

LAPORAN AKHIR

2432.006.002.107

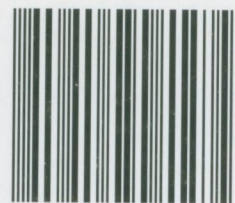
JUDUL PAKET KERJA

KRITERIA DESAIN ALAT UJI MCV MODIFIKASI



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

Jl. A.H. Nasution No. 264 Kotak Pos 2 Ujungberung Telp. (022) 7802251 Fax. 7802726 Bandung 40294 e-mail:pusjatan@pusjatan.pu.go.id



0000021736

006.052 (047 31)

KT. 224

WIC

k

Sub : STANDARD MCV

LAPORAN AKHIR

2432.006.002.107

JUDUL PAKET KERJA

KRITERIA DESAIN ALAT UJI MCV MODIFIKASI

0000021236

	PERPUSTAKAAN PUSLITBANG PRAS. TRANSPORTASI
No. IND.	: 2015/13127
MFN	:
UDC	: 006.052 (047 31)
EX	:



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

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

LAPORAN AKHIR

(2432.006.002.107)

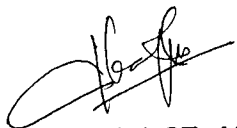
JUDUL PAKET KERJA

KRITERIA DESAIN ALAT UJI MCV MODIFIKASI

Ketua Paket Kerja : Suantoro Wicaksono, ST., M.Eng.
Peneliti / Perekayasa : Dea Pertiwi, ST., MT
Desyanti, ST., MT
Dinny Kus Andiany, ST, MT
Dr. Ir. Munarto Eddie Sunaryo, MSc.
Elan Kadar Haryana, ST, M.Sc
Fahmi Aldiamar, ST
Hardiansyah Putra, ST
Maulana Iqbal, ST
Rakhman Taufik, ST., M.Sc.
Slamet Prabudi Setianto, ST
Deni Hidayat, ST
Susy Kartikasari Ariestianty, ST
Ahmad Nymant, ST, MT
Riza Safira, ST, MT

Pembantu Peneliti : Purbosantoso, BE.
Ardiansyah, A.Md.
Asep Hilman Rosadi, A.Md.
Asep Sopyan, BE.
Dadan Kustiawan
Dedi Heryanto, BE.
Feny RD Puspitasari, A.Md.
Riyadhi Salim, A.Md
Rudi Rizal Pahlevi, A.Md.
Ruskandi, S.ST.
Saripudin
Sudirun
Vederieq Yahya Enderzon, A.Md.
Yayah Rokayah, A.Md.
Yitno Yuwono, A.Md.
Yusup Sukandar
Retno Wulandari, S.Sos
Wawan Darmawan, A.Md.

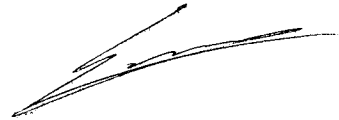
Memeriksa,
Ketua Kelompok Kerja Penelitian



Dea Pertiwi, ST., MT.

NIP. 19790519 200502 2 001

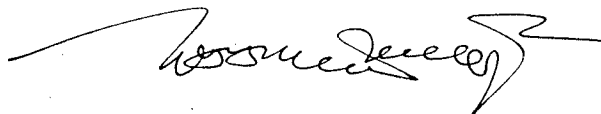
Disusun oleh,
Ketua Paket Kerja



Suantoro Wicaksono, ST., M.Eng.

NIP. 19821113 201012 1 002

Menyetujui,
Ketua Kelompok Program Penelitian



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

NIP. 19530129 198603 1 002

RINGKASAN EKSEKUTIF

Dalam pemilihan material untuk konstruksi jalan selalu mengacu pada ketentuan spesifikasi yang berdasarkan standar pengujian (SNI) yang berlaku. Beberapa kendala dalam perbaikan kerusakan jalan oleh subgrade adalah dalam menentukan material yang dapat memenuhi syarat sehingga dapat menjamin tingkat stabilitasnya dalam masa umur layannya.

Pengujian MCV adalah suatu bentuk pengujian kekuatan dalam usaha pemadatan untuk mendekati pemadatan penuh dari contoh tanah (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004). Sebuah parameter baru "Nilai Kondisi Kadar air" (*Moisture Condition Value*, disingkat MCV) yang dikorelasikan dengan nilai kadar air digunakan untuk menentukan kualitas material timbunan. Nilai MCV tersebut dikorelasikan dengan kekuatan geser dan dengan California Bearing Ratio (CBR) pada tingkat kepadatan yang sama. Penggunaan MCV untuk pengendalian pekerjaan tanah tertuang dalam British Standard BS 1377-4:1990 dan diadaptasi dalam EN 13286-46:2003.

Berdasarkan latar belakang tersebut, beberapa rumusan masalah pada penentuan kriteria desain ini adalah belum adanya ketentuan yang mendasari untuk mengembangkan dan memproduksi alat uji MCV modifikasi yang meliputi Kriteria Desain dan Hak paten.

Tujuan dari pembuatan kriteria desain alat uji MCV modifikasi ini adalah:

- Menyusun kriteria desain sebagai acuan teknis untuk mengembangkan dan memproduksi alat uji MCV modifikasi
- Menyiapkan dokumen kelengkapan HaKI terhadap alat uji MCV modifikasi

Sasaran yang diharapkan adalah tersedianya Kriteria Desain pembuatan alat uji MCV Modifikasi yang mencakup spesifikasi teknis alat (kualitas bahan, gambar, dll), ketentuan operasional (tinggi jatuh, dll) dan ketentuan pemeliharaan. Sedangkan *outcome* yang diharapkan adalah pembuatan alat uji MCV modifikasi untuk dapat diproduksi secara massal dengan harga yang kompetitif setelah hak patennya keluar dan diakui secara resmi oleh pemerintah.

Modifikasi terhadap alat uji MCV telah dilakukan oleh DR. Ir. M. Eddie Sunaryo, M.Sc pada tahun 2012 (Laporan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum, 2012). Tujuan dilakukannya

modifikasi karena alat uji MCV manual yang ada masih banyak kendala dalam operasionalnya. Beberapa konstruksi yang ada sering rusak dan harus dilakukan perbaikan.

Modifikasi Alat Uji MCV yang telah dilakukan pada tahun 2012 adalah sebagai berikut:

1. Batang pengarah dengan sistem *bearing*.
2. Pengunci cetakan silinder, yang dibuat dari pelat *Stainless Steel* yang ditebuk dan disambungkan dengan cetakan silinder dengan cara dibaut.
3. Tiang penyangga dimodifikasi menjadi 4 (empat).
4. Otomatisasi pengaturan tinggi jatuh palu penumbuk.
5. Mutu bahan menggunakan *Stainless Steel* SS41 dan SS316.
6. Menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga dengan menggunakan fluida oli sebagai sumber tekanan.
7. *Power pack hydraulic* digunakan untuk menjalankan sistem hidrolik sebagai sumber daya untuk menaikkan palu pemukul.
8. Menggunakan peranti lunak PLC untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian alat.
9. Konstruksi Anhang sebagai mobilisasi.

Secara keseluruhan cara bekerja alat uji MCV modifikasi tidak jauh berbeda dengan alat uji MCV manual dan dari hasil percobaan yang dilakukan terdapat beberapa terdapat beberapa keuntungan, antara lain:

- Proses pengujian lebih cepat dan hasil lebih teliti karena pengaturan ketinggian dan jumlah pukulan telah diplot secara konstan
- Keselamatan kerja teknisi dalam melakukan pengujian terlindungi karena pengaturan tinggi jatuh dan pengukuran penetrasi tidak dilakukan secara manual sehingga terhindar dari kemungkinan jatuhnya penumbuk tanpa disengaja
- Konsentrasi kerja lebih terfokus pada proses pengujian

Ketentuan alat uji MCV modifikasi adalah sebagai berikut:

- Tinggi jatuh yang dipersyaratkan adalah 25 cm. Jarak 25 cm ini adalah jarak antara bagian bawah palu penumbuk dan permukaan tanah pada cetakan silinder
- Cetakan silinder untuk contoh tanah memiliki diameter dalam 100 mm, diameter luar 110 mm dan tinggi 195 mm
- Palu penumbuk memiliki berat $7 \pm 0,05$ kg dengan diameter 97 mm dan tinggi 145 mm
- Pergerakan palu penumbuk adalah gerak jatuh bebas
- Alat uji MCV modifikasi menggunakan material *Stainless Steel* SS41 dan SS316
- Pengunci cetakan silinder menggunakan sistem baut

- Menggunakan *bearing* pada batang pengarah
- Palu penumbuk bekerja secara otomatis
- Penumbuk tersebut bekerja dengan sistem hidrolik, dan pengaturan dapat langsung dilakukan pada panel kontrol
- Tersedia *Linier Transducer* secara otomatis yang menggunakan peranti lunak PLC
- Mengikuti batasan parameter daya yang telah ditentukan.
- Anhang sebagai fasilitas mobilisasi alat

Engineering Estimate (EE) atau perhitungan biaya untuk suatu paket pekerjaan konstruksi, dalam hal ini adalah harga satu unit alat uji MCV modifikasi, yang dilakukan oleh perencana. Berdasarkan perhitungan *Engineering Estimate*, harga per-unit alat uji MCV modifikasi adalah Rp. 520.000.000,00.

Pengajuan paten terhadap Alat Uji MCV Modifikasi ini dilatarbelakangi karena kurangnya paten yang dihasilkan oleh Pusjatan sebagai institusi riset. Paten yang diajukan ini berhubungan dengan suatu alat uji, khususnya modifikasi terhadap alat uji MCV manual yang diantaranya adalah otomatisasi dan perubahan konstruksi tanpa merubah ketentuan standar. Alat uji ini yang diajukan nama patennya adalah MOFUKKAT atau MOdiFikasi alat Uji Kondisi Kadar Air Tanah.

Paten yang akan diajukan terhadap Alat Uji MCV Modifikasi ini adalah paten jenis P; yang mana perlindungannya sampai 20 tahun, untuk barang yang terlihat dalam hal ini adalah alat (berbentuk fisik). Waktu pengajuan paten ini selama 5 tahun. Dikarenakan waktu pelaksanaan Paket Kerja Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi ini hanya selama 1 tahun, maka kewajiban yang harus dipenuhi adalah sampai persyaratan administrasi dalam hal ini adalah dokumen paten.

