam pengembangan produk Alat Uji MCV Modifikasi.

Secara umum modifikasi alat uji MOFUKKAT ini sudah dapat dioperasikan dengan baik dan sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan dalam implementasi terhadap hubungannya sebagai uji kekuatan pemadatan tanah yang mengindikasikan kondisi yang sebenarnya dengan memperoleh parameter MCV. Beberapa ketentuan sehingga alat Uji MOFUKKAT ini disiapkan dan digolongkan dalam Litbang Inovasi tematik tahun 2012, karena ada beberapa pertimbangan baik secara teknis dan kemudahan operasional saat pengujian serta mobilisasinya dilapangan dibandingkan dengan alat uji MCA (Moisture Condition Apparatus:

- 1) Pemadatan lapangan yang menggunakan alat pemadat lapangan maka alat uji NKA - MCV ini mencerminkan kondisi yang lebih mendekati karena tinggi jatuh disesuaikan dengan keadaan setelah terjadi pemadatan karena merupakan uji kekuatan tanah yang dipadatkan pada kondisi sempurna, yaitu dengan mencapai nilai void ratio sebesar antara 2 – 5 %.
- 2) Jumlah pemadatan dilapangan yang juga mempunyai hubungan yang mengimplementasikan kondisi pemadatan lapangan sebenarnya yaitu tahap pemadatan disesuaikan dengan implementasi:
  - a) penyesuaian terhadap jumlah lintasan, jumlah pemadatan dari tahap pertama
  - b) tahap berikutnya berbeda yang mencerminkan kondisi lapangan yang kepadatannya meningkat seiring dengan jumlah lintasan alat pemadat sesuai di desain di syaratkan
  - c) dengan tinggi jatuh yang tetap yang secara signifikan mencerminkan beban pemadat yang mempunyai elevasi tetap.

- 3) Pemanfaatan Hasil Uji paramter MCV atau paramter nilai kondisi kadar air (NKA) suatu material dapat digunakan sebagai persyaratan dalam penentuan ketentuan tanah timbunan yang disyaratkan karan mempunyai hubungan calibrasi linier dengan kadar airnya dan berinteraksi seaara baik dengan parameter uji kepadatan .
- 4) Pada saat dipresentasikan dalam suatu acara pameran produk litbang jalan dan jembatan, diperoleh tanggapan positif dari pengunjung agar alat uji MCV ini dapat disosialisasikan. Untuk itu kelengkapan prototype kajian kegiatan pemanfaatnanya kegiatan terpisah yang meliputi: kajian naskah ilmiah dalam pemanfaatannya dan criteria disain untuk dapat diproduksi maka perlu dilengkapi dengan SNI yang merupakan metode standar uji parameter MCV dan interpretasi penerapan parameter tersebut,
- 5) Berdasarkan kajian terhadap alat uji MCV yang diperasikan dengan cara manual maka perlu dilakukan Modifikasi Alat Uji MCV menjadi alat UJI MOFUKKAT yang telah dilakukan pada tahun anggaran 2012 dan dilanjutkan dengan pembuatan prototipenya dengan beberapa tambahan selama pengoperasiannya seperti: kecepatan proses pengujian dan output dari hasil pengujian MCV tampilan grafik yang dihasilkan melalui penggunaan software operasional alat uji NKA dan hasilnya diproses menggunakan fasilitas Microsoft excel.
- 6) Alat uji MOFUKKAT agar dapat diproduksi oleh vendor yang berminat dan dapat digunakan untuk mendukung spesifikasi Umum Bina Marga maka perlu menyiapkan draft SNI berupa R0 Standar Pengujian parameter MCV dan R0 pedoman teknis metode implementasi hasil uji parameter MCV.
- 7) Penyiapan draft SNI berupa R0 ini akan dapat mewujudkan tercapainya NSPM dalam mendukung spesifikasi Umum Bina Marga sebagai spesifikasi pendukung atau spesifikasi khusus.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam kegiatan ini adalah belum dapat disosialisasikan pemanfaatannya sebagai persyaratan standar uji untuk mendukung Spesifikasi Umum Bina Marga dan diproduksi oleh vendor yang berminat karena belum dilengkapinya SNI sebagai standar uji acuan sebagai rujukan. Untuk itu pada tahun 2015 dilakukan penyiapan draft SNI berupa R0 Standar Metode Uji ydan tahun 2016 penyiapan R0 pedoman teknis yang merupakan panduan dalam implementasi terhadap hasil uji parameter MCV.

## **1.3 Tujuan dan Sasaran**

### **1.3.1 Tujuan**

Tujuan dari kegiatan litbang TA 2015 ini adalah menyiapkan draft SNI berupa R0 Metode Uji Nilai Kondisi Kadar Air (NKA) – Moisture Condition Value (MCV) menggunakan Alat Uji MOFUKKAT yang siap dioperasikan sebanyak 1 (satu) buah.

### **1.3.2 Sasaran**

Sasaran dari kegiatan TA 2015 adalah terwujudnya 1 (satu) Draft SNI berupa R0 Metode Uji Parameter Moisture Condition Value (MCV) .

## **1.4 Keluaran (Output dan Outcome)**

### **1.4.1 Output**

Luaran yang berupa output dari kegiatan TA 2015, adalah 1 (satu) draft SNI berupa R0 Metode Uji Parameter Moisture Condition Value (MCV)

### **1.4.2 Outcome**

Luaran yang berupa outcome adalah terwujudnya pengendalian kualitas material untuk jalan khususnya sebagai timbunan jalan yang berfungsi sebagai tanah dasar perkerasan jalan dengan memanfaatkannya alat uji MCV modifikasi MOFUKKAT yang memenuhi kriteria:

- 1) Mempunyai HaKI (hak Kekayaan Intelektual) dengan nama usulan MOFUKKAT dengan no patent usulan P00201402811.
- 2) Dengan dilengkapi R0 ini maka akan berpotensi untuk diproduksi secara massal oleh vendor yang berminat.
- 3) Dengan dilengkapi R0 ini maka dapat diposisikan sebagai penunjang spesifikasi umum Bina Marga, atau dapat berupa opsi tambahan atau spesifikasi khusus.

## **1.5 Lingkup Kegiatan Paket Kerja**

Lingkup pekerjaan pada TA 2015 diuraikan sebagai berikut.

### **1.5.1 Lingkup Wilayah Kegiatan**

Lingkup Wilayah Kegiatan: DKI Jakarta (koordinasi dan diseminasi/seminar/kolokium), Jawa Barat (pengambilan contoh, pengujian lapangan / laboratorium dan diseminasi/seminar), Jawa Tengah (pengambilan contoh).

### **1.5.2 Lingkup Kegiatan Aktivitas Litbang**

Lingkup kegiatan litbang TA 2014 adalah sebagai berikut:

- 1) Kajian pustaka dan pengumpulan informasi mengenai teknologi pemanfaatan MCV sebagai persyaratan teknis di spesifikasi.

- 2) Koordinasi dengan narasumber dan institusi terkait (Laporan pendahuluan).
- 3) Penyiapan draft R0 Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV) menggunakan Alat Uji MOFUKKAT.
- 4) Pengambilan contoh tanah
- 5) Pengujian laboratorium dan pengujian lapangan menggunakan alat uji MCA (Moisture Condition Apparatus) manual dan modifikasi Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV) menggunakan Alat Uji MOFUKKAT dilakukan bersamaan
- 6) Penyusunan draft SNI berupa R0 Metode Uji Parameter Moisture Condition Value (MCV) .
- 7) Diskusi dengan nara sumber (laporan interim)
- 8) Penyempurnaan draft R0 Metode Uji Parameter Moisture Condition Value (MCV)
- 9) Diskusi dengan nara sumber (laporan final)
- 10) Penyiapan draft laporan akhir dan draft final SNI berupa R0 Metode Uji Parameter Moisture Condition Value (MCV) .

## 2 KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Referensi

Studi pustaka yang telah dilakukan antara lain persyaratan bahan timbunan, prinsip dan cara kerja alat uji MCV yang pada dasarnya adalah untuk menentukan kualitas jenis material yang layak digunakan sesuai dengan yang disyaratkan serta dapat mengkorelasi nilai MCV dengan parameter lain.

Menurut British Standards Institution. 1976. BS 1377-4 : 1990. *Methods Of Test For Soils For Civil Engineering Purposes*, Part 4 : Compaction-Related tests dibahas penggunaan parameter NKA sebagai parameter disain pemadatan tanah sebagai syarat yang harus dipenuhi, dalam hal pemanfaatannya pada pekerjaan pemadatan tanah untuk berbagai jenis material berdasarkan karakteristik propertis dan kandungan butirannya. Parson. AW and Toombs. AF. 1987. Melalui tulisan yang diterbitkan oleh TRL- Laboratory Research Report 90 membahas bahwa parameter NKA – MCV merupakan faktor yang sangat penting dalam memilih kualitas material jalan.. Berdasarkan Parson. AW and Toombs A.F.

Melalui laporan yang diterbitkan oleh Transport and Road Research Laboratory (TRL) dijelaskan bahwa MCV material merupakan uji kekuatan tanah dan dapat diterapkan untuk berbagai jenis tanah dengan persyaratan tertentu. Kajian terhadap pemanfaatan parameter MCV sebagai parameter disain dalam pekerjaan tanah dibuktikan oleh Parson. AW and Boden. JB. 1978. Demikian juga kajian terhadap uji MCV yang merupakan pengujian cepat dalam penentuan material tanah sebagai bahan konstruksi pondasi jalan terutama untuk subgrade dinyatakan oleh Parson. AW and Boden. JB. 1979 dan TRRL Laboratory Report 750 1999.

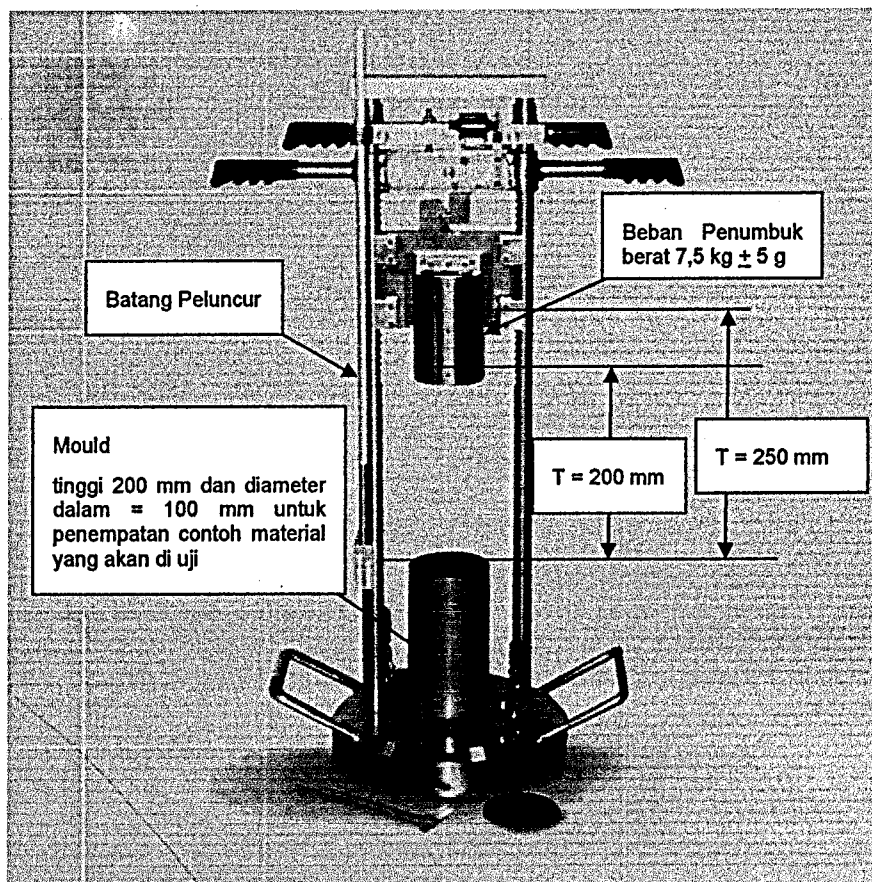
Penggunaan dan implementasi parameter MCV untuk menentukan kelayakan material tanah sebagai material konstruksi pondasi berupa subgrade pada pekerjaan tanah juga di dukung oleh Scottish Development Department (1983).

Pemanfaatan parameter MCV sebagai parameter disain pekerjaan pemadatan tanah menunjukkan kinerja yang sangat relevan terhadap uji kekuatan (Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2012, 2014. Selain itu berpegang pada pedoman untuk menentukan bahan material yang dapat digunakan menggunakan Moisture Condition Apparatus (MCA) dengan melakukan kajian-kajian yang telah dilakukan terhadap hasil pengujian MCV

dibeberapa Negara telah digunakan dan dimanfaatkan yang satu dengan lainnya secara langsung dengan pedoman yang dikembangkan kesesuaiannya karena sudah menjadi publik domain .

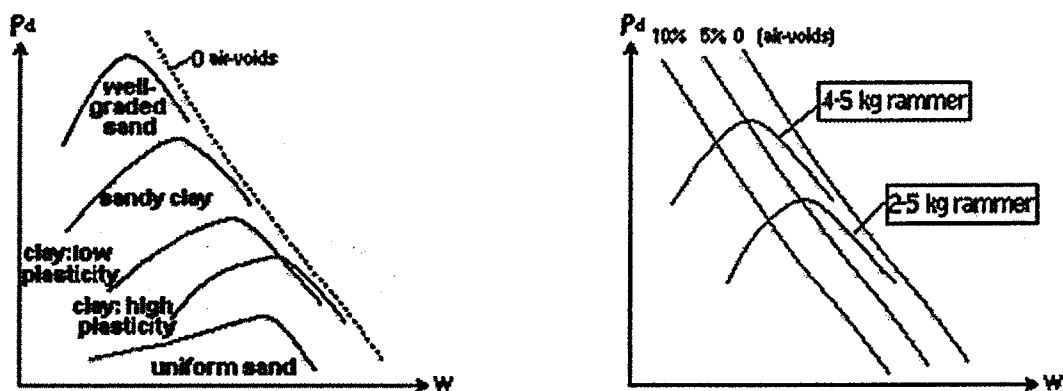
Latar belakang perlunya parameter MCV disyaratkan di beberapa Negara karena membuktikan bahwa prinsip pengujiannya dapat digunakan sebagai uji kekuatan yang mencerminkan kondisi pemadatan lapangan sebenarnya. Walaupun begitu, standar pengujiannya tetap mengacu pada ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- 1) Ketentuan pengujian MCV dari BS (British Standard) no 1377-4, 1976 tetap dipertahankan dengan mengacu pada ketentuan baku sebagai berikut :
  - a) Mold dengan dasar yang kedap dengan ukuran diameter dalam = 100 mm, tinggi dalam mold = 200 mm
  - b) Alat penumbuk (Rammer), dengan dasar rata dan diameter 97 mm, berat = 7.5 kg, tinggi jatuh = 250 mm (dihitung dari pegangannya) dan 200 mm (dihitung dari dasar alat penumbuk ke permukaan contoh yang akan diuji), diperlihatkan pada .

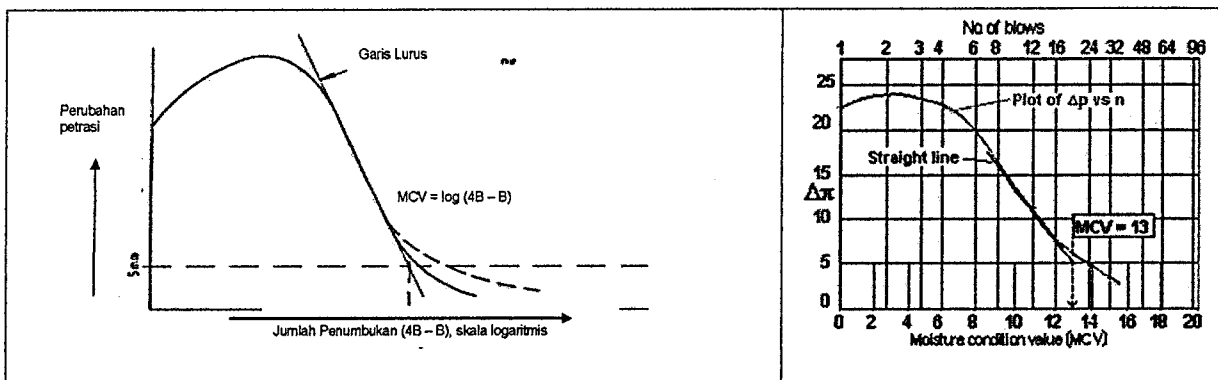


**Gambar 1. Alat Uji MCV menggunakan MCV menurut SDD Application Guide (1989) dan British Standards Institution. 1976. BS 1377-4 : 1990**

- c) Contoh material dapat tanah atau aggregate dengan batasan tertentu lolos saringan no 200 sebanyak 1.5 kg passing a 20 mm mesh sieve
- 2) PARSONS, A W dan Boden, J B (1979), Transport and Road Research Laboratory, Old Wokingham Road, Crowthorne RG11 6AU, Berkshire England, mengkaji penerapan uji MCV untuk pekerjaan tanah yang intinya berupa test dalam memenuhi kualitas material dalam pekerjaan tanah dengan mengetahui Nilai Kadar air Tanah secara cepat. Selanjutnya juga dibuktikan bahwa MCV material ini mempunyai korelasi dengan nilai kuat geser tak terdrainase (undrained shear strength) tanah yang dipadatkan dan nilai kepadatan lapangan serta CBR.
- 3) Prof. John Atkinson (Jun 9, 1980), City University, London, Geotechnical reference package dalam pekerjaan pemadatan tanah juga menyatakan bahwa uji MCV merupakan pengujian laboratorium yang cepat dan praktis untuk mendeteksi material yang layak untuk digunakan sebagai tanah dasar perkerasan jalan serta menentukan jenis alat pemadat yang tepat untuk tiap jenis tanah.
  - a) Grafik pemadatan yang menunjukkan hubungan antara kadar air dan kepadatan keringnya sangat tergantung dari jenis tanah/materialnya serta energy effort pemadatan yang dilakukan (Gambar 2).
  - b) Dalam implementasi uji parameter MCV dengan prosedur meletakkan tanah pada mold dan ditumbuk dengan tinggi jatuh 250 mm atau 200 mm (lihat Gambar 1) dan di ukur penetrasi penurunannya tiap tahap penumbukan mendapatkan nilai parameter MCV yang mencerminkan nilai pemadatan mencapai derajat kepadatan 90 – 95% (Gambar 3).



**Gambar 2. Jenis Tanah dan Tipe Pemadatan (Prof. John Atkinson (Jun 9, 1980))**



**Gambar 3. Hasil Uji MCV yang menunjukkan nilai = 13 untuk suatu jenis tanah tertentu dengan kondisi kadar air yang ada.**

- 4) Dr. Leslie Davison, University of the West of England, Bristol in association with Prof. Sarah Springman, Swiss Fed, May 2000 INTERPRETATION OF MOISTURE CONDITION VALUE test, <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol4/section1/> , hasil pengujian moisture condition value test (mcv) digunakan untuk menilai dan mengontrol tanah yang sesuai untuk pekerjaan tanah. Hasil tiap MCV material dapat dikorelasikan dengan kadar airnya sehingga membuat "Garis Kalibrasi Linier".
- 5) Barnes, G E dan Staples, S G, page 22-28, 1988-1 THE ACCEPTABILITY OF CLAY FILE AS AFFECTED BY STONE CONTENT, menjelaskan bahwa pengaruh variasi ukuran butir pada kondisi masing-masing kadar airnya mempunyai hubungan dengan kuat geser takterdrainasinya dan dapat diketahui pemanfaatannya sebagai material jalan dengan mengevaluasi hubungannya dengan kondisi kadar airnya (MCV) dalam garis kalibrasi linier.
- 6) Hubungan korelasi antara parameter kepadatan tanah pada proses pemadatan dalam memperoleh grafik hubungan antara kadar air (w-%) dan kepadatan kering ( $\gamma_{dry}$ -t/m<sup>3</sup>) dan pada pengujian dengan alat Uji terutama menggunakan MOFUKKAT yang akhirnya diperoleh Garis Kalibrasi Linier antara kadar air (w-%) dan MCV, menunjukkan kesesuaiannya berdasarkan variasi kadar air.
- 7) Kajian terhadap pemadatan dan uji Parameter MCV yang dilakukan pada beberapa contoh tanah menunjukkan hubungan yang sangat signifikan antara korelasi Parameter MCV dan kadar air dengan grafik pemadatan (Pusjatan : laporan Litbang Naskah Ilmiah, 2014)

## 2.2 Bahan Material Timbunan

Dalam menentukan material timbunan maka hal utama yang perlu diketahui adalah dengan menentukan persyaratan berdasarkan klasifikasinya.



### **2.2.1 Klasifikasi Bahan Material Timbunan**

Bahan yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut SNI 03-6371-2000 dan AASHTO M145 dan sebagai CH menurut "Unified atau Casagrande Soil Classification System".

Pada Spesifikasi Bina Marga, bila penggunaan tanah yang berplastisitas tinggi tidak dapat dihindari, maka:

- 1) Bahan material tersebut harus digunakan hanya pada bagian dasar dari timbunan atau pada penimbunan kembali yang tidak memerlukan daya dukung atau kekuatan geser yang tinggi.
- 2) Tanah plastisitas tinggi seperti tersebut sama sekali tidak boleh digunakan pada 30 cm lapisan langsung di bawah bagian dasar perkerasan (dibawah lapis pondasi perkerasan jalan) atau bahu jalan atau tanah dasar bahu jalan.

### **2.2.2 Persyaratan Material sebagai Bahan Timbunan**

Persyaratan yang tertuang dalam Spesifikasi Bina Marga Divisi 3: Pekerjaan Tanah menyebutkan bahwa :

- 1) Bahan timbunan bila diuji dengan mengacu pada 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.
- 2) 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).

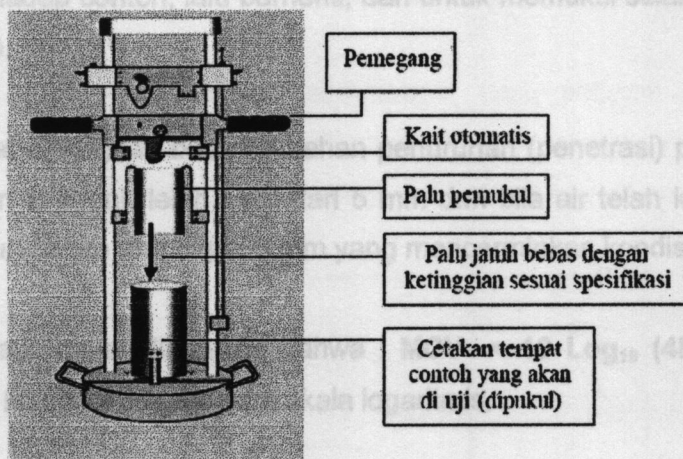
## **2.3 Karakteristik menggunakan hasil uji MCV**

### **2.3.1 Implementasi Uji MCV**

Diluar negeri khususnya di negara Scotlandia dan Negara Skandinavia serta United States telah dikembangkan suatu metode pengujian terhadap kesesuaian material untuk timbunan yakni berdasarkan pengujian terhadap MCV (Moisture Condition Value). Pada prinsipnya pengujian ini menentukan korelasi yang ditunjukkan oleh parameter MCV vs kadar air tanah terhadap parameter-parameter lain yang digunakan sebagai persyaratan timbunan. Dengan demikian korelasi antara garis kalibrasi kadar air tanah dengan MCV terhadap CBR (California Bearing Ratio) menunjukan parameter MCV pada tingkat kepadatan yang sama.

Disamping itu, pada pembangunan konstruksi jalan pengujian MCV dapat dijadikan kontrol dan identifikasi awal manfaat material bahan jalan dan pengendali mutu lapangan yang diuji menggunakan Moisture Condition Apparatus (MCA). Jadi, MCA adalah alat pengujian untuk mendapatkan nilai MCV dan sudah populer serta banyak digunakan di beberapa negara sebagai persyaratan pemadatan tanah karena:

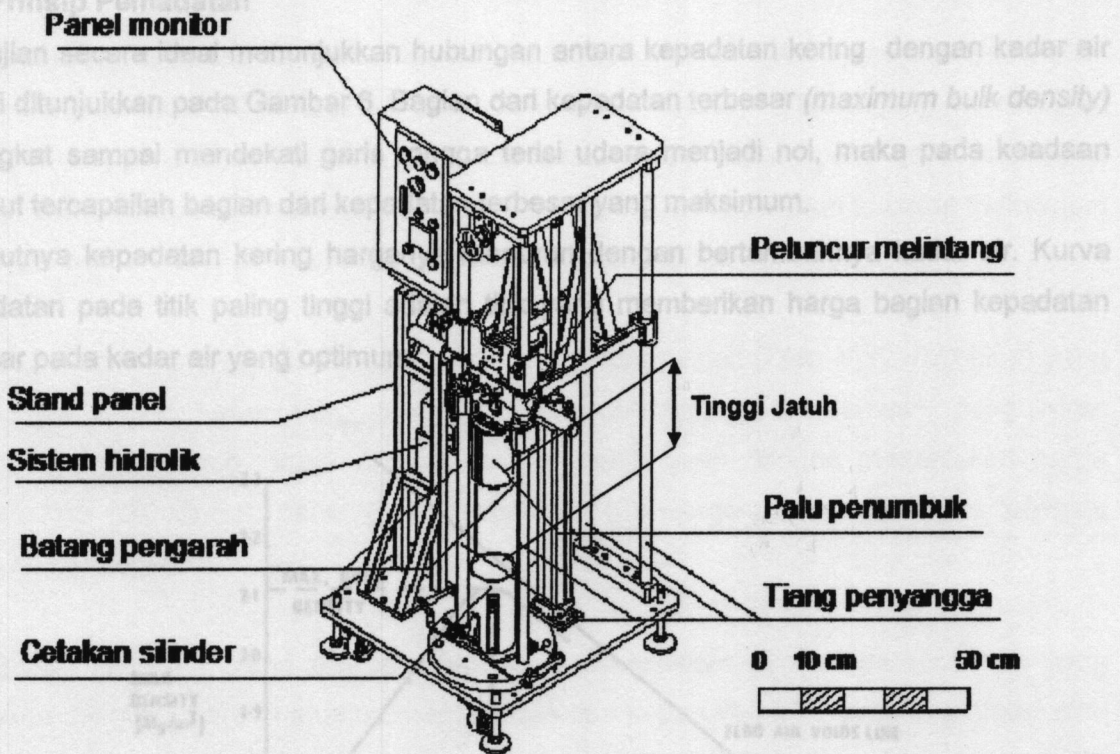
- 1) Pengujian MCV (Gambar 4) adalah pengujian kekuatan tanah yang mengindikasikan dan menggambarkan proses pemadatan dilapangan yang sebenarnya
  - a) Tinggi Jatuh alat pemadat berubah sesuai penetrasi akibat pemadatan sehingga mengimplementasikan proses pemadatan.
  - b) Penempatan material yang akan diuji dalam mold tidak perlu dilakukan lapis demi lapis seperti pemadatan standar / modified'
  - c) Proses pemadatan adalah identik dengan jumlah lintasan alat berat
  - d) Hasil parameter MCV mempunyai hubungan dengan kepadatan tanah dengan kadar air yang sama.
- 2) Pada Gambar 5 adalah alat uji MOFUKKAT yang merupakan pengembangan inofasi modifikasi alat uji MCA (moisture Condition Apparatus) dapat digunakan untuk menentukan kualitas jenis material yang layak digunakan untuk pembangunan konstruksi jalan.
- 3) Proses pengujian MCV menggambarkan kontrol kualitas material pada saat uji pemadatan dilapangan dalam spesifikasi pekerjaan tanah untuk konstruksi jalan.



EL24-9138 Moisture Condition Apparatus

**Gambar 4. Alat MCV Manual (konvensional) dengan bagian palu penumbuk.**

## 2.4 Prinsip Pemadatan



Gambar 5. Bagan Alat MOFUKAT

Alat MCV (Moisture Condition Value) seperti pada Gambar 4 dan pengembangannya pada Gambar 5 diatas 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).

