

SKRIPSI

STUDI PENELITIAN PERBANDINGAN SIFAT FISIK LEMPUNG LAPINDO DENGAN LEMPUNG NORMAL SEBAGAI BAHAN BANGUNAN (BATA MERAH)

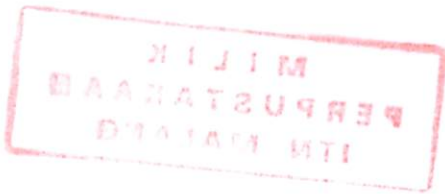


**Disusun Oleh:
Wahyu Anggiyanto
02.21.035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL (S-1)
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010**

SKRIPSI

STUDI PENELITIAN PERAWANGAN SIKAT PIRIK LEMPAH
LAPUNG DENGAN LEMPAH NORMAL SEBAGAI BAHAN
BANGUNAN (BATA MERAH)



Disusun oleh:
Nahayy Anggraini
021102

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL (S-1)
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**STUDI PENELITIAN PERBANDINGAN SIFAT FISIK LEMPUNG
LAPINDO DENGAN LEMPUNG NORMAL SEBAGAI BAHAN
BANGUNAN (BATA MERAH)**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun oleh:
WAHYU ANGGIYANTO
02 21 035

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. EDING ISKAK IMANANTO, MT.)



(Ir. TOGI H. NAINGGOLAN, MS.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)



(Ir. H. Hirijanto, MT)

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PENELITIAN PERBANDINGAN SIFAT FISIK LEMPUNG
LAPINDO DENGAN LEMPUNG NORMAL SEBAGAI BAHAN
BANGUNAN (BATA MERAH)**

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 21 Agustus 2010

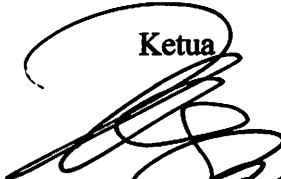
*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar
Serjana Teknik*


Disusun oleh:

WAHYU ANGGIYANTO


02.21.035

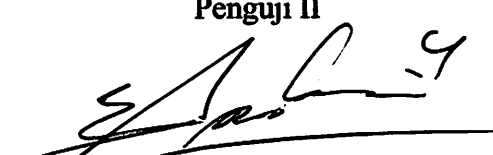
Disahkan oleh:

Ketua

(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)

Anggota penguji:

Penguji I

(Ir. Kustamar, MT)

Penguji II

(Eri Andrian Yudianto, ST., MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL (S-1)
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2010

ABSTRAKSI

WAHYU ANGGIYANTO, 2010, "STUDI PENELITIAN PERBANDINGAN SIFAT FISIK LEMPUNG LAPINDO DENGAN LEMPUNG NORMAL SEBAGAI BAHAN BANGUNAN (BATA MERAH)", Skripsi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

Pembimbing II: Ir. Togi H. Nainggolan, MS.

Lumpur Lapindo telah menjadi masalah lingkungan yang sangat besar, karakteristik lempung lapindo mempunyai plastisitas yang tinggi, sehingga melihat sifatnya ini kemungkinan lempung ini dapat dijadikan bahan bangunan berupa bata merah. Penambahan lempung normal untuk bahan substitusi diharapkan dapat memperbaiki sifat - sifat fisik tanah sebagai bahan bangunan yang berupa batu bata merah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai kuat tekan, daya serap air, penyusutan dan pandangan luarnya.

Metode penelitian ini menggunakan uji pemeriksaan batas-batas konsistensi (PI) kadar air, berat jenis, dan batas atterberg pada variasi lempung yaitu 0%, 80%, 70%, 50%. Hasil penelitian menunjukkan perubahan sifat fisik menjadi lebih baik setelah penambahan bahan pengganti lempung normal. Penyusutan menurun seiring dengan penambahan kadar lempung Lapindo pada tingkat kadar tertentu. Peningkatan penyusutan terjadi pada variasi 0% sampai titik optimum 62,14% yakni dari 104 sampai 1223,7006, namun pada variasi 62,14% sampai 80% terjadi penurunan dari 1223,7006 menjadi 1131,1686. Peningkatan absorpsi 0% sampai titik optimum pada kadar 21,8% dengan tingkat absorpsi sebesar 0,3686. Absorpsi menurun dititik minimum 67% dengan tingkat absorpsi sebesar 0,187. Peningkatan kuat tekan terjadi pada 0% sampai titik optimum 30,3% yakni 79,7507, namun pada variasi 30,3% sampai 80% terjadi penurunan dari 79,7507 menjadi 64,95.

Lempung Lapindo dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan batu bata merah, walaupun terdapat sedikit perbedaan kualitas batu bata merah yang dihasilkan. Berdasarkan standar mutu yang digunakan, keduanya hanya memenuhi standar mutu tingkat III.

Kata kunci : Lempung Lapindo, Bata Merah, Kadar air, Berat jenis, Batas Atterberg, Kuat Tekan, Absorpsi Air, Penyusutan Volume.

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Anggiyanto
NIM : 02.21.035
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul:

“Studi Penelitian Perbandingan Sifat Fisik Lempung Lapindo Dengan Lempung Normal Sebagai Bahan Bangunan (Bata Merah) adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 28 September 2010

Yang Membuat Pernyataan



(WAHYU ANGGIYANTO)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan yang telah memberikan kekuatan dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Studi Penelitian Perbandingan Sifat Fisik Lempung Lapindo Dengan Lempung Normal Sebagai bahan Bangunan (Bata Merah)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademik di lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang, khususnya Jurusan Teknik Sipil S-I.

Dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis akan menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, diantaranya :

1. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT, selaku Dekan FTSP.
2. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Lila Ayu Ratna W., ST. MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Eding Iskak I., MT, selaku dosen pembimbing I Skripsi serta masukan selama proses penyusunan Laporan
5. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS, selaku dosen pembimbing II Skripsi serta masukan selama proses penyusunan Laporan.
6. Kedua Orang Tuaku, saudaraku Wiwit dan Yudi.
7. Teman – teman kelompok penelitian.
8. Rekan-rekan Teknik Sipil 2002 dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan seluruhnya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya laporan ini. Akhir kata penyusun berharap, semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, September 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAKSI

PERNYATAAN KEASLIAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GRAFIK

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Batasan Penelitian	4

1.7. Hipotesa Penelitian	5
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1. Lempung Lapindo	7
2.2. Definisi Dan Klasifikasi Tanah	10
2.3. Sejarah Batu Bata	10
2.4. Standart Bata Merah	13
2.4.1. Yayasan Dana Normalisasi Indonesia	13
2.4.2. British Standart	13
2.5. Cara Pembuatan	15
2.6. Cara Pembakaran	16
2.7. Jenis-jenis Pembakaran	16
2.8. Rekomendasi Dari Penelitian Sebelumnya	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Tempat Penelitian	20
3.2. Rancangan Penelitian.....	20
3.3. Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian	21
3.4. Standar Pengujian Dan Pengambilan Benda Uji	21

3.5. Populasi Dan Sampel	22
3.6. Metode Kerja	24
1. Identifikasi Tanah	24
2. Langkah langkah Pembuatan	29
3.7. Langkah-langkah Pengujian Sampel	32
3.8. Analisa Data	34
3.9. Bagan Alir Studi Penelitian	36
BAB IV PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PERCOBAAN	37
4.1. Pemeriksaan Bahan Material	37
4.1.1. Pemeriksaan Material Tanah	37
4.1.1.1. Pemeriksaan Batas-Batas Konsistensi	37
A. Liquid Limit Test Material Tanah.	38
B. Plastic Limit Test Material Tanah.	40
4.1.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis Material Tanah	44
4.1.1.3. Pemeriksaan Analisa Saringan Material Tanah	49
4.1.1.4. Pemeriksaan Triaxial Material Tanah	51
4.1.2. Pemeriksaan Material Lapindo	58

4.1.2.1. Pemeriksaan Batas-Batas Konsistensi	58
A. Liquid Limit Test Material Lapindo.	58
B. Plastic Limit Test Material Lapindo.	58
4.1.2.2. Pemeriksaan Berat Jenis Material Lapindo	61
4.1.2.3. Pemeriksaan Analisa Saringan Material Lapindo	63
4.1.2.4. Pemeriksaan Triaxial Material Lapindo	65
4.1.3. Pemeriksaan Material Komposisi 80% Lempung Lapindo Dan 20% Lempung Biasa	69
4.1.3.1. Pemeriksaan Batas-Batas Konsistensi	69
A. Liquid Limit Test.	69
B. Plastic Limit Test.	69
4.1.4. Pemeriksaan Material Komposisi 70% Lempung Lapindo Dan 30% Lempung Biasa	73
4.1.4.1. Pemeriksaan Batas-Batas Konsistensi	73
A. Liquid Limit Test.	73
B. Plastic Limit Test.	73

4.1.5. Pemeriksaan Material Komposisi 50% Lempung Lapindo Dan 50%	
Lempung Biasa	77
4.1.5.1. Pemeriksaan Batas-Batas Konsistensi	77
A. Liquid Limit Test.	77
B. Plastic Limit Test.	77
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN	81
5.1. Data Pengujian	81
1. Analisa Data Hasil Shrinkage	81
2. Analisa Data Hasil Penyerapan Air (Absorpsi)	88
3. Analisa Data Hasil Kuat Tekan	95
5.2. Perhitungan Interval Kepercayaan	102
5.3. Analisa Regresi	112
5.4. Nilai Optimum	116
5.5. Uji Hipotesis	118
5.6. Analisa Pembahasan	125
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	131
6.1. Kesimpulan	131

6.2. Saran 133

DAFTAR PUSATAKA 134

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hasil Pengujian Bahan Kimia	7
Tabel 2.2. Hasil Analisa Logam Pada Materi	8
Tabel 3.1. Standar Pengujian Fisik Dan Pengambilan Benda Uji	21
Tabel 3.2. Populasi Benda Uji Lempung Lapindo	23
Tabel 3.3. Analisis Varian, Untuk Anova Satu Arah	34
Tabel 4.1. Tabel Hasil Uji Batas Cair Lempung Pembanding	42
Tabel 4.2. Tabel Hasil Uji Batas Plastis Lempung Pembanding	43
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Berat Jenis Lempung Pembanding	48
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Analisa Saringan Lempung Pembanding	50
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Triaxial T1 Lempung Pembanding	54
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Triaxial T2 Lempung Pembanding	55
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Triaxial T3 Lempung Pembanding	56
Tabel 4.8. Hasil Uji Batas Cair Lempung Lapindo	59
Tabel 4.9. Hasil Uji Batas Plastis Lempung Lapindo	59
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Berat Jenis Lempung Lapindo	63
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Analisa Saringan Lempung Lapindo	64
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Triaxial T1 Lempung Lapindo	65
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Triaxial T2 Lempung Lapindo	66
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Triaxial T3 Lempung Lapindo	67
Tabel 4.15. Hasil Uji Batas Cair Komposisi 80%	70
Tabel 4.16. Hasil Uji Batas Plastis Komposisi 80%	70

Tabel 4.17. Hasil Uji Batas Cair Komposisi 70%	74
Tabel 4.18. Hasil Uji Batas Plastis Komposisi 70%	74
Tabel 4.19. Hasil Uji Batas Cair Komposisi 50%	78
Tabel 4.20. Hasil Uji Batas Plasti Komposisi 50%	78
Tabel 5.1. Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 0% (Bata Murni)	81
Tabel 5.2. Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 50%	82
Tabel 5.3. Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 70%	84
Tabel 5.4. Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 80%	85
Tabel 5.5. Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 0% (Bata Murni)	88
Tabel 5.6. Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 50%	89
Tabel 5.7. Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 70%	91
Tabel 5.8. Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 80%	92
Tabel 5.9. Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 0% (Bata Merah)	95

Tabel 5.10. Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 50%	96
Tabel 5.11. Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 70%	98
Tabel 5.12. Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur	
Lapindo 80%	99
Tabel 5.13. Interval Kepercayaan Shrinkage Pada Masing-masing Variasi	
Kadar Lempur	103
Tabel 5.14. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata	
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 0%	103
Tabel 5.15. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata	
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 50%	104
Tabel 5.16. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata	
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 70%	104
Tabel 5.17. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata	
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%	105
Tabel 5.18. Interval Kepercayaan Absorpsi Pada Masing-masing Variasi	
Kadar Lempur	106
Tabel 5.19. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Absorpsi Batu Bata	
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 0%	106
Tabel 5.20. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata	
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 50%	107

Tabel 5.22. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%	108
Tabel 5.23. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Pada Masing-masing Variasi Kadar Lempur	109
Tabel 5.24. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 0%	109
Tabel 5.25. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 50%	110
Tabel 5.26. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 70%	110
Tabel 5.27. Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%	111
Tabel 5.28. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi	112
Tabel 5.29. Persamaan Regresi Dan Nilai R^2 Untuk Semua Pengujian	114
Tabel 5.30. Nilai Optimum Sifat Fisik Tanah	117
Tabel 5.31. Hasil Pengujian Batu Bata Dengan Variasi Kadar Lumpur	118
Tabel 5.32. ANOVA Untuk Shrinkage.....	119
Tabel 5.33. Uji BNT Untuk Shrinkage	120
Tabel 5.34. ANOVA Untuk Absorpsi.....	121
Tabel 5.35. Uji BNT Untuk Absorpsi	122
Tabel 5.36. ANOVA Untuk Kuat Tekan	123
Tabel 5.37. Uji BNT Untuk Kuat Tekan	124

DAFTAR GRAFIK

Grafik	4.1. Hubungan Antara Kadar Air Dan Jumlah Lolos Saringan	43
Grafik	4.2. Perkiraan Harga Batas Susut Dari Bagan Plastisitas	44
Grafik	4.3. Hubungan Antara Diameter Saringan Dan Persentase Lolos Saringan	50
Grafik	4.4. Hubungan Antara Tegangan Normal Dengan Tegangan Geser	57
Grafik	4.5. Hubungan Antara Kadar Air Dan Jumlah Lolos Saringan Material Lumpur Lapindo	60
Grafik	4.6. Perkiraan Harga Batas Susut Dari Bagan Plastisitas Material Lumpur Lapindo	61
Grafik	4.7. Hubungan Antara Diameter Saringan Dan Persentase Lolos Saringan Material Lumpur Lapindo	64
Grafik	4.8. Hubungan Antara Tegangan Normal Dengan Tegangan Geser Lempung Lapindo	68
Grafik	4.9. Hubungan Antara Kadar Air Dan Jumlah Lolos Saringan Material Komposisi 80% Lempung Lapindo Dan 20% Lempung Biasa	71
Grafik	4.10. Perkiraan Harga Batas Susut Dari Bagan Plastisitas Material Komposisi 80% Lempung Lapindo Dan 20% Lempung Biasa	72

Grafik	4.11. Hubungan Antara Kadar Air Dan Jumlah Lolos Saringan Material Komposisi 70% Lempung Lapindo Dan 30% Lempung Biasa	75
Grafik	4.12. Perkiraan Harga Batas Susut Dari Bagan Plastisitas Material Komposisi 70% Lempung Lapindo Dan 30% Lempung Biasa	76
Grafik	4.13. Hubungan Antara Kadar Air Dan Jumlah Lolos Saringan Material Komposisi 50% Lempung Lapindo Dan 50% Lempung Biasa	79
Grafik	4.14. Perkiraan Harga Batas Susut Dari Bagan Plastisitas Material Komposisi 50% Lempung Lapindo Dan 50% Lempung Biasa	80
Grafik	5.1. Hubungan Perbandingan Antara Batu Bata Lempung Normal Dengan Batu Bata Lempung Lapindo Untuk Shrinkage	86
Grafik	5.2. Hubungan Perbandingan Antara Batu Bata Lempung Normal Dengan Batu Bata Lempung Lapindo Untuk Absorpsi	94
Grafik	5.3. Hubungan Perbandingan Antara Batu Bata Lempung Normal Dengan Batu Bata Lempung Lapindo Untuk Kuat Tekan	101
Grafik	5.4. Grafik Analisis Regresi Kuadratik Shrinkage Dengan Kadar Lumpur	115

Grafik	5.5. Grafik Analisis Regresi Kuadratik Absorpsi Dengan Kadar Lumpur	115
Grafik	5.6. Grafik Analisis Regresi Kuadratik Kuat Tekan Dengan Kadar Lumpur	116
Grafik	5.7. Grafik Hasil Pengujian Shrinkage Dengan Kadar Lumpur	125
Grafik	5.8. Grafik Hasil Pengujian Absorpsi Dengan Kadar Lumpur	127
Grafik	5.9. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Kadar Lumpur	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1. Lokasi Pusat Semburan Lumpur Panas Sidoarjo	9
Gambar	2.2. Peta Lokasi Semburan Lapindo (Tampak Atas)	9
Gambar	2.3. Brickworks, United States	12
Gambar	2.4. Style Clay Block Brick	12
Gambar	3.1. Alat Uji Batas Cair	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Membangun juga berarti suatu usaha menghemat energi dan sumber daya alam. Teknologi bangunan yang baru menuntut para ahli terbuka terhadap perkembangan tersebut. Kajian ilmu bahan bangunan yang cukup sederhana dan formal selama ini kiranya perlu dirubah sesuai dengan gagasan pembangunan yang menyeluruh. Ilmu bahan bangunan yang memberi pengertian terhadap cara, pengaruh, dan akibat bahan bangunan bekerja di dalam konstruksi bangunan.