Pengajuan paten terhadap MOFUKKAT dilakukan dengan inventor Dr. M. Eddie Sunaryo, M.Sc dengan nomor P00201402811. Klaim yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Palu penumbuk bekerja secara otomatis.
2. Pengunci cetakan silinder menggunakan sistem baut.
3. Menggunakan *bearing* pada batang pengarah.
4. Tersedia *Linier Transducer* secara otomatis yang menggunakan peranti lunak PLC.
5. Penumbuk tersebut bekerja dengan sistem hidrolik, dan pengaturan dapat langsung dilakukan pada panel kontrol.
6. Anhang sebagai fasilitas mobilisasi alat.

KATA PENGANTAR

Laporan akhir litbang untuk paket kerja Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi ini disusun untuk memenuhi tugas yang telah diberikan kepada tim pelaksana kegiatan dari Balai Geoteknik Jalan berdasarkan surat keputusan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan tahun 2014 No.07 / KPTS LJ / 2014.

Tujuan dari kegiatan ini secara umum adalah menyediakan Kriteria Desain sebagai acuan dalam pengembangan prototype alat uji MCV selanjutnya.

Sasaran untuk kegiatan litbang TA 2014 diuraikan dan dijelaskan dalam laporan akhir ini. Tahap-tahap yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah kajian pustaka, pengumpulan data, analisis dan evaluasi data, penyusunan kriteria desain, penyiapan dokumen kelengkapan HaKI serta pelaporan. Luaran untuk TA 2014 ini adalah Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi.

Tim Studi Paket Kerja

ABSTRAK

Pengujian MCV (*Moisture Condition Value*), pada prinsipnya untuk menentukan korelasi nilai MCV terhadap parameter-parameter lain yang digunakan sebagai persyaratan bahan jalan khususnya timbunan, seperti korelasi antara kadar air dengan nilai MCV; dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dengan nilai MCV pada tingkat kepadatan yang sama. Pada pembangunan konstruksi jalan pengujian MCV dapat dijadikan kontrol dan identifikasi awal manfaat material bahan jalan dan pengendali mutu lapangan.

Modifikasi terhadap alat uji MCV telah dilakukan oleh DR. Ir. M. Eddie Sunaryo, M.Sc pada tahun 2012. Tujuan dilakukannya modifikasi karena alat uji MCV manual yang ada masih banyak kendala dalam operasionalnya. Beberapa konstruksi yang ada sering rusak dan harus dilakukan perbaikan. Modifikasi yang dilakukan adalah pada batang pengarah, pengunci cetakan silinder, tiang penyangga, penggantian material baja, otomatisasi pengaturan tinggi jatuh, penggunaan sistem hidrolik, *power pack hidrolik*, piranti lunak PLC, serta konstruksi anhang sebagai mobilisasi.

Kriteria desain adalah produk litbang berupa metode uji, spesifikasi teknik, tata cara (panduan/ petunjuk pelaksanaan/petunjuk teknis). Ketentuan alat uji MCV modifikasi adalah persyaratan tinggi jatuh, termasuk pergerakan palu penumbuknya, persyaratan cetakan silinder, persyaratan palu penumbuk, batasan parameter daya, serta persyaratan berdasarkan hasil modifikasi.

Paten terhadap alat uji MCV modifikasi diajukan dengan nama paten dengan MOFUKKAT atau Modifikasi alat Uji Kondisi Kadar Air Tanah. Paten terhadap MOFUKKAT dilakukan dengan inventor Dr. M. Eddie Sunaryo, M.Sc dengan nomor P00201402811. Paten yang akan diajukan terhadap Alat Uji MCV Modifikasi ini adalah paten jenis P; yang mana perlindungannya sampai 20 tahun, untuk barang yang terlihat dalam hal ini adalah alat (berbentuk fisik). Waktu pengajuan paten ini selama 5 tahun dan kewajiban yang harus dipenuhi adalah sampai persyaratan administrasi dalam hal ini adalah dokumen paten. Klaim yang diajukan adalah pada palu penumbuk, pengunci cetakan silinder, batang pengarah, penggunaan *Linear Transducer*, sistem hidrolik, serta anhang.

Kata Kunci: alat uji, MCV, modifikasi

DAFTAR ISI

RINGKASAN EKSEKUTIF	ii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Sasaran	2
1.4 Keluaran (<i>Output</i>)	2
1.5 Lingkup Kegiatan.....	3
2 KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Pengujian MCV.....	4
2.2 Alat Uji MCV Manual.....	5
2.3 Alat Uji MCV Modifikasi	7
Kelebihan Alat uji MCV Modifikasi	8
2.4 Material Pembuat Alat Uji	9
2.4.1 SS41	9
2.4.2 SS316	9
2.4.3 S45C.....	10
2.5 HaKI.....	10
2.5.1 Paten	11
2.5.2 Jangka Waktu Pengajuan Paten	13
3 METODOLOGI	15
4 PEMBAHASAN HASIL YANG DICAPAI.....	17
4.1 Kriteria Desain	17
4.1.1 Deskripsi Komponen.....	17
4.1.2 Ketentuan Umum.....	17
4.1.3 Ketentuan Pemeliharaan	18
4.1.4 Hal yang Harus Diperhatikan.....	19
4.1.5 <i>Engineering Estimate</i>	19
4.2 Proses Pengajuan Paten	20
4.2.1 Latar Belakang Pengajuan Paten.....	20

4.2.2 Dokumen Pengajuan Paten Alat Uji MCV Modifikasi 20

4.2.3 Progres Pengajuan Paten..... 25

5 REALISASI PELAKSANAAN LITBANG 26

5.1 Fisik 26

5.2 Keuangan 27

6 KESIMPULAN..... 29

Daftar Pustaka 29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia SS316 (ASTM A 240).....	10
Tabel 2.2 Sifat Mekanis SS316 pada Suhu Kamar.....	10
Tabel 2.3 Komposisi Kimia S45C	10
Tabel 2.4 Sifat Mekanik S45C	10
Tabel 2.5 Jangka Waktu Pengajuan Paten.....	13
Tabel 4.1 Progres Pengajuan Paten.....	25
Tabel 5.1 Pelaksanaan Kegiatan Litbang	26
Tabel 5.2 Keuangan.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Pengujian MCV.....	5
Gambar 2.2 Alat Uji MCV (Parsons, 1976)	6
Gambar 2.3 Alat Uji MCV Modifikasi.....	7
Gambar 2.4 Anhang Sebagai Mobilisasi Alat Uji MCV Modifikasi	8
Gambar 2.5 <i>Flowchart</i> Prosedur Pengajuan Paten (http://www.dgip.go.id)	14
Gambar 3.1 Bagan Alir Pelaksanaan.....	15
Gambar 4.1 Gambar yang Diajukan pada Paten.....	22

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pemilihan material untuk konstruksi jalan selalu mengacu pada ketentuan spesifikasi yang berdasarkan standar pengujian (SNI) yang berlaku. Beberapa kendala dalam perbaikan kerusakan jalan oleh subgrade adalah dalam menentukan material yang dapat memenuhi syarat sehingga dapat menjamin tingkat stabilitasnya dalam masa umur layannya.

Pengujian MCV (*Moisture Condition Value*), pada prinsipnya untuk menentukan korelasi nilai MCV terhadap parameter-parameter lain yang digunakan sebagai persyaratan bahan jalan khususnya timbunan, seperti korelasi antara kadar air dengan nilai MCV; dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dengan nilai MCV pada tingkat kepadatan yang sama. Pada pembangunan konstruksi jalan pengujian MCV dapat dijadikan kontrol dan identifikasi awal manfaat material bahan jalan dan pengendali mutu lapangan.

Kegiatan pengkajian mengenai MCV dimulai pada tahun 2004. Pada tahun anggaran 2004, kegiatan difokuskan sebagai penyediaan alat, mengenal, mengerti, dan dapat melaksanakan pengujian di beberapa tempat, dan diketahui kelebihan dan kelemahan pada alat uji MCV. Pada tahun 2005, sasaran kegiatan adalah tersedianya konsep Tata Cara Panduan Teknis penggunaan alat uji MCV dan kalibrasi berbagai macam tanah bila menggunakan alat uji MCV beserta korelasi nilai MCV terhadap parameter tanah lainnya (CBR, Kohesi dan Sudut geser dalam) yang cocok untuk kondisi di Indonesia.

Pada tahun 2012 Pusjatan telah melakukan pengembangan alat uji MCV (*Moisture Condition Value*) dengan modifikasi sebagai berikut:

1. Batang pengarah dimodifikasikan dengan sistem bearing.
2. Pengunci cetakan silinder, yang dibuat dari pelat *Stainless Steel* yang ditebuk dan disambungkan dengan cetakan silinder dengan cara dibaut.
3. Tiang penyangga dimodifikasi menjadi 4 (empat).
4. Otomatisasi pengaturan tinggi jatuh palu penumbuk.
5. Mutu bahan yang digunakan sebagian besar dari jenis material *Stainless Steel* yaitu SS41 dan SS316 yang peruntukannya untuk konstruksi mesin.
6. Modifikasi alat uji MCV menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga dengan menggunakan fluida oli sebagai sumber tekanan.

7. *Power pack hidraulic* digunakan untuk menjalankan sistem hidrolik sebagai sumber daya untuk menaikkan palu pemukul.
8. Menggunakan peranti lunak PLC untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian alat.
9. Konstruksi Anhang sebagai mobilisasi alat uji MCV modifikasi

Dalam kegiatan litbang tahun 2014 ini, dilakukan kajian dalam menentukan kriteria desain yang dikemas dalam "Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi". Diharapkan dengan terwujudnya pedoman penentuan kriteria desain ini maka akan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan dan reproduksi alat MCV.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, beberapa rumusan masalah pada penentuan kriteria desain ini adalah belum adanya ketentuan yang mendasari untuk mengembangkan dan memproduksi alat uji MCV modifikasi yang meliputi:

- Kriteria Desain
- Hak paten

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari kegiatan ini adalah:

- Menyusun kriteria desain sebagai acuan teknis untuk mengembangkan dan memproduksi alat uji MCV modifikasi
- Menyiapkan dokumen kelengkapan HaKI terhadap alat uji MCV modifikasi

Sasaran yang diharapkan dari kegiatan ini adalah:

Tersedianya Kriteria Desain pembuatan alat uji MCV Modifikasi yang mencakup:

- spesifikasi teknis alat (kualitas bahan, gambar, dll),
- ketentuan operasional (tinggi jatuh, dll) dan
- ketentuan pemeliharaan.