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 :  $MCV = 10 \log_{10} (4B - B)$  merupakan nilai penetrasi pada kondisi 4B – B dalam skala logaritmis.

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)

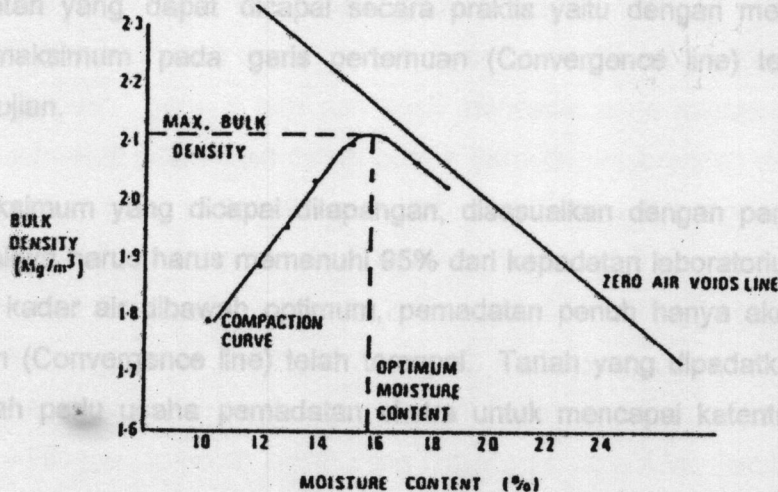
MCV = Moisture Condition Value pada sklala biasa (Konstanta)



## 2.4 Prinsip Pemadatan

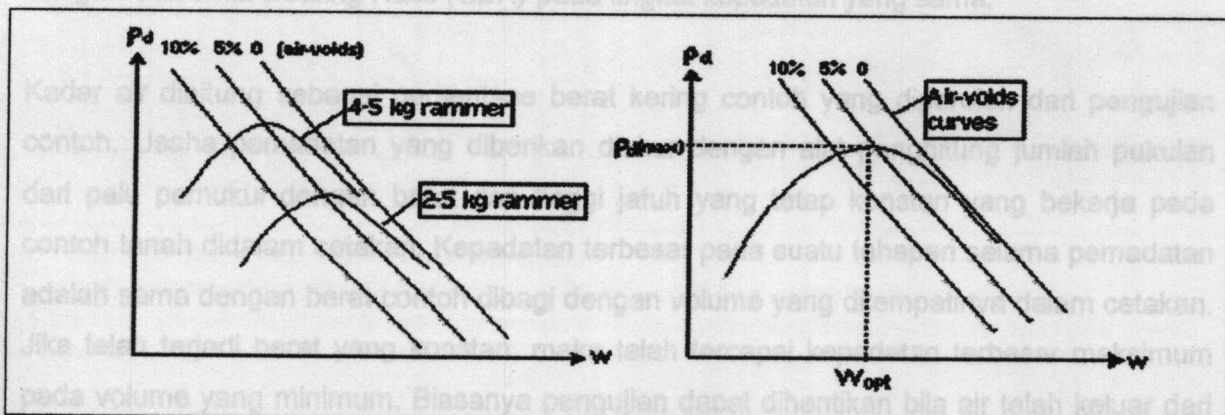
Pengujian secara ideal menunjukkan hubungan antara kepadatan kering dengan kadar air seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Bagian dari kepadatan terbesar (*maximum bulk density*) meningkat sampai mendekati garis rongga terisi udara menjadi nol, maka pada keadaan tersebut tercapailah bagian dari kepadatan 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 6. 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 7.



Gambar 7. Kurva pemadatan dengan energy pemadatan yang berbeda

Perbedaan dalam penetrasi dihitung dengan mengurangi tiap-tiap pembacaan penetrasi

Pada Gambar 7 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.

Salah satu cara untuk menentukan kadar air optimum adalah dengan menggunakan grafik logaritma dari jumlah

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.

Salah satu cara untuk menentukan kadar air optimum adalah dengan menggunakan grafik logaritma dari jumlah

Kepadatan maksimum yang dicapai dilapangan, disesuaikan dengan perencanaan yang digunakan misalnya harus 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.

Salah satu cara untuk menentukan kadar air optimum adalah dengan menggunakan grafik logaritma dari jumlah

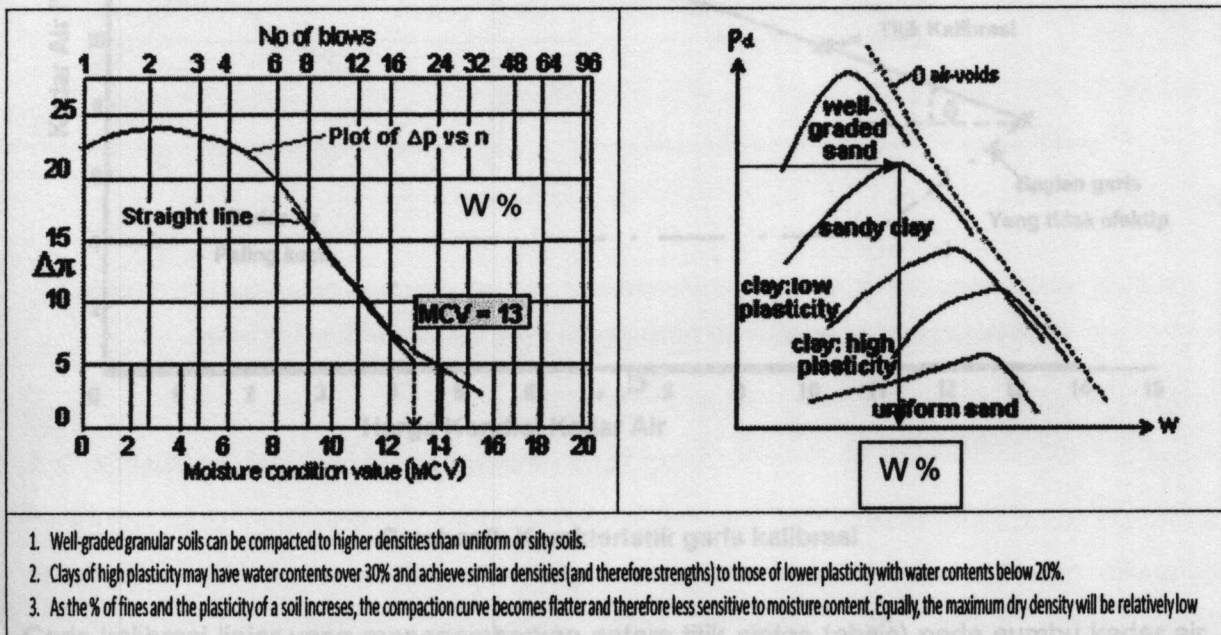
## 2.5 Prinsip Pengujian MCV

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. Catatan, keluarnya cairan (biasanya dalam bentuk lumpur) 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 8 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. Hal ini masih diperdebatkan, apakah pengujian perlu terus dilakukan sehingga diperoleh kajian yang dinyatakan oleh A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992.



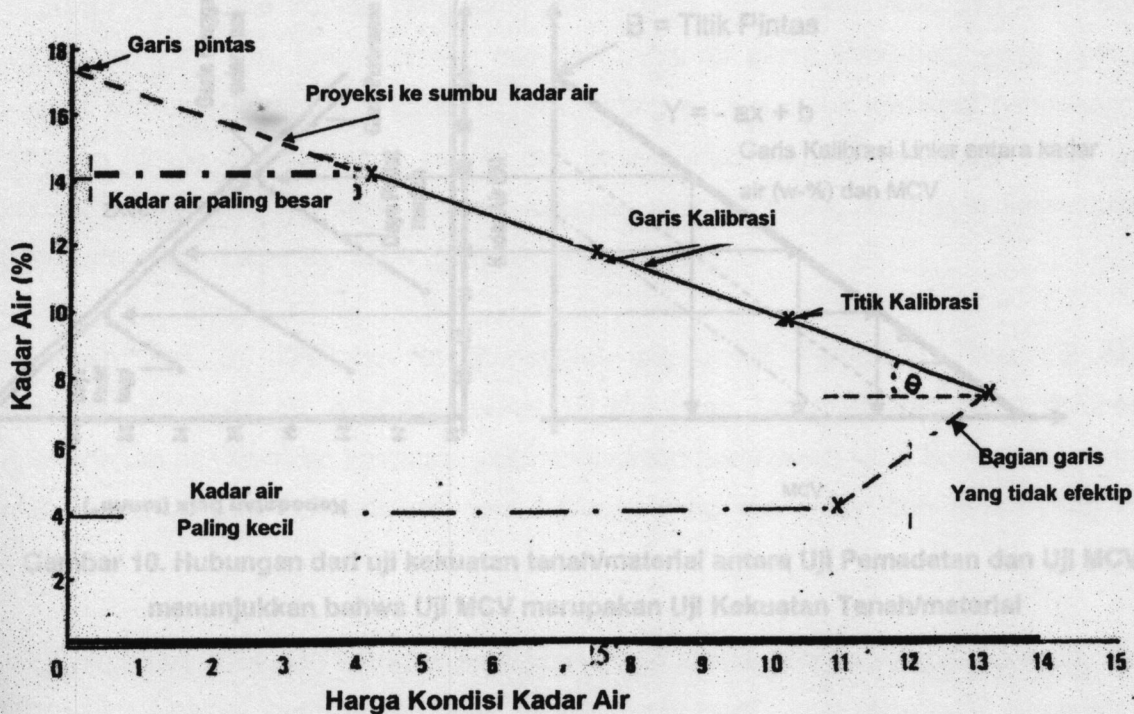
**Gambar 8. Kurva Pengujian MCV untuk tanah lempung low plasticity dan hasil implementasi pemadatan beberapa jenis material tanah dengan berbagai variasi gradasi**

## 2.6 Garis Kalibrasi MCV vs m/c

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 menunjukkan 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 9).



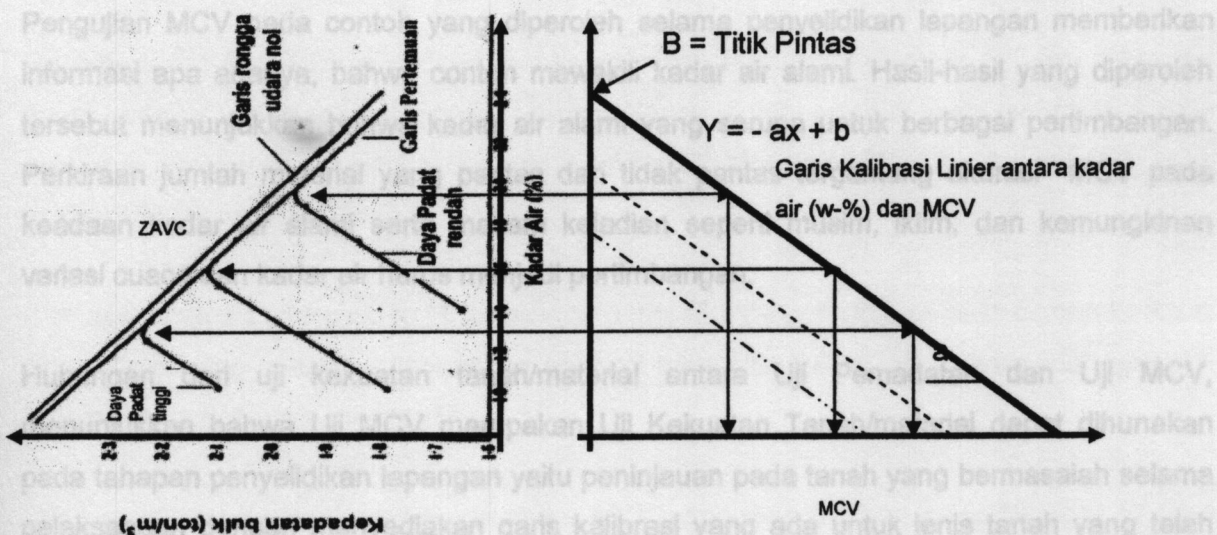
Gambar 9. Karakteristik garis kalibrasi

Garis kalibrasi linier yang menggambarkan antara titik pintas (absis) pada sumbu kadar air, batas kemiringan garis (ordinat), 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.

Hasil kajian terhadap pemanfaatan parameter MCV yang dilakukan oleh Pusat Litbang Jalan dan Jembatan yang dituangkan dalam Naskah Ilmiah menunjukkan bahwa parameter kepadatan tanah mempunyai korelasi yang sangat konfergen terhadap parameter tanah melalui hubungannya dengan kadar air dalam : "Garis Kalibrasi yang sifatnya Linier". Secara jelas hubungannya antara kalibrasi kadar air dan MCV suatu material dengan grafik hubungan antara pemadatan dan kadara airnya diperlihatkan pada Gambar 10.

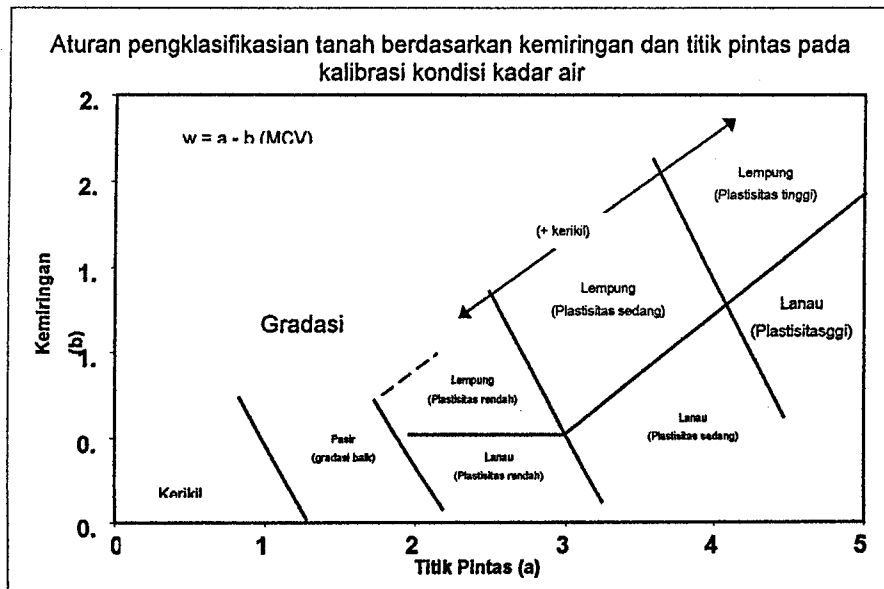


Gambar 10. Hubungan dari uji kekuatan tanah/material antara Uji Pemadatan dan Uji MCV, menunjukkan bahwa Uji MCV merupakan Uji Kekuatan Tanah/material

## 2.7 Klasifikasi Material menggunakan hasil MCV

Pengujian MCV harus dilakukan terhadap tiap jenis tanah dan garis kalibrasi dapat digambar untuk tiap-tiap jenis tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11 dan diketahui klasifikasinya. Gambarkan kemiringan garis terhadap titik pintas yang dapat menginterpretasikan macam jenis material. Garis kalibrasi penting dalam karakterisasi hubungan MCV dengan kadar air dan dapat sebagai dasar untuk pengujian berikutnya untuk mengetahui kondisi MCVnya.





Gambar 11. Pengklasifikasian tanah berdasarkan kemiringan dan titik pintas pada kalibrasi kondisi kadar air dari Kalibrasi MCV vs m/c

Pengujian MCV pada contoh yang diperoleh selama penyelidikan lapangan memberikan informasi apa adanya, bahwa contoh mewakili kadar air alami. Hasil-hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa kadar air alami yang serupa untuk berbagai pertimbangan. Perkiraan jumlah material yang pantas dan tidak pantas tergantung akurasi MCV pada keadaan kadar air alami serta macam kejadian seperti musim, iklim, dan kemungkinan variasi cuaca dan kadar air harus menjadi pertimbangan.

Hubungan dari uji kekuatan tanah/material antara Uji Pemadatan dan Uji MCV, menunjukkan bahwa Uji MCV merupakan Uji Kekuatan Tanah/material dapat dihunikan pada tahapan penyelidikan lapangan yaitu peninjauan pada tanah yang bermasalah selama pelaksanaan dengan menyediakan garis kalibrasi yang ada untuk jenis tanah yang telah ditentukan.

Pengujian harus dilakukan terhadap jenis-jenis tanah sesuai dengan yang disyaratkan. Garis kalibrasi juga harus digambarkan pada tiap-tiap jenis tanah yang kemiringan terhadap titik pintas mungkin dapat ditemui pada banyak jenis tanah. Garis kalibrasi sangat penting dalam karakterisasi hubungan MCV dengan kadar air sebagai basis untuk pengujian berikutnya. Rekomendasi harus dibuat dalam laporan interpretasi dan menyatakan batasan paling rendah dari MCV. Perkiraan jumlah material yang pantas atau tidak pantas tergantung akurasi MCV pada keadaan kadar air alami. Iklim serta kemungkinan perubahan cuaca dan kadar air harus menjadi pertimbangan.

Untuk konstruksi jalan, batas atas kadar air ditentukan menggunakan pengujian tanah untuk mengukur tegangan geser tidak terdrainase dan pemampatan dengan memperhitungkan desain timbunan. Kalibrasi jenis tanah mulai dari lempung padat sampai lempung pasir kerikil menunjukkan bahwa standar biasanya digunakan untuk batas-batas kesesuaian seperti tanah dalam konstruksi jalan setara dengan MCV sekitar 8. Dengan demikian, hal ini mungkin MCV konstan dapat digunakan sebagai kriteria kesesuaian untuk berbagai jenis tanah yang ditemui pada salah satu lokasi konstruksi jalan.

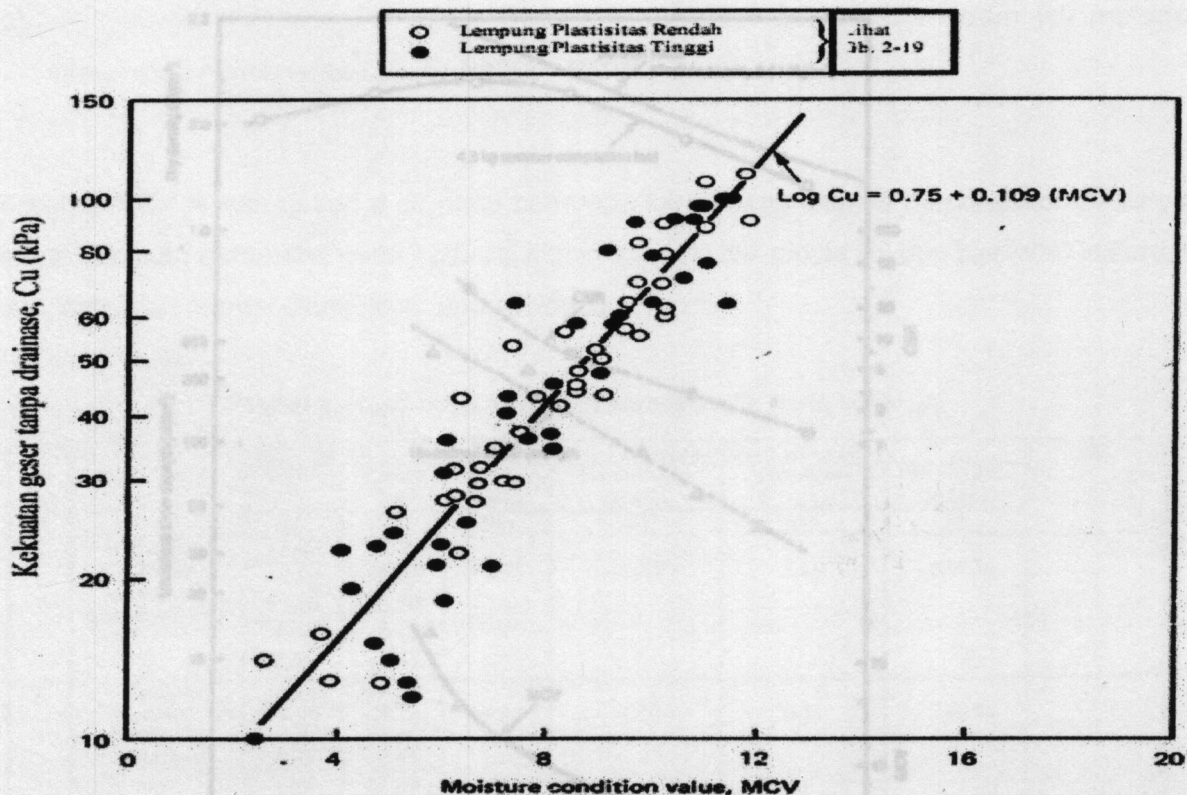
## **2.8 Hasil Kajian Hubungan MCV dengan Kekuatan Tanah**

Pengujian MCV dilaboratorium dilakukan pengukuran kekuatan tanah terganggu dengan alat geser baling ukuran kecil (diameter baling 20 mm dan panjang 25 mm). Alat geser baling tersebut ditekan masuk sedalam 55 mm dan diputar dengan kecepatan 6 % per detik (perlihatkan pada Gambar 12).

Hasil-hasil untuk plastisitas sedang dan tinggi ditunjukkan pada Gambar 12 yaitu diperoleh suatu garis lurus bila kekuatan geser tanpa drainase digambar pada skala logaritma. Harga kekuatan geser tanpa drainase bervariasi sekitar 70 kPa pada MCV = 10 sampai dengan sekitar 15 kPa pada MCV = 4.

Berdasarkan hasil uji terhadap MCV beberapa material yang dilakukan pada contoh tanah di Jawa Barat yang umumnya digunakan sebagai bahan timbunan untuk subgrade diperoleh hubungan yang sangat konvergen.

Hasil pengujian dalam mencari parameter MCV yang diperlihatkan pada Gambar 12 juga diperlihatkan pada Tabel 1 yang menunjukkan kompilasi hubungan antara MCV dengan  $C_u$  berupa garis lurus yang dibuat pada skala logaritma dan MCV, dimungkinkan untuk kekuatan geser tanpa drainase. Bagaimanapun juga dalam kasus pengukuran geser baling sedikitnya ada perbedaan hubungan untuk tiap jenis tanah sehingga hubungan antara kekuatan geser tanpa drainase untuk tanah terganggu dengan MCV dapat memprediksikan karakteristik properties tanah.



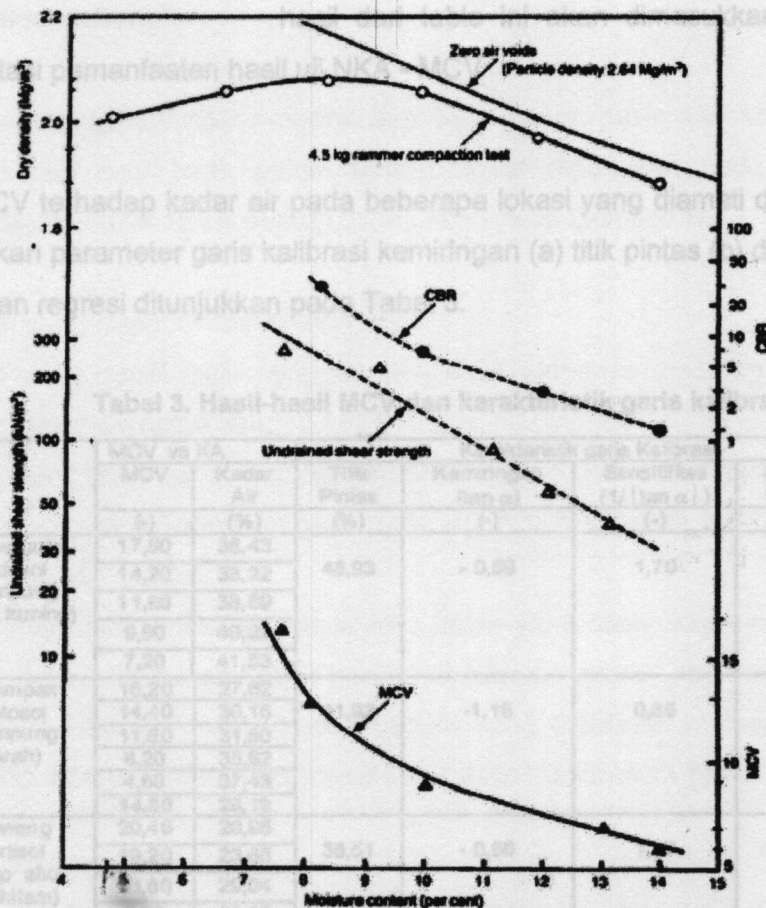
Gambar 12. Hubungan antara kekuatan geser tanpa drainase ditentukan pada uji geser baling ukuran kecil dengan MCV untuk tanah lempung plastisitas sedang dan tinggi

Tabel 1. Korelasi MCV dengan kekuatan geser tanpa drainase yang diperoleh dari hasil uji geser baling dengan tangan.

| Jenis Tanah                | Jumlah Hasil | Persamaan hubungan antar MCV dengan $C_u$     | Koefisien korelasi |
|----------------------------|--------------|-----------------------------------------------|--------------------|
| Lempung-Plastisitas tinggi | 40           | $\text{Log } C_u = 0,74 + 0,111 (\text{MCV})$ | +0,94              |
| Lempung-Plastisitas sedang | 44           | $\text{Log } C_u = 0,77 + 0,107 (\text{MCV})$ | +0,96              |
| Lempung-Plastisitas rendah | 14           | $\text{Log } C_u = 0,91 + 0,112 (\text{MCV})$ | +0,89              |
| Lanau-Plastisitas tinggi   | 15           | $\text{Log } C_u = 0,70 + 0,105 (\text{MCV})$ | +0,97              |
| Lanau-Plastisitas sedang   | 2            | $\text{Log } C_u = 0,80 + 0,100 (\text{MCV})$ | -                  |
| Lanau-Plastisitas rendah   | 4            | $\text{Log } C_u = 0,91 + 0,120 (\text{MCV})$ | -                  |

Catatan :  $C_u$  = Kekuatan geser tanpa drainase (kPa)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13, diharapkan bahwa *California Bearing Ratio* (CBR) mempunyai hubungan dengan MCV untuk perencanaan perkerasan. Contoh-contoh hubungan dikemukakan oleh Threadgold dan Webb. Jones 1993 menunjukkan hasil korelasi MCV-kekuatan geser-CBR dan pematatan tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Korelasi MCV-Kekuatan Geser-CBR dan Pemadatan, Menurut Jones 1993

Disamping itu hasil-hasil pengujian MCV yang telah dilakukan terhadap jenis-jenis bahan material ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 2. Korelasi MCV terhadap parameter lain

| No  | Lokasi                            | MCV vs CBR           | MCV vs Kohesi ( $C_u$ )          | MCV vs Sudut geser dalam ( $\phi$ ) |
|-----|-----------------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| (1) | (2)                               | (3)                  | (4)                              | (5)                                 |
| 1   | Purwakarta (Andosol-1)            | $Y=2,9125 X -31,985$ | $Y=-1,5251 X +38,234$            | $Y=0,6601 X +55,809$                |
| 2   | Cikampek (Latosol)                | $Y=2,7987 X -17,753$ | $Y=-2,3298 X +55,047$            | $Y=0,6004 X +58,853$                |
| 3   | Karawang (Vertisol)               | $Y=2,1932 X -18,534$ | $Y=-2,2007 X +62,607$            | $Y=0,58 X +56,712$                  |
| 4   | Citatah (Tanah berbutir berpasir) | $Y=2,236 X -7,7679$  | $Y= 20,882 X -161,74$            | $Y=0,7125 X +56,822$                |
| 5   | Citatah Padalarang (Serpil)       | $Y=1,8298 X -11,166$ | $Y=4,6618 X^2 -79,347 X +373,63$ | $Y=2,7991 X 5,4655$                 |
| 6   | Ciganea Purwakarta (Andosol-2)    | $Y=6,5032 X -103,38$ | -                                | -                                   |

Catatan :

- 1) Korelasi kadar air dan parameter MCV terhadap parameter parameter Kekuatan dan kuat geser, CBR dan sudut geser dalam dengan perincian sebagai berikut:

- a) CBR = (kolom 3)  
b) kohesi = (kolom 4) Kekuatan geser tanpa drainase  
c) Sudut geser dalam = (kolom 5)



2) Persyaratan bahan hasil dari table ini akan dimasukkan dalam R0 metode interpretasi pemanfaatan hasil uji NKA - MCV