Perkembangan pembangunan dewasa ini ditandai dengan meningkatnya macam-macam bahan bangunan dan munculnya bahan bangunan yang baru. Keadaan tersebut memungkinkan berbagai ragam alternatif pemilihan bahan bangunan dalam mengkonstruksikan suatu bangunan. Maraknya penemuan bahan bangunan baru juga ditandai dengan kesadaran terhadap ekologi lingkungan dan fisika bangunan.

Salah satu kemungkinan terpenuhinya tuntutan-tuntutan tersebut adalah dengan melakukan penelitian terhadap berbagai sumber daya yang ada secara optimal, salah satu contoh misalnya penelitian lempung lapindo sebagai bahan bangunan yang berupa bata merah. Karena lempung lapindo bagi kebanyakan masyarakat awam dianggap sebagai suatu hal yang tidak bermanfaat, tidak diinginkan keberadaanya.

Penelitian ini dilakukan sebagai solusi pemanfaatan yang lebih efektif dari lumpur lapindo tersebut. Lumpur tersebut akan diolah menjadi produk bahan bangunan yang berupa batu bata. Alasan pembuatan batu bata ini mengingat kebutuhan pasar terhadap jenis bahan bangunan ini terus meningkat. Selain itu, pembuatan batu bata sangat memungkinkan menjadi industri rumah tangga yang kelak diharapkan menambah pendapatan masyarakat daerah dan mengentaskan jumlah pengangguran.

1.2 Identifikasi Masalah

Di lapangan saat ini, bahan pembuatan batu bata yang menggunakan tanah lempung biasa banyak dijumpai di setiap daerah. Akan tetapi dengan terjadinya bencana lumpur lapindo di Porong Kota Sidoarjo, memunculkan banyak sekali permasalahan. Satu diantaranya adalah jumlah lumpur yang terus menerus bertambah jumlahnya tanpa diketahui kapan akan segera berakhir. Untuk itu penelitian ini dimaksudkan untuk memperkecil permasalahan yang ditimbulkan dengan cara memanfaatkan se-efektif mungkin lempung lapindo tersebut menjadi bahan bangunan dengan melakukan penelitian sifat-sifat fisik dari lempung lapindo dengan lempung biasa guna mendapatkan data-data perbandingan kuat tekan, penyerapan air, penyusutan dan pandangan luar.

1.3 Rumusan Masalah

Bagaimanakah kemungkinan pembuatan produk bahan bangunan dari lempung Lapindo yang berupa batu bata, yang sangat memungkinkan memiliki kekuatan lebih baik daripada produk-produk batu bata yang ada dipasaran.

Dengan dasar kenyataan diatas, maka masalah tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut :

- a. Apakah lempung Lapindo dapat digunakan sebagai bahan bangunan yang berupa batu bata berdasarkan data-data pengujian sifat-sifat fisik yang dilakukan.
- b. Bagaimana kualitas bahan bangunan yang dihasilkan dari lempung Lapindo bila dibandingkan dengan bahan bangunan yang dihasilkan dari lempung biasa.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Tujuan yang pertama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data-data kelayakan lempung Lapindo apabila digunakan menjadi bahan bangunan, yang ditinjau dari sifat-sifat fisik lempung Lapindo tersebut.
2. Tujuan selanjutnya dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas-kualitas bahan bangunan yang dihasilkan yang berupa bata merah, agar diketahui kualitas bahan bangunan tersebut dan dibandingkan dengan yang tersedia dipasaran berdasarkan Standar Bata Merah di Indonesia oleh Yayasan Dana Normalisasi Indonesia nomor N-10.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa keuntungan yang bisa diperoleh dengan melakukan penelitian ini antara lain :

- a. Memberikan manfaat secara maksimal terhadap sumber daya alam yang ada.
- b. Membuka lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.
- c. Sebagai studi alternatif penyediaan batu bata.
- d. Bagi peneliti sendiri dapat menambah wawasan dan pengetahuan.
- e. Bagi Praktisi dan Instansi terkait penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan acuan pada saat melakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan bahan bangunan.

1.6 Batasan Masalah

Karena banyaknya masalah masalah yang terkait dengan pembahasan penelitian ini, dan juga agar pembahasan dapat mengarah pada suatu permasalahan, maka perlu dibuatkan pembatasan masalah agar langkah-langkah terlihat sistematis.

Adapun pembatasan masalah yang dapat diambil adalah :

- a. Lempung Lapindo dapat digunakan sebagai bahan bangunan dengan melakukan pengujian sifat-sifat fisik sebagai berikut :
 - Pemeriksaan Berat Jenis (*Volumetri Test*)

- Pengujian Batas Atterberg (*Atterberg Test*)
 - Pengujian Grain Size analisis
- b. Kualitas bahan bangunan yang dihasilkan dari lempung Lapindo dengan bahan bangunan dari lempung biasa dibandingkan kualitasnya dengan cara melakukan pengujian *Shrinkage*, *Water Absorbition*, dan *Compressive Strenght*, sedangkan pengujian keretakan hanya berdasarkan pandangan luar.

1.7 Hipotesa Penelitian

Hipotesa terdiri dari dua macam, yaitu :

- a. Hipotesa Nol (H_0), yaitu hipotesa yang menyatakan tidak adanya hubungan antara dua variable atau lebih.
- b. Hipotesa Alternatif (H_a), yaitu hipotesa yang menyatakan adanya hubungan antara dua variabel atau lebih.

Agar dapat memberikan arah penelitian ini digunakan Hipotesis Alternatif (H_a), yaitu :

“ Bagaimanakah pengaruh penggunaan Lumpur Lapindo terhadap nilai plastisitas, penyerapan air, berat jenis, kekuatan tekan, serta penyusutan sebagai bahan bangunan yang berupa batu bata”

Hipotesis statistiknya adalah :

$$H_0 : \mu A_0 = \mu A_1 = \mu A_2 = \mu A_3$$

$$H_a : \mu A_0 \neq \mu A_1 \neq \mu A_2 \neq \mu A_3$$

Kadar penambahan lempung lapindo yang dipakai yaitu:

0%(X0), 50%(X1), 70%(X2), 80%(X3)

Dimana :

$\mu A1$ = benda uji dengan penambahan lempung lapindo 0%

$\mu A2$ = benda uji dengan penambahan lempung lapindo 50%

$\mu A3$ = benda uji dengan penambahan lempung lapindo 70%

$\mu A4$ = benda uji dengan penambahan lempung lapindo 80%

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Lempung Lapindo

Lumpur yang diduga berasal dari hasil eksplorasi gas milik P.T. Lapindo Brantas hanya dianggap sebagai limbah yang tidak bisa digunakan sama sekali oleh banyak pihak pada awalnya selama beberapa waktu. Padahal berdasarkan hasil pengujian toksikologis di 3 laboratorium terakreditasi (Sucofindo, Corelab, dan Bogorlab) diperoleh kesimpulan ternyata lumpur Sidoarjo tidak termasuk B3 baik untuk bahan anorganik seperti Arsen, Barium, Boron, Timbal, Raksa, Sianida Bebas dan sebagainya, maupun bahan organik seperti Trichlorophenol, Chlordane, Chlorobenzene, Chloroform dan sebagainya. Hasil pengujian tersebut menunjukkan semua parameter bahan kimia itu berada di bawah ambang batas yang diijinkan.

Table 2.1 Hasil Pengujian Bahan Kimia

Beberapa hasil pengujian		
Parameter	Hasil uji maks	Baku Mutu (PP Nomor 18/1999)
<u>Arsen</u>	0,045 Mg/L	5 Mg/L
<u>Barium</u>	1,066 Mg/L	100 Mg/L
<u>Boron</u>	5,097 Mg/L	500 Mg/L
<u>Timbal</u>	0,05 Mg/L	5 Mg/L
<u>Raksa</u>	0,004 Mg/L	0,2 Mg/L
<u>Sianida Bebas</u>	0,02 Mg/L	20 Mg/L
Trichlorophenol	0,017 Mg/L	2 Mg/L (2,4,6 Trichlorophenol) 400 Mg/L (2,4,4 Trichlorophenol)

Table 2.2 Hasil Analisa Logam Pada Materi

Parameter	Satuan	Kep. MenKes no 907/2002	Lumpur Lapindo	Air Lumpur Lapindo	Sedimen Sungai Porong	Air Sungai Porong
Kromium (Cr)	mg/L	0,05	nd	nd	nd	nd
Kadmium (Cd)	mg/L	0,003	0,3063	0,0314	0,2571	0,0271
Tembaga (Cu)	mg/L	1	0,4379	0,008	0,4919	0,0144
Timbal (Pb)	mg/L	0,05	7,2876	0,8776	3,1018	0,6949

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Banjir_lumpur_panas_Sidoarjo.com

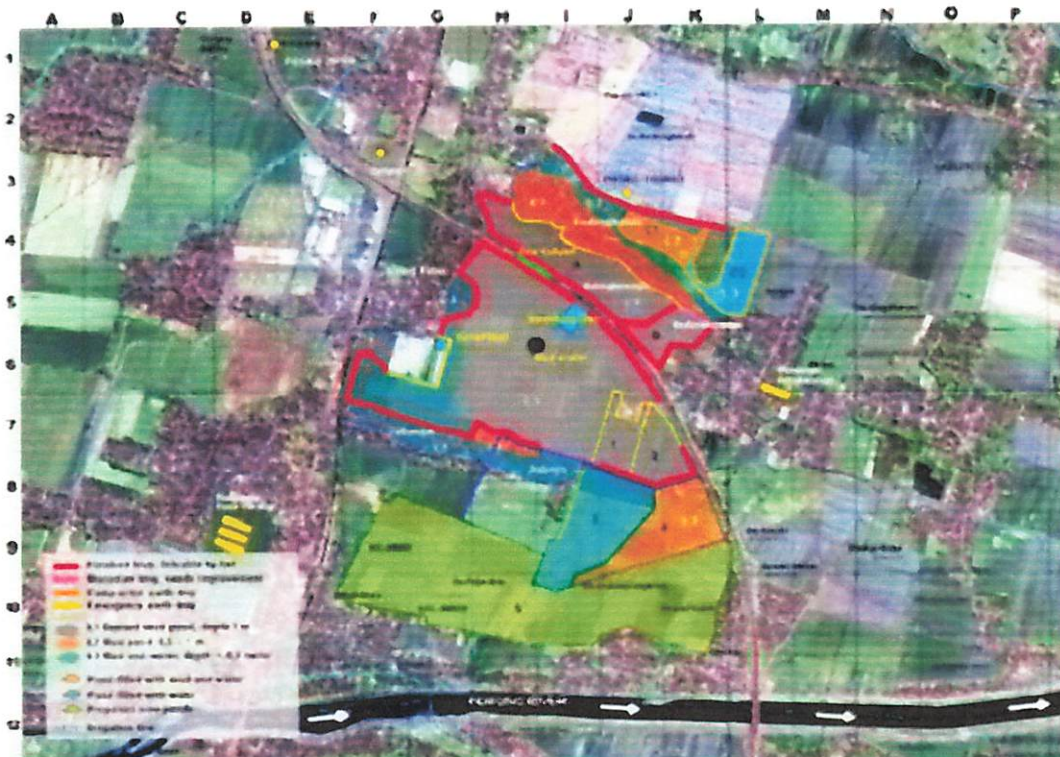
Dewasa ini, setelah banyak dilakukan penelitian oleh Pemerintah Daerah Sidoarjo sendiri dan beberapa pihak yang melihat hasil dari kandungan lumpur yang dianggap oleh banyak kalangan pada awalnya sebagai limbah ternyata mulai mengeksplorasi pemanfaatan limbah tersebut untuk berbagai hal. Salah satu contohnya adalah dengan menggunakannya sebagai bahan bangunan yang memenuhi standar.

Penelitian ini dilakukan sebagai solusi pemanfaatan yang lebih efektif dari lumpur Lapindo tersebut. Lumpur tersebut akan diolah menjadi produk bahan bangunan yang berupa batu bata. Alasan pembuatan batu bata ini mengingat kebutuhan pasar terhadap jenis bahan bangunan ini terus meningkat. Selain itu, pembuatan batu bata sangat memungkinkan menjadi industri rumah tangga yang kelak diharapkan menambah pendapatan masyarakat daerah dan mengentaskan jumlah pengangguran.

Lokasi penelitian berada di Porong, sekitar 12 km sebelah selatan kota Sidoarjo. Lokasi tersebut merupakan kawasan pemukiman dan disekitarnya merupakan salah satu kawasan industri utama di Jawa Timur.



Gambar 2.1. Lokasi Pusat Semburan Lumpur Panas Sidoarjo



Gambar 2.2 Peta Lokasi Semburan Lapindo (Tampak Atas)

2.2 Definisi Dan Klasifikasi Tanah

Secara ringkas pengertian beberapa penggolongan tanah dapat dinyatakan sebagai berikut :

- a. Tanah liat (*clay*) adalah tanah yang ukuran partikelnya lebih kecil dari 0.005 mm (ukuran sieve yang paling kecil untuk fineaggregate adalah 150 nm), sulit diremukan saat kering, terasa licin dan plastis. Tanah liat memiliki berat jenis sekitar (*specific gravity*) 2.63 sampai 2.67
- b. Tanah lanau (*silt*) adalah tanah yang partikelnya terlihat jelas, berbutir lepas saat kering, terasa kasar dan agak plastis. Serta berdimensi lebih kecil dari 0.05 mm sampai 0.5 mm. Tanah lanau mempunyai berat jenis (*specific gravity*) sekitar 2.65 sampai 2.70.
- c. Pasir (*Sand*) adalah tanah yang partikelnya terlihat, berbutir lepas saat kering, terasa kasar dan sama sekali tidak plastis. Pasir memiliki berat jenis sekitar 2.67 hingga 2.90.
- d. Kerikil (*gravel*) adalah partikel tanah dengan dimensi antara 0.25 inch hingga 3 inch, berbutir lepas saat kering dan sama sekali tidak plastis.

2.3 Sejarah Batu Bata

Kira-kira dimulai pada 8000 B.C. di Mesopotamia, manusia menemukan pertama kali bahwa tanah liat dapat dibentuk dan dijemur untuk menghasilkan bahan bangunan. Menara babel dibangun dengan menggunakan bata yang

dijemur. Juga digunakan di banyak bagian dari Timur Tengah, Afrika Utara, Amerika Tengah dan Utara.

Pada peradaban Babylonia (4000 B.C) yang dibangun dilembah antara sungai Tigris dan sungai Efrat. Lumpur tebal dan tanah liat dari sungai-sungai ini sangat cocok untuk pembuatan batu bata, yang kemudian menjadi bahan bangunan yang umum pada peradaban tersebut. Kerajaan dan kuil dibangun dari bata jemur, dan permukaannya menggunakan bata berlapis/kilap.

Penggalian akhir-akhir ini di Mesir, menunjukkan bahwa pada masa Mesir kuno telah digunakan bata yang dijemur dan yang dibakar menggunakan tungku untuk membangun rumah dan tempat suci.

Orang Roma juga menyebarkan penggunaan bata, antara lain pembuatan bata masuk ke Inggris setelah serangan Roma pada 54 S.M. seperti untuk pembangunan Kastil Colchester yang dibangun dari 1080 bata bekas, sekarang Kastil ini dipakai sebagai museum sejarah.

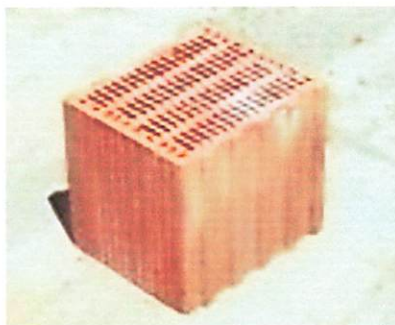
Bata Roma memiliki ketebalan yang sangat tipis dibandingkan dengan panjangnya. Dimana bata-bata tersebut diletakan diatas lapisan mortar yang tebal. Setelah kejatuhan/runtuhnya Roma pada 410 M, maka seni membuat bata tersebut hilang diseluruh Eropa hingga awal dari abad ke-14. Industri bata kembali marak setelah Flemish masuk ke Inggris pada abad tersebut dan kemudian, keahlian ini masuk ke Australia bersama pembuangan pertama (*The First Fleet*). Bangunan-bangunan bata pertama di benua Amerika Utara dibangun pada tahun 1633 dipulau Manhattan dengan menggunakan bata-bata yang di Impor dari Belanda dan Inggris.



Gambar 2.3. Brickwork, United States.

Bagaimanapun juga pemanfaatannya baru maksimal hingga ditemukan pembakaran bata dengan tungku yang menghasilkan bata yang betul-betul awet. Tungku bata yang pertama dioperasikan di Amerika Serikat adalah sekitar tahun 1650.

Bata-bata yang dihasilkan pada masa lampau mungkin agak sulit untuk dikenali karena spesifikasi yang sangat berbeda. Misalnya bata dari Assyria, ditengah Mesopotamia beratnya lebih dari 18 Kg, atau bata dengan bentuk segitiga yang digunakan untuk membangun Koloseum Roma, lagipula bata umum yang beredar dipasaran sangat tipis dan menyerupai tegel lantai saat ini.



Gambar 2.4. Style Clay Block Brick

2.4 Standart Bata Merah

2.4.1 Yayasan Dana Normalisasi Indonesia

Standart Bata Merah di Indonesia oleh Y.D.N.I. nomor NI-10 menetapkan suatu ukuran standart untuk bata merah sebagai berikut:

- a. panjang 240 mm, lebar 115 mm, tebal 52 mm
- b. panjang 230 mm, lebar 110 mm, tebal 50 mm

Penyimpangan yang diijinkan oleh standart tersebut untuk panjang adalah maksimum 3%, untuk lebar adalah maksimum 4%, sedangkan untuk tebal adalah maksimum 5%.