1.4 Keluaran (*Output*)

Output kegiatan ini adalah 1 (satu) dokumen Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi serta 1 (satu) dokumen kelengkapan HaKI terhadap alat uji MCV modifikasi.

Outcome yang diharapkan pada kegiatan ini adalah pembuatan alat uji MCV modifikasi untuk dapat diproduksi secara masal dengan harga yang kompetitif setelah hak patennya keluar dan diakui secara resmi oleh pemerintah.

1.5 Lingkup Kegiatan

Lingkup substansi dari kegiatan litbang ini adalah:

- Melakukan kajian terhadap alat uji MCV manual dan modifikasinya.
- Melakukan pengumpulan data terhadap: gambar teknis alat uji MCV, perubahan struktur, mekanikal, elektrik dan peranti lunak antarmuka pada modifikasi alat uji MCV serta fasilitas khusus dan komponen khusus
- Menyusun kriteria desain alat uji MCV yang terdiri dari spesifikasi umum, ketentuan operasional dan ketentuan pemeliharaan.
- Menyiapkan kelengkapan dokumen untuk tujuan sertifikasi HaKI.
- Pelaporan

Lingkup wilayah:

Pengumpulan data dilakukan di Jawa Barat dan DKI Jakarta.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengujian MCV

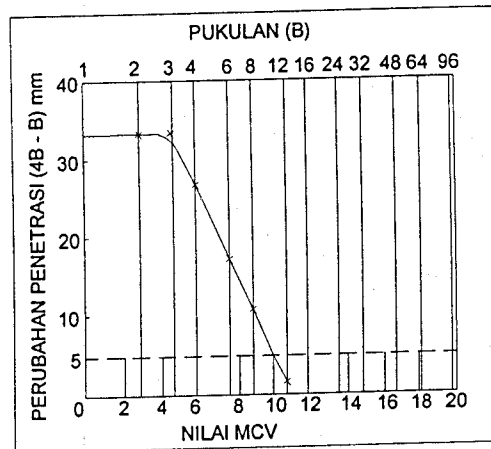
Pengujian kondisi kadar air (MCV) pertama kali dikembangkan oleh UK *Transport Research Laboratory* pada tahun 1976 untuk pengukuran kesesuaian tanah kohesif untuk pekerjaan tanah tanpa melakukan pengujian laboratorium. Semenjak saat itu pengujian MCV telah terbukti sebagai pengujian material yang cepat dan dapat direproduksi dalam penentuan kadar air. Penggunaan MCV untuk pengendalian pekerjaan tanah tertuang dalam British Standard BS 1377-4:1990 dan diadaptasi dalam EN 13286-46:2003.

Pengujian MCV adalah suatu bentuk pengujian kekuatan dalam usaha pemadatan untuk mendekati pemadatan penuh dari contoh tanah (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004). Sebuah parameter baru "Nilai Kondisi Kadar air" (*Moisture Condition Value*, disingkat MCV) yang dikorelasikan dengan nilai kadar air digunakan untuk menentukan kualitas material timbunan. Nilai MCV tersebut dikorelasikan dengan kekuatan geser dan dengan California Bearing Ratio (CBR) pada tingkat kepadatan yang sama.

Kadar air dihitung sebagai persentase berat kering contoh tanah yang diperoleh dari pengujian contoh tanah. Pemadatan yang dilakukan diukur dengan alat penghitung jumlah pukulan dari palu penumbuk dengan berat dan tinggi jatuh yang konstan pada contoh tanah di dalam cetakan. Kepadatan penuh pada suatu tahapan selama pemadatan adalah sama dengan berat contoh tanah dibagi dengan volume yang ditempatinya dalam cetakan. Jika telah terjadi berat yang konstan, maka telah tercapai kepadatan maksimum pada volume yang minimum.

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. Nilai MCV didefinisikan sebagai 10 kali dari logaritma dari jumlah pukulan yang disyaratkan untuk menghasilkan 5 mm perubahan dalam penetrasi yang digambarkan pada grafik.

Cairan (biasanya dalam bentuk lumpur) yang keluar pada permukaan paling bawah menunjukkan keadaan jenuh telah tercapai. Untuk mendapatkan nilai MCV yang benar pada suatu contoh tanah tergantung pada jumlah dan nilai penetrasi yang diambil sebelum rembesan. Apabila tidak terjadi perpotongan antara nilai pengujian MCV dan garis 5 mm, maka dapat didekati dengan interpolasi (Gambar 2.1).



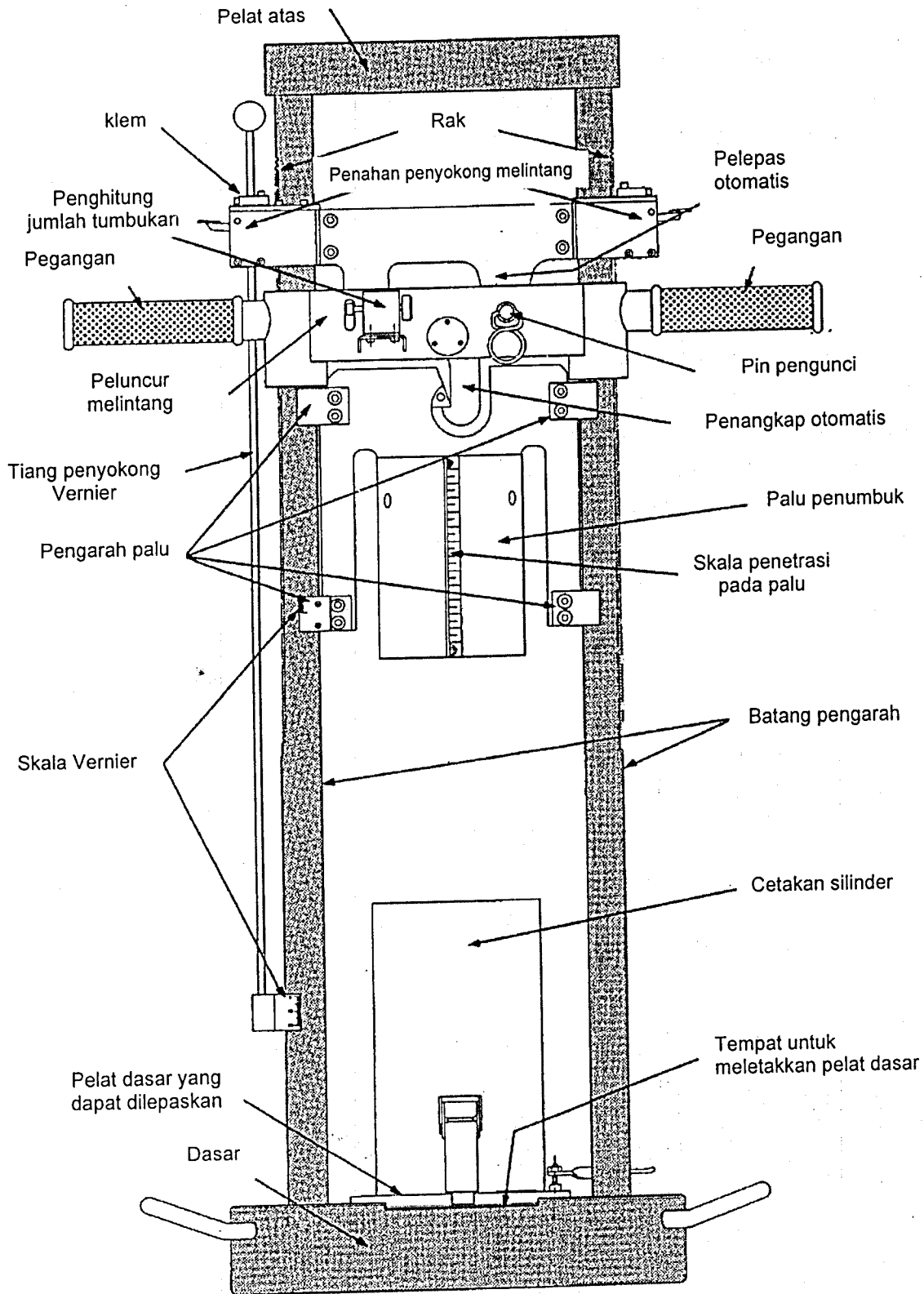
Gambar 2.1 Kurva Pengujian MCV

2.2 Alat Uji MCV Manual

Alat uji MCV manual atau disebut juga *Moisture Condition Apparatus* (MCA) manual (Gambar 2.2) adalah alat uji yang terdiri dari rangka yang berisikan:

- 1) Sebuah palu penumbuk berat $7 \pm 0,05$ kg dan diameter 97 mm serta pengarah palu
- 2) Sebuah cetakan silinder untuk contoh tanah dengan diameter dalam 100 mm dan dasar yang dapat dilepaskan.
- 3) Sebuah mekanisme pelepasan palu penumbuk dengan tinggi jatuh bebas yang dapat diatur.

Contoh tanah yang digunakan seberat 1,5 kg. Tinggi jatuh palu penumbuk dijaga agar tetap konstan setinggi 250 mm, dengan cara melihat dari skala Vernier yang terdapat pada bagian bawah palu penumbuk dan batang pengarah. Untuk menghindari contoh tanah yang menempel pada palu penumbuk, digunakan *laminated phenolic sheet* dengan diameter 99 mm yang diletakkan di atas contoh tanah. Berat total alat ini sekitar 50 kg, dengan berat dasarnya sendiri seberat 31 kg (Parson, 1979).