Pedoman untuk menentukan proporsi dari butir halus, pasir dan kerikil (ditentukan dari distribusi ukuran butir pada galian tanah) dapat digunakan pada Moisture Condition Korelasi MCV terhadap kadar air pada beberapa lokasi yang diamati dan diuji dan hasilnya mencerminkan parameter garis kalibrasi kemiringan (a) titik pintas (b) dan koefisien kalibrasi atau ketelitian regresi ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil-hasil MCV dan karakteristik garis kalibrasi**

| No | Lokasi                                     | MCV vs KA |           | Karakteristik garis Kalibrasi |                 |                    |                     | Ket  |
|----|--------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|------|
|    |                                            | MCV       | Kadar Air | Titik Pintas                  | Kemiringan      | Sensitifitas       | Koefisien Kalibrasi |      |
|    |                                            | (-)       | (%)       | (%)                           | (tan $\alpha$ ) | (1/ tan $\alpha$ ) | (-)                 |      |
| 1  | Purwakarta Andosol (Lempung Coklat kuning) | 17,60     | 38,43     | 48,93                         | - 0,59          | 1,70               | - 0,9935            |      |
|    |                                            | 14,20     | 36,22     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 11,60     | 38,69     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 9,90      | 40,22     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 7,20      | 41,53     |                               |                 |                    |                     |      |
| 2  | Cikampek Latosol (Lempung merah)           | 16,20     | 27,62     | 41,93                         | -1,18           | 0,85               | - 0,9853            | Wopt |
|    |                                            | 14,40     | 30,15     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 11,60     | 31,90     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 8,20      | 35,62     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 4,60      | 37,43     |                               |                 |                    |                     |      |
| 3  | Krawang Vertisol (Lemp abu-abu hitam)      | 14,80     | 28,19     | 38,51                         | - 0,86          | 1,17               | - 0,9636            |      |
|    |                                            | 20,40     | 20,95     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 19,20     | 23,65     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 13,80     | 29,04     |                               |                 |                    |                     |      |
| 4  | Citatah (Tanah berbutir berpasir)          | 8,60      | 31,08     | 48,02                         | - 0,81          | 1,24               | - 0,9933            |      |
|    |                                            | 17,70     | 33,05     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 14,20     | 36,22     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 11,60     | 38,69     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 9,90      | 40,22     |                               |                 |                    |                     |      |
| 5  | Citatah (tanah mengan dung serpih)         | 7,20      | 41,53     | 48,25                         | - 0,89          | 1,12               | -0,9982             |      |
|    |                                            | 17,80     | 32,17     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 15,60     | 34,42     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 12,20     | 37,07     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 9,70      | 39,90     |                               |                 |                    |                     |      |
| 6  | Ciganea Andosol (Lempung Coklat)           | 6,20      | 42,53     | 79,80                         | -2,91           | 0,34               | - 0,9947            |      |
|    |                                            | 18,6      | 27,62     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 17,8      | 30,15     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 16,40     | 33,60     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 15,40     | 35,62     |                               |                 |                    |                     |      |
|    |                                            | 13,60     | 42,16     |                               |                 |                    |                     |      |

Catatan:

hasil dari table ini akan dimasukkan dalam R0 metode implementasi pemanfaatan hasil uji parameter MCV

## 2.9 Karakteristik Peralatan Alat Uji MCV

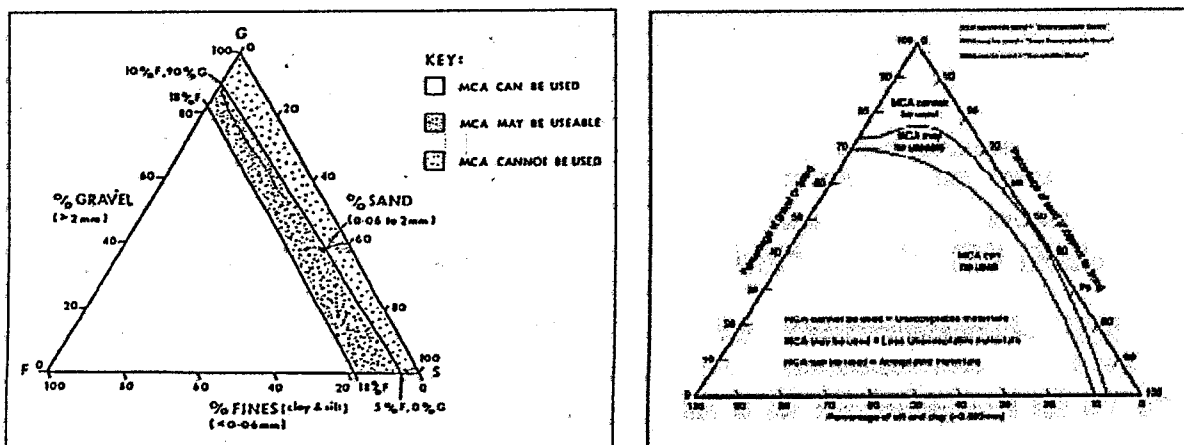
Kajian terhadap peralatan yang dibutuhkan pada pelaksanaan uji NKA - MCV seperti yang ditunjukkan pada Gambar 19, yang secara detail dibahas dalam "Kriteria Disain" mempunyai ketentuan dan selanjutnya di kelompokkan dalam R0 sebagai ketentuan dan persyaratan, yaitu:

## 1) Persyaratan bahan

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 14.

Tiga kategori yang dapat didefinisikan yaitu :

1. Tanah yang dapat diuji menggunakan MCA biasanya mempunyai kadar butir halus lebih besar atau sama dengan 18 %
2. Tanah yang tidak dapat diuji dengan MCA mempunyai butir halus lebih kecil dari yang didefinisikan oleh hubungan garis pada titik 5 % halus, 0 % kerikil dan 10 % halus, 90 % kerikil pada gambar 7.
3. Jika jumlah butir halus terletak antara batas yang ditunjukkan kategori 1 dan 2 MCA 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 MCA dapat digunakan pada harga kadar air yang spesifik.



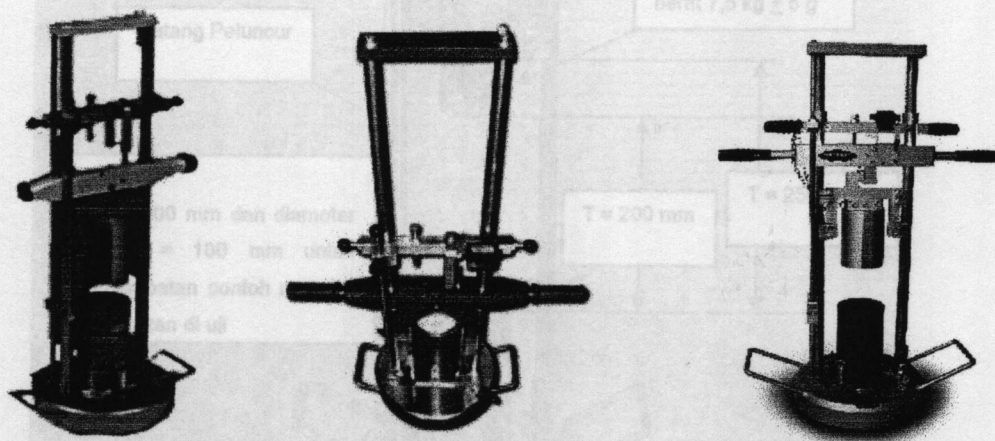
**Gambar 14. Potensi Berbagai Material yang cocok untuk uji menggunakan MCA menurut SDD Applications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992**

## 1) Persyaratan Peralatan

Alat uji MCA adalah alat uji untuk mendapatkan parameter (MCV) tanah secara manual menurut TRL (British Standards Institution, BS1377) dan sudah diproduksi dengan berbagai macam model (Gambar 15).



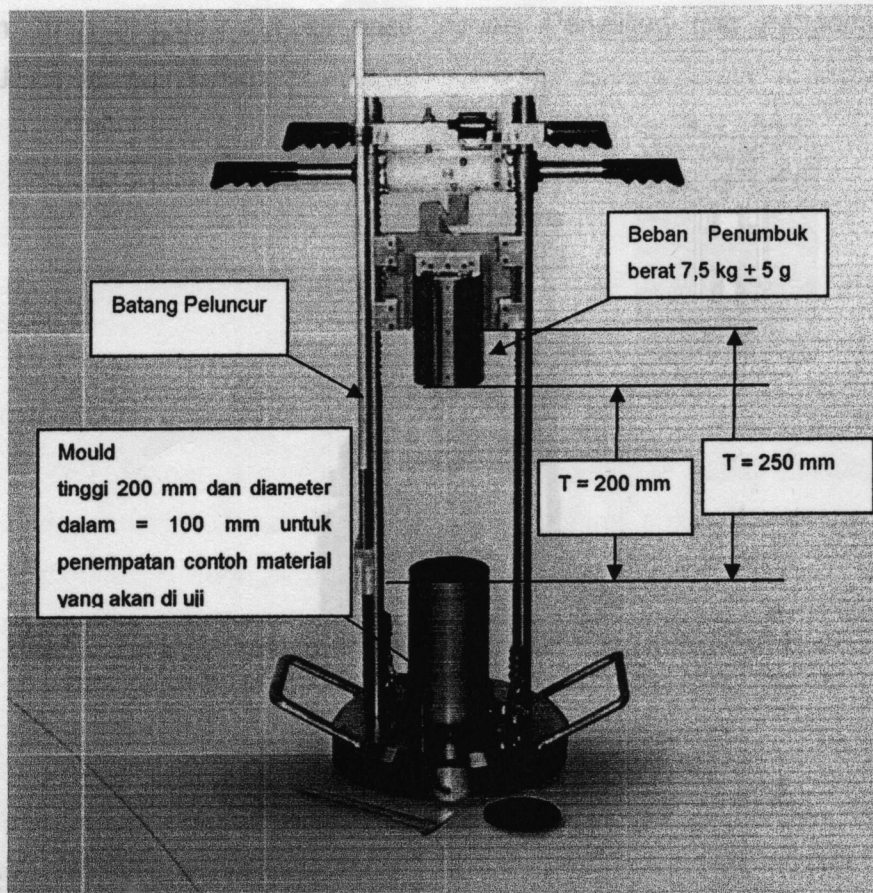
Alat Uji MCV atau MCA terdiri dari Mould untuk uji NKA/MCV dengan ukuran diameter dalam 100 mm, tinggi mould bagian dalam 200 mm yang dilengkapi alat penumbuk seberat 7,5kg  $\pm$  50g yang diluncurkan secara bebas untuk memdatkan material/tanah melalui batang pengarah dengan tinggi jatuh alat penumbuk 200 mm dan penghitung jumlah penumbukan (Gambar 16).



**Gambar 15. Pengembangan varian Peralatan MCA (Moisture Condition Apparatus, British Standards, BS1377) di beberapa Negara**

Keterangan :

- Alat uji MCV beserta cetakan silinder (*mould cylinder*) dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm
- Palu dengan berat 7 kg  $\pm$  50 g
- Piringan bulat dari fiber, diameter 99 mm untuk menahan beban langsung ke tanah
- Timbangan kapasitas 2 kg dengan ketelitian  $\pm$  1 g
- Saringan BS 20 mm dan penadah serta
- Talam logam sesuai ukuran 600 mm x 500 mm x 80 mm
- Alat mengeluarkan contoh dari cetakan
- Peralatan untuk uji kadar air
- Formulir MCA1 dan MCA2 untuk mencatat dan menggambar hasil uji
- Mould : Mould untuk menempatkan tanah yang akan diuji, digunakan mould dengan diameter dalam 100 mm, tinggi mould bagian dalam 200 mm dan dilengkapi dengan dasar yang rata dan kuat terbuat dari besi.
- Dimensi Penumbuk: Menggunakan batang pengarah yang tidak mempunyai gesekan untuk meluncurkan beban tumbukan seberat 7,5 kg dengan diameter 97 mm dan tinggi jatuh 200 mm untuk memadatkan material dalam mould (Gambar 16).



**Gambar 16, Alat Uji Paramter MVC (Moisture Condition Value menggunakan MCA (Moisture Condition Apparatus))**

## 2.10 Alat uji MOFUKKAT

### 2.10.1 Karakteristik Alat Uji MOFUKKAT

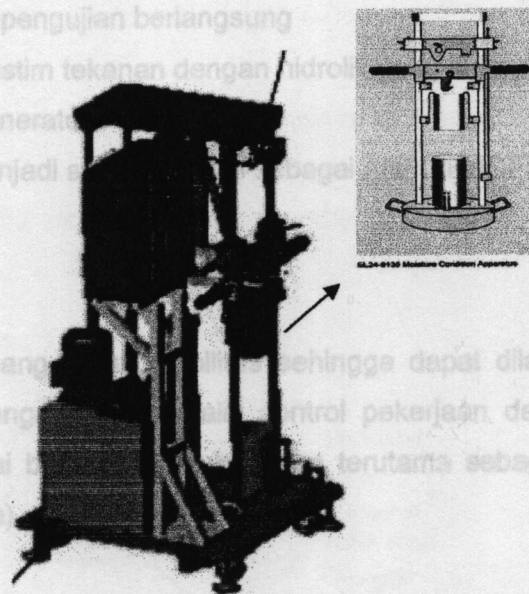
Alat uji MOFUKKAT ini merupakan alat uji modifikasi pengukuran terhadap MCV tanah yang merupakan inovasi oleh Balai Geoteknik Jalan dalam menyingkapi permasalahan kerusakan jalan akibat dipengaruhi oleh kualitas tanah dasar.

Selain tetap berdasar pada alat uji MCA maka modifikasi yang dilakukan meliputi prosedur kerja dan pencatatan hasil yang dilakukan secara otomatis sehingga alat uji MOFUKKAT ini hasil proses pengujiannya yang diperoleh menjadi lebih teliti dari kesalahan yang dilakukan secara manual pada pengujian menggunakan MCA (Gambar 17).

Alat uji MOFUKKAT ini sudah didaftarkan dengan merek dagang MOFUKKAT dan sudah didaftarkan Hak Kekayaan Intelektualnya pada HaKI dengan dengan nomor P00201402811



pada tahun 2012 sebagai alat uji hasil Inovasi Penelitian dan Pengembangan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan.



Gambar 17. Alat Uji MOFUKKAT terdiri dari alat Uji MCA,

## 2.10.2 Unit Alat MOFUKKAT

Perlatan uji MOFUKKAT atau Modifikasi Uji Kondisi Kadar Air Tanah merupakan alat uji untuk mencari parameter MCV (Moisture Condition Value) Tanah yang cara mendapatkan berdasarkan ketentuan yang telah dimodifikasi meliputi beberapa bagian yang terintegrasi dan bekerja secara menyatu:

1) Alat uji MOFUKKAT yang merupakan inovasi untuk memperoleh parameter kepadatan tanah sebagai bahan jalan khususnya untuk subgrade (tanah dasar) dan diperlihatkan pada uraian sebagai berikut:

- a) Bagian Alat Uji untuk memperoleh nilai kadar air tanah (MCV)
  - i) Unit alat uji penentuan kondisi kadar air (MCV) yang terdiri dari Mould dan Beban sebagai Alat Penumbuk / Pemadat
  - ii) Batang pengarah untuk mengatur proses pemadatan terhadap tinggi jatuh dan keakuratannya yang dilengkapi dengan skala ukur untuk mengukur petراسى penurunan akibat penumbukan

2) Panel Monitor (PLC dengan monitor) yang mengatur:

- a) Kecepatan proses penumbukan yang sudah diset secara otomatis sama dengan 18
- b) Proses tahapan penumbukan yang telah diset mulai dari penumbukan 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 32, 48, 64, 128 dan 256

- c) setting tinggi jatuh yang secara otomatis kembali pada tinggi jatuh yang telah di-set yaitu 200 mm antara dasar penumbuk dan permukaan tanah dalam mould.
- 3) Melakukan pemantauan saat pengujian berlangsung
  - a) Unit Penggerak dengan sistim tekanan dengan hidrolis yang digerakkan dengan arus tenaga listrik PLN atau generator.
  - b) Rangka untuk merakit menjadi satu kesatuan sebagai Alat Uji MOFUKKAT

### **2.10.3 Anhang**

Alat uji MOFUKAT dengan Anhang untuk mobilitas sehingga dapat dilakukan pengujian secara cepat dan efisien dilapangan untuk kualiti control pekerjaan dalam menentukan kelayakannya digunakan sebagai bahan konstruksi jalan terutama sebagai lapisan tanah dasar perkerasan jalan (subgrade).

### **2.10.4 Unit laptop atau PC**

Untuk proses operasional dapat dilakukan dengan piranti lunak (software) yang di-pasang di-laptop atau PC. Fungsi laptop atau PC juga digunakan untuk transfer data secara langsung atau melalui flashdisk yang berisi data uji yang tersimpan di unit MOFUKKAT.

Perhitungan dan penggambaran hasil dapat dilakukan secara manual dengan mengisi Form MOFUKKAT MCA-1 dan MCA-2 terlampir atau diproses menggunakan program yang telah dibuat dengan fasilitas Microsoft excel.

Pada kesatuan unit alat uji MOFUKKAT yang dapat dioperasikan prosedur pengujian baik diluar Anhang maupun didalam Anhang Secara detail kelengkapan Alat Uji MOFUKKAT.

## **2.11 Material Contoh Uji**

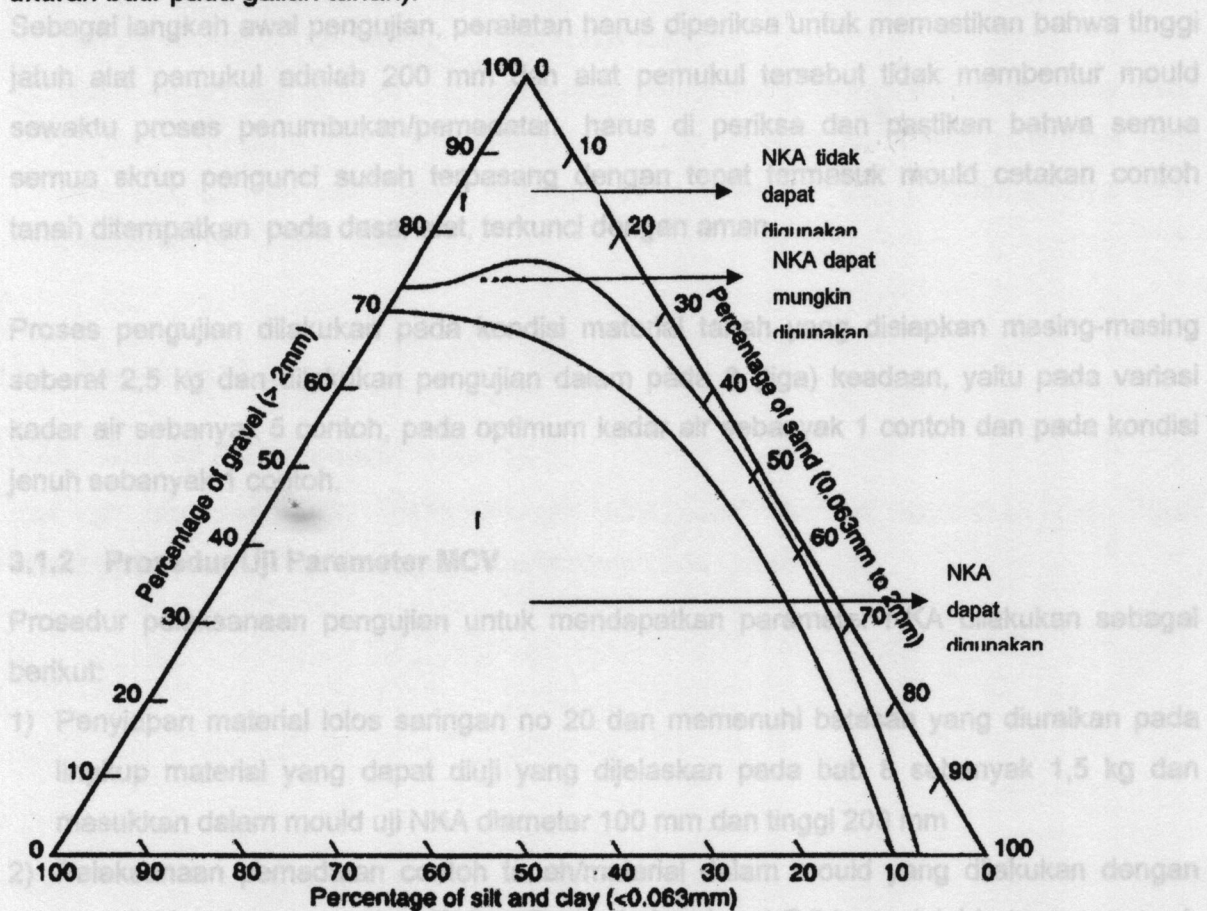
### **2.11.1 Persyaratan Material Tanah yang akan di uji**

Material contoh uji dapat berupa tanah untuk berupa timbunan sebagai tanah dasar (subgrade) atau material untuk pondasi jalan (lihat persyaratan bahan). Dalam memperoleh hasil uji untuk mendapatkan parameter Nilai Kondisi Kadar Air (MCV), maka tanah/material perlu memperhatikan persyaratan dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Material tanah yang mempunyai nilai kadar butir halus lebih besar atau sama dengan 18 % dan tanah yang tidak dapat diuji dengan MCA mempunyai butir halus lebih kecil dari yang didefinisikan oleh hubungan garis pada titik 5 % halus, 0 % kerikil dan 10 % halus, 90 % kerikil (TRRL. SDD Application Guide No. 1, 1989).

2) Material komposisinya mempunyai nilai prosentase butiran lolos saringan 2 mm, prosentase lempung dan lanau yang lolos saringan 0,063 mm dan prosentase pasir yang gradasi butirannya terletak pada lolos saringan 0,063 dan 2 mm (Gambar 18).

Jenis tanah atau material yang akan diuji perlu di perhatikan gradasi buitirannya dan untuk itu dapat dengan mempertimbangkan proporsi dari butir halus, pasir dan kerikil yang digolongkan pada ketentuan yang mengacu pada Gambar 18 (ditentukan dari distribusi ukuran butir pada galian tanah).



Gambar 18. Material yang cocok untuk uji menggunakan MCA (SDD Applications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992)

## 2.11.2 Prosentase Penambahan Air pada Material Tanah yang akan di Uji

Material atau tanah yang akan diuji nilai kondisi kadar air (NKA) nya menggunakan alat uji MCA atau menggunakan alat uji MOFUKKAT ini, perlu penambahan prosentase kadar air untuk mendapatkan rangkaian contoh uji yang bervariasi kadar airnya. Prinsip penambahan prosentase air mengacu seperti halnya pada persyaratan metode uji kepadatan ringan dan kepadatan berat sesuai SNI 03-1742-2008 dan SNI 03-1743 2008.

### **3 PELAKSANAAN PEMBUATAN R0 METODE UJI PARAMTER MCV**

Dalam pelaksanaan pembuatan R0, dilakukan serangkaian uji parameter MCV menggunakan alat uji MCV manual atau MCA dan alat uji MCV modifikasi MOFUKKAT untuk mengetahui proses pengujian yang akan dituangkan dalam R0 serta sebagai validasi

#### **3.1 Pelaksanaan Pengujian parameter MCV**

##### **3.1.1 Penyiapan Benda Uji**

Sebagai langkah awal pengujian, peralatan harus diperiksa untuk memastikan bahwa tinggi jatuh alat pemukul adalah 200 mm dan alat pemukul tersebut tidak membentur mould sewaktu proses penumbukan/pemadatan, harus di periksa dan pastikan bahwa semua semua skrup pengunci sudah terpasang dengan tepat termasuk mould cetakan contoh tanah ditempatkan pada dasar alat, terkunci dengan aman.

Proses pengujian dilakukan pada kondisi material tanah yang disiapkan masing-masing seberat 2,5 kg dan dilakukan pengujian dalam pada 3 (tiga) keadaan, yaitu pada variasi kadar air sebanyak 5 contoh, pada optimum kadar air sebanyak 1 contoh dan pada kondisi jenuh sebanyak 1 contoh.

##### **3.1.2 Prosedur Uji Parameter MCV**

Prosedur pelaksanaan pengujian untuk mendapatkan parameter NKA dilakukan sebagai berikut:

- 1) Penyiapan material lolos saringan no 20 dan memenuhi batasan yang diuraikan pada lingkup material yang dapat diuji yang dijelaskan pada bab 8 sebanyak 1,5 kg dan masukkan dalam mould uji NKA diameter 100 mm dan tinggi 200 mm
- 2) Pelaksanaan pemadatan contoh tanah/material dalam mould yang dilakukan dengan terlebih dahulu menurunkan Beban Penumbuk seberat 7,5 kg melalui batang pengarah hingga mennyentuh permukaan tanah yang akan ditumbuk dan biarkan berat penumbuk secara bebas ditumpu pada permukaan tanah tersebut dan diset tinggi jatuhnya 200 mm terhadap permukaan tanah dalam mould yang akan diuji tersebut.
- 3) menjatuhkan beban secara bebas dengan ketinggian jatuh yang telah diset sebesar 200 mm dan dilakukan dengan tahap proses penumbukan dari 1, 2, 3, 4, 8, 16, 32, 48, 64, 128 dan 256 dan lakukan pengukuran penurunan terhadap pentrasinya.
- 4) Pengukuran pentrasi penurunan hasil penumbukan pada tiap periode dari 1, 2, 3, 4, 8, 16, 32, 48, 64, 128 dan 256 sampai tidak terjadi penetrasi penurunan pada setiap tahapan proses penumbukan yang diukur berdasarkan ketelitian 0.1 mm atau dapat



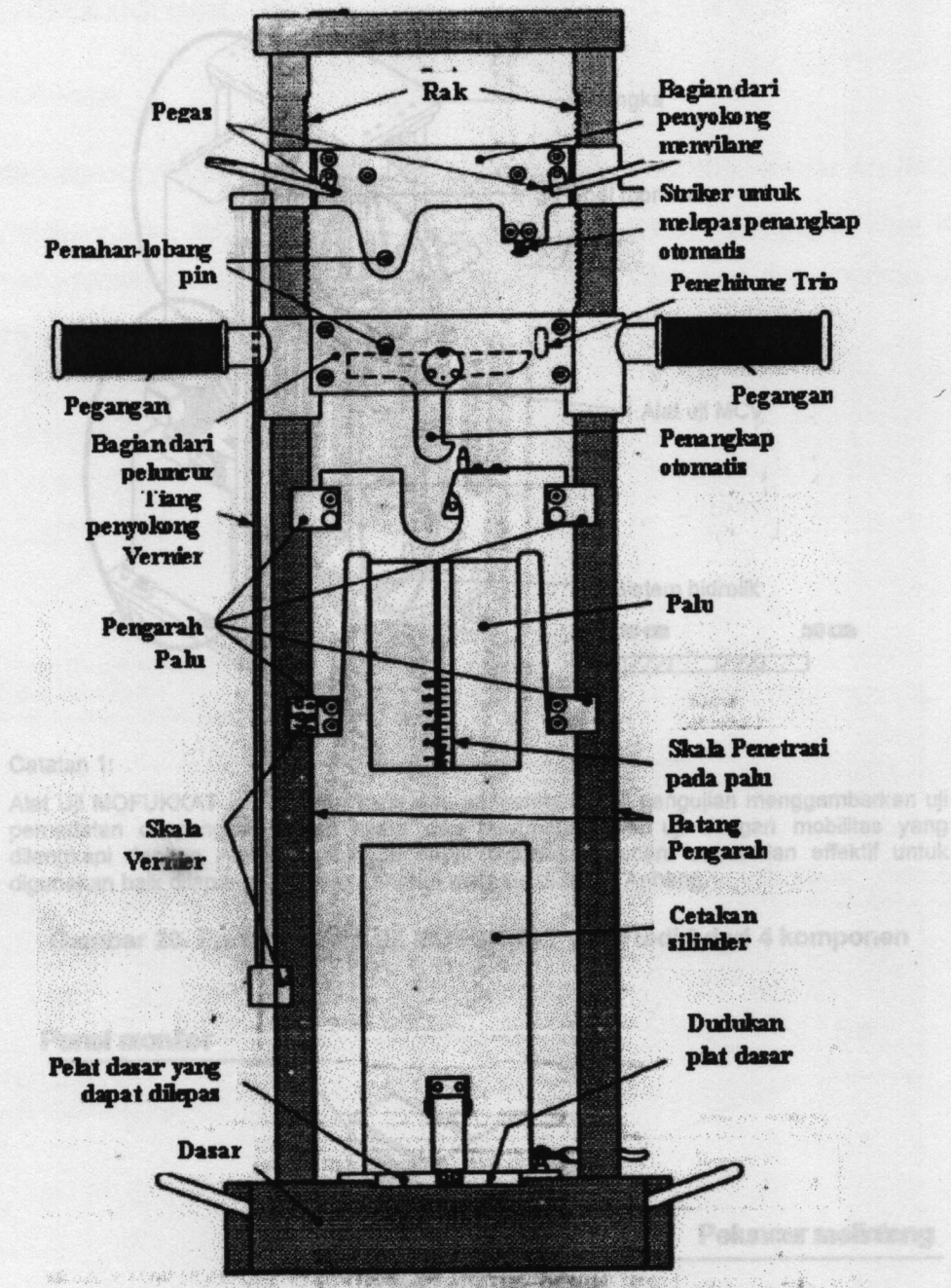
diberhentikan setelah mencapai penurunan melebihi 5 mm yang dianggap sebagai tercapainya pemadatan sempurna dengan dicapainya 2 – 5 % void ratio.