2.4.2 British Standart

Menurut BS 3921, properti dari bata adalah :

a. *Compressive Strength Dan Penyerapan Air*

BS 3921 menyebutkan bahwa bata yang digunakan untuk *strength testing* adalah bata jenuh air. Penyerapan dapat diukur dengan merebus bata dalam air mendidih selama 5 jam atau dengan metode hampa udara yang menghasilkan nilai penyerpan yang kurang lebih sama.

Bata digolongkan sebagai kelas A bila *compressive strength* rata-rata diatas 69.0 N/mm^2 dan nilai penyerapan tidak lebih dari 4,5 persen. Bata digolongkan sebagai kelas B bila *compressive strength* rata-ratanya diatas 48.5 N/mm^2 dan nilai penyerapan tidak lebih dari 7 persen.

b. Soluble Salt Content

Kalsium, magnesium, potassium dan sodium yang terkandung dalam bata merupakan sulfat-sulfat yang sering menyerang mortar semen. Tetapi, karena keganasan serangan juga tergantung pada pekerjaan bata, kandungan garam maksimum hanya diberikan untuk bata dengan kualitas-kualitas tertentu batasan untuk garam-garam sulfat adalah 0.5 %, untuk magnesium, potassium, dan sodium adalah 0.03 %, untuk garam kalsium adalah 0.3 % karena kalsium tidak mudah larut sehingga tidak begitu berbahaya. Kadang-kadang barium karbonat ditambahkan dalam bahan mentah untuk mengurangi jumlah garam larut yang terdapat dalam bata, karena barium karbonat bereaksi dengan sulfat membentuk barium sulfat yang tidak dapat larut.

c. Efflorescence

Tes untuk *efflorescence* dilakukan secara visual, baik bata biasa maupun bata dengan kualitas khusus tidak boleh mengalami *efflorescence* yang berlebihan kecuali didalam ruangan.

d. Expansion On Water

Berbagai produk tanah liat yang dibakar mengalami penambahan volume saat kelembaban memasuki pori-pori dan diserap kedalam bata. Penambahan volume ini dapat mencapai 1000×10^{-4} .

2.5 Cara Pembuatan

Ada beberapa cara dalam pembuatan batu bata :

a. *Semi Dry Proseses*

Digunakan untuk tanah liat yang plastisitasnya rendah, tanah liat tersebut dihancurkan menjadi bahan yang berbutir halus, kemudian dalam jumlah tertentu dicetak dalam cetakan logam dengan tekanan yang secara berangsur-angsur bertambah. Untuk membedakan bagian permukaan diberi serbuk besi atau pasir.

b. *Stiffplastic Proseses*

Digunakan untuk tanah liat yang plastisitasnya rendah, tanah liat tersebut dihancurkan menjadi bahan yang berbutir halus, air ditambahkan agar tanah liat menggumpal, kemudian tanah liat tersebut dipadatkan dalam cetakan.

c. *Wire-Cut Process*

Tanah liat lunak dengan tekstur yang halus digunakan dalam proses ini, tanah liat dipadatkan dan dibentuk dalam ukuran yang lebih besar dari ukuran yang dikehendaki untuk memberikan ruang penyusutan yang lebih besar kemudian mesin akan memotong bata dengan ukuran yang dikehendaki.

d. *Soft Mud Process*

Digunakan untuk tanah liat yang diambil dari permukaan bumi, bisa dicampur dengan bahan lain agar kualitas warnanya lebih baik. Campuran ini dicetak dengan menggunakan mesin atau dengan menggunakan tangan, bata harus dikeringkan sebelum dibakar.

2.6 Cara Pembakaran

Pembakaran yang dilakukan tidak hanya mencapai suhu yang diinginkan melainkan juga memperhatikan kecepatan pembakaran untuk mencapai suhu tersebut serta kecepatan untuk mencapai pendinginan.

Adapun faktor faktor yang berpengaruh selama proses pembakaran adalah

1. Komposisi bahan mentah
 - a. kandungan bahan organik dalam bahan mentah
 - b. air higroskopik, air mekanis dan air Kristal
 - c. kondisi atmosfer tungku dalam mengoksidasi atau mereduksi senyawa-senyawa organik dan anorganik
 - d. penyusutan volumetric dari produk yang dibakar

2. Kondisi bahan mentah
 - a. distribusi butiran
 - b. bentuk geometris produk yang dibakar
 - c. permeabilitas struktur akibat pemanasan

3. Cara pembakaran
 - a. waktu yang diperlukan untuk pemanasan(preheating)
 - b. lama penahanan suhu saat pembakaran
 - c. system kendali produksi selama pembakaran

2.7 Jenis – Jenis Pembakaran

Adapun jenis-jenis dari cara pembakaran batu bata dan genteng adalah :

a. Tradisional

Pembakaran batu bata dan genteng dengan cara tradisional ini dilakukan oleh home industry di Kepanjen. Batu bata dan genteng yang telah mengalami proses pengeringan dengan cara dijemur selama ± 7 hari ditumpuk sampai membentuk suatu kubus besar dengan tidak lupa diberi lubang untuk memasukan bahan bakar (berupa kayu atau sekam).

b. Continous Klin

Merupakan sederetan tungku yang saluran dan cerobong asapnya berhubungan, biasanya berbentuk oval bahan bakarnya berupa arang, minyak tanah atau gas. Secara rotasi bata dimasukan atau dikeringkan didiamkan dan dikeluarkan dari tiap tungku tungku ini sederhana dan merupakan cara yang ekonomis untuk memproduksi bata dalam jumlah yang besar.

c. Car Tunned Clin

Bata dimasukan kedalam keranjang – keranjang tahan panas, kemudian didorong melalui lorong pembakaran, semakin ketengah semakin tinggi suhu pembakaran, setelah itu bata didinginkan dan dikeluarkan dari lorong

d. Clumps

Sejumlah besar bata ditumpuk dalam formasi terbuka diatas dasar besi, seribu buah bata dapat dibakar sekaligus dengan cara ini besi tersebut dipanaskan dan akan memanaskan bata-bata diatasnya. Bagian tengah tumpukan menjadi panas dan beberapa bata biasanya menjadi gosong sedangkan pada tepi - tepi tumpukan biasanya masih mentah.

2.8 Rekomendasi Dari Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini didasarkan dari rekomendasi penelitian sebelumnya khususnya pada penggunaan dan pemanfaatan lumpur lapindo :

1. Kajian pemanfaatan lumpur dan pengelolaan air lumpur oleh Tim Terpadu dan BPLS. Laporan mengenai kajian pemanfaatan lumpur tanggal 30 Juni 2006 memperlihatkan bahwa hasil uji gradasi menunjukkan karakteristik lumpur porong sebagai *Coarse Agregat* (4,12%), *Coarse Sand* (15,18%), *Fine Sand* (49,93%), dan *Silt* (30,77%). Hasil stabilisasi material lumpur memiliki kandungan sillica yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembangunan prasarana pemukiman, transportasi dan irigasi. Dengan gradasi tersebut lumpur bisa dimanfaatkan untuk filler pada pembuatan *paving stone*, genteng beton, batu batako, dan *hot mix* aspal beton. Pada akhir September 2006 pengolahan lumpur menjadi batu bata dilakukan oleh Kodim 0816 Sidoarjo di desa Kedungbendo. Bahan tambahan yang diperlukan adalah tanah liat dan sekam, serta kayu bakar. Pemanfaatannya masih terbatas pada skala kecil dan untuk masyarakat yang membutuhkan.
2. Kajian Dinas PU Propinsi Jatim pada juli 2006 menunjukkan bahwa lumpur dapat dimanfaatkan untuk *filler* pada pembuatan paving stone, genteng beton, batu batako dan *hot mix* aspal beton.
3. Percobaan pembuatan batako lumpur lapindo oleh pengerajin di Mojokerto dengan komposisi satu tangki lumpur lapindo dicampur dengan lima truk tanah liat diperoleh kualitas batako yang lebih bagus. Misalnya, untuk

yang jenis press permukaannya lebih halus dan mengkilap. Beratnya pun lebih ringan 0,3 kg meski ukurannya lebih tebal daripada batako dari tanah liat murni.

4. Seminar Nasional Pemanfaatan Lumpur lapindo oleh Ir. Totok Noerwarsito dosen Jurusan Arsitektur ITS, diperoleh kesimpulan sebagai berikut : bata dan paving block yang dibuatnya tidak murni atau tidak seratus persen lumpur Lapindo, tetapi telah dicampur kapur dan semen. sangat mungkin digunakan sebagai bahan bangunan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian bahan, pengujian pembuatan bahan bangunan dengan membandingkan sifat-sifat fisik dari bahan dasar lempung lapindo dan lempung biasa dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Nasional Malang. Pembuatan bahan bangunan dilakukan secara Tradisional di pengrajin batu bata di Kepanjen.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dibagi sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Bertujuan untuk mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti untuk kemudian dirumuskan menjadi hipotesis penelitian.

2. Studi Eksperimen di Laboratorium

Yaitu penelitian di laboratorium untuk mendapatkan data yang diperlukan. Data tersebut kemudian akan dianalisa secara statistik dan dipakai untuk menguji hipotesis sehingga didapat suatu kesimpulan akhir.

Dari kedua rancangan diatas akan didapat data-data yang kemudian dianalisa secara statistik dan dipakai untuk menguji hipotesa, sehingga didapat suatu kesimpulan akhir.

3.3 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

1. Lempung Lapindo yang diambil dari Desa Porong Kota Sidoarjo.
2. Lempung biasa yang diambil dari pengrajin batu bata dari Desa Ngebrok Kecamatan Kepanjen.
3. Air PDAM.

3.4 Standar Pengujian Dan Pengambilan Benda Uji

Benda uji diambil langsung dengan menggunakan dua cara : yaitu secara terganggu (*Disturbed*) dengan cara dicetak pada alat yang sebelumnya telah diukur panjang, lebar dan tingginya.

Tabel 3.1. Standar Pengujian Fisik dan Pengambilan Benda Uji

No.	Jenis Pengujian	Standart Pengujian	Pengambilan Benda Uji
1.	Berat Jenis	AASTHO T-85-74/ASTM C-127-68	Disturbed, lolos saringan no. 4
2.	a. Batas Cair b. Batas Susut	AASTHO T-82-72/ASTM D-421-49 AASHTO T-82-72/ASTMD-421-49 dan AASTHO T-146-49	Disturbed, lolos saringan no. 40 Disturbed, lolos saringan no. 40
3.	Analisa Saringan	AASTHO T-87-72/ASTM D-421-72 dan AASTHO T-146-49	Disturbed, lolos saringan no. 4

3.5 Populasi Dan Sampel

Pengambilan sampel menurut NI-10 tentang bata merah sebagai bahan bangunan harus mencerminkan keadaan seluruh satuan darimana sampel itu diambil. Dari penyerahan sampai berjumlah 500.000 buah bata, untuk pengujian diambil paling sedikit 10 buah bata dari tiap-tiap kelompok yang berjumlah 50.000 buah bata ; dari penyerahan melebihi jumlah 500.000 buah bata, diambil paling sedikit 5 buah dari tiap-tiap kelompok yang berjumlah 100.000 buah bata. Pengambilan contoh diambil secara sembarang (tidak dipilih) dari berbagai tempat pada kelompok bata-bata itu. Didalam semua keadaan, contoh untuk pengujian, banyaknya tidak boleh kurang dari 50 buah bata.

Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti termasuk benda uji yang ada secara keseluruhan dalam penelitian ini. Populasi benda uji ditabelkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Populasi Benda Uji Lempung Lapindo

No	KODE VARIAN	JENIS PENGUJIAN MEKANIS	JUMLAH BENDA UJI	MACAM BENDA UJI
	X ₀	Shrinkage Water Absorbtion Compressive Strenght Pandangan Luar	10 Buah 10 Buah 10 Buah 10 Buah	Bata Merah Bata Merah Bata Merah Bata Merah
	X ₁	Shrinkage Water Absorbtion Compressive Strenght Pandangan Luar	10 Buah 10 Buah 10 Buah 10 Buah	Bata Merah Bata Merah Bata Merah Bata Merah
	X ₂	Shrinkage Water Absorbtion Compressive Strenght Pandangan Luar	10 Buah 10 Buah 10 Buah 10 Buah	Bata Merah Bata Merah Bata Merah Bata Merah
	X ₃	Shrinkage Water Absorbtion Compressive Strenght Pandangan Luar	10 Buah 10 Buah 10 Buah 10 Buah	Bata Merah Bata Merah Bata Merah Bata Merah

3.6 Metode Kerja

1. Identifikasi Tanah

Masing masing jenis tanah yang ada diteliti propertisnya sebagai berikut :

1.1. Pemeriksaan Batas Batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)

Bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air dimana tanah berada pada batas antara cair dan plastis, yaitu *liquid limit* dan *plastic limit*. Dengan mengetahui nilai kadar air (LL dan PL), maka bisa diketahui batasan variasi jumlah air dalam pencampuran contoh batu bata.

1.1.1 Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair ialah kadar air minimum dimana tanah masih dapat mengalir dibawah beratnya atau kadar air tanah pada batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis.

Batas cair ditentukan dari pengujian Casagrande. Kadar air dari batas cair ini diidentifikasi pada waktu tanah menutup celah sepanjang 1,25 cm pada dasar cawan (mangkuk) setelah 25 kali pukulan.

Karena sulitnya mengatur kadar air (waktu celah menutup) pada waktu 25 pukulan, maka percobaan dilakukan beberapa kali dengan pukulan (ketukan) berkisar antara 15 hingga 35 kali.

Beberapa peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Spatula dengan panjang 12,5 cm, Alat batas cair standar, Alat pembuat alur (Growing Tool), Sendok dempul, Plat kaca 45 x 45 x 0,9 cm, Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, bak pengaduk / mangkok, Cawan kadar air minimal 4

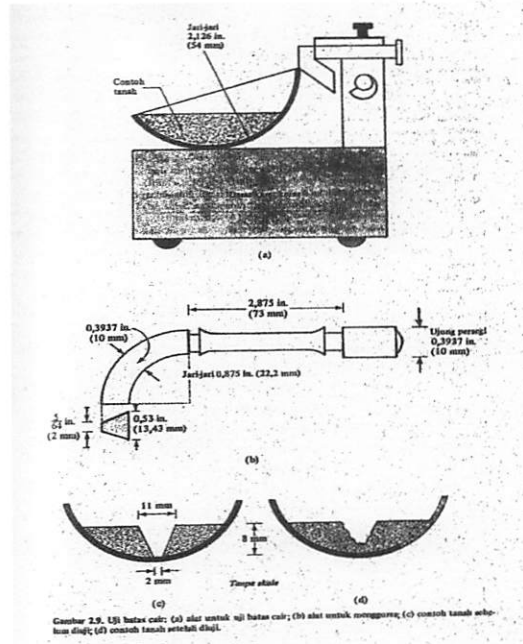
buah, Botol tempat air suling, Air suling dan Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai $110 \pm 5^{\circ}$ C.

Standar yang dipakai adalah AASHTO T-87-72/ASTM D-421-49.

1.1.2 Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kadar air minimum dimana suatu tanah pada keadaan batas plastis. Batas plastis adalah kadar minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan platis (Plastis adalah tanah masih dapat digulung sampai diameter $\pm 3,1$ mm atau $1/8$ inchi).

Beberapa peralatan yang digunakan dalm percobaan ini adalah Plat kaca $45 \times 45 \times 0,9$ cm, Sendok dempul panjang 12,5 cm, Batang pembanding dengan diameter 3mm panjang 10 mm, Cawan untuk menentukan kadar air dua buah, Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, Botol tempat air suling, Air suling dan Oven listrik yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $110 \pm 5^{\circ}$ C. Standar yang dipakai adalah AASHTO T – 87 – 72 / ASTM D – 421 – 49 dan AASHTO T – 146 – 49 atau kadar air asli sebanyak + 20 gram.



Gambar 3.1. Uji Batas cair ; (a) alat untuk menguji batas cair ; (b) alat untuk menggores ;
(c) contoh tanah sebelum diuji ; (d) contoh tanah setelah diuji

1.2 Pemeriksaan Berat Jenis Tanah (Specific Gravity Test)

Pemeriksaan berat jenis tanah dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No. 4 (4,75 mm) dengan picnometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan sisi yang sama pada suhu tertentu.

Peralatan yang digunakan adalah Picnometer dengan kapasitas minimum 100 ml atau botol ukuran dengan kapasitas minimum 100 ml, Desikator, Termometer dengan ukuran $0^{\circ} - 50^{\circ} C$, Saringan No. 4, No. 10, No. 40, dan penadahnya, Oven listrik yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai $110^{\circ} C$, Mangkok, Pisau spatula, Botol berisi air suling, Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, Bak perendam, Pompa hampa udara (Vacum 1 – 1,5 PK) atau tungku listrik (Kookplaat).

Standar yang dipakai adalah AASHTO T-85-74/ASTM C – 127 – 68.

1.3 Grain Size Analysis

Sifat sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirnya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanahnya. Oleh karena itu analisis butiran ini merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan prosentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butiran butir (Gradasi) dari tanah yang lewat saringan No. 10. Percobaan ini juga dimaksudkan untuk menghasilkan data ukuran butiran dari partikel tanah yang lebih kecil dari yang tertahan pada saringan No. 200.