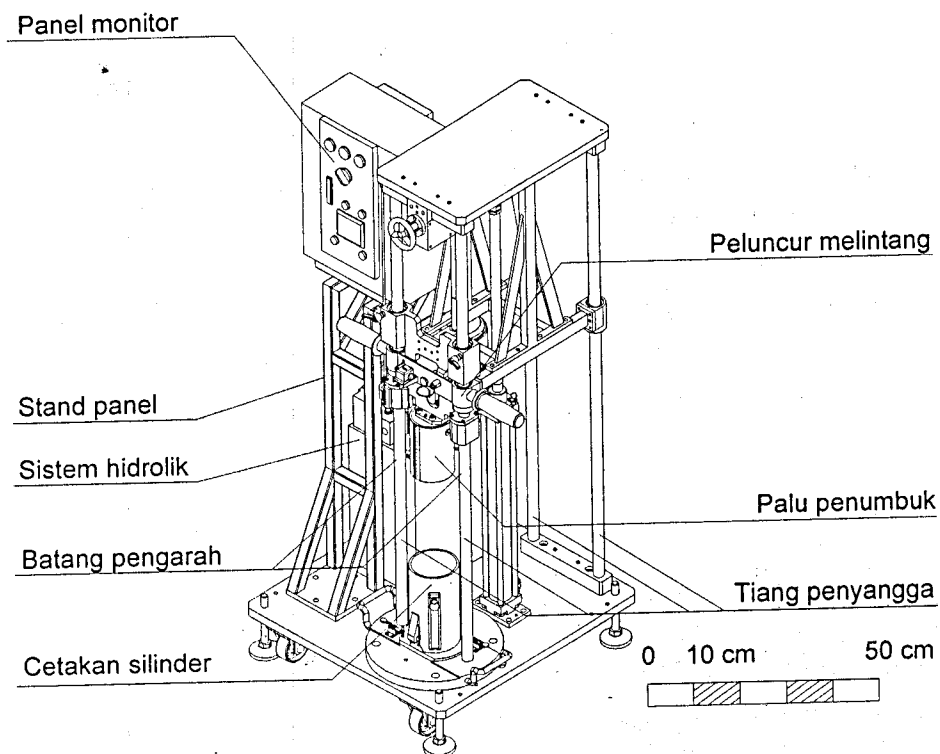
Gambar 2.2 Alat Uji MCV (Parsons, 1976)

Kendala-kendala yang terjadi pada penggunaan alat uji MCV manual adalah sebagai berikut:

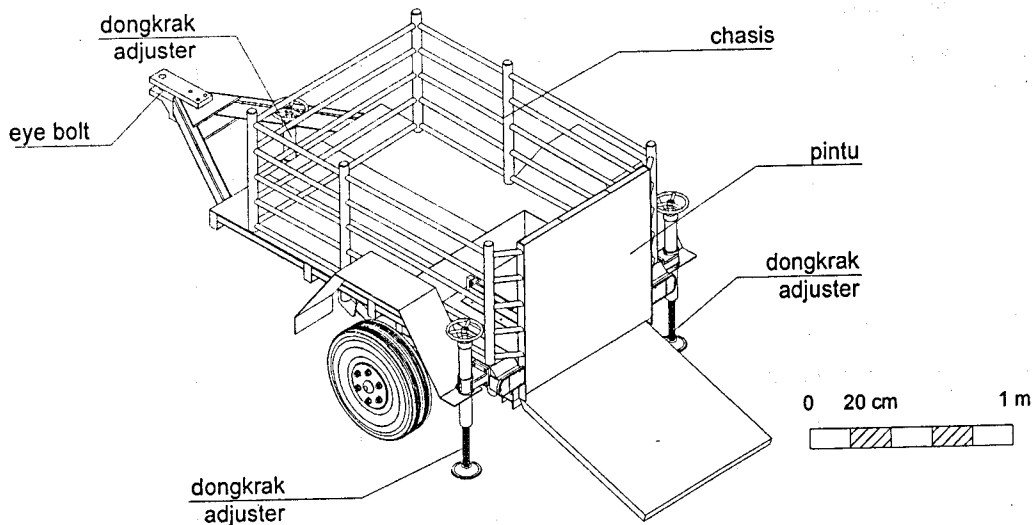
- Pengoperasian alat secara manual, sehingga memungkinkan terjadinya *human error* apabila mengerjakan sampel uji dalam jumlah yang besar
- Konstruksi batang pengarah penumbuk mudah mengalami penggerusan/ keausan
- Pengunci cetakan silinder sering rusak
- Pengatur ketinggian yang sering macet

2.3 Alat Uji MCV Modifikasi

Modifikasi terhadap alat uji MCV telah dilakukan oleh DR. Ir. M. Eddie Sunaryo, M.Sc pada tahun 2012 (Laporan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum, 2012). Alasan dilakukan modifikasi karena alat uji MCV manual yang ada masih banyak kendala dalam operasionalnya. Beberapa konstruksi yang ada sering rusak dan harus selalu dilakukan perbaikan seperti pada pengunci cetakan silinder. Alat uji MCV modifikasi ditunjukkan pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.3 Alat Uji MCV Modifikasi



Gambar 2.4 Anhang Sebagai Mobilisasi Alat Uji MCV Modifikasi

Modifikasi Alat Uji MCV yang telah dilakukan pada tahun 2012 adalah sebagai berikut:

1. Batang pengarah dengan sistem *bearing*.
2. Pengunci cetakan silinder, yang dibuat dari pelat *Stainless Steel* yang ditebuk dan disambungkan dengan cetakan silinder dengan cara dibaut.
3. Tiang penyangga dimodifikasi menjadi 4 (empat).
4. Otomatisasi pengaturan tinggi jatuh palu penumbuk.
5. Mutu bahan menggunakan *Stainless Steel* SS41 dan SS316.
6. Menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga dengan menggunakan fluida oli sebagai sumber tekanan.
7. *Power pack hydraulic* digunakan untuk menjalankan sistem hidrolik sebagai sumber daya untuk menaikkan palu pemukul.
8. Menggunakan peranti lunak PLC untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian alat.
9. Konstruksi Anhang sebagai mobilisasi.

Penjelasan secara rinci tiap-tiap item modifikasi dapat dilihat pada Kriteria Desain.

Kelebihan Alat uji MCV Modifikasi

Secara keseluruhan cara bekerja alat uji MCV modifikasi tidak jauh berbeda dengan alat uji MCV manual dan dari hasil percobaan yang dilakukan terdapat beberapa terdapat beberapa keuntungan, antara lain:

- Proses pengujian lebih cepat dan hasil lebih teliti karena pengaturan ketinggian dan jumlah pukulan telah diplot secara konstan

- Keselamatan kerja teknisi dalam melakukan pengujian terlindungi karena pengaturan tinggi jatuh dan pengukuran penetrasi tidak dilakukan secara manual sehingga terhindar dari kemungkinan jatuhnya penumbuk tanpa disengaja
- Konsentrasi kerja lebih terfokus pada proses pengujian

2.4 Material Pembuat Alat Uji

Secara umum Alat Uji MCV Modifikasi terbuat dari material *Stainless Steel* SS41, SS316 dan S45C. Material *Stainless Steel* SS316 adalah material yang digunakan pada elemen dudukan, wadah dan pipa bandul, serta baja S45C pada elemen pin pengunci.

2.4.1 SS41

SS41 adalah jenis carbon steel yang masuk dalam standard jepang JIS G3101 - "*rolled steel for general structure*". SS41 adalah standard lama dan sekarang baja ini dikodekan dengan nama SS400. Baja ini sekelas dengan baja struktural ASTM A36 atau AISI 1016 atau BJ p 41. Untuk persyaratan komposisi kimia SS41 hanya mempersyaratkan kandungan sulfur (S) dan fosfor (P), keduanya max = 0.05%. Sedangkan untuk komposisi karbon (C), mangan (Mn) dan silikon (Si) tidak dicantumkan. *Tensile Strength* antara 400 s/d 510 MPa sedang *yield strength*-nya sekitar 245 MPa. Elongasinya tergantung diameter batangnya yaitu sekitar 20% s/d 24%.

2.4.2 SS316

SS316 adalah versi perbaikan dari SS304, dengan penambahan molibdenum dan kandungan nikel yang sedikit lebih tinggi. Komposisi yang dihasilkan dari SS316 memberikan ketahanan korosi yang lebih baik di lingkungan yang agresif. Molibdenum membuat baja lebih tahan terhadap *pitting* dan celah di lingkungan klorida, air laut dan uap asam asetat. SS316 menawarkan kekuatan yang lebih tinggi dan ketahanan mulur lebih baik pada suhu yang lebih tinggi daripada SS304. SS316 juga memiliki sifat mekanik dan korosi yang sangat baik di suhu dibawah nol.

Komposisi kimia dan sifat mekanis SS316 pada suhu kamar adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia SS316 (ASTM A 240)

Tipe	C (karbon)	Mn (mangan)	P (fosfor)	S (sulfur)	Si (silikon)	Cr (kromium)	Ni (nikel)	Mo (molibdenum)	Ti (titanium)
SS316	maks 0,08	maks 2,0	maks 0,045	maks 0,030	maks 1,0	16,0	10,0	2,00	-
SS316L	maks 0,03					untuk 18,0	untuk 14,0	untuk 3,00	maks 0,5
SS316Ti	maks 0,08								5X% C

Tabel 2.2 Sifat Mekanis SS316 pada Suhu Kamar

Parameter	SS316		SS316L		SS316Ti	
	Khas	Minimum	Khas	Minimum	Khas	Minimum
Kekuatan tarik, MPa	580	515	570	485	600	515
Tegangan (0,2% offset), MPa	310	205	300	170	320	205
Elongasi (Persen L = 5,65 S ₀)	55	40	60	40	50	40
Kekerasan (Brinell)	165	-	165	-	165	-
Ketahanan (kelelahan) batas, MPa	260	-	260	-	260	-

2.4.3 S45C

Baja S45C termasuk baja karbon mutu tinggi, S45C cocok untuk pin, pengunci dll. Baja S45C tersedia dalam bentuk batang persegi, bulat atau pelat. Baja S45C baik dalam pengelasan dan dapat menahan berbagai perlakuan panas yang didasarkan pada JIS G 4051-2009.

Komposisi kimia dan sifat mekanik dari S45C adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia S45C

Grade	C	Si	Mn	P(%) max	S(%) max	Cr(%) max	Ni(%) max	Cu(%) max
S45C	0.42- 0.50	0.17- 0.37	0.50- 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25

Tabel 2.4 Sifat Mekanik S45C

Kuat tarik σ_b (MPa)	Tegangan leleh σ_s (MPa)	Rasio elongasi (%)	Luas reduksi Psi (%)	Impact merit AKV (J)	Nilai Resilient AKV(J/cm ²)	Derajat kekerasan	Annealed steel	Ukuran contoh uji (mm)
≥600	≥355	≥16	≥40	≥39	≥49	≤229HB	≤197HB	25

2.5 HaKI

HaKI adalah singkatan dari Hak Atas Kekayaan Intelektual. Pelanggaran terhadap kekayaan intelektual yang dimiliki perorangan atau kelompok sama saja melanggar hak dari pemilik intelektual tersebut. Pelanggaran terhadap kemampuan intelektual seseorang

atau kelompok sama dengan tidak menghargai keoriginalitasan suatu karya. Hal itu adalah kata lain dari "kepingtaran" yang disepelekan. Hal-hal bersifat prinsipil itulah yang kemudian menjadi landasan hadirnya istilah "HaKI" di Indonesia.