- 5) Perubahan penetrasi penurunan akibat penumbukan dicatat antara penumbukan pada tahap ke satu, kedua dan seterusnya (B) dengan penumbukan tahap yang mencerminkan 4 kali pemadatan sebelumnya (4B), demikian seterusnya berulang sampai penumbukan terakhir yang dapat mencapai 256 kali penumbukan.
- 6) Hasil antara jumlah variasi tahap penumbukan dan perubahan penetrasi penurunan digambarkan dalam skala semi-logaritmik, jumlah penumbukan pada skala logaritmik dan perubahan penetrasi dalam skala scalar biasa.
- 7) Nilai kondisi kadar air (NKA) diperoleh pada perubahan penetrasi penurunan yang relatif konstan atau pada nilai 5 mm yaitu pada bagian perpotongan antara garis lurus yang bersinggungan terhadap garis lengkung yang diperoleh dan perpotongannya pada perubahan penurunan 5 mm.

## **3.2 Karakteristik Uji MCV**

### **3.2.1 Alat Uji MCV manual**

Alat uji parameter MCV menggunakan MCV sudah banyak digunakan dan detail karakteristik masing-masing bagian diperlihatkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Alat Uji MCV

### 3.2.2 Alat Uji MOFUKKAT

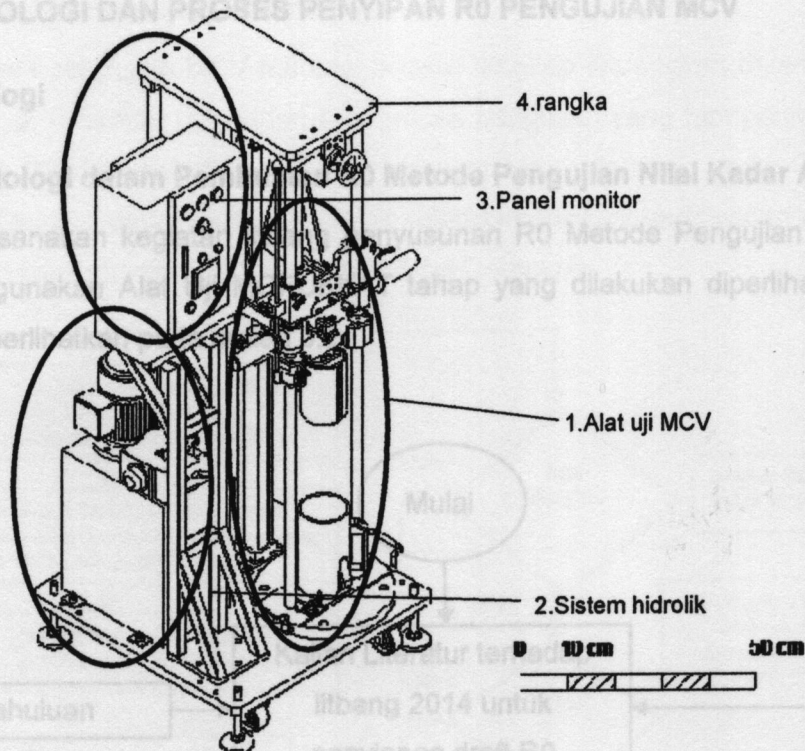
Alat Uji MOFUKKAT yang digambarkan pada Gambar 20 dan 17 merupakan pengembangan alat MCA terdiri dari 4 komponen diluar Anhang.

## 4 METODOLOGI DAN PROSES PENYIPAN R0 PENGUJIAN MCV

### 4.1 Metodologi

#### 4.1.1 Metodologi Pengujian Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV)

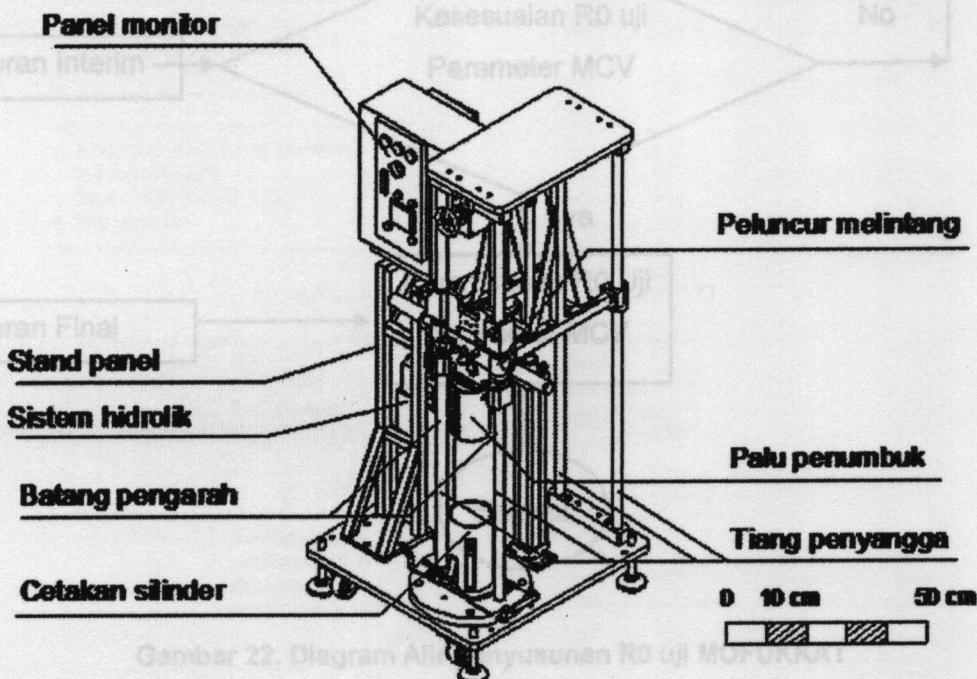
Dalam melaksanakan kegiatan penyusunan R0 Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV) menggunakan Alat Uji MCV, tahap yang dilakukan diperlihatkan pada dan prosesnya diperlihatkan pada Gambar 20.



#### Catatan 1:

Alat Uji MOFUKKAT ini prosedur kerja dan pencatatan hasil pengujian menggambarkan uji pemadatan dilapangan secara nyata dan merupakan alat uji dengan mobilitas yang dilengkapi dengan Anhang sehingga dapat digunakan secara cepat dan efektif untuk digunakan baik dilapangan (diluar Anhang) maupun didalam Anhang.

**Gambar 20. Portotipe Alat Uji MOFUKKAT yang terdiri dari 4 komponen**



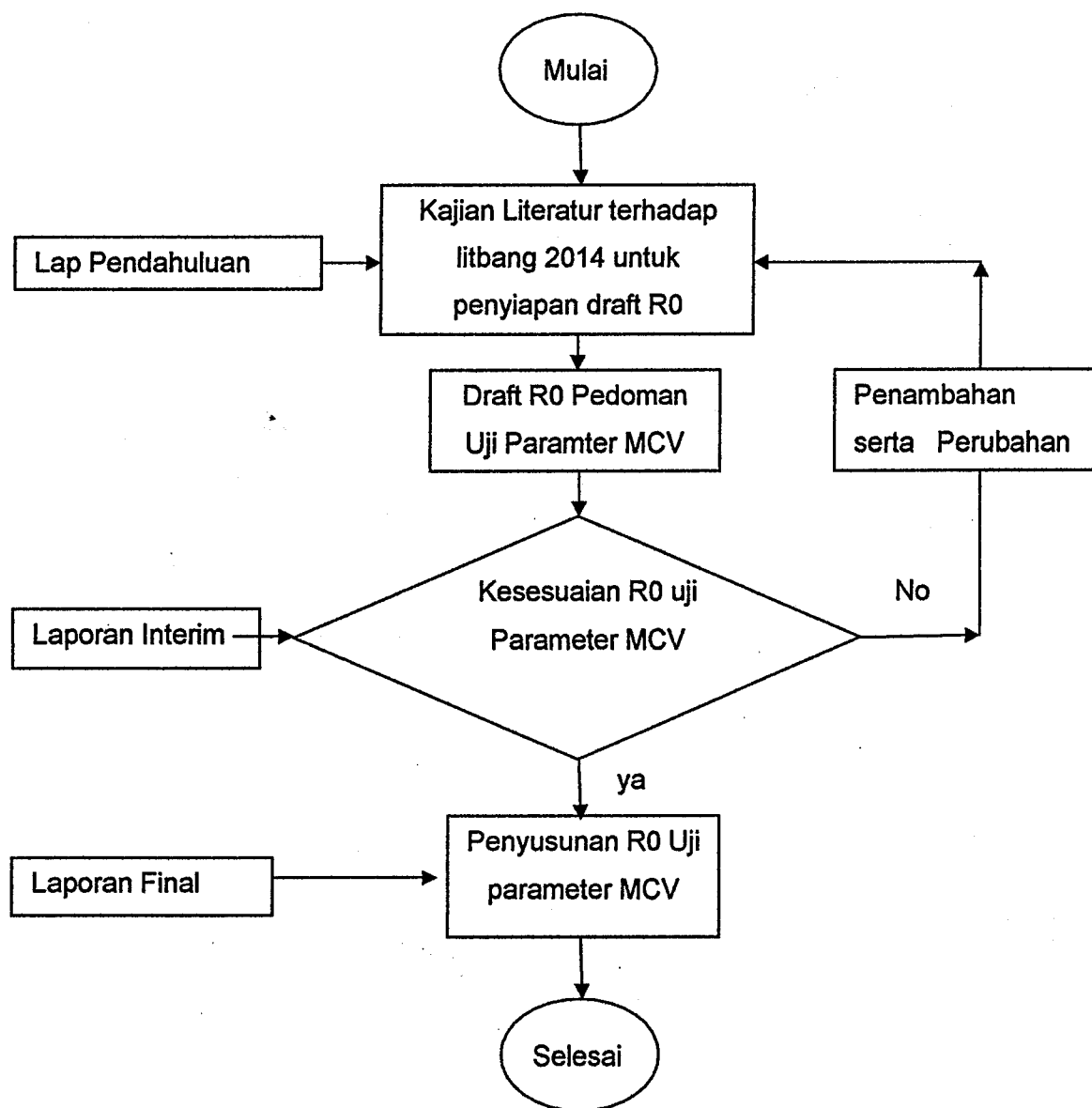
**Gambar 21. Bagian alat Uji MOFUKKAT**

## 4 METODOLOGI DAN PROSES PENYIPAN R0 PENGUJIAN MCV

### 4.1 Metodologi

#### 4.1.1 Metodologi dalam Pembuatan R0 Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV)

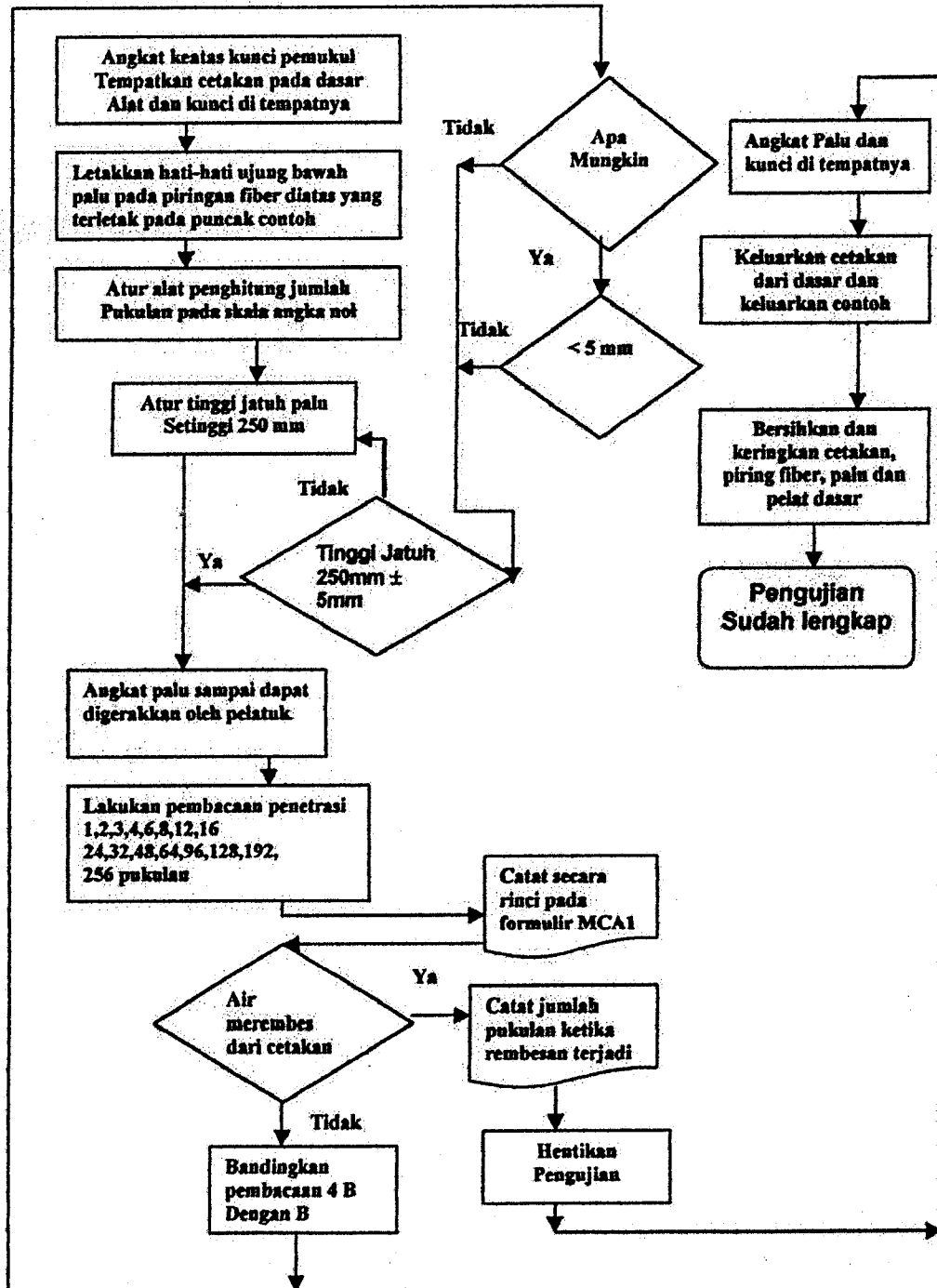
Dalam melaksanakan kegiatan litbang penyusunan R0 Metode Pengujian Nilai Kadar Air (MCV) menggunakan Alat Uji MOFUKKAT tahap yang dilakukan diperlihatkan pada dan prosesnya diperlihatkan pada uraian 3.2.



Gambar 22. Diagram Alir Penyusunan R0 uji MOFUKKAT

#### 4.1.2 Metodologi Pengujian Parameter MCV

Prosedur proses pengujian MCV material secara lengkap dituangkan dalam penyiapan R0 yang mencakup: Prosedur penyiapan dan proses pengujian yang tahapannya diperlihatkan pada Gambar 23 dan hasilnya rangkum menggunakan formulir pada Gambar 26 dan Gambar 27. Formulir pada gambar tersebut telah dimodifikasi sedemikian sehingga sudah mencerminkan hasil uji yang dilakukan oleh Balai Geoteknik.



Gambar 23. Diagram alir pengujian kondisi kadar air tanah (Moisture Condition value)



## 4.2 Proses penyiapan R0 Standar Pengujian parameter MCV

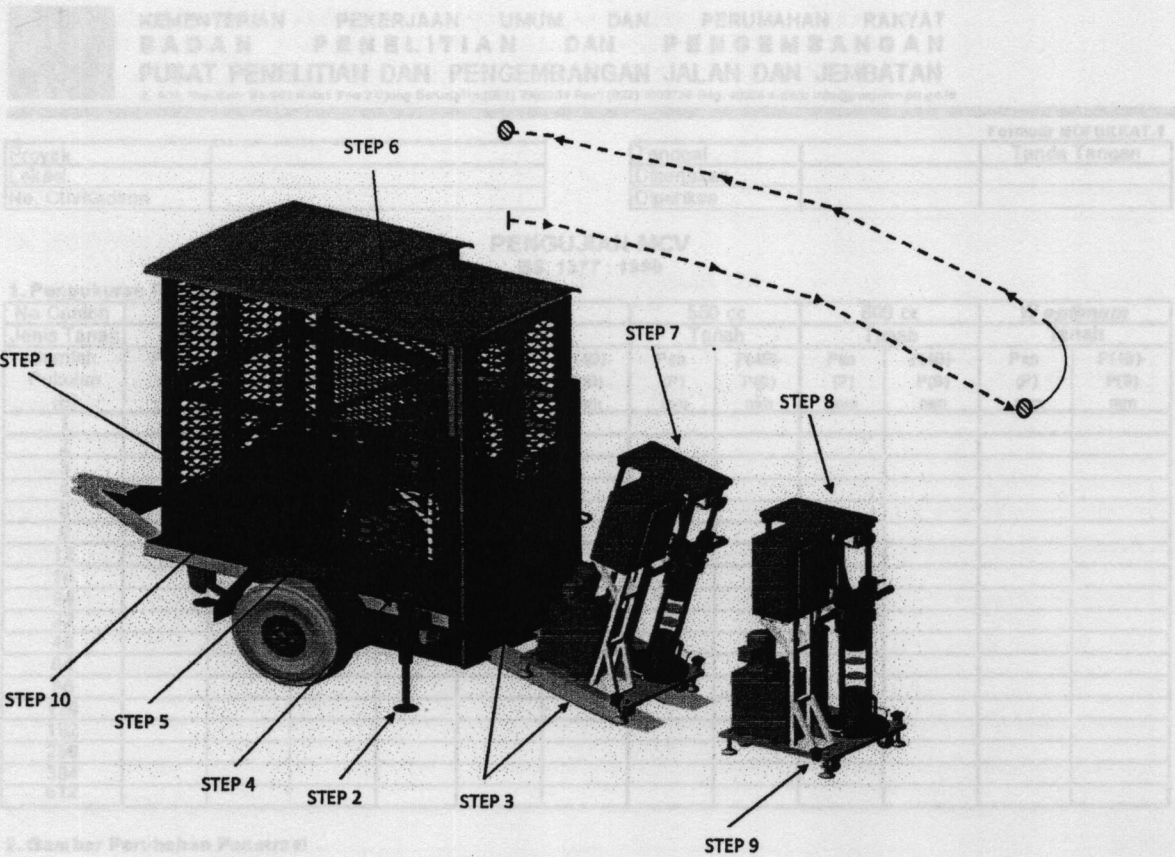
Rencana penyiapan R0 pengujian MCV mencakup beberapa tahapan prosedur sebagai berikut:

- a) Menyiapkan daftar isi yang terdiri dari bab-bab dalam R0
- b) Menyiapkan materi secara detail pada masing-masing bab – bab yang terkandung dalam daftar isi sesuai dengan yang ditampilkan di Lampiran.
- c) Mengkaji relevansinya tentang hubungannya antara bab-bab dalam R0
- d) Menyiapkan formulir Informasi lapangan, tanggal, nomor contoh, jenis tanah dan kadar fraksi halus dicatat pada formulir MCA1 dipilih pada tempat yang sesuai
- e) Penyiapan contoh tanah lolos saringan BS 20 mm, buang partikel yang lebih besar dari 20 mm, dan ambil 1,5 kg contoh. Contoh tanah ini ditempatkan kedalam cetakan (mold) pada keadaan lepas (Tanah didorong kedalam cetakan jika perlu) dan tempatkan piringan fiber pada bagian atas contoh tanah.
- f) Menyiapkan tahap proses pengujian mengikuti proses pemadatan contoh menggunakan MCV untuk mengukur parameter MCV:
  - i) Secara Konvensional
    - (1) Dengan peluncur melintang dan palu dipegang dalam posisi naik dengan menahan pin, cetakan ditempatkan pada dasar alat dan diklem.
    - (2) 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.
    - (3) Tinggi jatuh diatur 250 mm dengan menggerakkan penahan sokongan melintang yang memberikan perkiraan angka nol ( $\pm 5$  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
    - (4) 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 MOFUKAT MCA1
    - (5) 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 MOFUKAT MCA1

- (6) Membuat garis kalibrasi linier anatar parameter MCV dengan kadar airnya dengan memanfaatkan Formulir MOFUKAT MCA 2
  - (7) Menguji variasi terhadap parameter MCV dengan menerapkan uji sesuai menggunakan MCA
    - (a) Palu dikaitkan ke peluncur melintang, kemudian secara hati-hati diangkat dan pin penahan dimasukkan
    - (b) Cetakan klemnya dibuka dari alat, dikeluarkan dari dasar dan cabut contoh uji
    - (c) Cetakan dan dasar palu dibersihkan dan siap untuk pengujian selanjutnya
  - (8) Jika contoh dari lapangan yang sama dan diuji pada hari yang sama sebanyak 6 hasil pengujian dapat dicatat pada formulir yang sama.
- ii) Secara mechanical: yaitu pengujian secara otomatis menggunakan alat uji MCV modifikasi (Gambar 24 dan Gambar 25) dengan pengoperasiannya yang meliputi pelaksanaan pengujian diluar Anhang dan di dalam Anhang.
- (1) Penyiapan contoh sama seperti konvensional
  - (2) Proses pemadatan dilakukan secara otomatis sehingga:
    - (a) Setiap proses pemadatan tinggi jatuh akan tetap sama setiap kaliproses pemadatan
    - (b) Penetrerasi dicatat otomatis dan disimpan dalam memori monitor PLC (penetration Load Control)
    - (c) Penetrasi tahap berikutnya, tinggi jatuh alat penumbuk akan secara otomatis akan sama. Kondisi ini mencerminkan pemadatan dilapangan yang beban akan tetap
    - (d) Hasil akhir pemadatan akan dapat dilihat di monitor dan dapat disimpan di flashdisk untuk dip roses di laptop.
  - (3) Pekerjaan final tetap sama seperti metode pengujian konvensional menggunakan MCV yang dalam pemrosesan data hasil pengujian mengacu pada pengisian formulir yang dilakukan dengan software Microsoft Excel dan hasilnya mengikuti Gambar 26 dan Gambar 27.







Gambar 25. Prototipe Alat Uji MOFUKKAT sebagai Penyempurnaan Model Fisiknya

Arus & Tegangan

Produksi Penelitian (Amp)

Waktu (Detik)

3. Evaluasi

| No. Contoh     | MOV | Pertama/Tidak Pertama | Keter. Nilai | Komentar                                                           |
|----------------|-----|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|
|                |     |                       |              | Kategori jenis penambahan air digunakan dengan pengujian pemadatan |
|                |     |                       |              |                                                                    |
|                |     |                       |              |                                                                    |
| IV. Kesimpulan |     |                       |              | Pada 30 hari WJBT                                                  |

Catatan:  
Pengujian menggunakan alat MCV II sesuai

YKAN  
Yayasan Kajian Nasional

DAFTAR PUSTAKA

Gambar 25. Formulir Uji MOFUKAT MCA 1





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN

Jl. A.H. Nasution No.264 Kotak Pos 2 Ujung BerungTlp.(022) 7802251 Fax : (022) 7802726 Bdg. 40284 e-mail: info@pusjatan.pu.go.id

Formulir MOFUKAT-1

|                |  |
|----------------|--|
| Proyek         |  |
| Lokasi         |  |
| No. Cth/Kedlmn |  |

|            |  |              |
|------------|--|--------------|
| Tanggal    |  | Tanda Tangan |
| Dikerjakan |  |              |
| Diperiksa  |  |              |

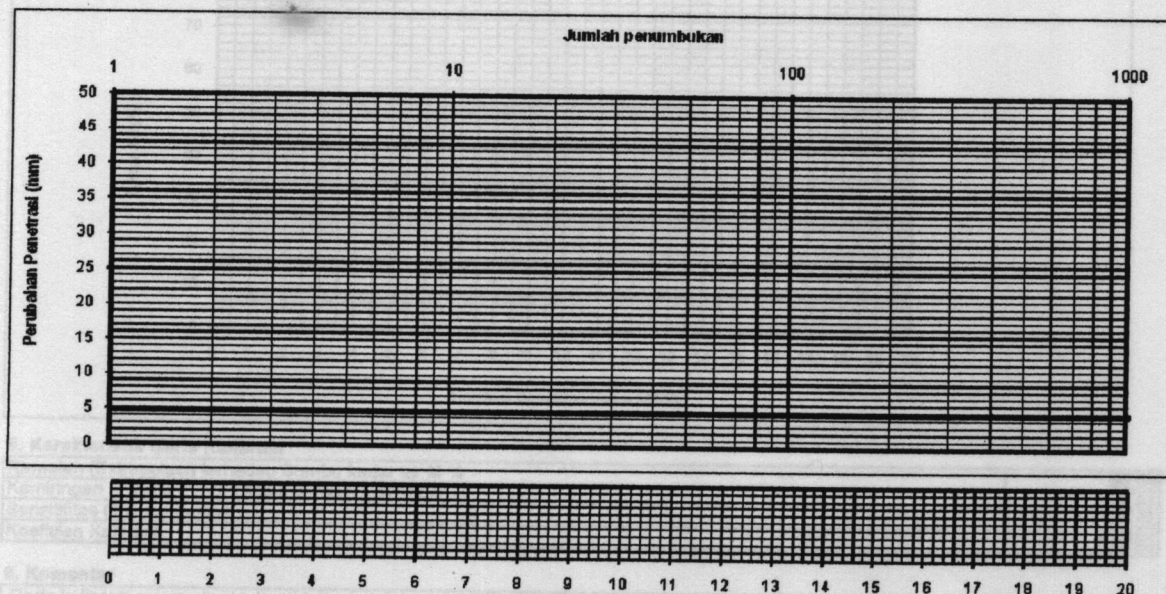
PENGUJIAN MCV

BS. 1377 : 1990

1. Pengukuran Penetrasi

| No Contoh          | 400 cc     |               | 450 cc     |               | 500 cc     |               | 550 cc     |               | 600 cc     |               | W optimum  |               |
|--------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| Jenis Tanah        | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               |
| Jumlah Pukulan (B) | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | 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                                                               |
|-----------|-----|---------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|
|           |     |                     |             | Komposisi jumlah penambahan air disesuaikan dengan pengujian pematatan |
|           |     |                     |             |                                                                        |
|           |     |                     |             |                                                                        |
|           |     |                     |             |                                                                        |
| W Optimum |     |                     |             | Pada kondisi Wopt                                                      |

Catatan :  
Pengujian menggunakan alat MCV Manual



DSIP/F-PQ-03-01-05-01

Gambar 26. Formulir Uji MOFUKAT MCA 1





Formulir Mofukat MCA-2

|                   |  |
|-------------------|--|
| Proyek            |  |
| Lokasi            |  |
| No. Cth/Kedalaman |  |

|            |  |              |
|------------|--|--------------|
| Tanggal    |  | Tanda Tangan |
| Dikerjakan |  |              |
| Dihitung   |  |              |

PENGUJIAN KONDISI KADAR AIR  
GARIS KALIBRASI  
BS. 1377 : 1990

1. Rincian contoh

|             |  |  |  |  |  |                  |
|-------------|--|--|--|--|--|------------------|
| No. contoh  |  |  |  |  |  | <i>w optimum</i> |
| Jenis Tanah |  |  |  |  |  | 0                |

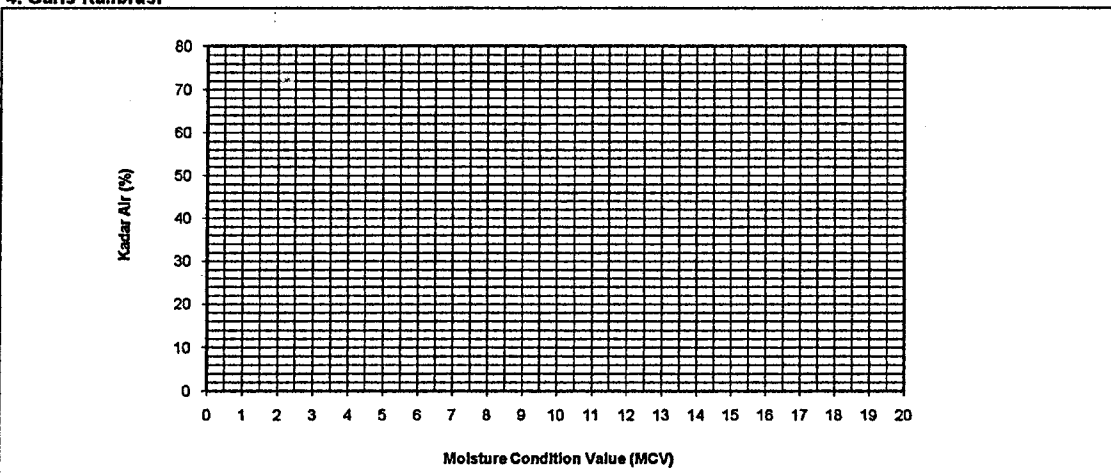
2. Penentuan Kadar Air (Setelah Pengujian MCV)

|                                        |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| No Kontainer                           |  |  |  |  |  |  |
| Berat kontainer ( C )                  |  |  |  |  |  |  |
| Berat tanah basah+<br>Kontainer ( W )  |  |  |  |  |  |  |
| Berat tanah kering+<br>kontainer ( D ) |  |  |  |  |  |  |
| Kadar Air (%)                          |  |  |  |  |  |  |
| $M = ((W-D)/(D-C)) \times 100$         |  |  |  |  |  |  |

3. Nilai Kondisi Kadar Air & Kadar Air

|                    |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|
| MCV (Dari MCA 1.3) |  |  |  |  |  |  |
| KADAR AIR          |  |  |  |  |  |  |
| (Dari MCA 2.2)     |  |  |  |  |  |  |

4. Garis Kalibrasi



5. Karakteristik Garis Kalibrasi

|                                                                          |        |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| Ramalan (Extrapolasi) terhadap Sumbu kadar air M %                       | 56.63  |
| Kemiringan = $\tan \alpha = (\text{Absis garis})/(\text{Ordinat garis})$ | -1.83  |
| Sensitifitas (1/Kemiringan)                                              | 0.55   |
| Koefisien Korelasi                                                       | 0.8190 |

6. Komentar

|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
| Garis kalibrasi cukup akurat dan tidak ada bagian garis yang tidak efektif |
| dan nilai koefisien kalibrasi mendekati -1.                                |

Catatan :

Pengujian MCV Manual dan MOFUKAT



DSIP/F-PO-03-01-05-01

Gambar 27. . Formulir Uji MOFUKAT MCA 2

## 5 REALISASI PELAKSANAAN PENELITIAN

Rencana pelaksanaan penelitian diuraikan dalam sub pasal berikut.