Peralatan yang digunakan adalah Hydrometer dengan skala konsentrasi 95 – 65 gram/liter atau pembacaan berat jenis campuran (0,995 – 1,039), Tabung gelas ukur kapasitas 10000 mm, dengan diameter 6,5 cm, Termometer 0 – 50⁰ C ketelitian 0,1⁰ C, Pengaduk mekanis dan mangkuk dispersi (mechanical stirer), saringan saringan No. 10, 20, 60, 80, 100, 200, Neraca dengan ketelitian 0,1 gram, Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai 110⁰ C, Batang pengatur dari gelas, Tabung tabung gelas ukur 50 ml dan 100 ml, Stopwatch.

Standar yang dipakai adalah AASHTO T-87-72 / ASTM D421–72 untuk memeriksa contoh tanah dan mengandung agregat secara kering dan AASHTO T- 146-49 untuk contoh tanah secara basah.

1.4 Triaxial test

Keruntuhan geser dalam tanah akibat gerak relatif antara butirnya bukanlah karena butirnya sendiri yang hancur. Oleh karena itu kekuatan tanah tergantung pada gaya-gaya yang bekerja antar butir.

Dengan alat geser langsung kekuatan geser dapat diukur secara langsung. Disini contoh yang akan dicoba dipasang dalam alat dan memberikan tegangan vertikal (tegangan normal) yang konstan. Kemudian contoh diberi tegangan geser sampai tercapai nilai maksimum. Tegangan geser ini diberikan dengan memakai kecepatan bergerak yang konstan, yang cukup perlahan-lahan sehingga tegangan air pori selalu nol yaitu hanya percobaan “drained” yang dapat dilakukan dengan alat geser langsung.

Untuk mendapatkan nilai c' dan ϕ' maka perlu dilakukan beberapa percobaan dengan memakai nilai tegangan normal berbeda. Dengan demikian hasilnya dapat digambarkan dalam grafik. Grafik ini adalah nilai percobaan. Nilai c' dan ϕ' diambil dari garis yang paling sesuai dengan titik-titik yang dimasukkan pada grafik.

Peralatan yang digunakan adalah mesin tekan triaxial (lengkap), cetakan benda uji, cincin uji (proving ring), piring ukur (gauge = arloji ukur), kawat pemotong, pisau, karet pembungkus benda uji (membran), karet pengikat, timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, oven, desicator, stop watch.

1.5 Shrinkage

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mencari kadar air tanah (%) terhadap berat kering tanah setelah dioven. Dimana pengurangan air tidak

akan menyebabkan pengurangan volume tanah, sebaiknya penambahan kadar air tidak akan menyebabkan penambahan volume massa tanah.

Shrinkage limit dari tanah didefinisikan sebagai kandungan air maksimum, dinyatakan dalam persen, dimana berkurangnya kandungan air tidak akan menyebabkan berkurangnya volume total sampel tanah.

	LL	PL	SL
Keadaan Cair	Keadaan Plastis	Keadaan Semi Plastis	Keadaan Padat

Peralatan yang digunakan adalah evaporating disk (cawan porselen ± 4.5”), spatula, shrinkage disk (dasar rata, dari porselen atau monel ± Ø 1 : $\frac{3}{4}$ ”, tinggi ± $\frac{1}{2}$ ”), Straight edge panjang ± 12”, glass cup (permukaan rata : Ø 2”, tinggi ± 1”), glass plate (prong plate), graduated cylinder (25 ml tiap garis pembacaan ukuran volume : 0,2 gram), neraca dengan ketelitian 0,01 gram, mercury (air raksa), oven (yang dilengkapi dengan pengaturan suhu untuk memanasi sampai 105 ± 5 °C).

2. Langkah-Langkah Pembuatan

Berikut ini adalah langkah langkah pembuatan batu bata :

2.1. *Persiapan material dan alat alat :*

- a. Dilakukan persiapan alat alat berupa cetakan kayu dengan ukuran 235 x 115 x 60 mm³, papan sebagai alas dan papan sebagai penahan / penutup.
- b. Dilakukan persiapan terhadap material tanah, dimana material tanah tersebut harus dalam keadaan kering (dioven terlebih dahulu selama 1 x 24 jam dengan suhu 100⁰ C), perlunya dilakukan pengeringan dengan oven terlebih dahulu adalah supaya berat yang diperoleh merupakan berat material kering.
- c. Dilakukan penyaringan dengan menggunakan ayakan No. 4 (4,75 mm), karena material untuk membuat batu bata adalah agregat halus, sehingga apapun komposisi / persentase dari pasir maupun tanah liat semuanya digunakan apa adanya sesuai keadaan aslinya.

2.2. *Pencampuran*

Dilakukan pencampuran dan pengadukan untuk material tanah dan air sampai menjadi rata keseluruhanya sehingga siap untuk dicetak.

2.3. *Pencetakan*

Campuran yang sudah merata dimasukan kedalam cetakan yang sudah dibasahi terlebih dahulu dengan air, secara sedikit demi sedikit dengan dilakukan pemadatan dengan tangan sampai memenuhi semua rongga cetakan, pengangkatan cetakan dengan menggunakan penutup setelah pemadatan adonan dalam cetakan. Tujuan pembasahan cetakan dengan air adalah untuk memudahkan pengangkatan ketika pencetakan selesai dilakukan.

2.4. Pengeringan

- a. Dilakukan pengeringan terhadap hasil cetakan tersebut pada suhu ruangan selama 7 x 24 jam.
- b. Dilakukan pemanasan / pengeringan terhadap bata yang cukup kering tersebut dengan oven pada suhu 100° C, selama 1 x 24 jam dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa.
- c. Kemudian batu bata tersebut dikeluarkan dari dalam oven dan didinginkan. Penimbangan dan pengukuran dilakukan untuk mendapatkan berat kering dan dimensi dari batu bata kering tersebut sehingga dapat diketahui nilai *Shrinkage-nya*.

2.5. Pembakaran

Hasil pengeringan tadi dibawa ketempat pembakaran yang berada di Desa Ngebrok Kecamatan Kepanjen Malang yang dilakukan secara tradisional, pembakaran dilakukan selama 7 x 24 jam.

2.6. Pengujian

- a. Setelah batu bata tersebut dikeluarkan dari pembakaran dan didinginkan selama 2 x 24 jam, maka dilakukan penimbangan dan pengukuran untuk mendapatkan berat kering dan dimensi dari bata bata dan genteng tersebut agar didapat nilai *Shrinkage-nya*.
- b. Setelah dilakukan pengujian terhadap *Shrinkage*, maka dilakukan perendaman terhadap bata bata tersebut selama 1 x 24 jam di air bersih pada suhu ruangan untuk mendapatkan berat basah sehingga dapat dilakukan pengujian *Water Absorbtion*.

- c. Dilakukan perendaman terhadap bata-bata tersebut selama 1 x 24 jam di air bersih pada suhu ruangan sehingga dengan menggunakan sebuah *Unconfined Compression Testing Machine*, akan didapat *Compressive Strenght*. Kemudian dihitung rata-rata untuk setiap contoh bata yang ada.

3.7 Langkah-Langkah Pengujian Sampel

Berikut ini dilakukan langkah-langkah pengujian terhadap batu bata :

1. *Shrinkage Volume*

Bertujuan untuk mengetahui penyusutan yang terjadi dalam kondisi kering, baik sebelum dilakukan pembakaran maupun setelah dilakukan pembakaran. Hal hal yang perlu dilakukan adalah dilakukan pengeringan terhadap bata bata yang belum dibakar dengan oven bersuhu 100⁰ C selama 1 x 24 jam dan dilakukan pengukuran untuk mendapatkan volume akhir. Kemudian setelah dilakukan pembakaran terhadap bata bata tersebut, dilakukan pengeringan terhadap bata yang sudah dibakar tersebut dengan oven bersuhu 100⁰ C selama 1 x 24 jam dan dilakukan pengukuran untuk mendapatkan volume akhir. Sedangkan volume awal didapat dari volume cetakan 240 x 115 x 52 mm³. Perhitungan *Shrinkage* dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$\text{Shrinkage} = \frac{\text{Volume Tanah Basah} - \text{Volume Tanah Kering}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100 \%$$

2. *Water Absorbtion*

Bertujuan untuk mengetahui besarnya penyerapan air yang terjadi oleh setiap bata yang dibuat. Hal-hal yang perlu dilakukan adalah bata yang telah dibakar dikeringkan dalam oven dengan suhu 100⁰ C selama 1 x 24 jam dan dilakukan penimbangan untuk mendapatkan berat kering. Kemudian bata tersebut direndam dalam air bersih dengan suhu ruangan selama 1 x 24 jam, kemudian dilakukan penyekaan dengan kain basah dan segera dilakukan penimbangan untuk mendapatkan berat basah. Perhitungan *Water Absorbtion* dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$\text{Water Absorbtion} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100 \%$$

3. *Compressive Strenght*

Bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan dari setiap bata yang telah dibuat. Hal hal yang perlu dilakukan adalah menumpuk batu bata yang telah dibakar menjadi 5 bagian, dilakukan rendaman terhadap bata tersebut dalam air bersih dengan suhu ruangan selama 1 x 24 jam, dilakukan penyekaan dengan kain basah, dan dilakukan pengujian terhadap kekuatan tekan dengan menggunakan sebuah *Unconfined Compression Test Machine*.

4. Pandangan Luar

Bertujuan untuk mengetahui penampakan luar dari batu bata, yang ditunjukkan oleh sudut dari rusuk rusuk yang ada, kerataan bidang, maupun keretakan yang terjadi. Pengujian ini dilakukan secara visual.

3.8 Analisa Data

Bila suatu kasus dengan k perlakuan dan masing-masing mempunyai nilai rerata $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \dots, \mu_k$ yang merupakan nilai pengamatan ulangan dari masing-masing perlakuan, dengan anggapan bahwa hasil pengamatan dari ke-1 sampai ke-n dianggap mempunyai nilai heterogen, maka model seperti ini disebut klasifikasi satu arah.

Tabel 3.3. Analisis Varian, Untuk Anova Satu Arah

Sumber Varian	db	JK	KT	F hitung
Perlakuan Katagori	k-1	JKP	KTP = JKP/k-1	F =
Galat	n-k	JKG	KTG = JKG/n-k	TP/KTG
Total	n-1	JKT		

Menentukan batas uji: $F(\alpha = 0,05; k-1; n-k)$... baca dalam tabel F

Mengambil kesimpulan: Jika $F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$ H_0 diterima.

Untuk mengetahui adanya pengaruh kadar lempung lapindo sebagai bahan bangunan dengan cara membandingkan sifat sifat fisiknya dapat dilakukan

pengujian hipotesis dengan menggunakan metode statistik analisis varian satu arah

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat - kuadrat (JK) semua nilai pengamatan.

R_y = Jumlah kuadrat - kuadrat (JK) untuk rata-rata.

P_y = Jumlah kuadrat - kuadrat (JK) antar perlakuan.

$\sum y$ = Jumlah kuadrat - kuadrat (JK) kekeliruan eksperimen

Untuk mendapatkan grafik model kuadrat (lengkung) dapat dihitung dengan jalan menyelesaikan sistem persamaan normal

$$\sum Y = na + b\sum X + c\sum X^2$$

$$\sum XY = a\sum X + b\sum X^2 + c\sum X^3$$

$$\sum X^2 Y = a\sum X^2 + b\sum X^3 + c\sum X^4$$

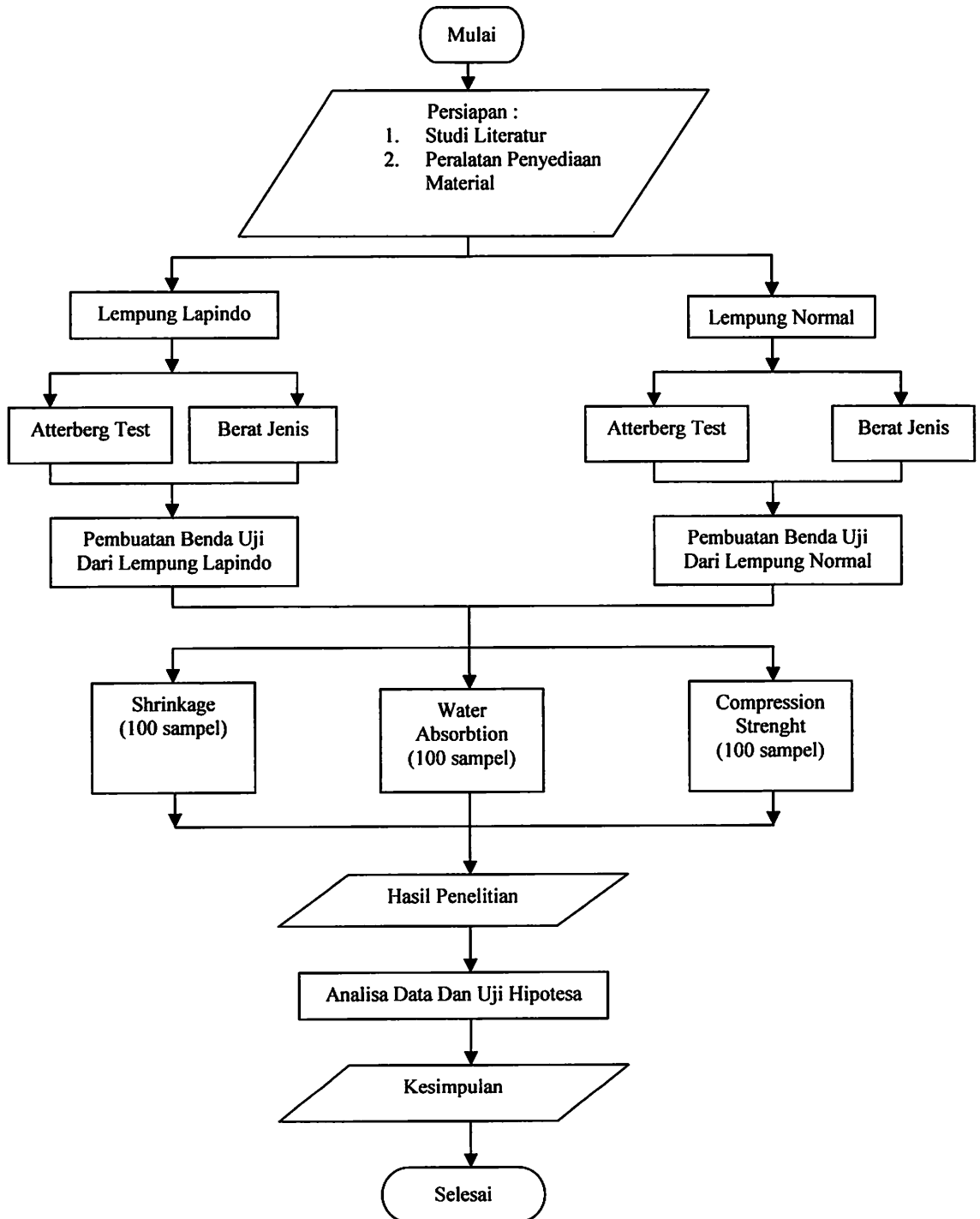
Dimana :

Y = Variabel Respon (Nilai Pengamatan)

X = Nilai Taraf Faktor

N = Ukuran Sampel

3.9 Bagan Alir Studi Penelitian



BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PERCOBAAN

4.1 Pemeriksaan Bahan Material

Sebagian besar volume batu bata merah terdiri dari agregat halus. Sifat dan jenis agregat sangat mempengaruhi mutu batu bata merah tersebut antara lain sifat pengerjaannya, kekuatannya, keawetannya. Oleh karena itu sebelum digunakan agregat tersebut harus diuji terlebih dahulu.

Material tanah yang digunakan berasal tanah asli di Dusun Mbodo Desa Ngebrok Kecamatan Kepanjen sedangkan lumpur lapindo berasal dari Desa Porong di Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Untuk air yang dipergunakan adalah air PDAM Malang.

Pengujian agregat ini dilakukan dengan standart ASTM (American Society for Testing Material).

Lempung lapindo yang memiliki karakteristik tersendiri tentunya berbeda dengan lempung biasa / lempung normal pada umumnya. Dalam hal ini lempung lapindo dan lempung biasa diuji sifat-sifat fisiknya, apakah terjadi perbedaan yang signifikan antara lempung lapindo dan lempung normal.

4.1.1 Pemeriksaan Material Tanah

4.1.1.1 Pemeriksaan Batas – Batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)

Bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air dimana tanah berada pada batas antara cair dan plastis, yaitu *liquid limit* dan *plastic limit*. Dengan mengetahui

nilai kadar air (LL dan PL), maka bisa diketahui batasan variasi jumlah air dalam pencampuran contoh batu bata.

A. Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair ialah kadar air minimum dimana tanah masih dapat mengalir dibawah beratnya atau kadar air tanah pada batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis.

Batas cair ditentukan dari pengujian Casagrande. Kadar air dari batas cair ini diidentifikasi pada waktu tanah menutup celah sepanjang 1,25 cm pada dasar cawan (mangkuk) setelah 25 kali pukulan.

Karena sulitnya mengatur kadar air (waktu celah menutup) pada waktu 25 pukulan, maka percobaan dilakukan beberapa kali dengan pukulan (ketukan) berkisar antara 15 hingga 35 kali.