Kemampuan intelektual yang dimaksud dalam HaKI adalah kecerdasan, kemampuan berpikir, berimajinasi, atau hasil dari proses berpikir manusia atau *the creation of human mind*. HaKI melindungi para pemilik intelektual dalam hak yang cukup eksklusif. Hak eksklusif tersebut berupa peraturan terhadap pelanggaran intelektual. Jenis – jenis HaKI adalah sebagai berikut:

1. Hak Cipta (*Copyrights*)
2. Hak Kekayaan Industry
 - i. Paten (*Patent*)
 - ii. Merek (*Trademark*)
 - iii. Rahasia Dagang (*Trade Secrets*)
 - iv. Desain Industri (*Industrial Design*)
 - v. Tata Letak Sirkuit Terpadu (*Circuit Layout*)
 - vi. Perlindungan Varietas Tanaman (*Plant Variety*)

2.5.1 Paten

Istilah paten bermula dari bahasa latin yang berasal dari kata auctor yang berarti terbuka, bahwa suatu penemuan yang mendapatkan paten berarti terbuka untuk diketahui oleh umum. Terbukanya penemuan tersebut tidak berarti semua orang dapat memanfaatkan penemuan tersebut menjadi milik umum dan dapat dimanfaatkan oleh semua pihak. Paten merupakan hak istimewa yang diberikan kepada penemu atas hasil penemuannya yang dilakukan dibidang teknologi, baik berbentuk produk maupun proses. Atas dasar hak istimewa yang dikenal dengan hak monopoli orang lain dilarang memanfaatkan tanpa ijin dari penemunya. Dalam ketentuan undang-undang paten saat ini disebut dengan inventor memiliki kewajiban melaksanakan patennya di Indonesia kalau hak patennya diberikan di Indonesia, sehingga dapat dikatakan hak monopoli tersebut masih memiliki fungsi sosial yaitu kewajiban melaksanakan agar masyarakat juga dapat memanfaatkan invensi tersebut dalam kehidupannya.

Berdasarkan Pasal 1 angka 1 Undang-undang Nomor 14 Tahun 2001 menyatakan bahwa, "paten adalah hak eksklusif yang diberikan negara kepada inventor atas hasil invensinya di bidang teknologi yang untuk selama waktu tertentu melaksanakan sendiri

invensinya tersebut atau memberikan persetujuan kepada pihak lain untuk melaksanakannya." Dan, berdasarkan Pasal 1 angka 2 Undang-undang Nomor 14 Tahun 2001 menyatakan bahwa, "invensi adalah ide inventor yang dituangkan kedalam suatu kegiatan pemecahan masalah yang spesifik di bidang teknologi dapat berupa produk atau proses atau penyempurnaan dan pengembangan produk atau proses."

Berdasarkan makna dari invensi tersebut dapat dilihat bahwa ciri khas yang dapat dipatenkan adalah kandungan yang sistematis yang dapat dikomunikasikan diterapkan untuk menyelesaikan masalah atau kebutuhan manusia yang timbul dalam industri, pertanian, atau perdagangan.

Dalam Undang-undang Nomor 14 Tahun 2001, paten dapat dibedakan dalam 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Paten adalah hak eksklusif yang diberikan oleh negara kepada inventor atas hasil invensinya di bidang teknologi yang untuk selama waktu tertentu melaksanakan sendiri atau memberikan persetujuan kepada pihak lain untuk melaksanakannya (Pasal 1 angka 1 Undang-undang Nomor 14 Tahun 2001); dan
2. Paten Sederhana adalah setiap invensi berupa produk atau alat yang baru dan mempunyai nilai kegunaan praktis disebabkan oleh bentuk, konfigurasi, konstruksi, atau komponennya dapat memperoleh perlindungan hukum dalam bentuk paten sederhana (Pasal 6 Undang-undang Nomor 14 Tahun 2001).

Antara kedua jenis paten tersebut memiliki beberapa perbedaan diantaranya :

Paten:

- Teknologi rumit
- Invensi produk dan proses
- Persyaratan materiil yang harus baru, ada langkah inventif dan diterapkan dalam industri serta tidak termasuk invensi dalam Pasal 7
- Pemeriksaan substantif dikatakan lolos, apabila invensi memenuhi Pasal 2, 3, 5, 7 UUP
- Untuk melakukan pemeriksaan substantif harus mengajukan permohonan pemeriksaan substantif
- Dapat dimintakan lisensi wajib
- Jangka waktu perlindungan 20 tahun sejak tanggal penerimaan
- Jangka waktu pengajuan 5 tahun

Paten Sederhana:

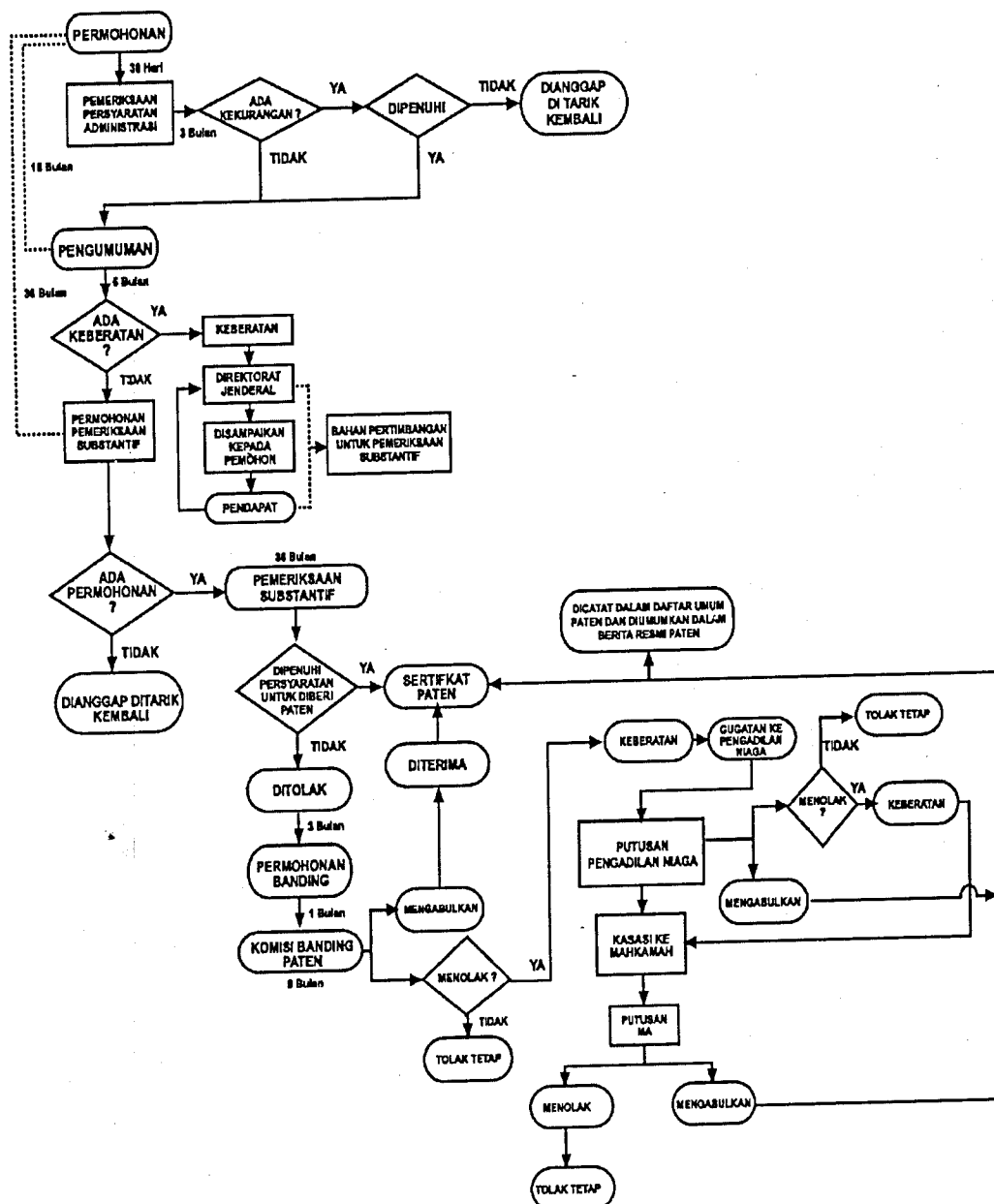
- Teknologi lebih sederhana ditekankan pada fungsi praktis
- Produk/kasat mata (produk)
- Syarat materiil paten sederhana adalah baru dan dapat diterapkan dalam industri
- Pemeriksaan substantif hanya meliputi, nilai kebaharuan dan dapat diterapkan dalam industri
- Untuk melakukan pemeriksaan substantif dapat dilakukan dengan bersamaan dengan pengajuan permohonan atau paling lama 6 bulan sejak tanggal penerimaan
- Tidak dapat dimintakan lisensi wajib
- Jangka waktu perlindungan 10 tahun sejak tanggal penerimaan
- Jangka waktu pengajuan 2,5 tahun

2.5.2 Jangka Waktu Pengajuan Paten

Salah satu perbedaan kedua jenis paten adalah jangka waktu pengajuannya, yang mana pengajuan paten selama 5 tahun sedangkan paten sederhana selama 2,5 tahun. Penjabaran jangka waktu pengajuan paten tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5. *Flowchart* pengajuan paten dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Tabel 2.5 Jangka Waktu Pengajuan Paten