### 5.1 Personil

Personil untuk melaksanakan kegiatan litbang ini terdiri dari anggota tim litbang sesuai dengan Draft SK Kapusjatan No 07/KPTS/LJ/2014. Narasumber dalam kegiatan litbang ini terdiri dari PNS dan praktisi dari instansi non Pemerintah maupun perorangan. Daftar kebutuhan personil tim litbang diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Susunan Personil dalam Kegiatan Penelitian

| No | Jabatan           | (Nama) dan Jumlah                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pendidikan  | Bidang Keahlian                   | Alokasi Waktu |
|----|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------|
| 1. | Ketua Paket Kerja | M. Eddie Soenaryo, M.Sc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | S3          | Geoteknik                         | OB            |
| 2. | Anggota           | Tim Peneliti/Perekayasa:<br>Dea Pertiwi, MT. (sekretaris)<br>Rakhman Taufik, ST., M.Sc.<br>Fahmi Aldiamar, ST., MT.<br>Hardiansyah Putra, ST., M.Sc.<br>Susy Kartikasari Ariestianty, ST. M.Sc.<br>Maulana Iqbal, ST.<br>Ahmad Numan, ST., MT.<br>Desyanti, ST., MT<br>Dinny Kus Andiany, ST., MT.<br>Elan Kadar Haryana ST., MT.<br>Slamet Prabudi, ST., MT.<br>Suantoro Wicaksono, ST., M.Eng.<br>Riza Safira, ST.                                         | S2, S1      | Geoteknik, Geologi, Teknik Sipil  | OJ            |
|    |                   | Pembantu Peneliti/Perekayasa:<br>Purbosantoso, BE.<br>Ardiansyah, A.Md<br>Asep Hilman Rosadi, A.Md.<br>Asep Sopian, BE.<br>Dadan Kustiawan<br>Dedi Heryanto, BE.<br>Feny Dwi Ratna Puspitasari, A.Md.<br>Riyadhi Salim, A.Md.<br>Rudi Rizal Pahlevi, A.Md.<br>Ruskandi, S.ST.<br>Saripudin<br>Sudirun<br>Vederiq Yahya Enderzon, A.Md.<br>Yayah Rokayah, A.Md.<br>Yitno Yuwono, A. Md.<br>Yusup Sukandar<br>Retno Wulandari, S.Sos.<br>Wawan Darmawan, A.Md. | S1, D3, SMA | Teknik Sipil, Manajemen Akuntansi | OJ<br>OJ      |
| 3. | Non PNS           | Asep Heri Abdul Gani<br>Yulianto, A.Md.<br>Ayi Ruhiyat<br>Ayun<br>Dadang Heryana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | S1, D3, SMA | Teknik Sipil, Manajemen Akuntansi | OJ            |

| No | Jabatan    | (Nama) dan Jumlah                                                                                                                                                                                    | Pendidikan | Bidang Keahlian | Alokasi Waktu                          |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|----------------------------------------|
|    |            | Deni Irawan, SE.<br>Feri Firmansyah<br>Gugun<br>Hilman Denny Riswandi<br>Imor Suryana<br>Komalasari, SE.<br>Ramdhan Nurcahyono<br>Rano Suwangsa<br>Ardi Saparuli, A.Md.<br>Sofie Sovianty<br>Suwandi |            |                 |                                        |
| 4. | Narasumber | Dr. Ir. Imam Aschuri, MT (ITENAS)<br>Dr. Ir. Abinhot Sihotang, MT (ITENAS)<br>Drs. M. Suherman<br>Ir. Benny Moestofa, MT (ITENAS)<br>Dr. Ir. Hindra Mulya, MT (MBT)<br>Ir. GJW Fernandez             | S3, S2     | Geoteknik       | OJ<br>OJ<br>OJ<br>OJ<br>OJ<br>OJ<br>OJ |

## 5.2 Dana

Sumber dana adalah DIPA Satker Puslitbang Jalan dan Jembatan tahun anggaran 2014. Rencana biaya yang diperlukan dalam kegiatan untuk litbang sebesar Rp. 242.500,000,- yang diuraikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Rincian Anggaran Biaya**

| No | Jenis Belanja                               | Jumlah Biaya (Rp)  |
|----|---------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Belanja Bahan                               | 3.892.000          |
| 2  | Honor Terkait Output Kegiatan               | 4.080.000          |
| 3  | Belanja barang konsumsi                     |                    |
| 4  | Jasa konsultasi                             |                    |
| 5  | Belanja sewa                                |                    |
| 4  | Belanja Jasa Profesi                        | 111.600.000        |
| 5  | Belanja Jasa Lainnya                        | 15.000,000         |
| 6  | Belanja perjalanan biasa (DN)               | 107.928.000        |
| 7  | Belanja perjalanan lainnya Luar Negeri (LN) |                    |
|    | <b>TOTAL</b>                                | <b>242.500.000</b> |

Progress sampai dengan laporan interim ini dapat diluraikan bahwa kegiatan penyiapan Draft R0 telah diselesaikan dan diharapkan dari hasil kajian akan dapat dilakukan beberapa perubahan untuk penyempurnaan.

Pada Tabel 6 diperlihatkan progress kegiatan keuangan yang dikeluarkan sampai dengan Interim yaitu mencapai 52%.

**Tabel 6. Progress Keuangan sampai dengan laporan Final**

|   |                    |                                               |             |           |           |  |  |  |             |             |  |            |             |
|---|--------------------|-----------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|--|--|--|-------------|-------------|--|------------|-------------|
| 5 | 2432.029.041.107.A | Teknologi MCV untuk Konstruksi Tambunan Jalan | PAGU        |           | 4.060.000 |  |  |  | 111.620.000 | 107.928.000 |  | 15.000.000 | 242.500.000 |
|   |                    |                                               | Akuan       | 3.890.300 | 4.000.000 |  |  |  | 111.000.000 | 107.465.000 |  |            | 228.355.300 |
|   |                    |                                               | Perzen      | 100%      | 93%       |  |  |  | 95%         | 100%        |  |            | 93%         |
|   |                    |                                               | Realisasi   | 3.890.300 | -         |  |  |  | 60.000.000  | 102.025.000 |  |            | 165.915.300 |
|   |                    |                                               | % Realisasi | 100%      | 0%        |  |  |  | 54%         | 95%         |  |            | 68%         |
|   |                    |                                               | Sisa Akuan  | 1.700     | 60.000    |  |  |  | 600.000     | 463.000     |  |            | 78.584.700  |

### 5.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk kegiatan ini :

- Alat Uji MCV,
- Alat Uji MOFUKKAT
- Alat Uji Laboratorium Lainnya: UCS, Klasifikasi (Atterberg dan Gradasi), Direct Shear dan Compaction serta CBR
- Alat Uji Pemasatan
- Komputer (PC, laptop),
- Printer + Scanner
- Kamera digital
- Alat tulis kantor (ATK).



5.4 Jadwal Kegiatan

Jadwal pelaksanaan dari kegiatan litbang ini dapat dilihat pada Error! Reference source not found. berikut ini.

Tabel 7. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

| No | Tahapan Kegiatan                                   | Luaran per tahapan  | Bobot Kumulatif (%) | Bulan ke |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----|----------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|    |                                                    |                     |                     | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1  | Persiapan                                          | KAK, TOR            | 5%                  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2  | Studi pustaka                                      | Referensi           | 10%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3  | Koordinasi dengan narasumber dan institusi terkait | Data sekunder       | 15%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 4  |                                                    | Laporan Pendahuluan | 25%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 5  | Penyiapan Draft R0                                 | Draft R0 gambaran   | 40%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 6  | Penyempurnaan Draft R0                             | Materi TOT          | 50%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 7  | Laporan antara dan presentasi                      | Laporan Antara      | 55%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 8  |                                                    | Draft R0 kajian     | 65%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 9  | Penyempurnaan Draft R0 Final                       | Draft R0 final      | 90%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 10 | Laporan Final {Penyusunan laporan Final}           |                     | 95%                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 11 | Penggandaan                                        | Laporan Final       | 100%                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

## DAFTAR PUSTAKA

- A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992. ELE-Moisture Condition Apparatus. *The Rapid Measurement Of Moisture Condition Of Earthwork Material..* TRRL Laboratory Report 750.
- Bina Marga 2010; Spesifikasi Umum Bina Marga untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan 2010 Revisi 3, Divisi 3 untuk Pekerjaan Tanah
- .British Standards Institution, BS1377; The procedure on the use of MCA to determine the Moisture Condition Value (MCV) of Materials, 1990 (a)
- BS 1377 : PART 1, General requirements and sample preparation, 1990
- BS 1377 : PART 2, Classification test, 1990
- BS 1377 : PART 4, Compaction-related test, British Standard Institution. BS 1377-4 : 1990. *Methods Of Test For Soils For Civil Engineering Purposes*, Part 4 : Compaction-Related tests 1990
- 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.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, Spesifikasi Umum Bina Marga untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan revisi 3, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta
- Leslie Davison Ph.; INTERPRETATION OF MOISTURE CONDITION VALUE test, University of the West of England, Bristol in association with Prof. Sarah Springman, Swiss Fed, May 2000 <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol4/section1/>
- 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 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.
- 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.
- Pengujian sifat fisik tanah mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian itu terdiri dari pengujian kadar air (SNI 1965:2008), berat jenis (SNI 1964:2008), batas plastis (SNI 1966:2008), batas cair (SNI 1967:2008) dan analisa hydrometer (SNI 3423:2008).

- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan; laporan Litbang internal (tidak dipublikasikan) : Naskah Ilmiah, Kriteria disain dan Pengembangan Prototipe Uji NKA menggunakan MOFUKKAT, 2014
- Scottish Development Department, Chief Road Engineer; Specification for Road and Bridges-Soil Suitability for Earthworking – the Use of the Moisture Condition Apparatus, Technical Memorandum SH 7/1983
- SDD Applications Guide No. 1. 1989. *The Use And Application Of The Moisture Condition Apparatus In Testing Soil Suitability For Earthworking*. Scottish Development Department.
- SNI 03-1742-1989. *Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-1742-2008, Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah
- SNI 03-1743 2008, Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah
- SNI 03-1744-1989. *Metode Pengujian CBR Laboratorium*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-1744-1998, Metode Pengujian CBR Laboratorium
- SNI 03-1964-1990, Metode Pengujian Berat Jenis Tanah
- SNI 03-1965-2000, Metode Pengujian Kadar Air Tanah dengan Alat Speedy
- SNI 03-1966-2008, Cara Uji Penentuan Batas Plastis Tanah dan Indeks Plastis Tanah
- SNI 03-1967-2008, Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah
- SNI 03-1968-1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat
- SNI 03-1971-1990, Metode Pengujian Kadar Air Agregat
- SNI 03-1976-1990, Metode Koreksi untuk Pengujian Pemadatan Tanah yang mengandung butir-butir Halus dan Kasar
- SNI 03-2828-1992, Metode Pengujian Kepadatan Lapangan dengan Alat Konus Pasir
- SNI 03-3422-2008, Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah
- SNI 03-3638-1994, Metode Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif
- SNI 03-6371-2000 dan AASHTO T258, Pengklasifikasian jenis tanah berdasarkan standar klasifikasi unifikasi.
- SNI 03-6371-2000, Tata Cara Pengklasifian Tanah dengan Cara Unifikasi Tanah
- SNI 03-6371-2000. *Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Dengan Cara Unifikasi Tanah*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-6414-2002, Spesifikasi Timbangan yang digunakan dalam Laboratorium dan Lapangan
- SNI 03-6795-2002, Tata Cara Pengklasifian Tanah Ekspansif
- SNI 03-6797-2002, Tata Cara Klasifikasi Tanah dan Campuran Tanah Agregat untuk Konstruksi Jalan

- SNI 03-6797-2002, Tata Cara Klasifikasi Tanah dan Campuran Tanah untuk Konstruksi Jalan
- SNI 03-6817-2002, Metode Pengujian Mutu Air yang digunakan dalam Laboratorium
- SNI 1964:2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 1965:2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan Di Laboratorium*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Dep Pekerjaan Umum. Jakarta.
- 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.
- SNI PJ T-11-2003, Perencanaan Timbunan Jalan dan Jalan Pendekat Jembatan

**LAMPIRAN DAFTAR ISI DRAFT SNI – RO METODE UJI NILAI KONDISI KADAR AIR  
(NKA) – MOISTURE CONDITION VALUE (MCV)**

**Daftar Isi**

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Metode Uji MCV ( <i>Moisture Condition Value</i> ) - Nilai Kadar Air (NKA) menggunakan MOFUKKAT .....               | i   |
| Daftar Isi .....                                                                                                    | ii  |
| Prakata .....                                                                                                       | iii |
| Pendahuluan.....                                                                                                    | iv  |
| Metode Pengujian MCV ( <i>Moisture Condition Value</i> ) - NKA (Nilai Kadar Air) menggunakan Alat Uji MOFUKKAT..... | 1   |
| 1 Ruang Lingkup.....                                                                                                | 1   |
| 2 Acuan Normatif .....                                                                                              | 2   |
| 3 Istilah dan Definisi.....                                                                                         | 3   |
| 4 Prinsip Dasar Pengujian NKA .....                                                                                 | 4   |
| 5 Persyaratan dan Ketentuan dalam Uji MCA dan MOFUKKAT.....                                                         | 6   |
| 6 Prosedur Pengujian .....                                                                                          | 11  |
| 7 Pelaksanaan Pengujian NKA .....                                                                                   | 13  |
| 8 Proses Pengujian dalam mendapatkan Parameter NKA/MCV .....                                                        | 14  |
| 9 Pelaporan .....                                                                                                   | 19  |
| 10 Ketelitian dan Penyimpangan.....                                                                                 | 19  |
| Lampiran 1: Formulir uji Mofukkat NKA / MCV-1 .....                                                                 | 21  |
| Lampiran 2: Formulir isian uji Mofukkat NKA / MCV-2.....                                                            | 23  |
| Lampiran 3: Pengoperasian Alat Uji MOFUKKAT .....                                                                   | 25  |
| Bibliografi .....                                                                                                   | 39  |



# RSNI-0

Rancangan Standar Nasional Indonesia

---

Metode Uji MCV (Moisture Condition Value)

Badan Standar Nasional

**BSN**

---

## Daftar Isi

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Metode Uji MCV (Moisture Condition Value).....                                                      | i   |
| Daftar Isi .....                                                                                    | ii  |
| Prakata .....                                                                                       | iii |
| Pendahuluan .....                                                                                   | iv  |
| Metode Uji MCV ( <i>Moisture Condition Value</i> ).....                                             | 1   |
| 1 Ruang Lingkup .....                                                                               | 1   |
| 2 Acuan Normatif .....                                                                              | 2   |
| 3 Istilah dan Definisi.....                                                                         | 3   |
| 4 Ketentuan .....                                                                                   | 4   |
| 5 Pengujian MCV (Moisture Condition Value).....                                                     | 9   |
| Bibliografi.....                                                                                    | 18  |
| Lampiran 1: Formulir uji Mofukkat NKA / MCV-1 .....                                                 | 21  |
| Lampiran 2: Formulir isian uji Mofukkat NKA / MCV-2.....                                            | 23  |
| Lampiran 3: Pedoman Teknis Pengujian MCV (Moisture Condition Value) menggunakan Alat MOFUKKAT ..... | 25  |

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang metode uji Moisture Condition Value (MCV) adalah merupakan standar pengujian yang dipersiapkan untuk mendapatkan "nilai kadar air" tanah yang dapat digunakan sebagai parameter kepadatan dalam pekerjaan pemadatan tanah.

SNI ini merupakan pengembangan terhadap perlunya inovasi dalam menentukan parameter pemadatan tanah berupa nilai kondisi kadar air yang bermanfaat untuk petunjuk dalam mengetahui kualitasnya sebagai bahan jalan terutama Tanah Dasar (*subgrade*) baik untuk jalan maupun bangunan teknik sipil lainnya.

SNI ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub-Komite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Tata-cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standar Nasional (PSN) 8 – 2007 dan akan diajukan dan dibahas dalam rapat konsensus pada Sub-komite Teknis oleh Gugus Kerja Geoteknik yang akan melibatkan Nara Sumber dan pakar.

## Pendahuluan

Dalam mewujudkan hasil mutu pekerjaan pemadatan di beberapa Negara juga didasarkan pada parameter kepadatan tanah berupa "nilai kondisi kadar air" disamping kadar air optimum. Metode uji dalam memperoleh nilai kondisi kadar air ini juga dapat digunakan sebagai uji yang sifatnya preventif yaitu sebagai pengendalian terhadap kualitas material tanah yang akan dipadatkan melalui proses pra-seleksi dari lokasi kuari menggunakan alat uji MCV (*Moisture Condition Value*).

Persyaratan parameter nilai kondisi kadar air tanah saat ini sudah sudah banyak digunakan di beberapa Negara dan disyaratkan sebagai parameter disain dalam pekerjaan pemadatan tanah (TRL-Transport research Laboratoty, 1997). Menurut TRL (1997) tersebut, pengujian terhadap nilai kondisi kadar air tanah menggunakan alat uji MCV adalah merupakan implementasi nyata dalam pengujian kepadatan dan juga merupakan uji untuk kekuatan tanah (material) dalam mencapai kepadatan sempurna karena didasarkan pada:

- 1) Uji MCV merupakan uji kekuatan tanah dengan hasil yang diperoleh dapat di korelasikan terhadap parameter kuat geser tanah undrained karena membebaskan air keluar akibat pemadatan sempurna dicapai.
- 2) Kepadatan sempurna dicapai pada kondisi kepadatan tanah (2 – 5)% *air void pada kadar air optimumnya yang dicapai berdasarkan berbagai variasi kadar air, sehingga sesuai dengan uji kepadatan yang umumnya di lakukan.*
- 3) Seperti halnya uji pemadatan yang mempresentasikan hubungan antara kadar air dan kepadatan keringnya, maka uji MCV ini juga mempresentasikan hubungan antara kadar air dan nilai kondisi kadar airnya atau *Moisture Condition Value*.
  - a) Pada uji kepadatan diperoleh hubungan grafik yang bersifat lengkung dan pada kondisi tertentu dicapai kadar air optimum yang mencerminkan kondisi kepadatan kering maksimum.
  - b) Pada uji MCV diperoleh hubungan grafik berupa garis kalibrasi linier antara kadar air dan nilai kondisi kadar airnya
  - c) Karena merupakan cerminan uji kepadatan maka garis kalibrasi linier juga mempunyai korelasi dengan parameter kekuatan tanah seperti nilai kuat geser undrained dan CBR serta dapat dikorelasikan dengan parameter kepadatan lainnya selama masih berhubungan dengan kadar air.
- 4) Metode uji yang menginterpretasikan uji kepadatan dilapangan langsung menggunakan alat pemadat yaitu:
  - a) Jumlah seri tahap pemadatan seperti meng-implementasikan jumlah lintasan alat berat yang digunakan
  - b) Tinggi jatuh saat pemadatan yang konstan yang juga mencerminkan berat alat pemadat lapangan
  - c) Kondisi material yang dipadatkan akan semakin padat dari sri tahap pemadatan pertama ke seri pemadatan berikutnya yang juga mencerminkan suatu hasil pemadatan dilapangan

Berdasarkan kajian literature terhadap penerapan uji untuk memperoleh parameter nilai kondisi air tanah menggunakan alat Uji MCV atau MCA (*Moisture Condition Apparatus*) yang diperkenalkan oleh TRL, UK 1997, maka dalam SNI ini dituangkan metode uji untuk memperoleh Nilai Kondisi Kadar Air tanah yang hasilnya dapat di gambarkan dalam hubungan garis kalibrasi linier dengan kadar airnya.

## Metode Uji MCV (*Moisture Condition Value*)

### 1 Ruang Lingkup

#### 1.1 Latar Belakang

Salah satu kendala pekerjaan yang memerlukan perhatian khusus dalam proyek pembangunan konstruksi jalan adalah pekerjaan tanah, khususnya pemadatan dilapangan karena akan mempengaruhi mutu dan kualitas hasil pemadatan. Permasalahan terhadap mutu pekerjaan tanah pada pelaksanaan konstruksi timbunan diperlukan proses pemadatan dan pada umur layannya kadang menurun sehingga mengurangi tingkat kenyamanannya, karena mengalami kerusakan dalam fungsinya sebagai lapis tanah dasar (subgrade) konstruksi perkerasan jalan, seperti contoh di Lintas Timur Sumatera dan Jalur Pantura Pulau Jawa dan lain-nya.

Faktor yang mempengaruhi rendahnya mutu pekerjaan pemadatan khususnya pada pemadatan material timbunan yang difungsikan sebagai subgrade antara lain diakibatkan oleh jenis kualitas material tanah dari kuari yang akan dipadatkan, dipengaruhi metoda pelaksanaan pemadatan dilapangan dan pengawasan yang dilakukan. Salah satu cara untuk mencegah rendahnya mutu pekerjaan pemadatan diperlukan suatu metode dengan menerapkan nilai kondisi kadar air tanah sebagai parameter disain pemadatan. Uji nilai kondisi kadar air tanah juga merupakan uji sifatnya preventif yaitu pengendalian terhadap kualitas material tanah yang akan dipadatkan melalui proses pra-seleksi dari lokasi kuari. Uji nilai kondisi kadar air tanah ini dilakukan menggunakan alat uji MCV (*Moisture Condition Value*) oleh BS 1377: Part 4: 1990 *Compaction – related Test of Soil for Engineering Purposes*, khususnya pada Bab 5 *Determination of The Moisture Condition Value (MCV)*.

Menurut TRL (1997) tersebut, pengujian terhadap nilai kondisi kadar air tanah menggunakan alat uji MCV adalah merupakan implementasi nyata dalam pengujian kepadatan dan juga merupakan uji untuk kekuatan tanah (material) dalam mencapai kepadatan sempurna karena didasarkan pada:

- 1) Uji MCV merupakan uji kekuatan tanah dengan hasil yang diperoleh dapat di korelasikan terhadap parameter kuat geser tanah undrained karena membebaskan air keluar akibat pemadatan sempurna dicapai.
- 2) Kepadatan sempurna dicapai pada kondisi kepadatan tanah (2 – 5)% *air void* pada kadar air optimumnya yang dicapai berdasarkan berbagai variasi kadar air, sehingga sesuai dengan uji kepadatan yang umumnya di lakukan.
- 3) Seperti halnya uji pemadatan yang mempresentasikan hubungan antara kadar air dan kepadatan keringnya, maka uji MCV ini juga mempresentasikan hubungan antara kadar air dan nilai kondisi kadar airnya atau *Moisture Condition Value*.
  - a) Pada uji kepadatan diperoleh hubungan grafik yang bersifat lengkung dan pada kondisi tertentu dicapai kadar air optimum yang mencerminkan kondisi kepadatan kering maksimum.
  - b) Pada uji MCV diperoleh hubungan grafik berupa garis kalibrasi linier antara kadar air dan nilai kondisi kadar airnya
- 4) Karena merupakan cerminan uji kepadatan maka garis kalibrasi linier juga mempunyai korelasi dengan parameter kekuatan tanah seperti nilai kuat geser undrained dan CBR serta dapat dikorelasikan dengan parameter kepadatan lainnya selama masih berhubungan dengan kadar air.
- 5) Metode uji yang menginterpretasikan uji kepadatan dilapangan langsung menggunakan alat pemadat yaitu:
  - a) Jumlah seri tahap pemadatan seperti meng-implementasikan jumlah lintasan alat berat yang digunakan



- b) Tinggi jatuh saat pemadatan yang konstan yang juga mencerminkan berat alat pemadat lapangan
- c) Kondisi material yang dipadatkan akan semakin padat dari sri tahap pemadatan pertama ke seri pemadatan berikutnya yang juga mencerminkan suatu hasil pemadatan dilapangan

Dalam suatu lokasi pada deposit material yang akan digunakan sebagai bahan timbunan jalan, maka hubungan antara nilai kondisi kadar air dengan kadar air-nya yang merupakan korelasi linier dapat digunakan untuk mengkontrol pemanfaatannya. Hal lain yang diperoleh dari hubungan tersebut menunjukkan kondisi kekuatan geser dan CBR pada kondisi kepadatan yang sama.