Peralatan dan bahan :

1. Spatula dengan panjang 12,5 cm
2. Alat batas cair standar tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan.
3. Alat pembuat alur (Groving Tool)
4. Sendok dempul
5. Plat kaca 45 x 45 x 0,9 cm
6. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
7. Bak pengaduk / mangkok
8. Cawan untuk menentukan kadar air minimal 4 buah

9. Botol tempat air suling
10. Air suling
11. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai 110 ± 5^0 C.

Benda Uji :

Benda uji disiapkan sesuai dengan cara mempersiapkan contoh AASTHO T-87-72/ASTM D-421-42 atau langsung sebagai berikut :

1. Jenis-jenis tanah yang tidak mengandung batu, dan hampir semua butirannya lebih halus dari saringan 0,42 mm (no. 40). Dalam hal ini benda uji tidak perlu dikeringkan dan tidak perlu saringan 0,42 (no. 40).
2. Jenis-jenis tanah yang mengandung batu atau mengandung banyak butiran yang lebih kasar dari saringan 0,42 (no. 40).
3. Keringkan contoh benda uji yang lolos saringan nomor 40.

Prosedur Penelitian :

1. Material tanah di oven terlebih dahulu selama 1 x 24 jam dengan suhu 110^0 C.
2. Di ayak dengan Ayakan No. 40 sebanyak ± 130 gram.
3. Letakan kira-kira 100 gram benda uji yang sudah dipersiapkan kedalam tempat pengaduk hingga merata.
4. Dengan menggunakan spatula, aduklah benda uji tersebut dengan menambah air sedikit demi sedikit sampai homogen.
5. Setelah contoh menjadi homogen, ambil sebagian benda uji ini dan letakan diatas mangkok batas cair, ratakan permukaanya sehingga sehingga sejajar dengan alat, bagian yang paling tebal harus sama dengan 1 cm.

6. Buat alur dengan jalan membagi dua benda uji dalam mangkok itu, dengan alat pembuat alur (Groving Tool). Pada waktu membuat alur posisi alur harus tegak lurus permukaan mangkok.
7. Putarlah alat sedemikian hingga mangkok naik atau jatuh dengan kecepatan dua putaran per detik. Perputaran ini dilakukan terus sampai dasar alur benda uji bersinggungan sepanjang kira-kira 1,25 cm dan catat jumlah ketukan pada saat persinggungan.
8. Ulangi pekerjaan No. 5 sampai 7 beberapa kali sampai diperoleh jumlah ketukan yang sama, hal ini dimaksudkan untuk meyakinkan apakah pengadukan contoh sudah merata kadar airnya. Jika ternyata pada tiga kali percobaan diperoleh jumlah ketukan kurang lebih sama, maka ambil benda uji langsung dari mangkok pada alur, kemudian masukan kedalam cawan yang telah ditimbang terlebih dahulu, maka kemudian ditimbang.
9. Kembalikan benda uji keatas pengaduk, dan kemudian bersihkan mangkok alat batas cair. Benda uji diaduk kembali dengan mengubah kadar airnya. Kemudian ulangilah (4) sampai (8) minimal tiga kali berturut-turut dengan variasi kadar air yang berbeda, sehingga akan diperoleh perbedaan jumlah pukulan sebesar 8 – 10 pukulan.

B. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kadar air minimum dimana suatu tanah pada keadaan batas plastis. Batas plastis adalah kadar minimum dimana

suatu tanah masih dalam keadaan plastis (Plastis adalah tanah masih dapat digulung sampai diameter $\pm 3,1$ mm atau $1/8$ inchi).

Standar yang dipakai adalah AASHTO T – 87 – 72 / ASTM D – 421 – 49 dan AASHTO T – 146 – 49 atau kadar air asli sebanyak + 20 gram.

Peralatan dan bahan :

1. Plat kaca 45 x 45 x 0,9 cm
2. Sendok dempul panjang 12,5 cm
3. Batang pembanding dengan diameter 3mm panjang 10 mm
4. Cawan untuk menentukan kadar air dua buah
5. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
6. Botol tempat air suling
7. Air suling
8. Oven listrik yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 110 ± 5^0 C

Benda uji :

Benda uji disiapkan sesuai dengan cara mempersiapkan contoh AASTHO T-87-72 / ASTM D-421-49 atau kadar air aslinya sebanyak ± 20 gram.

Prosedur pelaksanaan :

1. Material tanah di oven terlebih dahulu selama 1 x 24 jam dengan suhu 110^0 C.
2. Di ayak dengan Ayakan No. 40 sebanyak ± 130 gram.
3. Letakan kira-kira 100 gram benda uji yang sudah dipersiapkan kedalam tempat pengaduk hingga merata.

4. Setelah kadar air cukup merata, buatlah bola-bola tanah dari benda uji itu digeleng-geleng sebesar 8 gram diatas plat kaca. Penggelengan dilakukan dengan telapak tangan dengan kecepatan 89 s/d 90 gelengan per menit.
5. Penggelengan dilakukan terus sampai benda uji membentuk batang dengan diameter 3 mm. Kalau pada waktu penggelengan itu ternyata sebalum benda uji mencapai 3 mmsudah retak, maka contoh tanah perlu dibiarkan beberapa saat diudara terbuka agar kadar airnya berkurang sedikit.
6. Pengadukan dan penggelengan dikurangi terus sampai retak-retak itu terjadi tepat pada saat gelengan mempunyai diameter 3 mm.
7. Periksa kadar air tanah pada (6) dilakukan ganda pada benda uji untuk perbedaan kasar.

Hasil Perhitungan :

$$Wp = \frac{w1 + w2 + w3}{3} \times 100\%$$

$$Wp = \frac{25.23 + 23.96 + 25}{3} \times 100\%$$

$$= 24.73 \%$$

Table 4.1. Tabel Hasil Uji Batas cair lempung pembanding

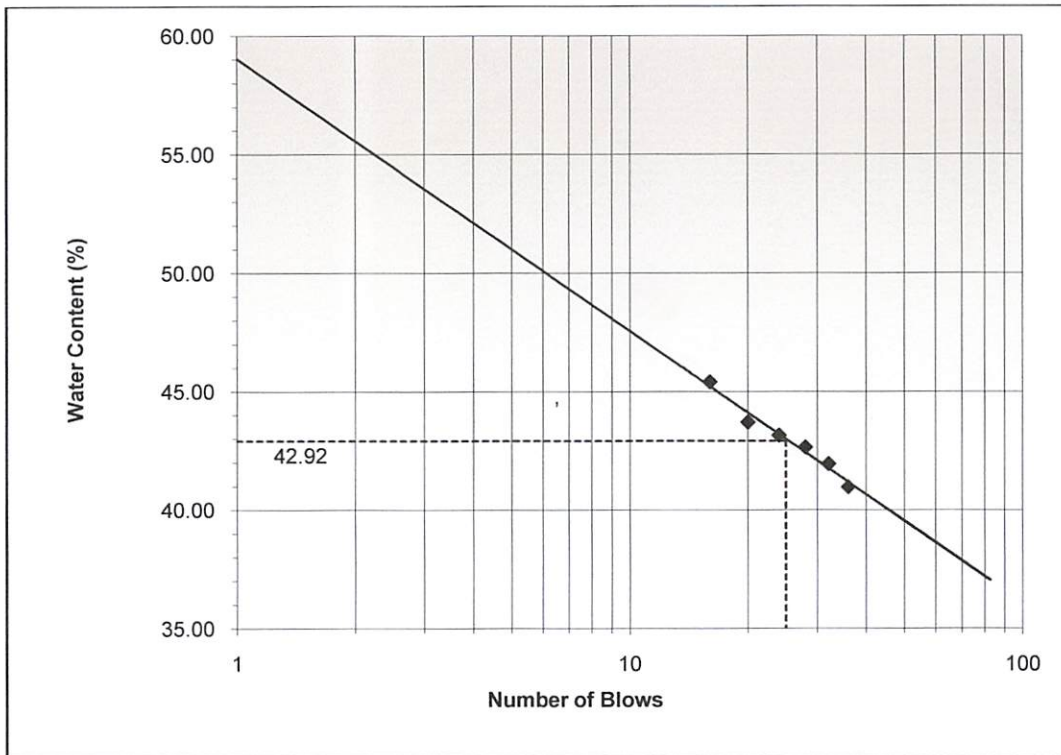
LIQUID LIMIT TEST

1		2		3	
NO. OF BLOWS	36	NO. OF BLOWS	32	NO. OF BLOWS	28
No.		No.		No.	
WW = 20,52	DW = 17,59	WW = 20,46	DW = 17,57	WW = 20,12	DW = 17,33
DW = 17,59	TW = 10,44	DW = 17,57	TW = 10,68	DW = 17,33	TW = 10,79
Ww = 2,93	Ws = 7,15	Ww = 2,89	Ws = 6,89	Ww = 2,79	Ws = 6,54
w = 40,98 %		w = 41,94 %		w = 42,66 %	
4		5		6	
NO. OF BLOWS	24	NO. OF BLOWS	20	NO. OF BLOWS	16
No.		No.		No.	
WW = 20,31	DW = 17,28	WW = 20,55	DW = 17,42	WW = 20,35	DW = 17,28
DW = 17,28	TW = 10,26	DW = 17,42	TW = 10,26	DW = 17,28	TW = 10,52
Ww = 3,03	Ws = 7,02	Ww = 3,13	Ws = 7,16	Ww = 3,07	Ws = 6,76
w = 43,16 %		w = 43,72 %		w = 45,41 %	

Table 4.2. Tabel Hasil Uji Batas Plastis lempung pembanding

PLASTIC LIMIT TEST

1			2			3		
	No.			No.			No.	
WW =	1 ^o 97	DW = 12,42	WW =	12,92	DW = 12,40	WW =	12,99	DW = 12,44
DW =	12,42	TW = 10,24	DW =	12,40	TW = 10,23	DW =	12,44	TW = 10,24
Ww =	0,55	Ws = 2,18	Ww =	0,52	Ws = 2,17	Ww =	0,55	Ws = 2,20
	w = 25,23 %			w = 23,96 %			w = 25,00 %	



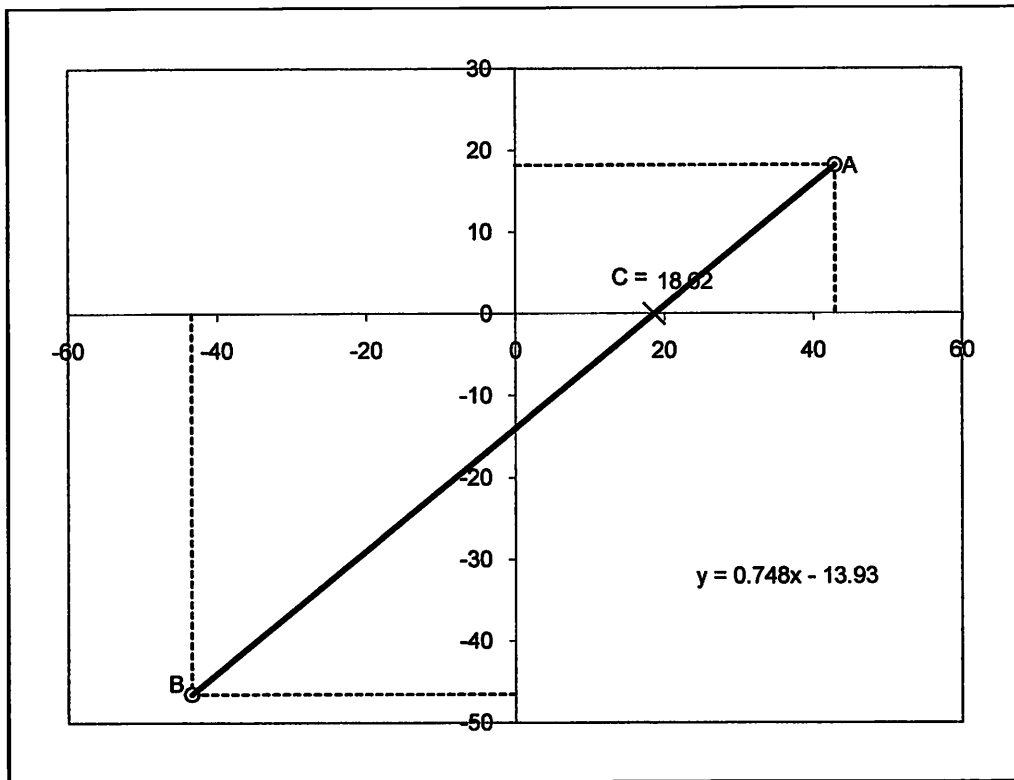
Grafik 4.1. Hubungan antara Kadar Air dan Jumlah Lolos Saringan

Dari percobaan didapatkan :

Liquid Limit Test = 42,92 %

Plastic Limit Test = 24,73 %

Plastic Index = 18,19 %



Grafik 4.2. Perkiraan Harga Batas Susut dari Bagan Plastisitas

Absis dari titik C adalah perkiraan nilai batas susut dari lempung biasa sebesar 18.62%

4.1.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis tanah dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No. 4 (4,75 mm) dengan picnometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan sisi yang sama pada suhu tertentu.

Peralatan dan Bahan:

1. Picnometer dengan kapasitas minimum 100 ml atau botol ukuran dengan kapasitas minimum 100 ml

2. Desikator
3. Termometer dengan ukuran $0^{\circ} - 50^{\circ} C$,
4. Saringan No. 4, dan penadahnya
5. Oven listrik yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai $110^{\circ} C$
6. Mangkok
7. Pisau spatula
8. Botol berisi air suling
9. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
10. Bak perendam
11. Pompa hampa udara (Vacum 1 – 1,5 PK) atau tungku listrik (Kookplaat)

Benda Uji :

Benda uji yang dipersiapkan adalah sebagai berikut :

1. Saringlah bahan yang akan diperiksa dengan saringan No. 4, jika ternyata bahan tersebut terdiri dari butiran yang tertahan pada saringan No. 4, maka pemeriksaan pemeriksaan berat jenis harus dilakukan menurut pemeriksaan “Berat jenis dan penyerapan agregat kasar” (AASTHO T-85-74 / ASTM C-127-68). Jika bahan yang akan diperiksa mengandung campuran butiran yang tertahan dan yang lewatsaringan No. 4 tersebut maka berat jenis butiran yang tertahan saringan No. 4 diperiksa, menurut cara AASTHO T-85-74 / ASTM C-127-68, sedang yang melalui saringan No. 4 diperiksa dalam pemeriksaan “Berat Jenis Tanah” (AASTHO T-85-74 / ASTM C-127-68). Berat jenis tanah adalah harga rata-rata dari kedua cara pemeriksaan diatas. Untuk

pemeriksaan berat jenis tanah yang akan dipakai sebagai pembantu untuk pemeriksaan hydrometer, maka contoh tanah harus dipilih melalui saringan No. 10 atau No. 40.

2. Peroleh contoh dengan pemisah contoh atau cara perempat dari bahan lewat saringan No. 4 atau No. 10. Benda uji dalam keadaan kering oven tidak boleh kurang dari 10 gram untuk botol ukkur dan 50 gram untuk picnometer.
3. Keringkan benda uji pada temperatur 105° - 110° C dan dinginkan sesudah itu dalam desikator. Atau benda ui dalam keadaan tidak dikeringkan.

Prosedur Penelitian:

1. Cuci picnometer dengan air suling dan keringkan. Timbang picnometer dengan tutupnya, dengan ketelitian 0,01 gram (w_1).
2. Masukkan benda uji kedalam picnometer dan timbang beserta tutupnya dengan ketelitian 0,01 gram (w_2).
3. Tambahkan air suling sehingga picnometer terisi dua per tiga tingginya untuk bahan yang menngandung lempung diamkan benda uji terendam paling sedikit 24 jam.
4. Didihkan isi picnometer dengan hati-hati selama minimal 10 menit, dan miringkan botol sekali-kali untuk membantu mempercepat pengeluaran udara yang terserap.
5. Dalam hal mempergunakan pompa vacum tekanan udara didalam picnometer atau botol ukur tidak boleh dibawah 100 mm Hg. Kemudian isi picnometer dengan air suling dan biarkan picnometer beserta isinya untuk mencapai suhu konstan di dalam bejana air atau dalam kamar. Sesudah suhu konstan

tambahkan air suling seperlunya sampai tanda batas luarnya dan timbang dengan ketelitian 0,01 gram (w_3). Ukur suhu dari isis picnometer dengan ketelitian 1° C.

6. Bila isi picnometer belum diketahui maka tentukan isisnya sebagai berikut, kosongkan picnometer dan bersihkan. Isi picnometer dengan air suling yang suhunya sama dengan suhu pada °C dengan ketelitian 1° C dan pasang tutupnya. Keringkan bagian luarnya dan timbang dengan ketelitian 0,01 gram dan dikoreksi terhadap suhu, lihat catatannya (w_4).
7. Pemeriksaan dilakukan minimal dua kali.