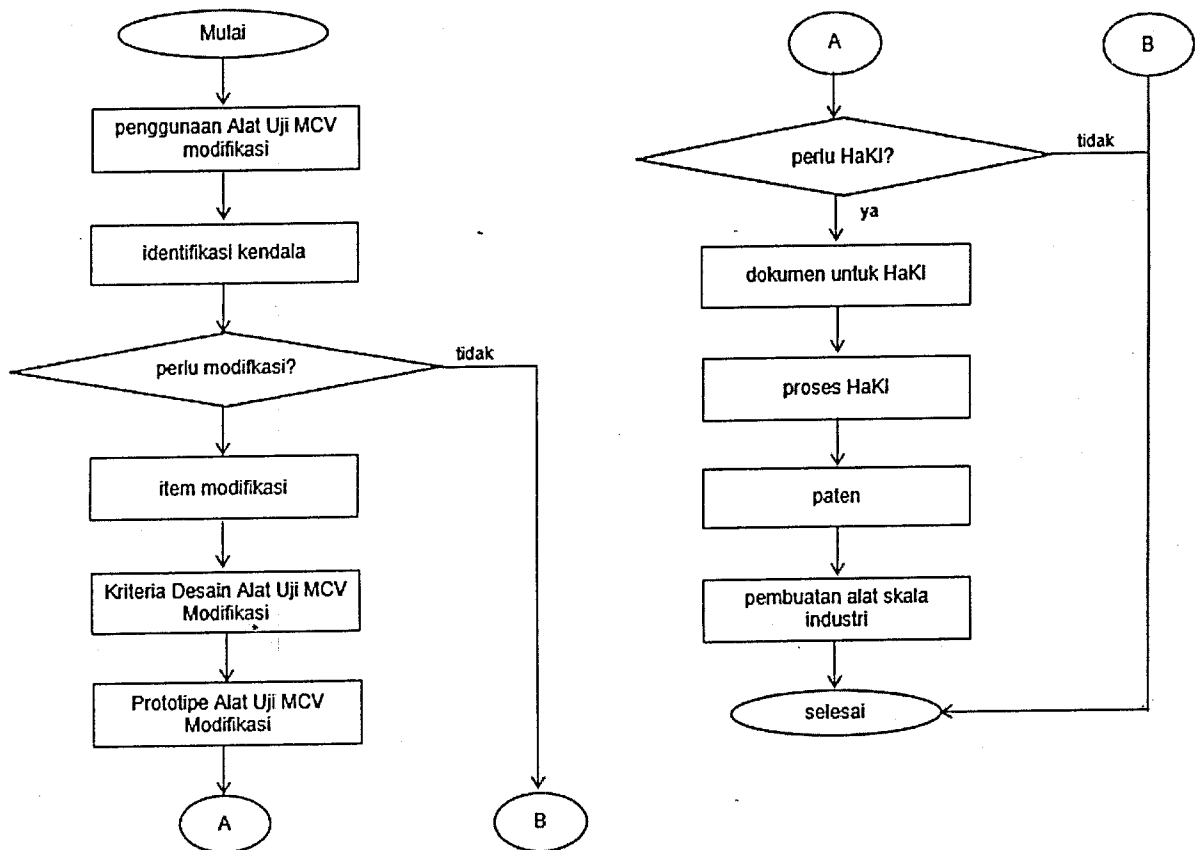
Kegiatan	Paten	Paten Sederhana
Pemeriksaan formalitas	18 bulan	3 bulan
Pengumuman pada masyarakat	6 bulan	3 bulan
Pemeriksaan paten	36 bulan	24 bulan
Total	5 tahun	2,5 tahun



Gambar 2.5 Flowchart Prosedur Pengajuan Paten (<http://www.dgip.go.id>)

3 METODOLOGI

Tahapan pelaksanaan Paket Kerja Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alir Pelaksanaan

Beberapa poin penting dijabarkan sebagai berikut:

a. Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi

Kriteria desain yang disusun pada Paket Kerja tahun 2014 ini berdasarkan hasil litbang tahun 2012 yaitu pada Paket Kerja Pengembangan Model Fisik Teknologi Penerapan MCV sebagai Penentuan Material untuk Jalan.

b. Prototipe Alat Uji MCV Modifikasi

Prototipe Alat Uji MCV Modifikasi dilakukan pada Paket Kerja Pengembangan Model Fisik Teknologi Penerapan MCV sebagai Penentuan Material untuk Jalan (Litbang tahun 2012) dan Paket Kerja Prototipe Alat Uji MCV (Litbang tahun 2014).

c. Penyiapan dokumen paten

Tujuan Paket Kerja tahun 2014 ini adalah menyediakan dokumen kelengkapan untuk pengajuan paten, dikarenakan pengajuan paten membutuhkan waktu selama 5 tahun, sedangkan paket kerja litbang hanya 1 tahun. Pengajuan paten sepenuhnya difasilitasi oleh Bidang SDK.

4 PEMBAHASAN HASIL YANG DICAPAI

4.1 Kriteria Desain

Berdasarkan Pedoman Penyusunan Output Penelitian dan Pengembangan (Pusjatan, 2010), kriteria desain adalah produk litbang berupa metode uji, spesifikasi teknik, tata cara (panduan/ petunjuk pelaksanaan/petunjuk teknis). Penekanan substansi pada kriteria desain adalah untuk mengoptimasi desain dengan membandingkan desain awal dengan pengembangannya yang dilakukan pada prototipe.

4.1.1 Deskripsi Komponen

a. Bahan

Secara garis besar Alat Uji MCV Modifikasi terdiri dari Alat Uji MCV, stand panel, dan anhang. Sebagian besar dibuat menggunakan material *Stainless Steel* SS41. Beberapa *part* dibuat dengan *Stainless Steel* SS316 seperti pada dudukan, wadah dan pipa bandul, serta baja S45C pada elemen pin pengunci.

b. Komponen mekanikal - elektrik

Komponen mekanikal-elektrikal pada Alat Uji MCV Modifikasi, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, menggunakan sistem hidrolik sebagai penumbuk otomatis dengan bantuan PLC dan *Linier Transducer* sebagai otomatisasinya. Spesifikasi teknis Alat Uji MCV Modifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Kriteria Desain.

4.1.2 Ketentuan Umum

Hal-hal yang harus diperhatikan pada pengujian MCV menggunakan alat uji MCV modifikasi adalah sebagai berikut:

a. Contoh Tanah

Tujuan pengujian MCV untuk menentukan kualitas material timbunan, sehingga contoh tanah yang akan dilakukan pengujian MCV seyogyanya mengikuti persyaratan material timbunan, yaitu:

- Tidak termasuk tanah berplastisitas tinggi (Kelompok A-7-6)
- Tidak termasuk tanah ekspansif

b. Alat Uji

Ketentuan alat uji MCV modifikasi mengikuti ketentuan pada alat uji MCV manual, yaitu:

- Tinggi jatuh yang dipersyaratkan adalah 25 cm. Jarak 25 cm ini adalah jarak antara bagian bawah palu penumbuk dan permukaan tanah pada cetakan silinder
- Cetakan silinder untuk contoh tanah memiliki diameter dalam 100 mm, diameter luar 110 mm dan tinggi 195 mm
- Palu penumbuk memiliki berat $7 \pm 0,05$ kg dengan diameter 97 mm dan tinggi 145 mm
- Pergerakan palu penumbuk adalah gerak jatuh bebas

Dimensi alat uji MCV modifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Kriteria Desain.

Ketentuan alat uji MCV modifikasi berdasarkan hasil modifikasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Alat uji MCV modifikasi menggunakan material *Stainless Steel* SS41 dan SS316
- Pengunci cetakan silinder menggunakan sistem baut
- Menggunakan *bearing* pada batang pengarah
- Palu penumbuk bekerja secara otomatis
- Penumbuk tersebut bekerja dengan sistem hidrolik, dan pengaturan dapat langsung dilakukan pada panel kontrol
- Tersedia *Linier Transducer* secara otomatis yang menggunakan peranti lunak PLC
- Mengikuti batasan parameter daya yang telah ditentukan.
- Anhang sebagai fasilitas mobilisasi alat

c. Tata Cara Penggunaan Alat

Alat uji MCV modifikasi dapat digunakan untuk menguji kondisi kadar air tanah (nilai MCV) dengan dua cara yaitu dengan cara otomatis dan dengan cara manual. Cara otomatis dapat menghitung nilai MCV dengan sendirinya, sedangkan cara manual seperti halnya melakukan pengujian MCV manual. Tata cara penggunaan alat selengkapnya dapat dilihat pada Kriteria Desain.

4.1.3 Ketentuan Pemeliharaan

- Bersihkan alat uji MCV modifikasi setelah dipergunakan
- Tutupi alat uji MCV modifikasi bila sudah tidak digunakan untuk menghindari terkena debu
- Beri gemuk/oli pada batang pengarah, usahakan agar tidak sampai kering karena akan berpengaruh terhadap pergerakan peluncur melintang

- Simpan / tempatkan alat uji MCV modifikasi pada tempat yang terhindar dari hujan dan sinar matahari langsung

4.1.4 Hal yang Harus Diperhatikan

- Jaga panel monitor dari guncangan. Apabila alat uji MCV modifikasi dibawa berpergian dengan mobil, lepaskan panel monitor dari sistem (*stand panel*) dan tempatkan di dalam kotak khusus.
- Perhatikan batasan parameter daya untuk suplai tenaga

4.1.5 *Engineering Estimate*

Engineering Estimate (EE) adalah perhitungan biaya untuk suatu paket pekerjaan konstruksi, dalam hal ini adalah harga satu unit alat uji MCV modifikasi, yang dilakukan oleh perencana. Berdasarkan perhitungan *Engineering Estimate*, harga per-unit alat uji MCV modifikasi adalah Rp. 520.000.000,00. *Breakdown Engineering Estimate* selengkapnya dapat dilihat pada Kriteria Desain.

Perhitungan *engineering estimate* ini adalah untuk keperluan produksi dan perlu ditambahkan biaya eskalasi, PPN dan PPH. Alat uji MCV modifikasi ini sedang dalam proses pengajuan paten, yang selanjutnya dapat diproduksi dengan konsep kerjasama yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan hukum dan perundang-undangan.

Harga satu unit alat uji MCV modifikasi berdasarkan perhitungan *Engineering Estimate* dianggap terlalu mahal, sehingga perlu dilakukan kajian ekonomisnya. Tanpa menggunakan alat uji MCV, material tanah sebagai bahan timbunan badan jalan tidak dapat mengetahui perubahan karakteristik material tanah tersebut. Tidak dapat diketahuinya perubahan karakteristik material tanah berimbis kepada tidak dapat diperhitungkannya umur rencana badan jalan tersebut.

Sedangkan bila menggunakan nilai MCV sebagai persyaratan material timbunan badan jalan dapat mengetahui umur rencana serta bisa mengetahui penurunan karakteristik material tanah. Sehingga penggunaan alat uji MCV dapat menjamin material tanah tersebut dapat digunakan sebagai bahan konstruksi.