## 1.2 Nilai Kondisi Kadar Air Tanah sebagai Parameter Pemadatan Tanah

Untuk mencegah permasalahan mutu pekerjaan timbunan dan pemadatan diperlukan suatu metode yang sifatnya preventif melalui proses pra-seleksi material timbunan dan salah satu dengan mengetahui Nilai Kondisi Kadar Air atau Moisture Condition Value (MCV) suatu tanah/material yang akan dipakai menggunakan alat uji MCV atau menurut TRL-UK (1997) disebut MCA (Moisture Condition Apparatus). Parameter pemadatan tanah dengan mensyaratkan nilai kondisi kadar air (MCV) di beberapa Negara di Eropa, Amerika dan beberapa Negara lainnya merupakan ketentuan yang sifatnya diwajibkan dan tertuang dalam spesifikasi serta dokumen teknis pekerjaan pemadatan tanah yang harus dilaksanakan dalam upaya untuk menjaga kualitas jalan agar mencapai umur yang direncanakan.

Pengujian untuk mendapatkan parameter kepadatan MCV ini merupakan suatu uji kekuatan tanah/material yang dipadatkan dilapangan mendekati sempurna dengan mencapai 2 - 5% *air voids*. Proses dalam pengujian dalam mendapatkan parameter MCV ini adalah menginterpretasikan proses pemadatan dilapangan yang sesungguhnya dan dengan terbentuknya hubungan Garis Kalibrasi Linier antara Kadar Air Tanah/Material dengan parameter MCV dan juga mempunyai hubungan korelasi yang signifikan dengan parameter kekuatan tanah /material seperti parameter Kuat Geser dan Kekuatan Daya Dukung dengan kondisi kepadatan pada kadar air yang sama.

## 2 Acuan Normatif

British Standards Institution, BS1377; PART 1, General requirements and sample preparation, 1990, PART 2, Classification test, 1990, PART 4, Compaction-related test, 1990 and chapter 5 determination of Moisture Condition Test (MCV)

SNI 03-1742-2008. Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 03-1743 2008. Metode Pengujian Kepadatan Berat 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 3423:2008. Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

### **3 Istilah dan Definisi**

#### **3.1**

Kadar air tanah

Suatu nilai parameter kandungan air dalam material dihitung berdasarkan prosentase perbandingan berat kering tanah terhadap berat basahnya menurut SNI 03-1971-1990

#### **3.2**

batas plastis.

nilai kondisi sifat plastis tanah / material yang digunakan sebagai ketentuan parameter dalam mengklasifikasi sesuai golongan yang diuji menurut SNI 03-1966-1990

#### **3.3**

batas cair

nilai kondisi batas cair tanah/material yang digunakan sebagai ketentuan parameter dalam mengklasifikasi sesuai golongan yang diuji menurut SNI 03-1967-1990

#### **3.4**

index plastis

nilai kondisi plastisitas tanah yang besarnya merupakan fungsi dari batas cair dikurangi dengan batas plastisnya yang diperoleh menurut SNI 03-1967-1990

#### **3.5**

parameter nilai kondisi kadar air

merupakan parameter kepadatan tanah/material yang diperoleh dari uji nilai kondisi kadar air menggunakan alat uji MCV (moisture condition value) atau MCA (Moisture Condition Value) menurut TRL-UK 1989

#### **3.6**

moisture condition apparatus (MCA)

merupakan alat uji untuk mendapatkan nilai kondisi kadar air tanah yang diperkenalkan oleh TRL-UK 1989 dan British Standards Institution, BS1377.

#### **3.7**

penetrasi uji MCV

perbedaan penurunan yang diperoleh dari pemadatan pada uji MCV melalui proses pemadatan dalam mold MCV sampai besarnya penetrasi lebih kecil dari 5 mm terhadap hasil pengurangan penetrasi 4B - B

#### **3.8**

Nilai kepadatan tanah dalam uji MCV

nilai parameter kepadatan tanah yang merupakan penilaian terhadap Nilai Kondisi Kadar Air pada nilai kepadatan sempurna untuk dicapainya 2 – 5% air voids

### 3.9

garis kalibrasi

menggambarkan hubungan linier antara nilai kadar air dan kadar airnya yang digunakan sebagai acuan dalam menilai kelayakan tanah/material sebagai tanah dasar untuk pondasi jalan (subgrade) dan bangunan sipil yang mempunyai criteria sama.

### 3.10

pemadatan dalam uji MCV

Jumlah penumbukan yang dilakukan dalam setiap seri tahap pemadatan dengan variasi kadar air sampai diperoleh hasil penetrasi konstan atau mencapai 5 mm sebelum tahap penumbukan selanjutnya dilakukan

### 3.11

Titik pintas, a

Suatu titik yang diperoleh dari perpotongan garis kalibrasi hubungan antara Kadar Air Tanah dan Nilai Kondisi Kadar Air Tanahnya dengan sumbu tegak yang mencatat data kadar air (pada MCV = 0)

### 3.12

Kemiringan garis kalibrasi, b

Suatu angka yang diperoleh dari perbandingan antara ordinat dengan absis garis kalibrasi hubungan antara Kadar Air Tanah dan Nilai Kondisi Kadar Air tanah /material.

## 4 Ketentuan

### 4.1 Umum

Dalam pengujian nilai kondis kadar air tanah didasarkan pada persyaratan energy pemadatan minimum untuk menghasilkan pemadatan sempurna dicapainya (2-5)% air vids terhadap contoh tanah yang lolos saringan ukuran butir 20 mm dari uji analisa butir menurut SNI 2008. SNI 3423:2008.

Prosedur uji MCV mencakup penentuan nilai kondisi kadar air (MCV) suatu contoh tanah dan penentuan terhadap variasi nilai kondisi kadar air pada perubahan kadar airnya. Prosedur pengujian secara cepat juga dibahas untuk mengetahui kekuatan contoh tanah uji terhadap standar kalibrasi sebelumnya dapat atau tidak digunakan.

Persyaratan uji pemadatan (SNI 1989. SNI 03-1742-1989) kadar air tanah (SNI 2008. SNI 1965:2008.) dan analisa gradasi (SNI 2008. SNI 3423:2008.) serta uji SNI lainnya yang sesuai dan terintegrasi dengan metode uji tetap harus di gunakan.

### 4.2 Peralatan

#### 4.2.1 Peralatan Uji MCV

Moisture Condition Apparatus (MCA) adalah alat uji MCV yang dilengkapi dengan Mould dengan fasilitas pengukuran penetrasi dan Plat Dasar yang terpisah terbuat dari besi baja mutu tinggi dilengkapi dengan alat penumbuk untuk memadatkan dengan ketelitian hasil pemadatan 0,1 mm. Peralatan alat uji MCV secara lengkap diperlihatkan pada Gambar

terlamir dan formulir isian pengujian yang berhubungan dengan alat uji MCV juga disertakan dalam lampiran metode uji ini dan diperlihatkan pada Gambar 2 yang terdiri dari:

1) **Kerangka:** kerangka termasuk plat dasar dan batang pengarah dalam hubungan yang kokoh dalam konstruksi yang menyatu terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

- a) **Berat plat dasar** paling sedikit 31 kg
  - i) Pelat dasar uji MCV dilengkapi cekungan coakan sedalam 175 mm untuk meletakkan mould uji MCV
  - ii) Pelat dasar uji MCV diletakkan pada lantai yang cukup kokoh dan datar sehingga alat penumbuk (rammer) dapat jatuh bebas secara vertical melalui batang pengarahnya.
  - iii) Pada pelat dasar untuk menempatkan mould dilengkapi dengan coakan sedalam 175 mm dan dilengkapi sistem pengunci sehingga saat pengujian berlangsung tidak mengalami perubahan akibat getaran saat penumbukan.
- b) **Mould:** Mould berbentuk silinder dan dapat ditempatkan pada dasar pelat serta dapat dikunci dan dilepas. Pada saat dilepas, maka bagian dalam dasar pelat tidak mengunci mouldnya.
  - i) Mould harus permeabel bagian dasarnya
  - ii) Kemampuan permeabilitas yang artinya air dapat keluar dari dasar mould ketika proses pemadatan mendekati sempurna dicapai atau air dapat keluar secara konstan sebesar 4 sd 7 liter/menit pada coakan atau cekungan pada pelat dasar sedalam 175 mm pada dasar pelat sehingga bagian dasar mould dapat ditempatkan pada posisi tersebut dengan bebas dan terkunci pada saat pengujian berlangsung.
  - iii) Permukaan bagian dalam mould dilapisi atau dicat dengan bahan pelindung dengan ketebalan paling sedikit 0,05 mm
  - iv) Diameter dalam mould sebelum di lapisi bahan pelindung antara 100 mm sampai dengan 100,10 mm
  - v) Tinggi mould bagian dalam adalah 200 mm

Catatan 1: untuk mencapai persyaratan permeabilitas maka dasar mould yang ditempatkan pada cekungan pada pelat dasarnya tidak merupakan hubungan yang bebas dan terkunci saat proses pengujian berlangsung.

- c) **Alat Penumbuk;** alat penumbuk lengkap dengan pengikat dan pengarah yang akan dihubungkan melalui batang pengarah mempunyai berat 7 kg + 50 gr
  - i) Diameter alat penumbuk bagian bawah antara 96,95 sampai dengan 97,00 mm. semua bagian dari mould ini harus sesuai dan bebas dengan lubang mould.
  - ii) Bagian dasar dari alat penumbuk harus rata kecuali bila ada perubahan yang disyaratkan.
  - iii) Alat penumbuk dilengkapi dengan batang pengarah tanpa gangguan gesekan sehingga jatuh bebas alat penumbuk masih dapat ditoleransi serta alat penumbuk tidak membentur mould saat proses pengujian berlangsung
  - iv) Alat penumbuk harus dapat jatuh bebas tanpa gesekan dengan batang pengarahnya dari titik pelepasannya sampai jatuh bebas pada tanah dalam mould.
  - v) Batang pengarah dan sistem pengangkat alat penumbuk harus didisain dengan bagian bawah dari alat penumbuk dapat melakukan penetrasi pemadatan sedalam 35 mm pada bagian bawah mould.
  - vi) Skala pembacaan perlu dilengkapi pada alat penumbuk dan skala pada penumbuk ini menunjukkan pembacaan yang sama bila dilakukan dengan menggunakan alat baca "vernier scale" yang dilakukan pembacaan dari bagian atas mould sampai dengan permukaan contoh tanah dalam mould. Ketelitian pembacaan penetrasi contoh tanah dalam mould adalah 0.1 mm. alternative lain bila

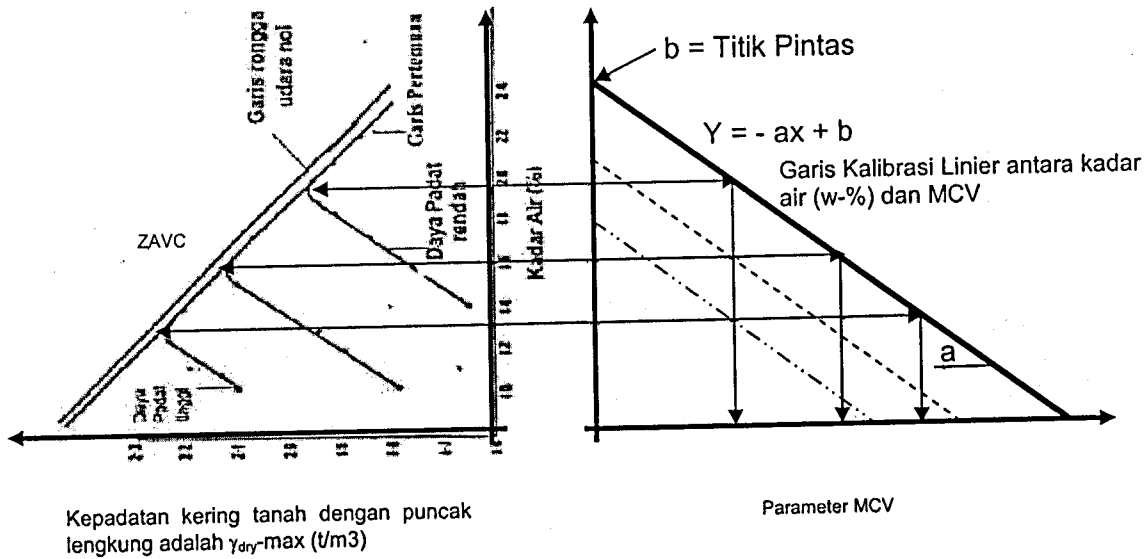
- pembacaan dilakukan dengan pengukur kedalaman dengan ketelitian 0,1 mm dapat digunakan.
- vii) Plat tipis kaku berupa "*fibre disc*" dengan ukuran 99,15 sampai dengan 99,20 mm harus di siapkan untuk memisahkan contoh tanah dalam mould terhadap dasar alat penumbuk.
- d) **Sistim Pengakatan dan Pelepasan Alat Penumbuk:** sistim alat penumbuk termasuk sistim otomatis penjatuhannya yang dapat disesuaikan dengan persyaratan tinggi jatuh yang ditentukan dan dikur dari dasar alat penumbuk ke permukaan contoh tanah yang diuji dalam mould.
- i) Alat penumbuk dapat terkait pada "pin" pengunci yang memfungsikan sistim jatuh bebas mulai pada kondisi lower limit travel sampai kondisi upper limit travel yaitu saat alat penumbuk menyentuh permukaan tanah yang diuji dalam mould.
  - ii) Penghitung jumlah tumbukan otomatis menggunakan counter perlu di lengkapi pada setiap tahap seri penumbukan untuk menghindari kesalahan penghitungan secara manual.
- e) **Kontrol ketinggian jatuh alat penumbuk;** posisi tempat melepaskan alat penumbuk secara bebas harus dapat di set ulang tinggi jatuhnya untuk menyesuaikan tinggi jatuh yang disyaratkan ke contoh tanah yang akan diuji dalam mould.
- i) Sistim dalam melepaskan alat penumbuk agar jatuh bebas dapat di set pada berbagai posisi dengan ketinggian jatuh tetap atau pada saat posisi tinggi akibat penumbyukan mencapai  $\pm 5$  mm.
  - ii) Sistim indicator pencatatan tinggi jatuh dengan titik pelepasan pada saat alat penumbuk berada pada posisi diam diatas contoh tanah yang akan di uji di dalam mould adalah merupakan batas perjalanan bawah proses penumbukan.
  - iii) Penentuan letak posisi tinggi jatuh dan tinggi jatuh pada saat uji dilakukan dapat di set antara 100 sampai dengan 260 mm.
  - iv) Beban penumbuk dapat di operasikan pada ketinggian  $\pm 250$  mm antara bagian bawah alat penumbuk dengan permukaan contoh tanah uji dalam mould.

Alat uji MCV pada saat ini sudah dikembangkan dalam beberapa versi di beberapa Negara karena kegunaannya yang dapat mencerminkan uji kekuatan tanah yang dengan proses pemadatan lapangan sesungguhnya SDD Application Guide No. 1 (1989). Beberapa alat uji MCV dengan berbagai versi yang telah diproduksi di beberapa Negara dan dapat diperoleh di pasaran diperlihatkan pada Gambar 3.

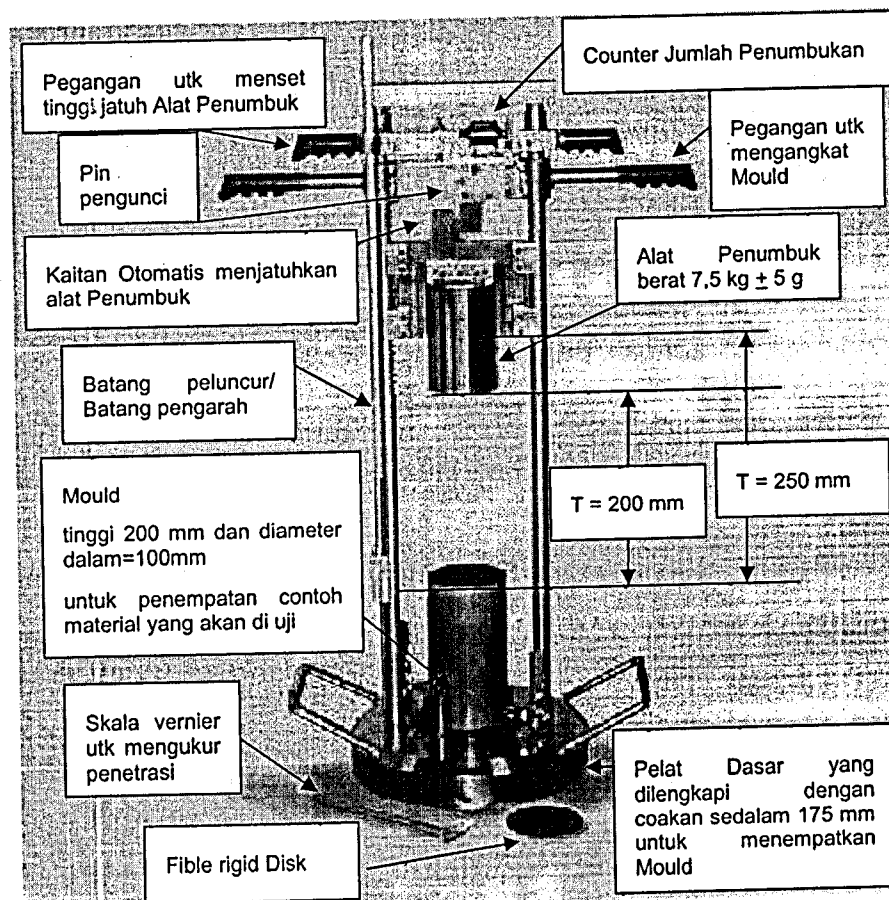
- 2) Menurut menurut TRL-UK (1997) dan SDD Application Guide No. 1 (1989) Pengujian MCV merupakan uji kekuatan tanah yang dipadatkan hingga mencapai kepadatan sempurna dengan dicapainya angka pori (void ratio) 2 – 5% yang dicerminkan dalam hubungan kalibrasi linier antara kadar air dan parameter MCV nya. Hubungan antara kalibrasi linier kadar air dan parameter MCV dengan uji kepadatan diperlihatkan pada Gambar 1. Terlihat pada Gambar 1 ini diperlihatkan, pada kondisi kadar air yang sama maka akan diperoleh parameter MCV tertentu, artinya pada kadar air optimum,  $w_{opt}$  (%) dan kepadatan kering maksimum,  $\gamma_{dry-max}$  ( $t/m^3$ ) maka parameter pemadatan tanah dapat dibuktikan dan dilakukan dengan mensyaratkan parameter MCV nya.
- 3) Selanjutnya TRL-UK (1997) dan SDD Application Guide No. 1 (1989), pengujian p[aramter MCV itu juga dapat digunakan untuk mengontrol pemanfaatan kelayakannya untuk pekerjaan pemadatan pada pekerjaan timbunan jalan setelah kalibrasi hubungan antara kadar air dan parameter MCV dinyatakan. Material tanah dapat digunakan sebagai material timbunan yang memenuhi kekuatan cukup bila nilai penetrasi diatas 5 mm dan



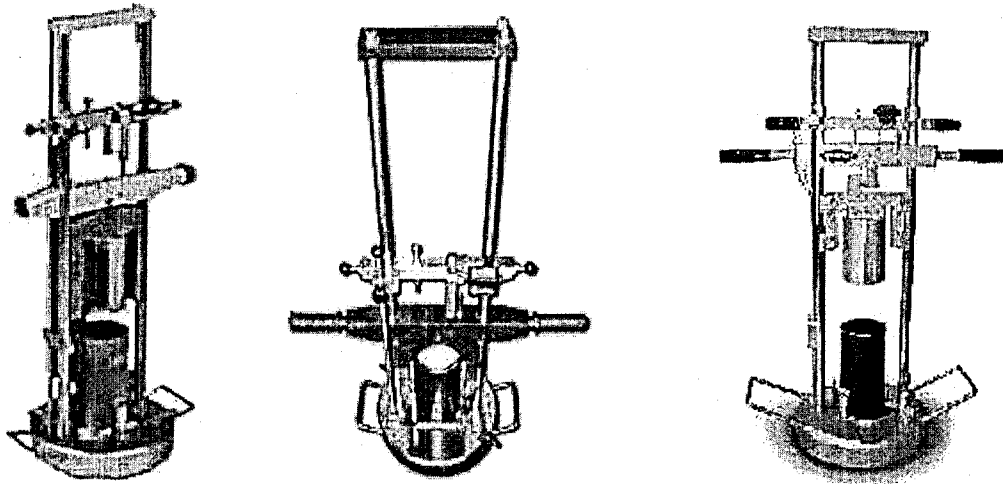
sebaliknya mempunyai kekuatan yang rendah bila nilai pentrasi dari uji MCV menunjukkan nilai pentrasi dibawah 5 mm.



Gambar 1. Hubungan dari uji kekuatan tanah/material antara Uji Pemadatan dan Uji MCV, menunjukkan bahwa Uji MCV merupakan Uji Kekuatan Tanah/material.



Gambar 2. Alat Uji MCV (Moisture Condition Value) menggunakan MCA (Moisture Condition Apparatus), (menurut TRL-UK (1997) dan SDD Application Guide No. 1 (1989))



**Gambar 3. Variasi dan jenis alat uji MCV, (British Standards, BS1377, 1990 dan TRRL. SDD Application Guide No. 1, 1989)**

#### 4.2.2 Alat Timbangan

Alat timbangan yang digunakan mempunyai kapasitas 2 kg dengan ketelitian pembacaan 1 gram. Dalam penggunaan dilapangan bila material tertahan saringan ukuran 20 mm tidak disyaratkan untuk ditimbang maka timbangan dengan ketelitian 20 gram dapat digunakan.

#### 4.2.3 Saringan dengan ukuran diameter 20 mm lengkap dengan nampan penampungnya

#### 4.2.4 Nampan yang tahan terhadap korosif atau terbuat dari plastic dengan kedalaman $\pm$ 80 mm sehingga kapasitas cukup untuk menampung sejumlah contoh tanah yang akan di uji.

#### 4.2.5 Alat untuk mengeluarkan contoh uji di dalam mould

#### 4.2.6 Alat uji untuk menentukan kadar air tanah menurut SNI 2008. SNI 1965:2008

### 4.3 Alat Pengontrol Kadar Air Tanah

#### 4.3.1 Sebelum dan sesudah pengujian, alat uji kadar air tanah harus dicheck dan di set ulang sebagai berikut:

##### 4.3.1.1 Alat penumbuk harus dapat jatuh bebas secara gaya grafitasi

##### 4.3.1.2 Tinggi jatuh alat penumbuk di set setinggi 250 mm ke plat disk diatas contoh tanah yang akan diuji didalam mould (lihat Gambar 1)

Catatan 2: tinggi jatuh 250 mm ke permukaan plat disk dapat di dikurangi dengan tujuan untuk membuat batasan parameter MCV pada kondisi kadar air yang bertambah dan harus dinyatakan dalam hasil uji parameter MCV..

##### 4.3.1.3 Semua komponen alat uji parameter MCV harus aman dari kerusakan

## 5 Pengujian MCV (Moisture Condition Value)

### 5.1 Penentuan parameter MCV pada kondisi kadar air asli

#### 5.1.1 Prosedur

- 5.1.1.1 Ambil contoh tanah yang lolos saringan ayakan dengan diameter 20 mm dan dihancurkan secara hati-hati dengan palu karet serta ambil partikel tanah dengan ukuran butir >20 mm. Timbang dan ambil material sebanyak 1 g bila proporsi butir tanah akan dilaporkan.
- 5.1.1.2 Ambil sebagian contoh tanah yang mewakili untuk uji MCV yang lolos saringan dengan bukaan 20 mm dan dihitung kadar air-nya.
- 5.1.1.3 Ambil tanah yang lolos saringan dengan diameter 20 mm sebanyak  $1,5 \text{ kg} \pm 20 \text{ g}$ . dan tempatkan dalam mould tanpa harus dipecahkan bila materi tersebut diameter butirnya lolos saringan dengan bukaan 20 mm. masukkan contoh tanah uji dalam mould MCV yang kering dan bersih. MCV dan letakkan pelat disk pada bagian atas dan bagian bawah pada suatu tanah yang akan diuji.

Catatan 3: jika contoh tanah yang ditempatkan dalam mould kondisinya lepas maka akan mempengaruhi hasil pengujian parameter MCV. Untuk tanah yang lepas maka pengisian ke mould maka dapat dilakukan pengisian-nya dengan cara curah. Masukkan contoh tanah yang lepas tadi dalam mould MCV dan bersihkan serta tutupi kedua ujungnya dengan sistim curah. Penekanan contoh tanah dalam mould dapat dilakukan untuk menjaga agar tidak ada sisa contoh tanah diluar mould. Hanya perbedaan 5 mm antara tanah dalam mould MCV yang dapat diterima pada uji pemadatan untuk memperoleh parameter MCV.

- 5.1.1.4 Selanjutnya set alat penumbuk pada posisi tinggi jatuh yang disyaratkan dan dikunci dengan "pin" pengikat. Pasang mould pada tempatnya di pelat dasar alat uji MCV dan set Counter pembacaan pada posisi zero (posisi standby).
- 5.1.1.5 Lepaskan "pin" pengikat alat penumbuk dan turunkan alat penumbuk perlahan sampai menyentuh permukaan penutup disk yang menutup contoh tanah yang akan di uji dan pastikan uji MCV dapat dilakukan melalui nilai penetrasi yang akan dihasilkan secara bebas berdasarkan berat sendiri atau secara grafitasi sampai mencapai kondisi kepadatannya tercapai. Kemudian set tinggi jatuh  $250 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  untuk seri uji tahapan berikutnya (lihat catatan 2).
- 5.1.1.6 Terapkan proses pengujian dengan menjatuhkan alat penumbuk dengan melepas "pin" penguncinya. Ukur penetrasi yang dihasilkan akibat penumbukan oleh alat penumbuk didalam mould atau mengukur panjang batang pengarah alat tumbuk yang masuk ke dalam mould. Dengan alat ukur yang punya ketelitian 0,1 mm.

Catatan 4: penetrasi yang diperoleh dapat dibaca dan diukur dari skala pada alat penumbuk yang masuk dalam mould atau pada skala yang tersedia pada batang pengarah dan skala bacaan nya. Lain alternatif lain pembacaan penetrasi pada uji MCV dapat dilakukan dengan mengukur panjang alat penumbuk yang terlihat diatas pada bagian tepi mould. Pengujian MCV sebaiknya dilakukan oleh 1 orang operator untuk mengurangi dampak akibat kurang ketelitian dalam pembacaan (human Error). Hasil pembacaan antara jumlah pemadatan tanah dan penetrasi yang diperoleh dapat dituliskan pada form atau data sheet (lihat Appendices)

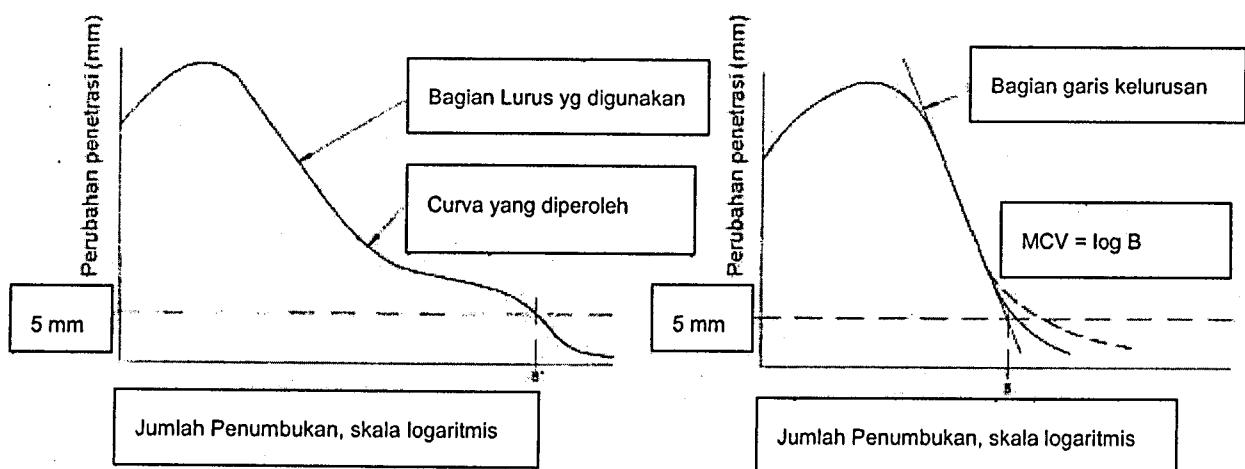
- 5.1.1.7 Posisikan tinggi beban penumbuk ke 250 mm, lihat Gambar 2

- 5.1.1.8 Ulangi tahap butir 5.1.1.6 dan 5.1.1.7 dan lakukan pembacaan penetrasi hasil penumbukan setiap tahapan akumulasi jumlah penumbukan dan isikan hasilnya menggunakan Form MCV – 1 pada lampiran. Selanjutnya posisikan kembali tinggi jatuh penumbukan 250 mm setelah tidak terjadi penetrasi lanjutan sampai tahap penumbukan 256 kali.