Hasil Pemeriksaan:

$$GS = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1)(w_3 - w_2)}$$

Dimana: w_1 = berat picnometer

w_2 = berat picnometer dan bahan kering (gram)

w_3 = berat picnometer bahan dan air (gram)

w_4 = berat picnometer dan air (gram)

Penyelesaian:

$$w_1 = 167.07$$

$$w_2 = 288.38$$

$$w_3 = 734.43$$

$$w_4 = 664.20$$

Jadi :

- $w_2 - w_1 = 288.38 - 167.07 = 181.32$ gram
- $w_4 - w_1 = 664.20 - 167.07 = 497.13$ gram

- $w_3 - w_2 = 734.43 - 288.38 = 446.05$ gram

Maka berat jenis tanah:

$$GS = \frac{181.32}{(497.13)(446.05)} = 2.375$$

Dengan demikian nilai GS rata-rata adalah = $\frac{GS1 + GS2 + GS3}{3}$

$$= \frac{2.375 + 2.344 + 2.324}{3}$$

$$= 2.348$$

Perhitungan selanjutnya ada pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Berat Jenis lempung pembanding

Kode		SK1	SK2	SK3
Nomor Botol		1	2	1
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	288,38	288,11	306,79
Berat Botol (W_1)	gr	167,07	169,16	172,03
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	121,31	118,95	134,76
Suhu (T)	°C	25	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	664,20	667,04	671,07
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	785,51	785,99	805,83
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	734,43	735,25	747,85
Faktor Koreksi Suhu		0,9971	0,9971	0,9971
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	51,08	50,74	57,98
Berat Jenis Tanah		2,375	2,344	2,324
Rata-rata		2,348		

4.1.1.3. Pemeriksaan Analisa Saringan

Sifat sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirnya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanahnya. Oleh karena itu analisis butiran ini merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan prosentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butiran butir (Gradasi) dari tanah yang lewat saringan No.4. Percobaan ini juga dimaksudkan untuk menghasilkan data ukuran butiran dari partikel tanah yang lebih kecil dari yang tertahan pada saringan No. 200.

Peralatan Dan Bahan :

- a. Saringan-saringan No. 4, 8, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 200 , dan pan
- b. Neraca dengan ketelitian 0,1 gram.
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110°C).

Benda Uji :

Benda uji disiapkan sesuai dengan cara mempersiapkan contoh untuk pemeriksaan contoh tanah dan mengandung agregat secara kering (AASHTO T-87-72 / ASTM D-421-72), contoh tanah secara basah (AASHTO T-146-49) atau jenis tanah yang tidak langsung mengandung batu dan hampir semua butirannya lebih halus dari saringan 2,4 mm (no.4). dengan berat \pm 500 gram.

Prosedur Penelitian :

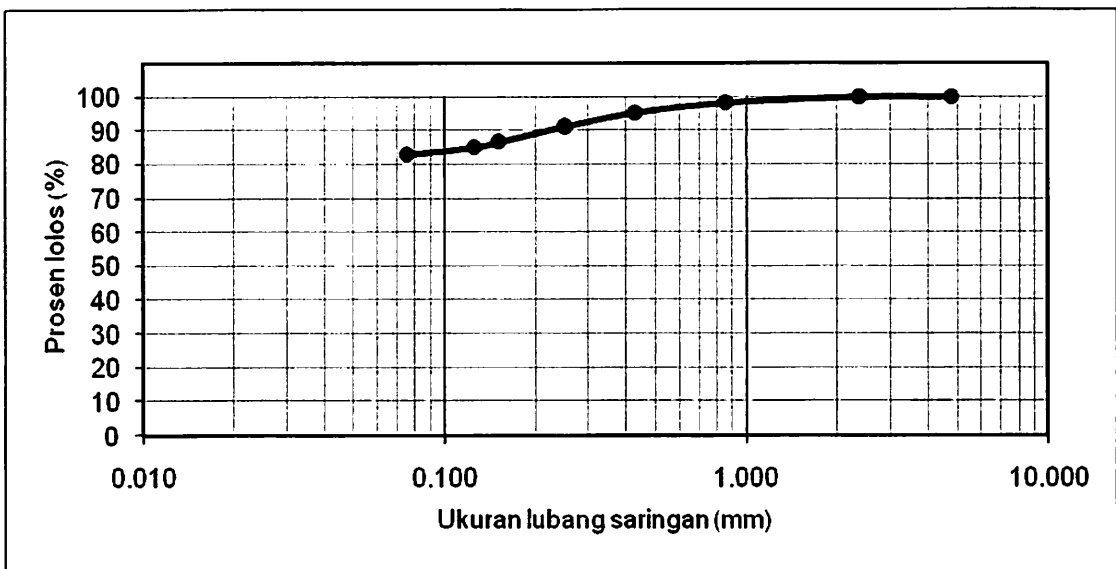
Ayak semua tanah tersebut melawati saringan dari no 4 sampai no 200. Timbang tanah yang tertahan diatas tiap-tiap saringan tersebut.

Hasil Pemeriksaan :

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Analisa Saringan lempung pемbanding

Nomor ayakan	Ukuran lubang (mm)	Berat Tanah yang tertahan di atas tiap-tiap ayakan	% Berat tanah tertahan di atas tiap-tiap ayakan	% Kumulatif dari tanah yang tertahan	% Tanah yang Lolos Lewat tiap-tiap ayakan
4	4,750	0	0	0	100
8	2,360	0,19	0,038	0,038	99,962
10	2,000	0,59	0,118	0,156	99,844
20	0,850	8,04	1,608	1,764	98,236
40	0,425	14,56	2,912	4,676	95,324
60	0,250	20,26	4,052	8,728	91,272
100	0,150	23	4,6	13,328	86,672
120	0,125	7,75	1,55	14,878	85,122
200	0,075	10,57	2,114	16,992	83,008
Total		84,96	Pan = 415,04 gr		= 83,01 %

Berat tanah kering yang dites : 500 gram.



Grafik 4.3. Hubungan antara Diameter Saringan dan Persentase Lolos

Persen lolos saringan No. 200 = 83,008 > 50 % → tanah berbutir halus.

4.1.1.4. Pemeriksaan Triaxial (Triaxial Test)

Keruntuhan geser dalam tanah akibat gerak relatif antara butirnya bukanlah karena butirnya sendiri hancur. Oleh karena itu kekuatan tanah tergantung pada gaya-gaya yang bekerja antar butir.

Dengan alat geser langsung kekuatan geser dapat diukur secara langsung. Di sini contoh yang akan dicoba dipasang dalam alat dan memberikan tegangan vertikal (tegangan normal) yang konstan. Kemudian contoh diberi tegangan geser sampai tercapai nilai maksimum. Tegangan geser ini diberikan dengan memakai kecepatan bergerak yang konstan, yang cukup perlahan-lahan sehingga tegangan air pori selalu nol yaitu hanya percobaan "drained" yang dapat dilakukan dengan alat geser langsung.

Untuk mendapatkan nilai c' dan ϕ' maka perlu dilakukan beberapa percobaan dengan memakai nilai tegangan normal berbeda. Dengan demikian hasilnya dapat digambarkan dalam grafik. Grafik ini adalah nilai percobaan. Nilai c' dan ϕ' diambil dari garis yang paling sesuai dengan titik-titik yang dimasukkan pada grafik.

Peralatan Dan Bahan :

1. Mesin tekan triaxial (lengkap)
2. Cetakan benda uji
3. Cincin uji (proving ring)
4. Piring ukur (gauge = arloji ukur)
5. Kawat pemotong
6. Pisau

7. Karet pembungkus benda uji (membran)
8. Karet pengikat
9. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
10. Oven
11. Desicator
12. Stop watch

Benda Uji :

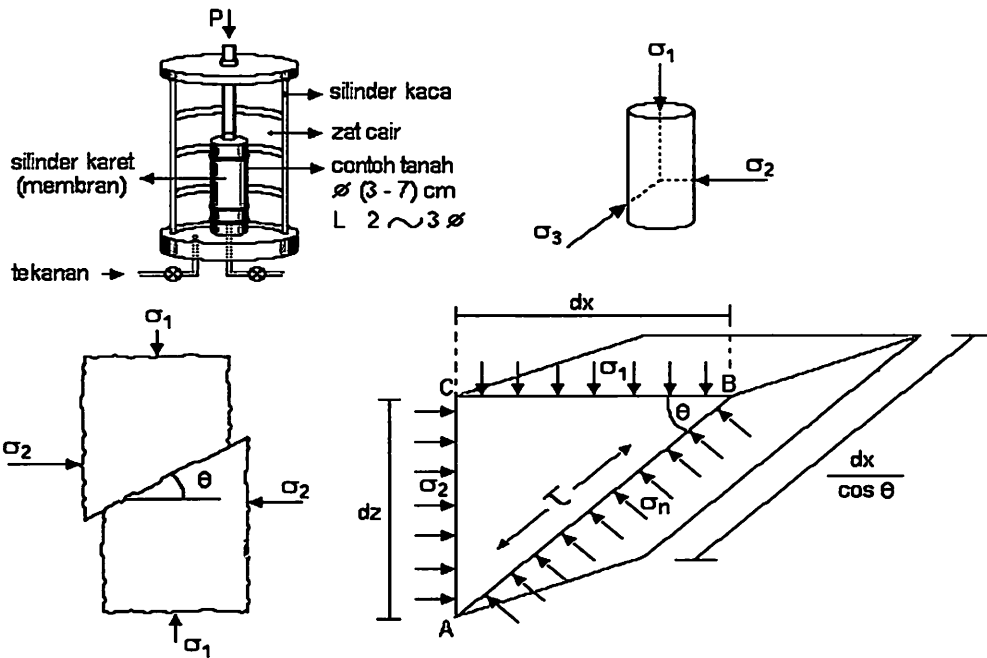
Benda uji yang digunakan adalah benda uji asli (undisturbed sample), diambil dari lapangan dengan alat cetakan yang sebelumnya sudah diukur tinggi $h = \text{cm}$ dan diameter $d = \text{cm}$; ($3d > h > 2d$). benda uji disiapkan paling sedikit 3 buah dan ditimbang beratnya masing-masing.

Prosedur Penelitian :

1. Bungkus benda uji dengan karet pembungkus (mempergunakan alat seperti gambar)



2. Letakkan benda uji yang telah terbungkus pada pedestal di alat triaxial.
3. Tutup dengan cell triaxial dan atur sehingga ujung piston tekan menyentuh contoh tanah (benda uji) dan cincin uji (proving ring).
4. Catat angka awal pada cincin uji dan piring ukur.
5. Masukkan air pada cell triaxial hingga penuh.
6. Pemberian σ_3 dan deviator stress dilakukan bersama-sama.



$$AC = dz = dx \operatorname{tg} \theta$$

$$AB = \frac{dx}{\cos \theta}$$

$$BC = dx$$

7. Nilai deviator stress dibaca untuk masing-masing harga strain sebesar 0,5%, 1%, 1,5% dan seterusnya hingga maksimal 20%.
8. Pembacaan deviator stress dihentikan bila tanah telah mencapai nilai maksimum dan selanjutnya menurun (benda uji telah longsor) atau nilai strain telah mencapai 20%.

Catatan :

- Pemberian σ_3 (lateral stress) adalah melalui alat automatic constant unit
- Besar nilai σ_3 = over burden pressure yang ada pada tanah dalam keadaan asli.
- Kecepatan pembebanan harus diantara $\frac{1}{2}$ - 1% per menit.

Hasil Penelitian :

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Triaxial T1

Sample Data

Diameter = 3,60 cm Area (A_o) = 10,174 cm² Water content (w) = 30,336 %
 Volume = 73,250 cm³ Height (L_o) = 7,20 cm Dry density (γ_d) = 1,31 gr/cm³

ΔH (mm)	Load dial reading	ΔL col 2 . 10 ⁻²	ε %	1 · ε	Corrected Area A'	Deviator Stress
1	2	3	4	5	6	7
50	15	0,150	0,021	0,979	10,390	0,2137
100	17	0,170	0,024	0,976	10,420	0,2415
150	18	0,180	0,025	0,975	10,434	0,2553
200	18	0,180	0,025	0,975	10,434	0,2553
250	19	0,190	0,026	0,974	10,449	0,2691
300	19	0,190	0,026	0,974	10,449	0,2691
350	19	0,190	0,026	0,974	10,449	0,2691
400	20	0,200	0,028	0,972	10,464	0,2829
450	20	0,200	0,028	0,972	10,464	0,2829
500	21	0,210	0,029	0,971	10,479	0,2966
600	21	0,210	0,029	0,971	10,479	0,2966
700	22	0,220	0,031	0,969	10,494	0,3103
800	23	0,230	0,032	0,968	10,509	0,3239
900	25	0,250	0,035	0,965	10,540	0,3511
1000	27	0,270	0,038	0,963	10,570	0,3781
1100	29	0,290	0,040	0,960	10,601	0,4049
1200	32	0,320	0,044	0,956	10,647	0,4448
1300	35	0,350	0,049	0,951	10,693	0,4844
1400	37	0,370	0,051	0,949	10,725	0,5106
1500	40	0,400	0,056	0,944	10,772	0,5496
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

Lateral pressure = 1,000 kg/cm²
 Max. Deviator stress = 0,550 kg/cm²
 Max. Value of Vertical Stress = 1,550 kg/cm²

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Triaxial T2

Sample Data

Diameter = 3,70 cm Area (A₀) = 10,747 cm² Water content (w) = 15,361 %
 Volume = 78,451 cm³ Height (L₀) = 7,30 cm Dry density (γ_d) = 1,47 gr/cm³

ΔH (mm)	Load dial reading	ΔL col 2 . 10 ⁻²	ε %	1 · ε	Corrected Area A'	Deviator Stress
1	2	3	4	5	6	7
50	36	0,360	0,049	0,951	11,304	0,4713
100	41	0,410	0,056	0,944	11,386	0,5329
150	44	0,440	0,060	0,940	11,436	0,5694
200	45	0,450	0,062	0,938	11,453	0,5815
250	46	0,460	0,063	0,937	11,469	0,5936
300	48	0,480	0,066	0,934	11,503	0,6176
350	48	0,480	0,066	0,934	11,503	0,6176
400	49	0,490	0,067	0,933	11,520	0,6295
450	50	0,500	0,068	0,932	11,537	0,6414
500	51	0,510	0,070	0,930	11,554	0,6533
600	52	0,520	0,071	0,929	11,571	0,6651
700	52	0,520	0,071	0,929	11,571	0,6651
800	54	0,540	0,074	0,926	11,605	0,6887
900	54	0,540	0,074	0,926	11,605	0,6887
1000	54	0,540	0,074	0,926	11,605	0,6887
1100	56	0,560	0,077	0,923	11,640	0,7121
1200	55	0,550	0,075	0,925	11,622	0,7004
1300	55	0,550	0,075	0,925	11,622	0,7004
1400	57	0,570	0,078	0,922	11,657	0,7237
1500	57	0,570	0,078	0,922	11,657	0,7237
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

Lateral pressure = 1,500 kg/cm²
 Max. Deviator stress = 0,724 kg/cm²
 Max. Value of Vertical Stress = 2,224 kg/cm²

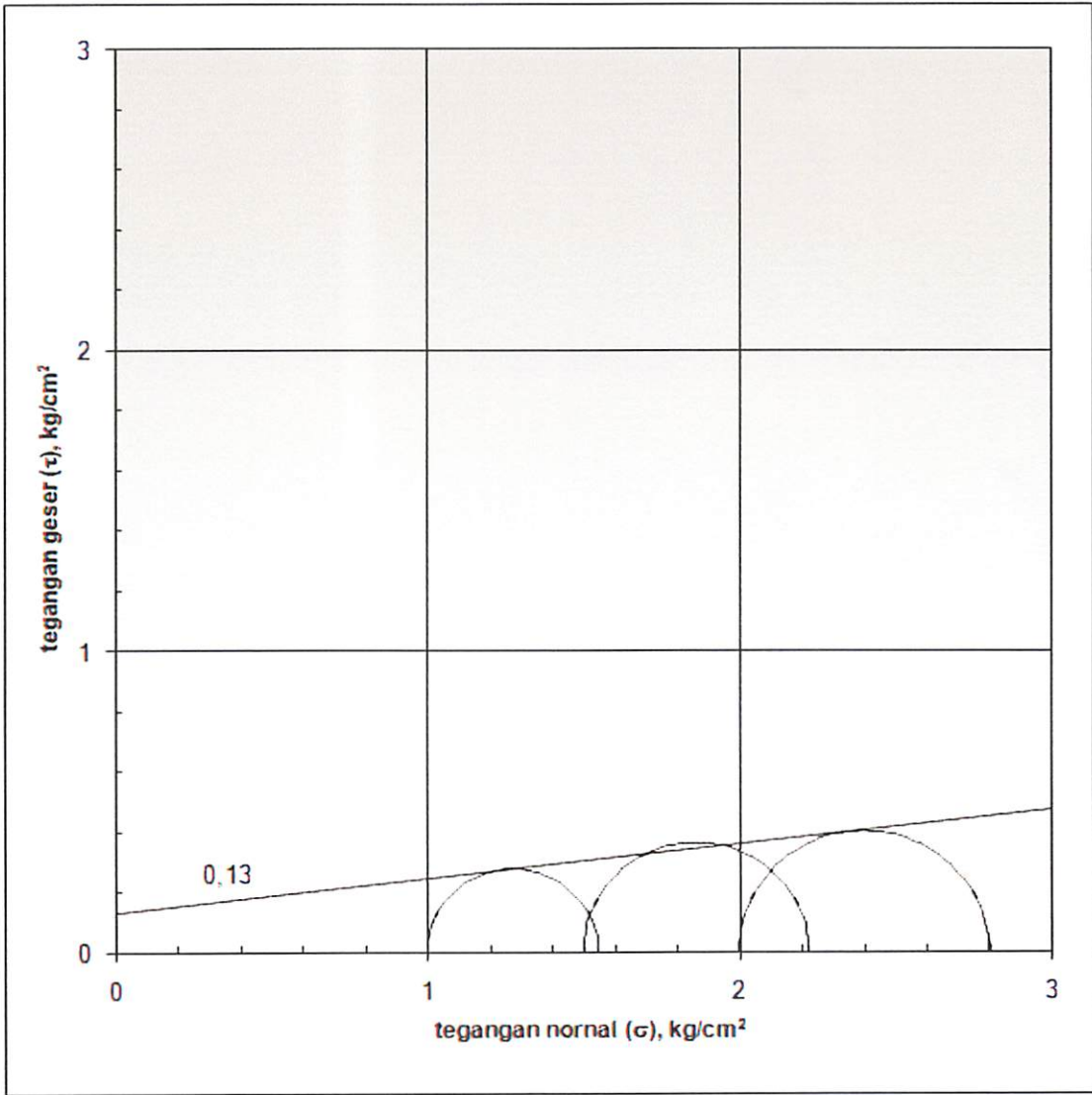
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Triaxial T3