4.2 Proses Pengajuan Paten

4.2.1 Latar Belakang Pengajuan Paten

Pengajuan paten terhadap Alat Uji MCV Modifikasi ini dilatarbelakangi karena kurangnya paten yang dihasilkan oleh Pusjatan sebagai institusi riset. Paten yang diajukan ini berhubungan dengan suatu alat uji, khususnya modifikasi terhadap alat uji MCV manual yang diantaranya adalah otomatisasi dan perubahan konstruksi tanpa merubah ketentuan standar. Alat uji ini yang diajukan nama patennya adalah MOFUKKAT atau MOdiFikasi alat Uji Kondisi Kadar Air Tanah.

Paten yang akan diajukan terhadap Alat Uji MCV Modifikasi ini adalah paten jenis P; yang mana perlindungannya sampai 20 tahun, untuk barang yang terlihat dalam hal ini adalah alat (berbentuk fisik). Waktu pengajuan paten ini selama 5 tahun.

Dikarenakan waktu pelaksanaan Paket Kerja Kriteria Desain Alat Uji MCV Modifikasi ini hanya selama 1 tahun, maka kewajiban yang harus dipenuhi adalah sampai persyaratan administrasi dalam hal ini adalah dokumen paten. Proses pengajuan paten ini difasilitasi sepenuhnya oleh bidang SDK.

4.2.2 Dokumen Pengajuan Paten Alat Uji MCV Modifikasi

Pengajuan paten terhadap MOFUKKAT (MOdiFikasi alat Uji Kondisi Kadar Air Tanah) dilakukan dengan inventor Dr. M. Eddie Sunaryo, M.Sc dengan nomor P00201402811. Dokumen yang disusun berdasarkan Dasar-dasar Penulisan Dokumen Paten (*Patent Drafting*), yaitu terdiri dari:

A. Judul

Judul paten yang diajukan adalah MOFUKKAT.

B. Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan suatu alat uji, khususnya modifikasi terhadap alat uji MCV manual yang diantaranya adalah otomatisasi dan perubahan konstruksi tanpa merubah ketentuan standar.

C. Latar Belakang Invensi

Ide yang melatarbelakangi adalah karena alat uji *Moisture Condition Value* (MCV) yang ada masih menggunakan sistem manual dalam pengoperasiannya. Sehingga tidak efektif dan efisien dalam hal waktu dan tenaga. Karena itu dibuatlah MOFUKKAT yaitu alat uji MCV yang beroperasi secara otomatis memakai sistem hidrolik dan elektrik untuk memberikan keefektifan dan keefisienan dalam proses pengujian MCV di lapangan.

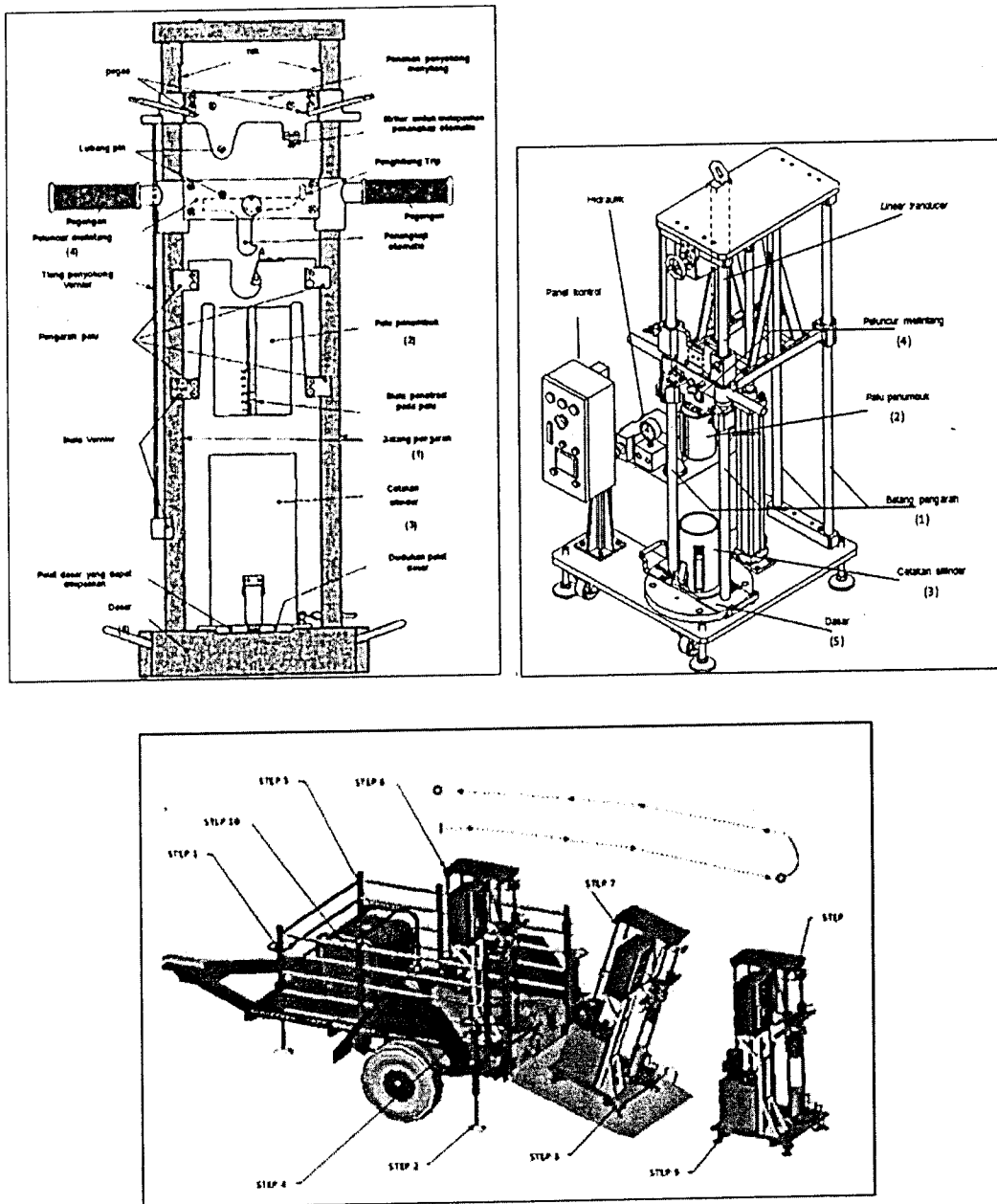
D. Uraian Singkat Invensi

Pada bagian sub judul ini diungkapkan invensi yang dimaksud secara umum. Biasanya disebutkan juga tujuan dan keuntungan-keuntungan dari invensi tersebut. Dalam hal ini pangajuan paten MOFUKKAT pada dasarnya adalah alat uji MCV yang dibuat kembali dengan beberapa modifikasi diantaranya adalah dengan menggunakan sistem hidrolik sebagai sistem operasionalnya. Sistem *Program Logic Control* (PLC) digunakan sebagai pengatur sistem kerja dari alat tersebut dengan cara pengaturan ketinggian jatuh palu pemukul yang awalnya manual dimodifikasi menjadi otomatis dengan menggunakan *Linear Transducer*. Modifikasi lain yang dilakukan adalah pada sistem pembacaan yang diplot secara otomatis sesuai dengan prosedur ketentuan kerja dalam pengoperasian alat uji MCV.

E. Uraian Singkat Gambar

Disajikan 3 (tiga) gambar untuk menguatkan invensi, yaitu:

1. Alat Uji MCV tipe Manual
2. MOFUKKAT
3. Modifikasi Mobilisasi MOFUKKAT



Gambar 4.1 Gambar yang Diajukan pada Paten

F. Uraian Lengkap Invensi

Bagian sub judul ini menguraikan invensi secara lengkap dan seluas mungkin tanpa ada yang dirahasiakan agar para Pembaca yang ahli di bidangnya memungkinkan untuk menerapkan invensi tersebut. Uraian lengkap MOFUKKAT sesuai dengan invensi dijelaskan secara terperinci dengan mengacu pada gambar-gambar yang menyertainya.

Mengacu pada Gambar 4.1, batang pengarah yang sebelumnya hanya berbentuk silinder yang sering aus dan menempelnya kotoran. Kotoran dan aus yang terjadi dapat menghambat pergerakan palu pemukul baik pada saat jatuh bebas ataupun pada saat diangkat. Modifikasi dilakukan agar gerak jatuh palu pemukul bebas hambatan. Batang pengarah dimodifikasikan dengan sistem bearing yang dihubungkan dengan kelengkapan seperti pengangkatan dengan sistem hidrolik, pengaturan tinggi jatuh dengan sistem transducer dan sistem pembacaan secara digital untuk keakuratan jumlah tumbukan yang direncanakan serta dalam pembacaan penetrasi.

Pengunci cetakan silinder pada alat uji MCV manual sering rusak dan kurang kuat pencekamannya. Sehingga perlu dilakukan pengembangan konstruksi pengunci agar tidak mudah rusak dan tidak perlu dilas. Sebagai inovasi dilakukan "pengunci cetakan silinder", yang dibuat dari pelat stainless yang ditekuk dan disambungkan dengan cetakan silinder dengan cara dibaut. Dengan demikian, apabila kemudian hari rusak bisa dengan mudah diganti dan tidak perlu dilas. Pengunci cetakan silinder lebih kuat mengunci sehingga saat penumbukan tidak akan terlepas.

Tiang penyangga yang sebelumnya pada alat uji MCV manual 2 (dua) maka untuk inovasi tiang penyangga dimodifikasi menjadi 4 (empat) yang dimaksudkan agar simetris pada saat pengangkatan palu pemukul. Diharapkan pada saat proses pengujian berlangsung, pengangkatan palu penumbuk yang didorong oleh aktuator hidrolik ke empat penyangga akan berfungsi dengan baik dan tidak terjadi ketidaksimetrisan yang dapat menyebabkan hambatan saat diangkat maupun saat pelepasan palu pemukul secara jatuh bebas. Selain itu, 4 penyangga ini berfungsi sebagai rel saat aktuator hidrolik mengangkat palu pemukul dan menjadikannya pengarah pada saat pelepasan palu pemukul secara jatuh bebas.

Pengaturan tinggi jatuh setinggi 250 mm sulit dicapai secara merata karena terkendala oleh keausan dan posisi pengatur peluncur melintangnya. Hal ini dapat membahayakan operator bila terlupa dalam memasang pin pengunci. Pada MOFUKKAT pengaturan tinggi jatuh tidak perlu dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan mengukur kemudian diatur setinggi 250 mm. Posisi palu pemukul dengan tinggi jatuh 250 mm terhadap tanah secara otomatis teratur.