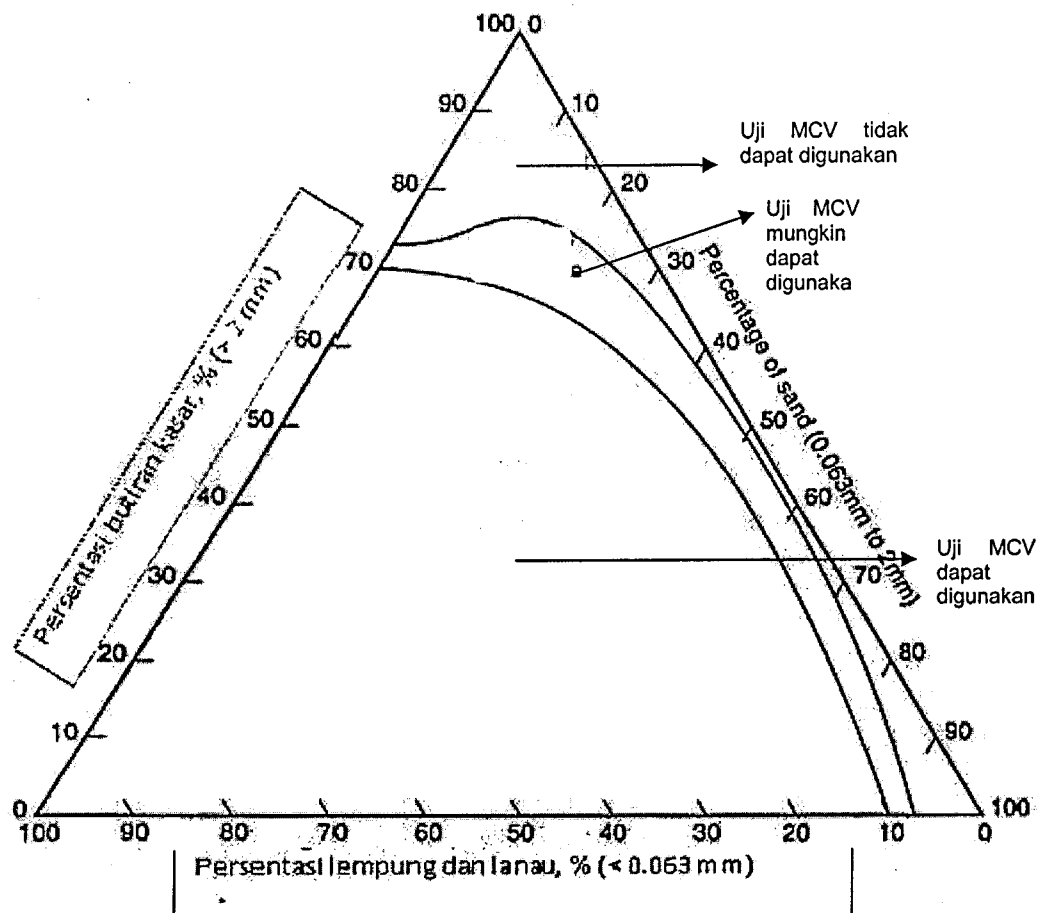
Catatan 5: untuk material yang kepadatan kering dengan MCV tinggi bila lebih dari tahap penumbukan 256 kali, maka perlu hasil MCV di laporkan lebih dari 18 " (inches). Menurut Mtheson (1997), Prinsip pengujian MCV adalah dengan menempatkan material tanah dalam mould MCV dan dilakukan pemadatan dengan penumbuk yang melalui batang pengarah yang merupakan kesatuan dengan alat uji MCV dengan tinggi jatuh maksimum 250 mm secara bertahap setelah mengukur penurunan atau penetrasi yang terjadi pada tiap tahapan yang mulai dari pemadatan berjenjang dari 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 32, 48, 64, 128 dan 256. Nilai penetrasi diukur dengan memplot penumbukan awal dengan penumbukan 4 kali pemadatan menggunakan Form MCV-1. Jumlah komulatif tiap tahapan periode penumbukan pada uji MCV untuk memadatkan material / tanah tersebut dilakukan dengan variasi kadar air seperti pada metode uji pemadatan.

- 5.1.1.9 Dalam mengangkat alat penumbuk terutama saat akan meulai penumbukan tahap selanjutnya, maka perlu di lakukan pengamanan dengan mengunci menggunakan pin (Gambar 2).
- 5.1.1.10 Keluarkan mould dari alat uji MCV dan lepaskan dari pelat dasarnya dan keluarkan contoh material tanah hasil uji MCV dan periksa kadar airnya.
- 5.1.2 Perhitungan dan presentasi hasil uji parameter MCV, menggunakan Form MCV-1 terlampir.
- 5.1.2.1 Hitung perubahan penetrasi tiap tahapan penumbukan antara penumbukan ke- n yang di catat dengan penetrasi pada penumbukan ke 4 (atau  $4n$ ), contoh 1 dan 4, 2 dan 8 dan seterusnya.
- 5.1.2.2 Plot perubahan penetrasi tersebut pada skala linier (butir 5.1.2.1) dan masing-masing tahapan jumlah penumbukan (5.1.1.8) pada skala logaritmis.
- 5.1.2.3 Gambarkan hubungan antara perubahan pentrasi dengan jumlah tumbuka dan tarik garis yang mendekati linier pada nilai perubahan penetrasi 5 mm. Paramter MCV selanjutnya dapat ditentukan dengan hasil log B (dengan ketelitian 0,1). B adalah jumlah penumbukan yang menghasilkan nilai penetrasi 5 mm yang terbaca pada garis lurus. Parameter MCV dapat dibaca berdasarkan nilai yang diperoleh pada pembacaan skala garis dibawah yang juga diberikan pada Lampiran MCV-1 terlampir.

Catatan 6: umumnya untuk setiap jenis tanah, hubungan perubahan pentrasi penumbukan dan jumlah tahap penumbukan yang di catatdan digambarkan padfa Form MCV-1 tersebut seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Berdasarkan pernyataan bahwa uji MCV adalah uji kepadatan penuh maka bila tidak memotong garis horizontal yang menunjukkan penetrasi 5 mm maka dapat digambarkan dengan garis putus-putus. Kondisi tidak keluarnya air mengindikasikan ketergantungannya dengan jenis kareakteristik properties tanah yang diuji. Dengan demikian parameter MCV diperoleh dari garis kelurusan yang diperoleh dari hasil uji penumbukan yang memotong nilai penetrasi 5 mm. Kondisi perubahan hasil perubahan penetrasi dan jumlah penumbukan berubah bila di tarik garis kelurusannya diakibatkan oleh beberapa contoh tanah atau material yang bergradasi dan/atau mengalami perubahan struktur karakteristik propertisnya akibat proses pemadatan atau mengalami "crushing". Pengambilan garis kelurusan sampai memotong penetrasi 5 mm berdasarkan bahwa uji MCV adalah uji kepadatan penuh sehingga material yang di uji mengalami densifikasi penuh. Walaupun begitu, metode uji MCV ini hasilnya sangat berguna untuk kontrol pekerjaan pemadatan tanah setelah di gambarkan hubungannya dalam garis kalibrasi antara parameter MCV dan kadar airnya. Menurut Matheson, SDD Aplications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992, Material yang cocok untuk uji menggunakan MCA dapat di tentukan dari uji gradasi dan di gambarkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Pembacaan Parameter MCV



Gambar 5. Material yang cocok untuk di uji menggunakan MCA (Matheson, SDD Applications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992)

- 5.1.2.4 Sebagai uji kepadatan penuh maka bila Parameter MCV pada kondisi kadar air asli di laboratorium dicapai dengan ketelitian 0,1 maka menandakan dilapangan dicapai dengan ketelitian 0,5.
- 5.1.3 Laporan Hasil Uji MCV, laporan hasil uji dengan menggunakan metode uji ini harus mengikuti syarat berikut:
- Ketentuan Metode uji MCV
  - Nilai kadar air tanah
  - Penggambaran grafik hubungan antara hasil uji penumbukan dalam skala scalar dan perubahan penetrasi dalam skala logaritmis.
  - Massa kering tanah yang akan diuji, disiapkan dengan ukuran butir yang lebih dari 20 mm di ambil
  - Metode yang digunakan dalam menginterpretasikan grafik hasil uji MCV
  - Informasi yang diperlukan mengacu pada ketentuan 9.1 British Standard 1377 Part 1:

## 5.2 Hubungan Parameter MCV dan Kadar Air Tanah

### 5.2.1 Prosedur

#### 5.2.1.1 Tanah yang rentan terhadap kerusakan struktur partikelnya selama konstruksi

Catatan 7: untuk tanah lempung dicampur dengan air paling sedikit selama 24 jam agar tercapai kondisi rata-ratanya dan mengikuti butir 4.5.1.2.



- 5.2.1.1.1 Siapkan contoh tanah seberat 4 kg dalam kondisi kering udara dan usahakan jangan dijemur atau kering sempurna.
- 5.2.1.1.2 Ambil butiran material tanah yang mempunyai ukuran butir melalui saringan 20 mm, pecahkan dan butiran bila perlu dan ambil butiran yang tidak dapat dipecahkan. Timbang material yang tertahan saringan 20 mm dengan timbangan ketelitian 1g dan ditulis dalam laporan.
- 5.2.1.1.3 Ambil sebagian contoh tanah yang lolos saringan 20 mm dan laukan uji kadar air mengikuti SNI 2008. SNI 1965:2008.
- 5.2.1.1.4 Selanjutnya material tanah yang lolos saringan 20 mm tambahkan air secukupnya

Catatan 8: kadar air awal yang digunakan berdasarkan uji MCV yang memperoleh nilai MCV antara 13 dan 15 yang diperkirakan diperoleh pada saat tahap penumbukan penuh dicapai dengan 20 – 32 penumbukan.

- 5.2.1.1.5 Siapkan contoh material tanah yang lolos saringan 20 mm dan pecahkan butiran yang menggumpal dan ambil sebanyak 1,5 kg $\pm$ 20g
- 5.2.1.1.6 Lakukan prosedur uji seperti yang telah dituangkan pada butir 5.1.1.3 sampai 5.1.1.9.

Catatan 9: umumnya berat massa tanah 1,5 kg digunakan. Biasanya pengurangan ukuran contoh uji di gunakan untuk mendapatkan parameter MCV pada pengurangan kadar air nya. Bila jumlah berat massa tanah lebih dari 1,5 kg perlu dinyatakan dalam uji MCV.

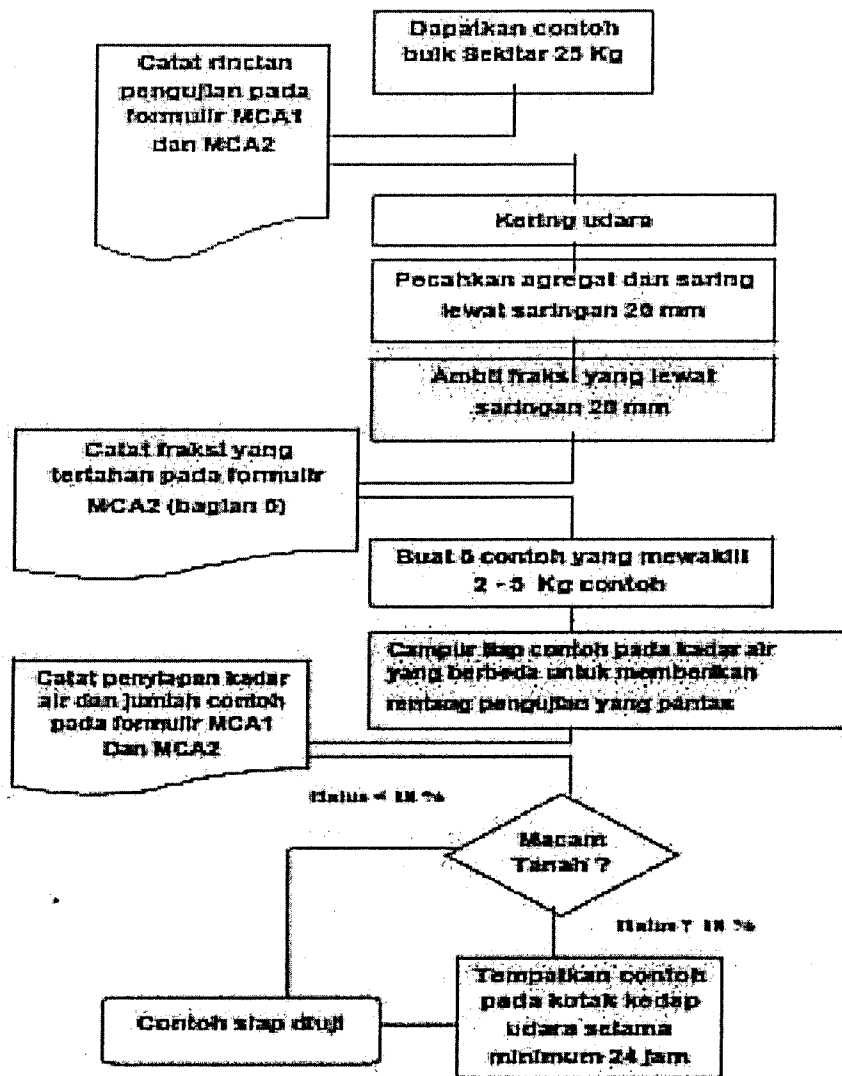
- 5.2.1.1.7 Ambil mould pada alat uji MCV dan lepaskan pelat dasar nya. Keluarkan contoh uji dan letakan dalam nampan. Ambil sebagian kecil dari contoh tanah ini untuk pengujian kadar air menurut SNI 2008. SNI 1965:2008
- 5.2.1.1.8 Pecahkan contoh uji tersisa dan campurkan dengan contoh tanah aslinya dan tambahkan air dan aduk sampai merata.
- 5.2.1.1.9 Lakukan uji contoh tanah mengikuti prosedur sesuai butir 5.2.1.1.5 sampai 5.2.1.1.8 pada tiap penambahan air. Usahakan paling sedikit 4 (four) untuk dilakukan. Batasan variasi kadar air harus sesuai dengan batasan parameter MCV yang menunjukkan 3 sampai dengan 14.

#### 5.2.1.2 Perilaku tanah terhadap *crushing* selama pemadatan

- 5.2.1.2.1 Ambil sebanyak empat contoh tanah untuk diuji dengan berat 2,5 kg pada kondisi kering udara. Tambahkan air dengan prosentase berbeda pada ke empat contoh uji tersebut untuk mendapatkan variasi kadar air.

Catatan 10: variasi kadar air sesuai dengan keketntuan pada batasan Paramter MCV antara 3 – 14.

- 5.2.1.2.2 Persipan pengujian untuk tiap contoh uji mengikuti butir 5.2.1.1.2, 5.2.1.1.3, 5.2.1.1.6 dan 5.2.1.1.7
- 5.2.1.2.3 Contoh tanah yang akan diuji dapat diambil di lokasi kuari atau lokasi yang akan digunakan sebagai material timbunan untuk tanah dasar dan untuk keperluan pengujian MCV diperlukan sebanyak antara 4 - 6 karung a 25 kg Pengambilan contoh tanah/material yang akan dilakukan pengujian untuk mendapatkan parameter MCV nya diperlihatkan pada Gambar 6.

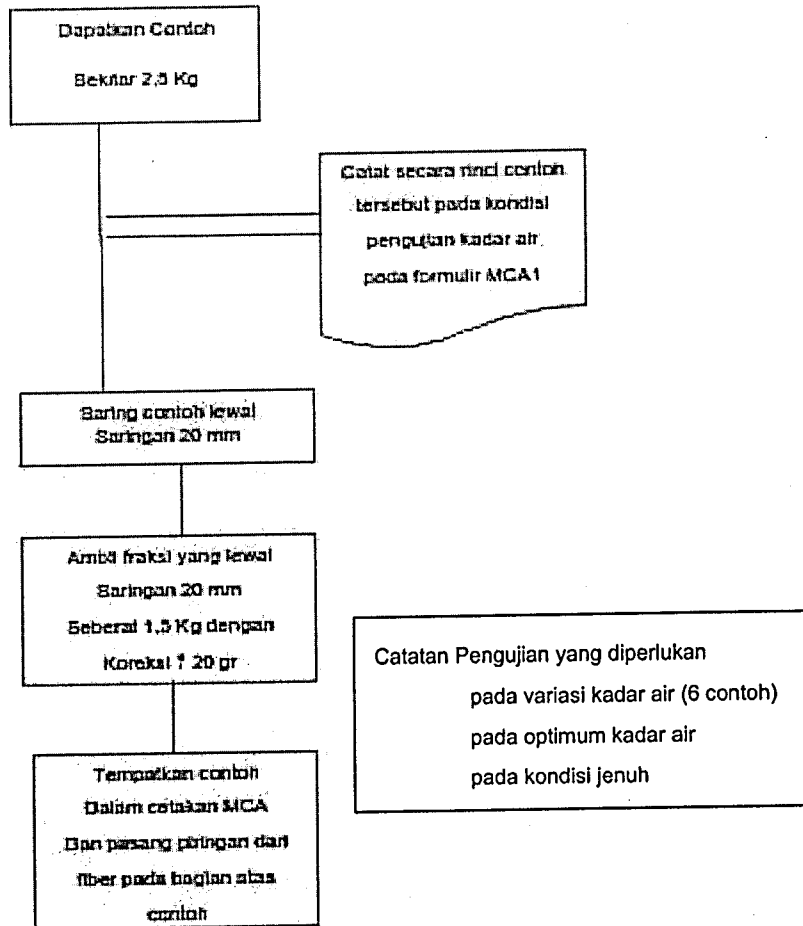


**Gambar 6. Bagan Alir Penyiapan Contoh Tanah / Material pada uji MCV untuk mendapatkan Parameter Nilai Kondisi Kadar Air (MCV)**

#### 5.2.1.2.4 Hancurkan sisa contoh tanah uji

#### 5.2.2 Persiapan pengujian MCV

Penyiapan material tanah yang akan diuji sebanyak 2,5 kg diambil yang lolos saringan no 20 dengan berat berkisar 1,5 kg yang penimbangannya menurut SNI 03-6414-2002 dan dipersiapkan sebanyak 5 - 6 kantong untuk proses pengujian berdasarkan variasi kadar air (SNI 03-1965-2000) seperti halnya dengan persyaratan pengujian standar untuk kepadatan ringan dan berat sesuai SNI 03-1742-2008 dan SNI 03-1743 2008. Prosedur penyiapan contoh uji diperlihatkan pada Gambar 7.



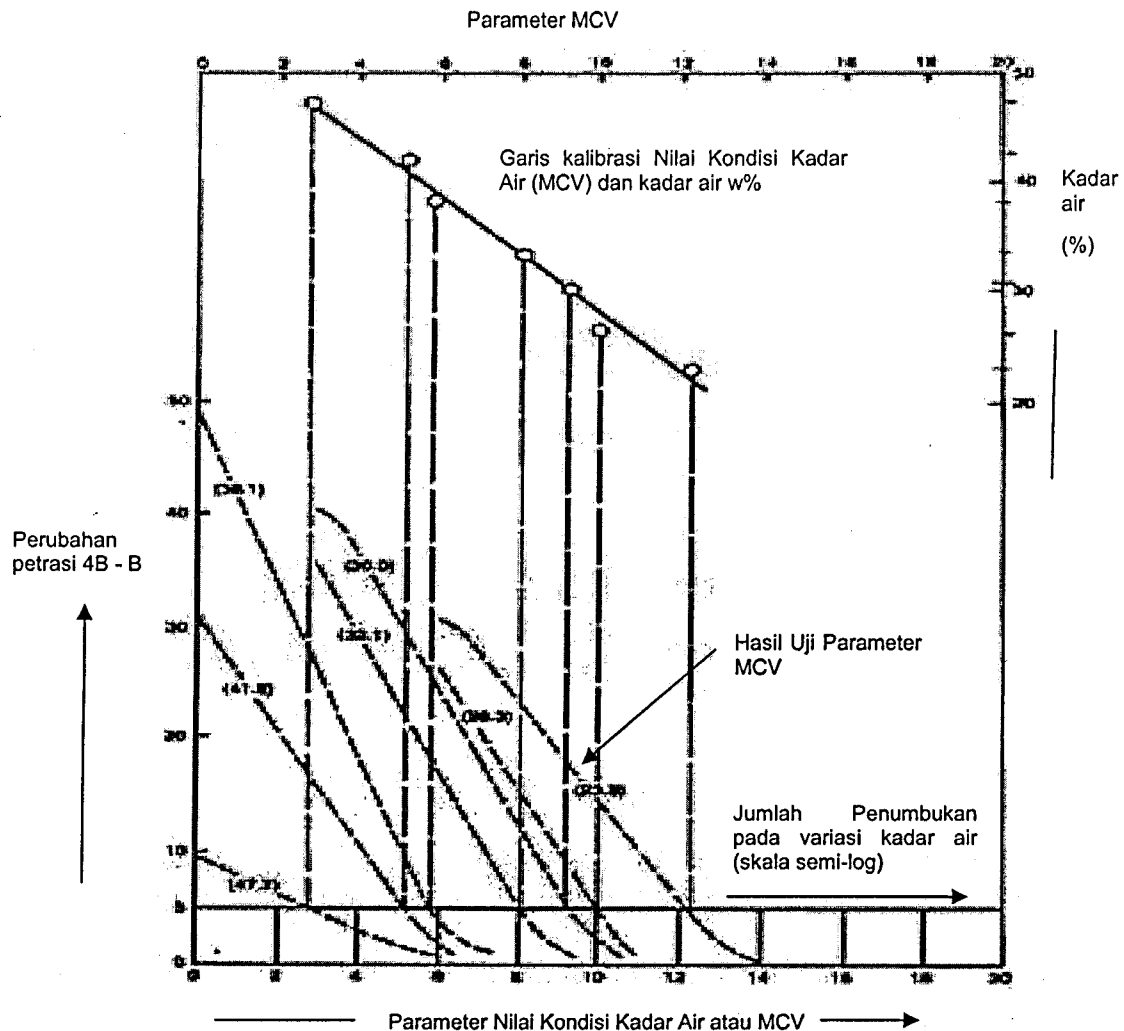
**Gambar 7. Penyiapan Material Tanah untuk diuji Parameter NKA/MCV**

**5.2.3 Perhitungan dan Presentasi Hasil.** Prosedur uji MCV untuk tiap contoh uji dan presentasi hasilnya diuraikan pada butir 5.1.2. Selanjutnya kadar air untuk masing-masing contoh uji dengan parameter MCVnya dan buat garis kalibrasi hubungan liniernya.

Catatan 11: hubungan garis kalibrasi linier antara kadar air dan parameter MCV dapat ditentukan dengan tidak mengikut sertakan hasil yang tidak signifikan seperti terlalu menyimpang. Sebagai acuan dalam menggambarkan grafik hubungan kalibrasi linier ini adalah bila kadar air meningkat (variasi kadar air) maka parameter MCV yang diperoleh berkurang. Untuk tanah "over consolidated calays" garis kalibrasi hubungan antara kadar air dan MCVnya membentuk curva melengkung ke atas "upward curve" dan kejadian ini dikarenakan pengaruh erusakan struktur butiran tanah saat dihancurkan pada kondisi variasi kadar air yang direncanakan. Bila kondisi ini terjadi maka garis kalibrasi non-linier lebih memenuhi kriteria hubungan antara kadar air dan parameter MCV nya. Garis kalibrasi linier yang diperoleh umumnya pada uji laboratorium sebagai petunjuk pencampuran material uji pada kondisi kadar air yang bervariasi untuk mendapatkan variasi parameter MCV (kadar air tinggi akan dicapai MCV rendah).

#### 5.2.4 Hubungan kalibrasi antara kadar air dan parameter MCV

Hasil yang diperoleh dari hubungan kalibrasi antara parameter NKA dengan berbagai kondisi kadar air diperlihatkan dalam Gambar 8.



**Gambar 8.** Hasil Tampilan Pengujian untuk mendapatkan Parameter NKA dan hubungan kalibrasi antara parameter NKA dan kadar air.

Variasi Kadar Air dengan parameter MCV mempunyai hubungannya dalam suatu Garis Kalibrasi linier. Garis Kalibrasi tersebut dengan persamaan linier umum :

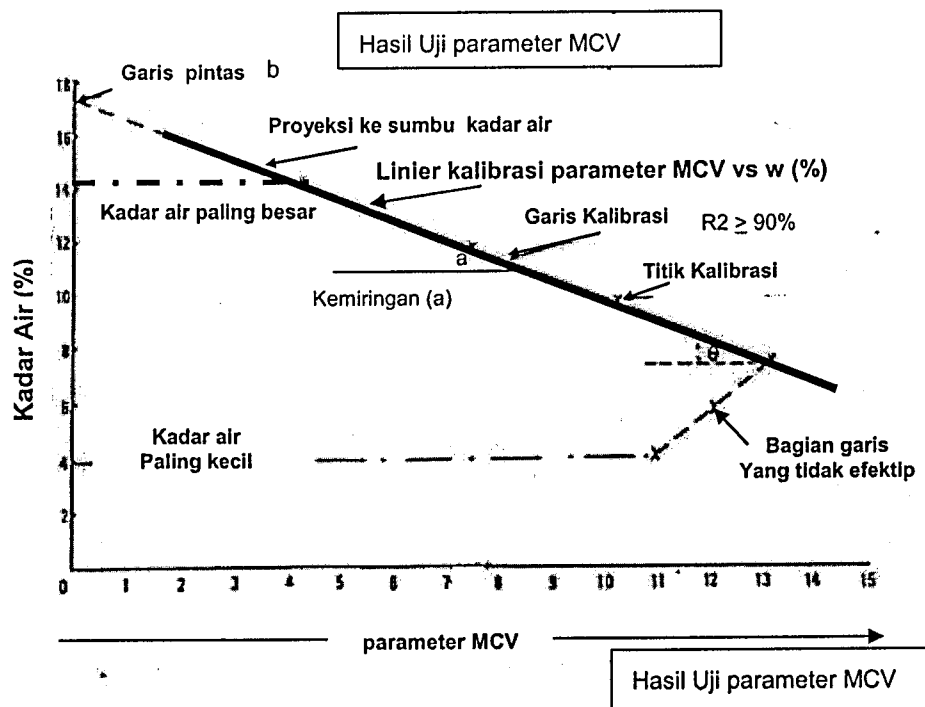
$$MCV = - a.w + b \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan:

- MCV - Nilai Kondisi Kadar Air (tidak berdimensi)
- w - kadar air (%)
- a - garis kemiringan yng dibentuk oleh parameter MCV dan kadar air, w (%)
- b - garis (titik) pintas pada kondisi MCV = 0

Garis Kalibrasi Hubungan antara Kadar Air dengan MCV pada satu lokasi kuari dapat digunakan sebagai acuan dalam penerimaan material tanah di lokasi kuari yang dibutuhkan dengan jenis yang sama sebelum diterima sebagai persyaratan tanah/material yang akan digunakan untuk timbunan dan dipadatkan sebagai lapisan tanah dasar (subgrade).

Jika jumlah butir halus terletak antara batas atau pada daerah alat uji MCV mungkin dapat digunakan dan harus ditentukan secara hati-hati dari tetap mendapatkan garis kalibrasi yang masih mempunyai garis kalibrasi kemiringannya negative serta koefisien korelasi regresi linier diatas 0,9 pada hubungan antara parameter NKA dengan tiap variasi kondisi kadar air (w-%) nya (Gambar 9).