Sample Data

Diameter = 3,60 cm Area (A₀) = 10,174 cm² Water content (w) = 37,849 %
 Volume = 74,267 cm³ Height (L₀) = 7,30 cm Dry density (γ_d) = 1,24 gr/cm³

ΔH (mm)	Load dial reading	ΔL col 2 . 10 ⁻²	ε %	1 · ε	Corrected Area A'	Deviator Stress
1	2	3	4	5	6	7
50	46	0,460	0,063	0,937	10,858	0,6270
100	49	0,490	0,067	0,933	10,906	0,6650
150	50	0,500	0,068	0,932	10,922	0,6776
200	50	0,500	0,068	0,932	10,922	0,6776
250	52	0,520	0,071	0,929	10,954	0,7026
300	52	0,520	0,071	0,929	10,954	0,7026
350	53	0,530	0,073	0,927	10,970	0,7150
400	53	0,530	0,073	0,927	10,970	0,7150
450	54	0,540	0,074	0,926	10,986	0,7275
500	54	0,540	0,074	0,926	10,986	0,7275
600	55	0,550	0,075	0,925	11,003	0,7398
700	54	0,540	0,074	0,926	10,986	0,7275
800	55	0,550	0,075	0,925	11,003	0,7398
900	55	0,550	0,075	0,925	11,003	0,7398
1000	55	0,550	0,075	0,925	11,003	0,7398
1100	57	0,570	0,078	0,922	11,035	0,7645
1200	56	0,560	0,077	0,923	11,019	0,7522
1300	58	0,580	0,079	0,921	11,052	0,7767
1400	60	0,600	0,082	0,918	11,085	0,8011
1500	59	0,590	0,081	0,919	11,068	0,7889
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

Lateral pressure = 2,000 kg/cm²
 Max. Deviator stress = 0,801 kg/cm²
 Max. Value of Vertical Stress = 2,801 kg/cm²



Grafik 4.4. Hubungan antara Tegangan Normal dengan Tegangan Geser

4.1.2. Pemeriksaan Material Lumpur Lapindo

Sebelum melakukan pemeriksaan material lumpur lapindo, terlebih dahulu material lumpur lapindo dibiarkan sehingga kadar airnya berkurang dan menjadi lempung lapindo. Hal ini dilakukan agar perlakuan kepada kedua material penelitian dilakukan pada kondisian keadaan yang sama.

4.1.2.1. Pemeriksaan Batas – Batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)

Bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air dimana tanah berada pada batas antara cair dan plastis, yaitu *liquid limit* dan *plastic limit*. Dengan mengetahui nilai kadar air (LL dan PL), maka bisa diketahui batasan variasi jumlah air dalam pencampuran contoh batu bata.

A. Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

Pemeriksaan batas cair (*liquid limit test*) material lempung lapindo mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas cair material lempung biasa.

B. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test)

Pemeriksaan batas plastis (*plastic limit test*) material lempung lapindo mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas plastis material lempung biasa.

Hasil penelitian :

Tabel 4.8. Hasil Uji Batas Cair lempung lapindo

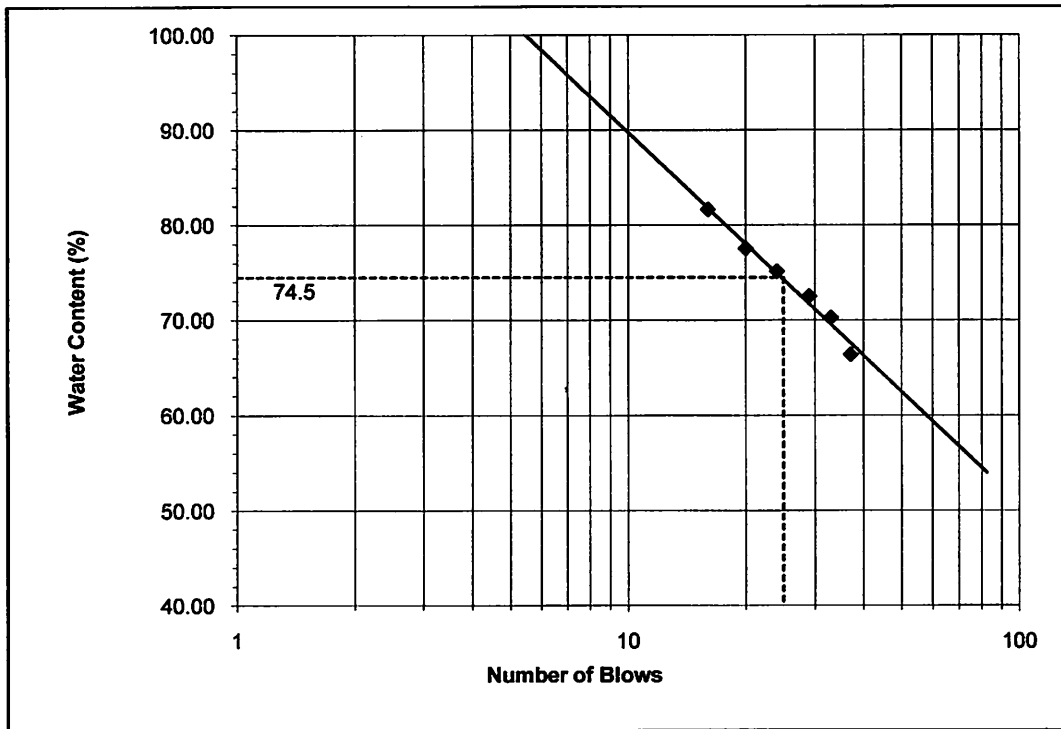
LIQUID LIMIT TEST

1		2		3	
NO. OF BLOWS 37		NO. OF BLOWS 33		NO. OF BLOWS 29	
No.		No.		No.	
WW = 21,92	DW = 17,34	WW = 20,55	DW = 16,23	WW = 22,07	DW = 17,16
DW = 17,34	TW = 10,44	DW = 16,23	TW = 10,08	DW = 17,16	TW = 10,39
Ww = 4,58	Ws = 6,90	Ww = 4,32	Ws = 6,15	Ww = 4,91	Ws = 6,77
w = 66,38 %		w = 70,24 %		w = 72,53 %	
4		5		6	
NO. OF BLOWS 24		NO. OF BLOWS 20		NO. OF BLOWS 16	
No.		No.		No.	
WW = 22,24	DW = 16,98	WW = 23,15	DW = 17,62	WW = 22,40	DW = 17,05
DW = 16,98	TW = 9,98	DW = 17,62	TW = 10,49	DW = 17,05	TW = 10,50
Ww = 5,26	Ws = 7,00	Ww = 5,53	Ws = 7,13	Ww = 5,35	Ws = 6,55
w = 75,14 %		w = 77,56 %		w = 81,68 %	

Tabel 4.9. Hasil Uji Batas Plastis lempung lapindo

PLASTIC LIMIT TEST

1		2		3	
No.		No.		No.	
WW = 13,24	DW = 12,48	WW = 13,23	DW = 12,49	WW = 13,57	DW = 12,86
DW = 12,48	TW = 10,42	DW = 12,49	TW = 10,42	DW = 12,86	TW = 10,77
Ww = 0,76	Ws = 2,06	Ww = 0,74	Ws = 2,07	Ww = 0,71	Ws = 2,09
w = 36,89 %		w = 35,75 %		w = 33,97 %	



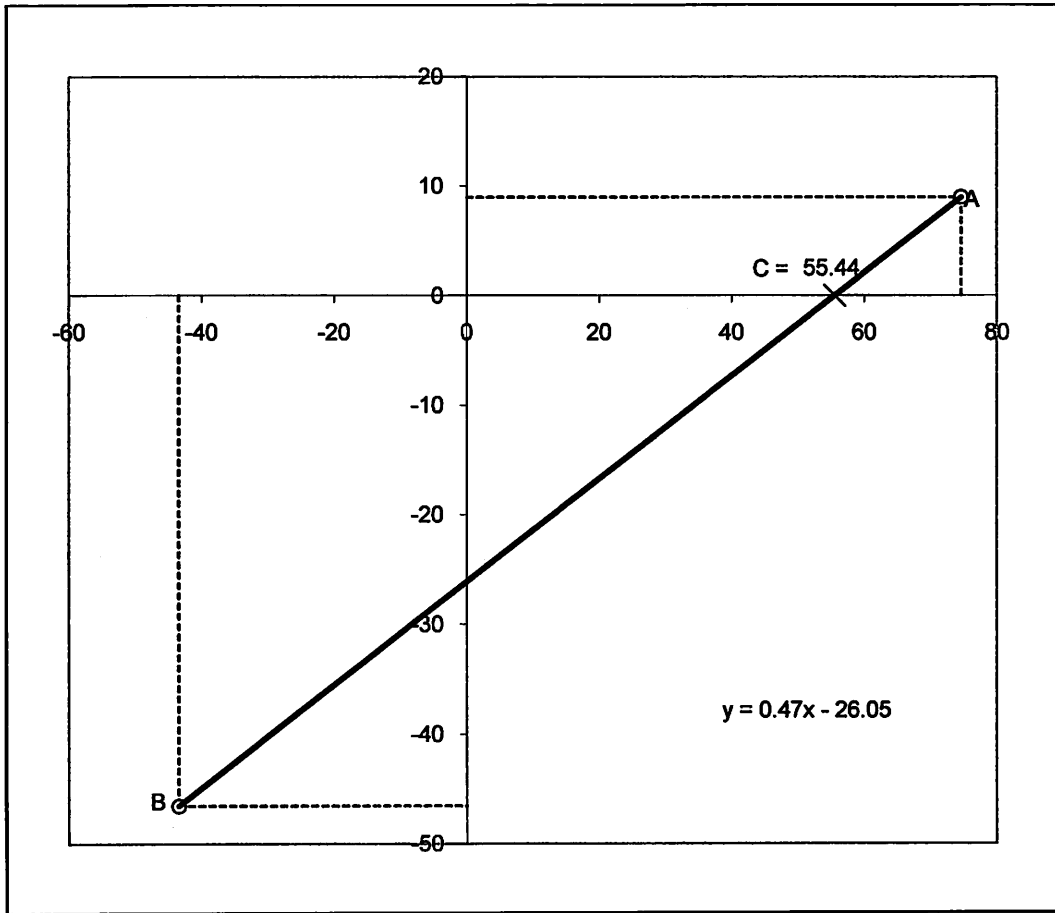
Grafik 4.5. Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Jumlah Lolos Saringan

Dari percobaan didapatkan :

Liquid Limit Test = 74,50 %

Plastic Limit Test = 35,54 %

Plastic Index = 38,96 %



Grafik 4.6. Perkiraan Harga Batas Susut dari Bagan Plastisitas

Absis dari titik C adalah perkiraan nilai batas susut dari lempung lapindo sebesar 55.44%

4.1.2.2. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis material lempung lapindo mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan berat jenis material lempung biasa.

Hasil Pemeriksaan:

$$GS = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1)(w_3 - w_2)}$$

Dimana: w_1 = berat picnometer

w2 = berat picnometer dan bahan kering (gram)

w3 = berat picnometer bahan dan air (gram)

w4 = berat picnometer dan air (gram)

Penyelesaian:

$$w1 = 166.99$$

$$w2 = 302.86$$

$$w3 = 743.62$$

$$w4 = 663.30$$

Jadi :

- $w2 - w1 = 302.86 - 166.99 = 135.87$ gram
- $w4 - w1 = 663.30 - 166.99 = 496.31$ gram
- $w3 - w2 = 743.62 - 302.86 = 440.76$ gram

maka berat jenis tanah:

$$GS = \frac{135.87}{(496.31)(440.76)} = 2.446$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan demikian nilai GS rata-rata adalah} &= \frac{GS1 + GS2 + GS3}{3} \\ &= \frac{2.446 + 2.423 + 2.473}{3} \\ &= 2.447 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya ada pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Berat Jenis lempung lapindo

Kode		SK1	SK2	SK3
Nomor Botol		1	2	1
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	302,86	287,96	299,33
Berat Botol (W_1)	gr	166,99	169,10	172,03
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	135,87	118,86	127,30
Suhu (T)	°C	25	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	663,30	665,70	668,51
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	799,17	784,56	795,81
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	743,62	735,50	744,33
Faktor Koreksi Suhu		0.9971	0.9971	0.9971
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	55,55	49,06	51,48
Berat Jenis Tanah		2,446	2,423	2,473
Rata-rata		2,447		

4.1.2.3. Pemeriksaan Analisa Saringan

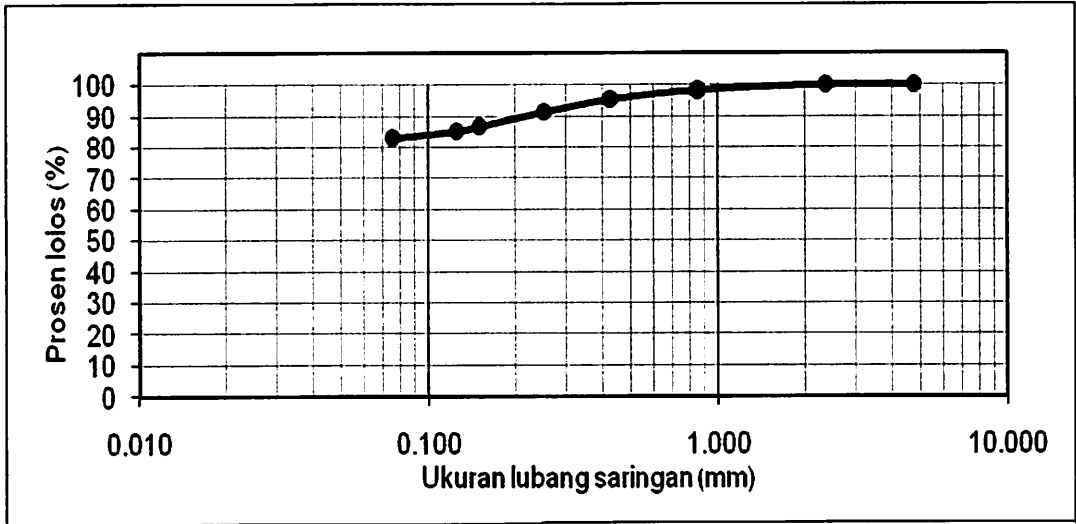
Pemeriksaan analisa saringan material lempung lapindo mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan analisa saringan lempung biasa.

Hasil Pemeriksaan :

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Analisa Saringan lempung lspindo

Nomor ayakan	Ukuran lubang (mm)	Berat Tanah yang tertahan di atas tiap-tiap ayakan	% Berat tanah tertahan di atas tiap-tiap ayakan	% Kumulatif dari tanah yang tertahan	% Tanah yang Lolos Lewat tiap-tiap ayakan
4	4,750	41,11	8,222	8,222	91,778
8	2,360	42,11	8,422	16,644	83,356
10	2,000	5,33	1,066	17,71	82,29
20	0,850	16,06	3,212	20,922	79,078
40	0,425	10,37	2,074	22,996	77,004
60	0,250	8,08	1,616	24,612	75,388
100	0,150	8,09	1,618	26,23	73,77
120	0,125	1,64	0,328	26,558	73,442
200	0,075	4,52	0,904	27,462	72,538
Total		137,31	Pan = 362,69 gr		= 72,54 %

Berat tanah kering yang di tes = 500 gram.



Grafik 4.7. Hubungan antara Diameter Saringan dan Persentase Lolos

Persen lolos saringan No. 200 = 72,54 > 50 % → tanah berbutir halus.