Inovasi MOFUKKAT selanjutnya adalah dengan menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga dengan menggunakan fluida oli sebagai sumber tekanan maka faktor

kesalahan akibat human error dapat diminimalkan. Pergerakan fluida oli digerakkan oleh pompa motor, sehingga tidak memerlukan tenaga manusia secara langsung untuk mengangkat palu pemukul.

Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat maka selain menggunakan sistem hidrolik sebagai pemukul otomatis juga dilakukan otomatisasi pengaturan tinggi jatuh palu pemukul menggunakan *Program Logic Control (PLC)* dan *Linear Transducer*. PLC berfungsi sebagai tempat program untuk pengendali dan pengatur tinggi jatuh palu pemukul. Linear Transducer berfungsi sebagai sensor yang memberikan informasi jarak aktual yang dikirim ke PLC.

Dengan PLC dan *Linear Transducer* yang digunakan sebagai modifikasi pada MOFUKKAT ini, maka ketika dilakukan penumbukan oleh palu pemukul yang diatur oleh PLC maka tanah akan terjadi penurunan dan *Linear Transducer* secara otomatis memberikan input kepada PLC jarak aktual penurunan tanah tersebut. Selanjutnya, PLC mengolah data jarak yang diberikan *Linear Transducer* dan secara otomatis PLC memerintahkan untuk secara otomatis memposisikan tinggi jatuh palu pemukul setinggi 250 mm terhadap tanah secara konstan, demikian seterusnya.

Berbeda dengan alat uji MCV manual yang dikerjakan dengan tenaga manusia, MOFUKKAT membutuhkan sumber daya untuk menjalankannya. *Power pack hidrolik* digunakan untuk menjalankan sistem hidrolik sebagai sumber daya untuk menggerakkan atau menaikan palu pemukul. *Power pack* terdiri dari aktuator hidrolik, motor pompa hidrolik, dan reservoir sebagai tempat fluida oli. *Power pack* ini dihubungkan dengan sumber daya listrik berupa genset atau sumber dari PLN.

MOFUKKAT dapat mengotomatisasi tinggi jatuh 250 mm terhadap permukaan contoh uji. Untuk itu perlu peranti lunak khusus yaitu dengan menggunakan PLC. PLC inilah yang mengatur dan mengontrol pengoperasian alat saat pengujian termasuk otomatisasi tinggi jatuh 25 cm terhadap tanah. Informasi posisi jarak dan perintah jatuh ketinggian di teruskan ke *Linear Transducer* sebagai sensor jarak.

MOFUKKAT dapat secara langsung menentukan mutu bahan/material di lapangan. Sebagai peralatan mobilisasi, MOFUKKAT dilengkapi dengan konstruksi "Anhang". Konstruksi Anhang ini dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mengangkat dan

menurunkan MOFUKKAT dengan menggunakan *Tackle*. Sedangkan saat mobilisasinya dilengkapi dengan alat pengunci yang dipersiapkan pada Anhang.

G. Klaim

Klaim yang diajukan adalah sebagai berikut:

- 7. Palu penumbuk bekerja secara otomatis.
- 8. Pengunci cetakan silinder menggunakan sistem baut.
- 9. Menggunakan *bearing* pada batang pengarah.
- 10. Tersedia *Linier Transducer* secara otomatis yang menggunakan peranti lunak PLC.
- 11. Penumbuk tersebut bekerja dengan sistem hidrolik, dan pengaturan dapat langsung dilakukan pada panel kontrol.
- 12. Anhang sebagai fasilitas mobilisasi alat.

4.2.3 Progres Pengajuan Paten

Pengajuan paten terhadap alat uji MCV modifikasi dilakukan total selama 5 tahun dengan detail seperti yang sudah dijelaskan pada Gambar 2.5. Sebagian besar pelaksanaannya dilaksanakan oleh Dirjen HKI (Direktorat Jendral Hak Kekayaan Intelektual), Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, Republik Indonesia, sebagai lembaga negara yang mengatur tentang paten. Pengajuan paten ini difasilitasi sepenuhnya oleh bidang SDK; dalam hal ini berupa diskusi dengan personil Dirjen HKI untuk penyusunan dokumen paten, pengajuan paten ke Dirjen HKI serta biaya pengajuan paten.

Progres pengajuan paten hingga saat ini dijabarkan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Progres Pengajuan Paten

No	Kegiatan	Waktu	Keterangan
1	Pembuatan dokumen paten	Maret – April 2014	Diasistensikan dengan personil Dirjen HKI
2	Pengajuan paten	Mei 2014	Dilakukan oleh bidang SDK
3	Pemeriksaan persyaratan administrasi	Mei – Agustus 2014	Dilakukan oleh Dirjen HKI
4	Pemeriksaan formalitas	Mei 2014 – November 2015	Dilakukan oleh Dirjen HKI

5 REALISASI PELAKSANAAN LITBANG

5.1 Fisik

Pelaksanaan fisik dari kegiatan litbang dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Pelaksanaan Kegiatan Litbang

No	Jenis Kegiatan	Bobot kumulatif (%)	Bulan ke-											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Penyusunan Proposal Teknis	10%	■	■										
2.	Penyusunan laporan Pendahuluan	20%	■	■	■									
3.	Kajian pustaka	30%		■	■	■	■	■	■	■				
4.	Pengumpulan data	40%			■	■	■	■	■	■	■	■		
5.	Analisis dan evaluasi data	55%					■	■	■	■	■	■		
6.	Penyusunan Laporan Interim	60%					■	■	■	■				
7.	Penyusunan kriteria desain	80%						■	■	■	■	■	■	
8.	Penyiapan dokumen kelengkapan HaKI	90%			■	■								
9.	Penyusunan Laporan Akhir	100%										■	■	■

5.2 Keuangan

keuangan dari kegiatan litbang dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Keuangan

MAK	Uraian Belanja	Pagu Awal (Rp.)	Setelah Perubahan (Rp.)
521211	Belanja Bahan	9.342.000	9.342.000
521213	Honor Ouput Kegiatan	12.960.000	9.200.000
522141	Belanja Sewa	13.000.000	13.000.000
522151	Belanja Jasa Profesi	79.200.000	79.200.000
524111	Belanja Perjalanan Biasa	35.498.000	35.498.000
TOTAL		150.000.000	14.240.000

6 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil yang telah dicapai sejauh ini adalah sebagai berikut:

- Ketentuan alat uji MCV modifikasi adalah sebagai berikut:
 - a) Tinggi jatuh yang dipersyaratkan adalah 25 cm
 - b) Cetakan silinder untuk contoh tanah memiliki diameter dalam 100 mm, diameter luar 110 mm dan tinggi 195 mm
 - c) Palu penumbuk memiliki berat $7 \pm 0,05$ kg dengan diameter 97 mm dan tinggi 145 mm
 - d) Pergerakan palu penumbuk adalah gerak jatuh bebas
 - e) Alat uji MCV modifikasi menggunakan material *Stainless Steel* SS41 dan SS316
 - f) Pengunci cetakan silinder menggunakan sistem baut
 - g) Menggunakan *bearing* pada batang pengarah
 - h) Palu penumbuk bekerja secara otomatis
 - i) Penumbuk tersebut bekerja dengan sistem hidrolik, dan pengaturan dapat langsung dilakukan pada panel kontrol
 - j) Tersedia *Linier Transducer* secara otomatis yang menggunakan peranti lunak PLC
 - k) Mengikuti batasan parameter daya yang telah ditentukan
 - l) Anhang sebagai fasilitas mobilisasi alat
- Harga satu unit alat uji MCV modifikasi berdasarkan perhitungan *Engineering Estimate* adalah sebesar Rp. 520.000.000
- Paten terhadap alat uji MCV modifikasi adalah jenis paten P yang mana perhitungannya sampai 20 tahun. Waktu pengajuan paten P ini adalah selama 5 tahun, yang mana kewajiban yang harus dipenuhi oleh paket kerja ini adalah sampai menyediakan dokumen paten. Proses pengajuan paten ini difasilitasi sepenuhnya oleh bidang SDK.
- Paten terhadap alat uji MCV modifikasi dengan judul paten MOFUKKAT (MODiFikasi alat Uji Kondisi Kadar Air Tanah) mengajukan klaim sebagai berikut:
 - 1) Palu penumbuk bekerja secara otomatis.
 - 2) Pengunci cetakan silinder menggunakan sistem baut.
 - 3) Menggunakan bearing pada batang pengarah.
 - 4) Tersedia *Linier Transducer* secara otomatis yang menggunakan peranti lunak PLC.
 - 5) Penumbuk tersebut bekerja dengan sistem hidrolik, dan pengaturan dapat langsung dilakukan pada panel kontrol.

- 6) Anhang sebagai fasilitas mobilisasi alat.
- Alat uji MCV modifikasi ini sedang dalam proses pengajuan paten, yang selanjutnya dapat diproduksi dengan konsep kerjasama yang ditetapkan dengan hukum.

Daftar Pustaka

- British Standards Institution. 1990. British Standard Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes, Part 4. Compaction-related Tests. BS 1337 : Part 4: 1990. London.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. Laporan Akhir Pengembangan Aplikasi *Moisture Condition Value* Untuk Jaminan Mutu Pekerjaan Timbunan Tanah. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. Laporan Akhir Pengembangan Aplikasi *Moisture Condition Value* Untuk Jaminan Mutu Pekerjaan Timbunan Tanah. Bandung.
- Driscoll, dkk, 2009, Compaction and Compactability Assessment of Difficult Soil – An Alternative Approach. Australian Geomechanics Vol 44 No 3 September 2009.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan 2010. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. Laporan Akhir Pengembangan Model Fisik Teknologi Penerapan MCV Sebagai Penentuan Material untuk Jalan (Modifikasi Alat Uji MCV). Bandung.
- Matheson G D , Winter M G. 1997. Use and Application of The MCA with Particular Reference to Glacial Tills. TRRL Report 273. Berkshire.
- Parsons A H. 1976. The Rapid Measurement of the Moisture Condition of Earthwork Material. TRRL Laboratory Report 760. Berkshire.
- Parsons A H, dkk. 1979. The Moisture Condition Test And Its Potential Applications In Earthworks. TRRL Supplementary Report 522. Berkshire.
- Parsons A H, Toombs A F. 1987. The Precision of the Moisture Condition Test. TRRL Research Report 90. Berkshire.
- Pusjatan. 2010. Pedoman Penyusunan Output Penelitian dan Pengembangan. Bandung.
- <http://www.dgip.go.id/paten/prosedur-pemberian-paten>. Diakses 1 Juli 2014

6T:224