**Gambar 9. Garis kalibrasi Linier antara parameter, MCV dan kadar air, w (%) nya**

5.2.5 Laporan Hasil Uji; laporan hasil uji harus mencakup lingkup yang telah diterapkan dengan standar ini dan meliputi:

- Metode uji MCV
- Penentuan garis kalibrasi linier antara kadar air dan parameter MCV yang diperoleh dengan kondisi posisi terbaik,  $R^2 = 0,9$  (Matheson, SDD Applications Guide No. 1. 1989 dan A.W. Parsons Soil Testing EL 24.9135, 1992).
- Prosedur penyiapan contoh uji dapat menggunakan contoh material tanah yang disiapkan atau secara terpisah.
- Proporsi butiran material tanah yang tertahan saringan 20 mm harus diambil
- Informasi yang diperlukan mengacu pada ketentuan 9.1 British Standard 1377 Part 1:

### 5.3 Pengujian cepat untuk kekuatan tanah yang memenuhi atau tidak memenuhi kalibrasi standar dengan pengujian parameter MCV

5.3.1 Umum: Pada kondisi parameter MCV sudah diperoleh prosedur yang perlu dilakukan adalah merupakan alternatif seperti telah dijelaskan pada butir 5.1 untuk pengujian cepat sesuai kondisi tanah dilapangan, misalnya untuk menentukan apakah material tanah cocok digunakan dalam pekerjaan pemadatan. Meskipun hasil uji MCV secara cepat dilakukan tetapi tidak menunjukkan tingkat derajat kepadatan tanah bila dipadatkan dilapangan.

#### 5.3.2 Prosedur

- 5.3.2.1 Siapkan contoh uji 4 kg terhadap material tanah yang lolos saringan 20mm dan pecahkan gumpalan tanah tersebut dan hanya diambil yang tidak bisa dihancurkan. Timbang berat tanah lolos saringan 20 mm tersebut menggunakan timbangan dengan ketelitian 1 g.
- 5.3.2.2 Ambil sebagian contoh tanah yang lolos saringan 20 mm dan laukan uji kadar air mengikuti SNI 2008. SNI 1965:2008
- 5.3.2.3 Ambil  $1,5 \text{ kg} \pm 20 \text{ g}$  material lolos saringan 20 mm yang akan diuji dan masukkan dalam mould MCV tanpa dipecahkan dan diratakan. Selanjutnya bersihkan sisa material yang lepas diatasnya dan keringkan (contoh uji dapat ditekan kedalam mould MCV) dan tempatkan disk plat pada kedua ujung mould (lihat butir 5.1.1.3)
- 5.3.2.4 Tempatkan mould pada landasan plat dasarnya pada alt uji MCV dan set counter perhitungan penumbukan ke angka 0 (zero)
- 5.3.2.5 Pegang batang pengarah dengan penumbuk siap untuk digunakan dan lepaskan pin penguncinya. Turunkan penumbuk perlahan samapi menyentuh plat pelindung diatas mould dan pastikan penumbuk berada pada pelat tersebut dengan berat sendirinya dan biarkan beberapa saat. Set tinggi jatuh  $250 \pm 5 \text{ mm}$  (Gambar 2)
- 5.3.2.6 Lakukan proses penumbukan pertama dengan satu kali penumbukan pada contoh uji dalam mould dengan mengangkat beban penumbuk melalui batang pengarah sampai mencapai kaitan otomatis untuk lepas sendiri.
- 5.3.2.7 Selanjutnya set ulang ketinggian jatuh beban ke contoh dalam mould setinggi  $250 \pm 5 \text{ mm}$ .
- 5.3.2.8 Lakukan penumbukan selanjutnya mulai dua penumbukan dengan menyesuaikan tinggi jatuhnya  $250 \pm 5 \text{ mm}$  (sesuai dengan 5.1.1.8) sampai jumlah tumbukan sesuai dengan parameter MCV ekuivalen ke nilai kalibrasi yang diperoleh sebelumnya. Pengukuran penetrasi penurunan terhadap beban tumbukan dapat diukur dengan masuknya beban penumbuk yang dilengkapi skala dengan ketelitian 0.1 mm.
- 5.3.2.9 Lakukan tiga tumbukan terhadap penumbukan awal dengan menjatuhkan beban penumbuk tanpa men-set ulang tinggi jatuhnya dan lakukan pengukuran penetrasi contoh tanah dalam mould atau mengukur skala pada alat penumbuk.
- 5.3.2.10 Ambil mould pada alat uji MCV dan keluarkan contoh uji dalam mould
- 5.3.3 Perhitungan dan presentasi hasil; hasil perbedaan perhitungan antara kondisi awal dan kondisi akhir penetrasi akibat beban penumbuk yang dikur pada mould atau penumbuk bila melebihi 5 mm mengindikasikan material tanah lebih kuat dari kalibrasi standar yang diperoleh antara kadar air dan parameter MCVnya. Kondisi kebalikannya menunjukkan bahwa material tanah lebih rendah. Pelaporan disarankan mencantumkan kedua perbedaan tersebut dalam kalibrasi linier hubungan antara kadar air dan parameter MCV nya.
- 5.3.4 Pelaporan hasil Uji; hasil pengujian terhadap uji MCV untuk mengetahui kekuatan tanah dapat dilakukan mengikuti metode uji ini dan memephrhatikan ketentuan beikut:
  - a) Persyaratan metode uji
  - b) Perbedaan yang diperoleh sesuai butir 5.3.3
  - c) Pernyataan sebagai tanah kuat bila pentrasinya diatas 5 mm dan lemah bila pentrasinya kurang dari 5 mm.
  - d) Proporsi berat kering tanah yang lolos saringan 20 mm yang digunakan
  - e) Informasi yang diperlukan mengacu pada ketentuan 9.1 British Standard 1377 Part 1:



## Bibliografi

- A.W. Parsons; Soil Testing Development Department Soil Testing Moisture Condition Apparatus, EL.24-9135. ELE International, 1992
- Barnes, G E dan Staples; THE ACCEPTABILITY OF CLAY FINE AS AFFECTED BY STONE CONTENT, S G, page 22-28, 1988-1
- British Standard Institution. BS 1990. BS 1377-4 : 1990. Methods Of Test For Soils For Civil Engineering Purposes, Part 4 : Compaction-Related tests.
- British Standards Institution, BS1377; PART 1, General requirements and sample preparation, 1990, PART 2, Classification test, 1990, PART 4, Compaction-related test, 1990
- Daud Suhaimi. 2004. Pengembangan Aplikasi Moisture Condition Value Untuk Jaminan Mutu Pekerjaan Timbunan Tanah. Departemen Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Departement of Infrastructure, Energy and Resources TASMANIA, Roadworks Specification, ROADWORKS SPECIFICATION, R22 – EARTHWORKS, June 2012
- Leslie Davison Ph.; INTERPRETATION OF MOISTURE CONDITION VALUE test, University of the West of England, Bristol in association with Prof. Sarah Springman, Swiss Fed, May 2000 <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol4/section1/>
- Murray EJ, Rix DW, Humphrey RD; Evaluation of Clays as Linings to Landfill. Lincoln UK, 1998
- 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 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.
- 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.
- Scottish Development Department, Chief Road Engineer; Specification for Road and Bridges-Soil Suitability for Earthworking – the Use of the Moisture Condition Apparatus, Technical Memorandum SH 7/1983
- SDD Applications Guide No. 1. 1989. The Use And Application Of The Moisture Condition Apparatus In Testing Soil Suitability For Earthworking. Scottish Development Department.
- SNI 03-1742-2008, Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah
- SNI 03-1743 2008, Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah
- SNI 03-1744-1998, Metode Pengujian CBR Laboratorium
- SNI 03-1964-1990, Metode Pengujian Berat Jenis Tanah
- SNI 03-1965-2000, Metode Pengujian Kadar Air Tanah dengan Alat Speedy
- SNI 03-1966-2008, Cara Uji Penentuan Batas Plastis Tanah dan Indeks Plastis Tanah
- SNI 03-1967-2008, Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah
- SNI 03-1968-1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat
- SNI 03-1971-1990, Metode Pengujian Kadar Air Agregat
- SNI 03-1976-1990, Metode Koreksi untuk Pengujian Pemadatan Tanah yang mengandung butir-butir Halus dan Kasar

SNI 03-2828-1992, Metode Pengujian Kepadatan Lapangan dengan Alat Konus Pasir

SNI 03-3422-2008, Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah

SNI 03-3638-1994, Metode Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif

SNI 03-6371-2000. Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Dengan Cara Unifikasi Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 03-6414-2002, Spesifikasi Timbangan yang digunakan dalam Laboratorium dan Lapangan

SNI 03-6414-2002, Spesifikasi Timbangan yang digunakan dalam Laboratorium dan Lapangan

SNI 03-6795-2002, Tata Cara Pengklasifian Tanah Ekspansif

SNI 03-6797-2002, Tata Cara Klasifikasi Tanah dan Campuran Tanah Agregat untuk Konstruksi Jalan

SNI 03-6817-2002, Metode Pengujian Mutu Air yang digunakan dalam Laboratorium

SNI 1964:2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 1965:2008. Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan Di Laboratorium. Badan Penelitian dan Pengembangan. Dep Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 1966:2008. Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

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.

SNI PJ T-11-2003, Perencanaan Timbunan Jalan dan Jalan Pendekat Jembatan

Spesifikasi Umum Bina Marga untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan 2010, Revisi-3, Divisi 3 untuk Pekerjaan Tanah

TRL Report 273: Use and Application of MCA with Particular Reference to Glacial Tills, ISSN 0968-4107 First Published 1997

TRL Research Report 90: The precision of the moisture condition test, TRRL The moisture condition test and its potential application in earthworks,

TRRL Laboratory Report 750 , Appraising the moisture condition test for obtaining the Casagrande classification of soils, TRRL Supplementary Report 786, 1992

TRRL Report SDD APPLICATION GUIDE No. 1; the Use and Application Apparatus in Testing Soil Suitability for Earthworking, Scottish (Revised 1989)

TRRL Suplimentary Report 522 The rapid measurement of the moisture condition of earth work material, 1989

TRRL. SDD Aplication Guide No. 1, 1989, The procedure on the use of MCA to determine the Moisture Condition Value (MCV) of Materials, 1990 (a)

# Lampiran 1: Formulir uji Mofukkat NKA / MCV-1

Kop Perusahaan

|                |  |
|----------------|--|
| Proyek         |  |
| Lokasi         |  |
| No. Cth/Kedlmn |  |

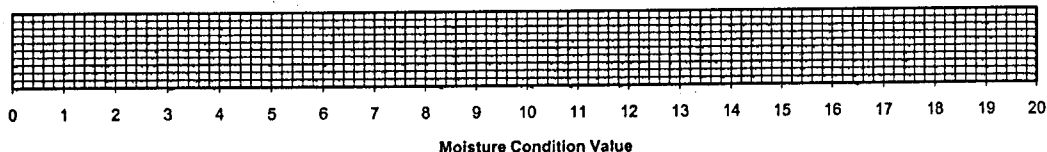
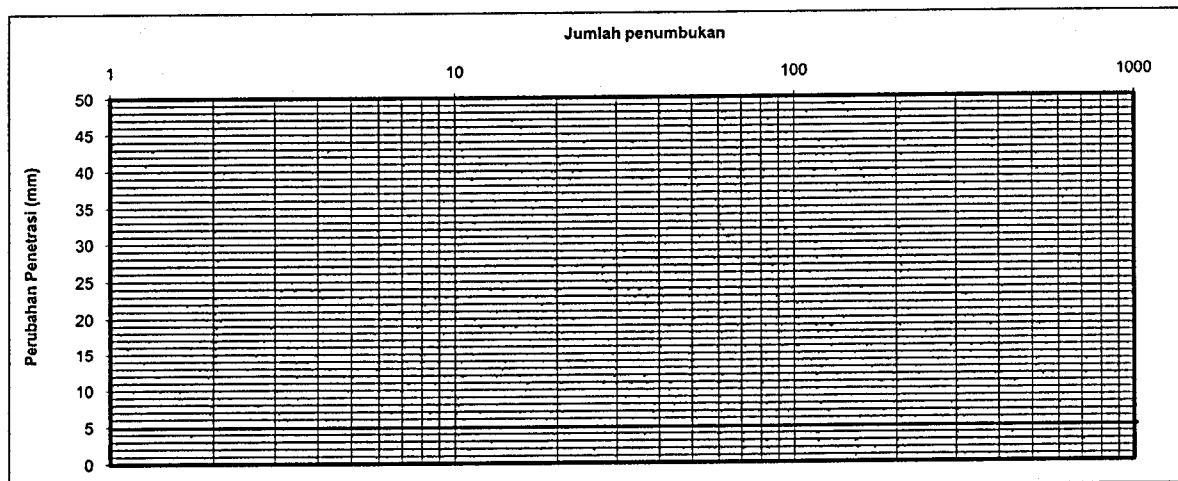
| Formulir MOFUKKAT-1 |  |              |
|---------------------|--|--------------|
| Tanggal             |  | Tanda Tangan |
| Dikerjakan          |  |              |
| Diperiksa           |  |              |

## PENGUJIAN MCV BS. 1377 : 1990

### 1. Pengukuran Penetrasi

| No Contoh          | 400 cc     |               | 450 cc     |               | 500 cc     |               | 550 cc     |               | 600 cc     |               | <i>W optimum</i> |               |
|--------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------------|---------------|
| Jenis Tanah        | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah            |               |
| Jumlah Pukulan (B) | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | 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                                                               |
|------------------|-----|---------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|
|                  |     |                     |             | Komposisi jumlah penambahan air disesuaikan dengan pengujian pemadatan |
|                  |     |                     |             |                                                                        |
|                  |     |                     |             |                                                                        |
|                  |     |                     |             |                                                                        |
| <i>W Optimum</i> |     |                     |             | <i>Pada kondisi Wopt</i>                                               |

Catatan :  
Pengujian menggunakan alat MCV Manual



DSIP/F-PO-03-01-05-01



|                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| Proyek         | Penyiapan R0 MCV            |
| Lokasi         | Rancakalong, Sumedang Jabar |
| No. Cth/Kedlmn | Contoh Asli                 |

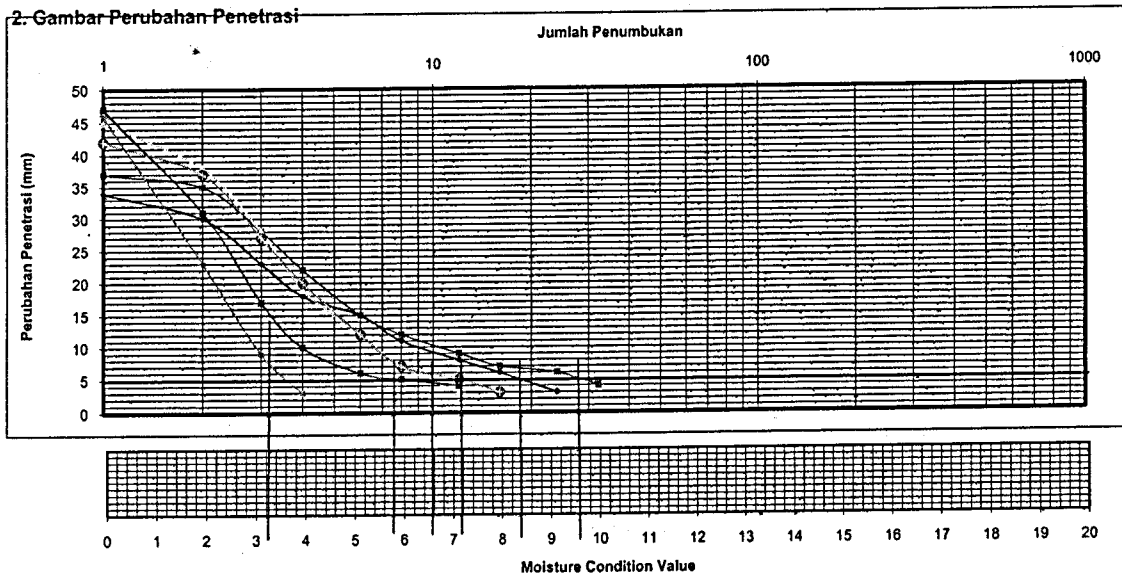
|            |                    |              |
|------------|--------------------|--------------|
| Tanggal    | 26-Feb-15          | Tanda Tangan |
| Dikerjakan | Rizalpahlevi, Amd  |              |
| Diperiksa  | A. Jaenudin, S.ST. |              |

PENGUJIAN MCV  
BS. 1377 : 1990

1. Pengukuran Penetrasi

| 1. Pengukuran Penetrasi |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |
|-------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| No Contoh               | 400 cc     |               | 450 cc     |               | 500 cc     |               | 550 cc     |               | 600 cc     |               | W optimum  |               |
| Jenis Tanah             | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               | Tanah      |               |
| Jumlah Pukulan (B)      | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm | Pen (P) mm | P(4B)-P(B) mm |
| 1                       | 15,0       | 34,0          | 19,0       | 37,0          | 21,0       | 45,0          | 29,0       | 47,0          | 32,0       | 46,0          | 23,0       | 42,0          |
| 2                       | 30,0       | 30,0          | 35,0       | 35,0          | 42,0       | 38,0          | 51,0       | 31,0          | 57,0       | 23,0          | 43,0       | 37,0          |
| 3                       | 41,0       | 23,0          | 47,0       | 28,0          | 56,0       | 28,0          | 66,0       | 17,0          | 72,0       | 9,0           | 56,0       | 27,0          |
| 4                       | 49,0       | 18,0          | 56,0       | 22,0          | 66,0       | 19,0          | 76,0       | 10,0          | 78,0       | 3,0           | 65,0       | 20,0          |
| 6                       | 55,0       | 15,0          | 65,0       | 15,0          | 74,0       | 12,0          | 81,0       | 6,0           | 79,0       |               | 74,0       | 12,0          |
| 8                       | 60,0       | 11,0          | 70,0       | 12,0          | 80,0       | 7,0           | 82,0       | 5,0           | 80,0       |               | 80,0       | 7,0           |
| 12                      | 64,0       | 8,0           | 75,0       | 9,0           | 84,0       | 3,0           | 83,0       | 4,0           | 81,0       |               | 83,0       | 5,0           |
| 16                      | 67,0       | 6,0           | 78,0       | 7,0           | 85,0       |               | 86,0       |               | 81,0       |               | 85,0       | 3,0           |
| 24                      | 70,0       | 3,0           | 80,0       | 6,0           | 86,0       |               | 87,0       |               |            |               | 86,0       |               |
| 32                      | 71,0       |               | 82,0       | 4,0           | 87,0       |               | 87,0       |               |            |               | 87,0       |               |
| 48                      | 72,0       |               | 84,0       |               | 87,0       |               | 87,0       |               |            |               | 88,0       |               |
| 64                      | 73,0       |               | 85,0       |               |            |               |            |               |            |               | 88,0       |               |
| 96                      | 73,0       |               | 86,0       |               |            |               |            |               |            |               |            |               |
| 128                     |            |               | 86,0       |               |            |               |            |               |            |               |            |               |
| 192                     |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |
| 256                     |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |
| 384                     |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |
| 512                     |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |            |               |

2. Gambar Perubahan Penetrasi



3. Evaluasi

| No Contoh | MCV | keseuaian MCV pantas/tidak | Butiran halus | Komentar                                                               |
|-----------|-----|----------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| 400 cc    | 8,4 |                            |               | Komposisi jumlah penambahan air disesuaikan dengan pengujian pemadatan |
| 450 cc    | 9,6 |                            |               |                                                                        |
| 500 cc    | 6,6 |                            |               |                                                                        |
| 550 cc    | 5,8 |                            |               |                                                                        |
| 600 cc    | 3,7 |                            |               |                                                                        |
| W Optimum | 7,2 |                            |               | Pada kondisi Wopt                                                      |

Catatan :  
Pengujian MCV Manual dan MOFUKAT



DSIP/IF-PO-03-01-05-01

## Lampiran 2: Formulir isian uji Mofukkat NKA / MCV-2

Kop Perusahaan

Formulir Mofukkat MCA-2

|                   |  |
|-------------------|--|
| Proyek            |  |
| Lokasi            |  |
| No. Cth/Kedalaman |  |

|            |  |              |
|------------|--|--------------|
| Tanggal    |  | Tanda Tangan |
| Dikerjakan |  |              |
| Dihitung   |  |              |

### PENGUJIAN KONDISI KADAR AIR

GARIS KALIBRASI

BS. 1377 : 1990

#### 1. Rincian contoh

|             |  |  |  |  |  |                  |
|-------------|--|--|--|--|--|------------------|
| No. contoh  |  |  |  |  |  | <i>w optimum</i> |
| Jenis Tanah |  |  |  |  |  | 0                |

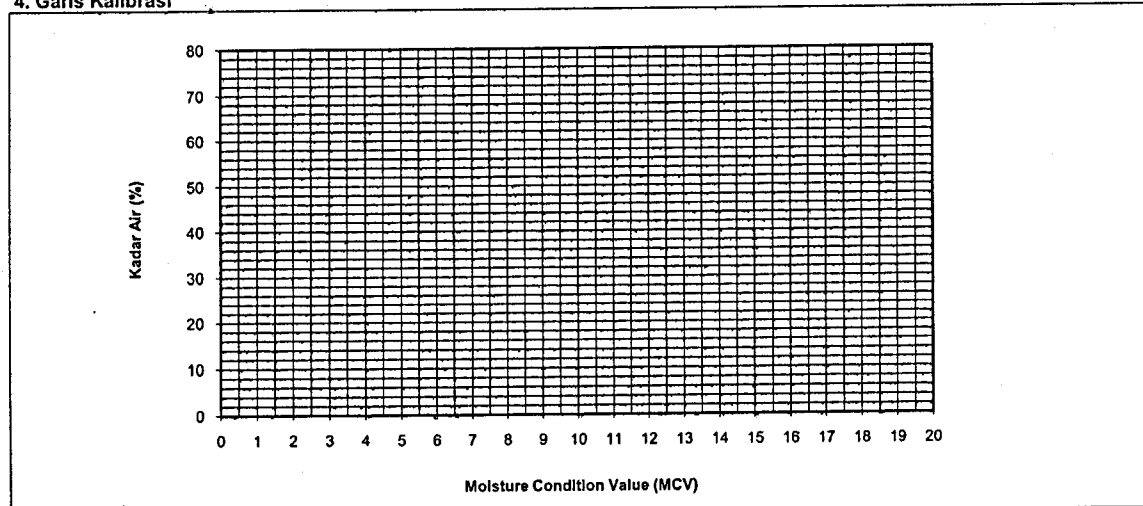
#### 2. Penentuan Kadar Air (Setelah Pengujian MCV)

|                                        |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| No Kontainer                           |  |  |  |  |  |  |
| Berat kontainer ( C )                  |  |  |  |  |  |  |
| Berat tanah basah+<br>Kontainer ( W )  |  |  |  |  |  |  |
| Berat tanah kering+<br>kontainer ( D ) |  |  |  |  |  |  |
| Kadar Air (%)                          |  |  |  |  |  |  |
| $M = ((W-D)/(D-C)) \times 100$         |  |  |  |  |  |  |

#### 3. Nilai Kondisi Kadar Air & Kadar Air

|                             |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|
| MCV (Dari MCA 1.3)          |  |  |  |  |  |  |
| KADAR AIR<br>(Dari MCA 2.2) |  |  |  |  |  |  |

#### 4. Garis Kalibrasi



#### 5. Karakteristik Garis Kalibrasi

|                                                                          |        |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| Ramalan (Extrapolasi) terhadap Sumbu kadar air M %                       | 56,63  |
| Kemiringan = $\tan \alpha = (\text{Absis garis})/(\text{Ordinat garis})$ | -1,83  |
| Sensitifitas (1/Kemiringan)                                              | 0,55   |
| Koefisien Korelasi                                                       | 0,8190 |

#### 6. Komentar

|                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Garis kalibrasi cukup akurat dan tidak ada bagian garis yang tidak efektif dan nilai koefisien kalibrasi mendekati -1. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Catatan :

Pengujian MCV Manual dan MOFUKKAT



DSIP/F-PO-03-01-05-01





|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| Proyek            |                                      |
| Lokasi            | Rancakalong<br>Sumedang - Jawa Barat |
| No. Cth/Kedalaman | Contoh Asli                          |

|            |                    |              |
|------------|--------------------|--------------|
| Tanggal    | 26-Feb-15          | Tanda Tangan |
| Dikerjakan | Rizalpahlevi. Amd  |              |
| Dihitung   | A. Jaenudin, S.ST. |              |

**PENGUJIAN KONDISI KADAR AIR**  
**GARIS KALIBRASI**  
**BS. 1377 : 1990**

**1. Rincian contoh**

|             |        |        |        |        |        |                  |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| No. contoh  | 400 cc | 450 cc | 500 cc | 550 cc | 600 cc | <i>w optimum</i> |
| Jenis Tanah | Tanah  | Tanah  | Tanah  | Tanah  | Tanah  | Tanah            |

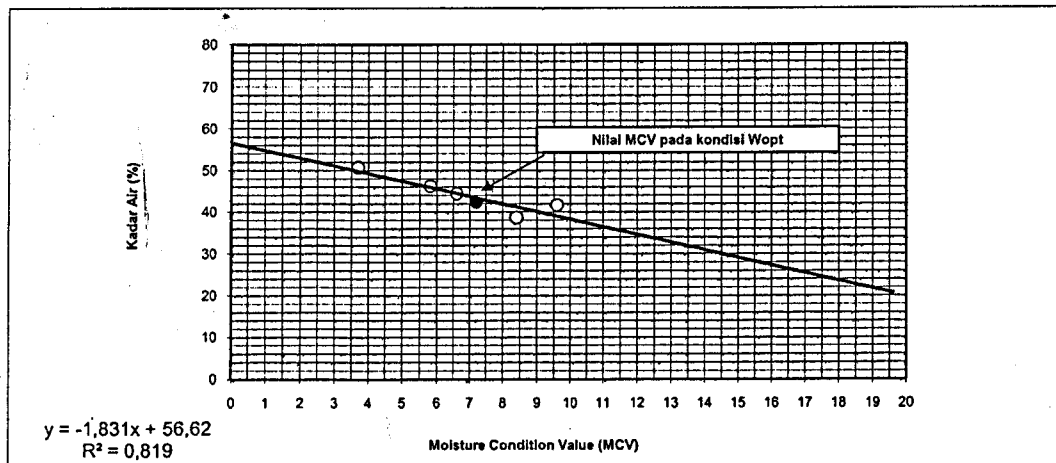
**2. Penentuan Kadar Air (Setelah Pengujian MCV)**

|                                        |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| No Kontainer                           | GJ56  | HB88  | GH4   | KH59  | HJ68  | GH57  |
| Berat kontainer ( C )                  | 18,39 | 18,03 | 18,17 | 17,18 | 18,14 | 18,12 |
| Berat tanah basah+<br>Kontainer ( W )  | 62,61 | 68,77 | 66,86 | 55,88 | 66,15 | 63,02 |
| Berat tanah kering+<br>kontainer ( D ) | 50,28 | 53,84 | 51,87 | 43,6  | 50,00 | 49,67 |
| Kadar Air (%)                          |       |       |       |       |       |       |
| $M = ((W-D)/(D-C)) \times 100$         | 38,66 | 41,69 | 44,48 | 46,26 | 50,69 | 42,31 |

**3. Nilai Kondisi Kadar Air & Kadar Air**

|                             |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MCV (Dari MCA 1.3)          | 8,40  | 9,60  | 6,60  | 5,80  | 3,70  | 7,20  |
| KADAR AIR<br>(Dari MCA 2.2) | 38,66 | 41,69 | 44,48 | 46,26 | 50,69 | 42,31 |

**4. Garis Kalibrasi**



**5. Karakteristik Garis Kalibrasi**

|                                                                          |        |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| Ramalan (Extrapolasi) terhadap Sumbu kadar air M %                       | 56,63  |
| Kemiringan $= \tan \alpha = (\text{Absis garis})/(\text{Ordinat garis})$ | -1,83  |
| Sensitifitas (1/Kemiringan)                                              | 0,55   |
| Koefisien Korelasi                                                       | 0,8190 |

**6. Komentar**

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

Catatan :

Pengujian MCV Manual dan MOFUKKAT



DSIP/F-PO-03-01-05-01

# PEDOMAN

Konstruksi dan Bangunan

---

**Pedoman Teknis Pengujian MCV (Moisture Condition Value) menggunakan Alat MOFUKKAT**

67: 238