4.1.2.4. Pemeriksaan Triaxial (Triaxial Test)

Pemeriksaan Triaxial material lempung lapindo mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan Triaxial lempung biasa

Hasil Penelitian :

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Triaxial T1

Sample Data

Diameter = 3,60 cm Area (A₀) = 10,174 cm² Water content (w) = 30,336 %
 Volume = 73,250 cm³ Height (L₀) = 7,20 cm Dry density (γ_d) = 1,31 gr/cm³

ΔH (mm)	Load dial reading	ΔL col 2 . 10 ⁻²	ε %	1 · ε	Corrected Area A'	Deviator Stress
1	2	3	4	5	6	7
50	44	0,440	0,061	0,939	10,836	0,6010
100	60	0,600	0,083	0,917	11,098	0,8001
150	71	0,710	0,099	0,901	11,287	0,9310
200	79	0,790	0,110	0,890	11,427	1,0232
250	85	0,850	0,118	0,882	11,535	1,0906
300	89	0,890	0,124	0,876	11,609	1,1347
350	93	0,930	0,129	0,871	11,683	1,1782
400	96	0,960	0,133	0,867	11,739	1,2103
450	98	0,980	0,136	0,864	11,777	1,2316
500	99	0,990	0,138	0,863	11,795	1,2422
600	103	1,030	0,143	0,857	11,872	1,2840
700	105	1,050	0,146	0,854	11,911	1,3047
800	106	1,060	0,147	0,853	11,930	1,3150
900	107	1,070	0,149	0,851	11,949	1,3253
1000	107	1,070	0,149	0,851	11,949	1,3253
1100	107	1,070	0,149	0,851	11,949	1,3253
1200	108	1,080	0,150	0,850	11,969	1,3355
1300	109	1,090	0,151	0,849	11,989	1,3456
1400	109	1,090	0,151	0,849	11,989	1,3456
1500	109	1,090	0,151	0,849	11,989	1,3456
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

Lateral pressure = 1,000 kg/cm²
 Max. Deviator stress = 1,346 kg/cm²
 Max. Value of Vertical Stress = 2,346 kg/cm²

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Triaxial T2

Sample Data

Diameter = 3,70 cm Area (A₀) = 10,747 cm² Water content (w) = 15,361 %
 Volume = 78,451 cm³ Height (L₀) = 7,30 cm Dry density (γ_d) = 1,47 gr/cm³

ΔH (mm)	Load dial reading	ΔL col 2 . 10 ⁻²	ε %	1 · ε	Corrected Area A'	Deviator Stress
1	2	3	4	5	6	7
50	42	0,420	0,058	0,942	11,403	0,5451
100	61	0,610	0,084	0,916	11,727	0,7699
150	76	0,760	0,104	0,896	11,995	0,9377
200	88	0,880	0,121	0,879	12,220	1,0658
250	97	0,970	0,133	0,867	12,393	1,1584
300	104	1,040	0,142	0,858	12,532	1,2282
350	110	1,100	0,151	0,849	12,653	1,2866
400	114	1,140	0,156	0,844	12,735	1,3248
450	117	1,170	0,160	0,840	12,798	1,3530
500	120	1,200	0,164	0,836	12,861	1,3809
600	124	1,240	0,170	0,830	12,946	1,4176
700	127	1,270	0,174	0,826	13,010	1,4447
800	129	1,290	0,177	0,823	13,053	1,4626
900	130	1,300	0,178	0,822	13,075	1,4715
1000	131	1,310	0,179	0,821	13,097	1,4803
1100	130	1,300	0,178	0,822	13,075	1,4715
1200	130	1,300	0,178	0,822	13,075	1,4715
1300	129	1,290	0,177	0,823	13,053	1,4626
1400	129	1,290	0,177	0,823	13,053	1,4626
1500	129	1,290	0,177	0,823	13,053	1,4626
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

Lateral pressure = 1,500 kg/cm²
 Max. Deviator stress = 1,480 kg/cm²
 Max. Value of Vertical Stress = 2,980 kg/cm²

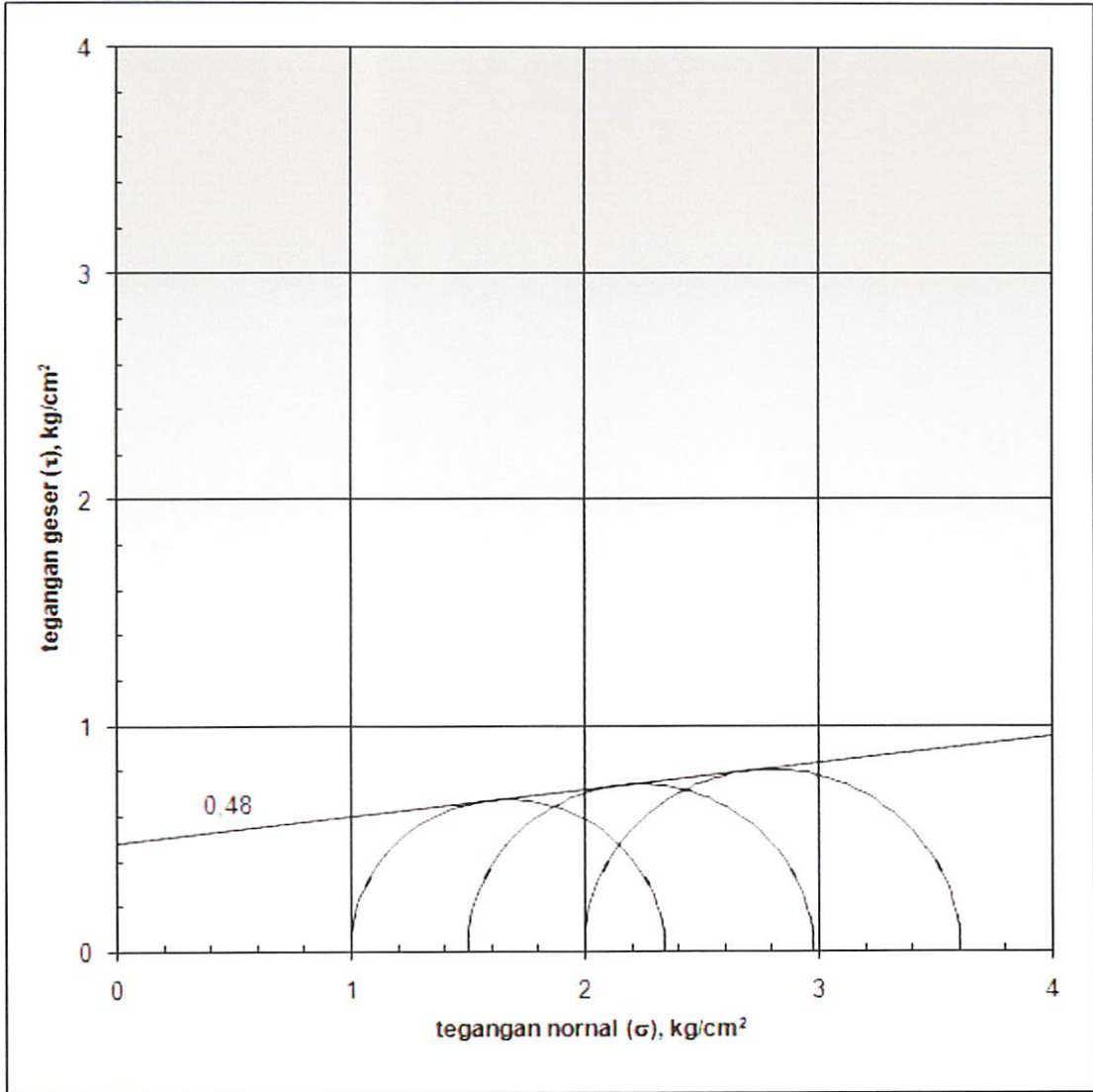
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Triaxial T3

Sample Data

Diameter = 3,60 cm Area (A_o) = 10,174 cm² Water content (w) = 37,849 %
 Volume = 74,267 cm³ Height (L_o) = 7,30 cm Dry density (γ_d) = 1,24 gr/cm³

ΔH (mm)	Load dial reading	ΔL col 2 . 10 ⁻²	ε %	1 · ε	Corrected Area A'	Deviator Stress
1	2	3	4	5	6	7
50	55	0,550	0,075	0,925	11,003	0,7398
100	68	0,680	0,093	0,907	11,219	0,8971
150	77	0,770	0,105	0,895	11,373	1,0020
200	83	0,830	0,114	0,886	11,479	1,0702
250	88	0,880	0,121	0,879	11,568	1,1259
300	93	0,930	0,127	0,873	11,659	1,1806
350	98	0,980	0,134	0,866	11,751	1,2343
400	101	1,010	0,138	0,862	11,807	1,2660
450	104	1,040	0,142	0,858	11,864	1,2974
500	106	1,060	0,145	0,855	11,902	1,3181
600	110	1,100	0,151	0,849	11,979	1,3591
700	114	1,140	0,156	0,844	12,056	1,3994
800	117	1,170	0,160	0,840	12,115	1,4293
900	119	1,190	0,163	0,837	12,155	1,4489
1000	123	1,230	0,168	0,832	12,235	1,4878
1100	126	1,260	0,173	0,827	12,296	1,5166
1200	128	1,280	0,175	0,825	12,337	1,5356
1300	131	1,310	0,179	0,821	12,399	1,5637
1400	134	1,340	0,184	0,816	12,461	1,5915
1500	136	1,360	0,186	0,814	12,503	1,6099
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

Lateral pressure = 2,000 kg/cm²
 Max. Deviator stress = 1,610 kg/cm²
 Max. Value of Vertical Stress = 3,610 kg/cm²



Grafik 4.8. Hubungan antara Tegangan Normal dan Tegangan Geser

4.1.3. Pemeriksaan Material Komposisi 80 % lempung lapindo dan 20 % lempung biasa

4.1.3.1. Pemeriksaan Batas – Batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)

Bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air dimana tanah berada pada batas antara cair dan plastis, yaitu *liquid limit* dan *plastic limit*. Dengan mengetahui nilai kadar air (LL dan PL), maka bisa diketahui batasan variasi jumlah air dalam pencampuran contoh batu bata.

A. Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

Pemeriksaan batas cair (*liquid limit test*) material komposisi lapindo 80 % mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas cair material lempung biasa.

B. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test)

Pemeriksaan batas plastis (*plastic limit test*) material lempung lapindo 80% mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas plastis material lempung biasa.

Hasil penelitian :

Tabel 4.15. Hasil Uji Batas Cair

LIQUID LIMIT TEST

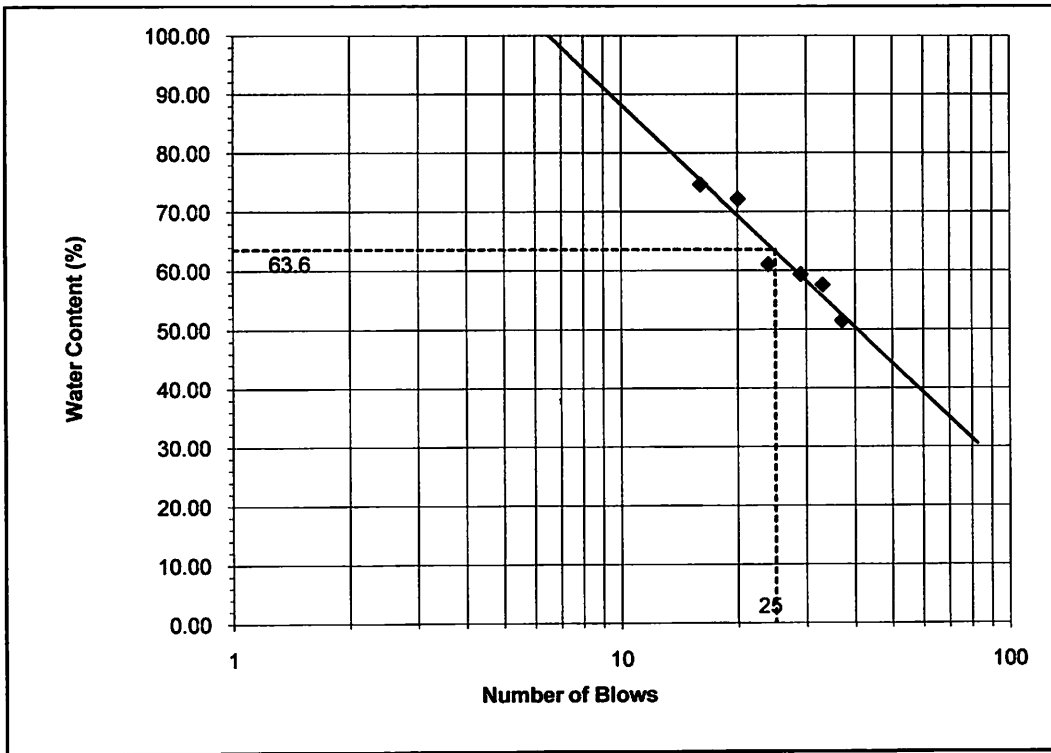
1		2		3	
NO. OF BLOWS 37		NO. OF BLOWS 33		NO. OF BLOWS 29	
No.		No.		No.	
WW = 20,89	DW = 17,34	WW = 21,33	DW = 17,22	WW = 21,18	DW = 17,16
DW = 17,34	TW = 10,44	DW = 17,22	TW = 10,08	DW = 17,16	TW = 10,39
Ww = 3,55	Ws = 6,90	Ww = 4,11	Ws = 7,14	Ww = 4,02	Ws = 6,77
w = 51,45 %		w = 57,56 %		w = 59,38 %	

4		5		6	
NO. OF BLOWS 24		NO. OF BLOWS 20		NO. OF BLOWS 16	
No.		No.		No.	
WW = 21,56	DW = 17,17	WW = 21,89	DW = 17,11	WW = 21,59	DW = 16,85
DW = 17,17	TW = 9,98	DW = 17,11	TW = 10,49	DW = 16,85	TW = 10,50
Ww = 4,39	Ws = 7,19	Ww = 4,78	Ws = 6,62	Ww = 4,74	Ws = 6,35
w = 61,06 %		w = 72,21 %		w = 74,65 %	

Tabel 4.16. Hasil Uji Batas Plastis

PLASTIC LIMIT TEST

1		2		3	
No.		No.		No.	
WW = 13,24	DW = 12,48	WW = 13,23	DW = 12,49	WW = 13,57	DW = 12,86
DW = 12,48	TW = 10,42	DW = 12,49	TW = 10,42	DW = 12,86	TW = 10,77
Ww = 0,76	Ws = 2,06	Ww = 0,74	Ws = 2,07	Ww = 0,71	Ws = 2,09
w = 36,89 %		w = 35,75 %		w = 33,97 %	



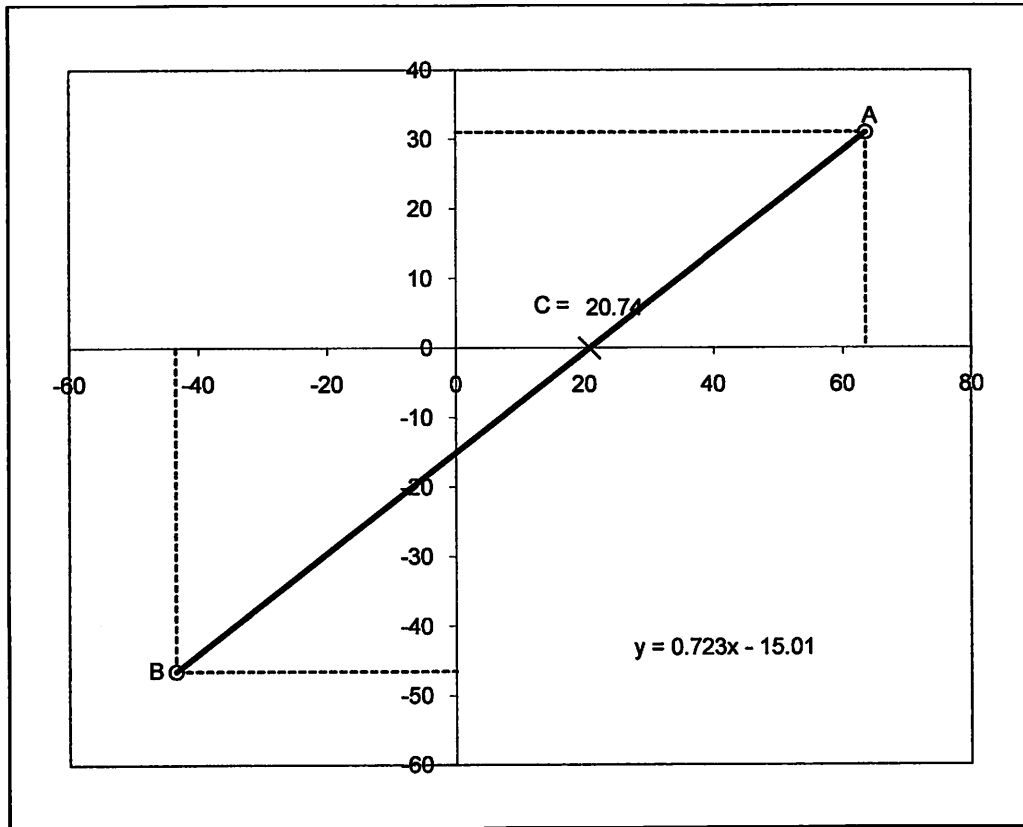
Grafik 4.9. Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Jumlah Lolos Saringan

Dari percobaan didapatkan :

Liquid Limit Test = 63,60 %

Plastic Limit Test = 32,58 %

Plastic Index = 28,22 %



Grafik 4.10. Perkiraan Harga Batas Susut dari Bagan Plastisitas

Absis dari titik C adalah perkiraan nilai batas susut dari komposisi 80 : 20 sebesar 20.74%

4.1.4. Pemeriksaan Material Komposisi 70 % lempung lapindo dan 30 % lempung biasa

4.1.4.1. Pemeriksaan Batas – Batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)

Bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air dimana tanah berada pada batas antara cair dan plastis, yaitu *liquid limit* dan *plastic limit*. Dengan mengetahui nilai kadar air (LL dan PL), maka bisa diketahui batasan variasi jumlah air dalam pencampuran contoh batu bata.

A. Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

Pemeriksaan batas cair (*liquid limit test*) material lempung komposisi lapindo 70 % mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas cair material lempung biasa.

B. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test)

Pemeriksaan batas plastis (*plastic limit test*) material lempung komposisi lapindo 70 % mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas plastis material lempung biasa.

Hasil penelitian :

Tabel 4.17. Hasil Uji Batas Cair

LIQUID LIMIT TEST

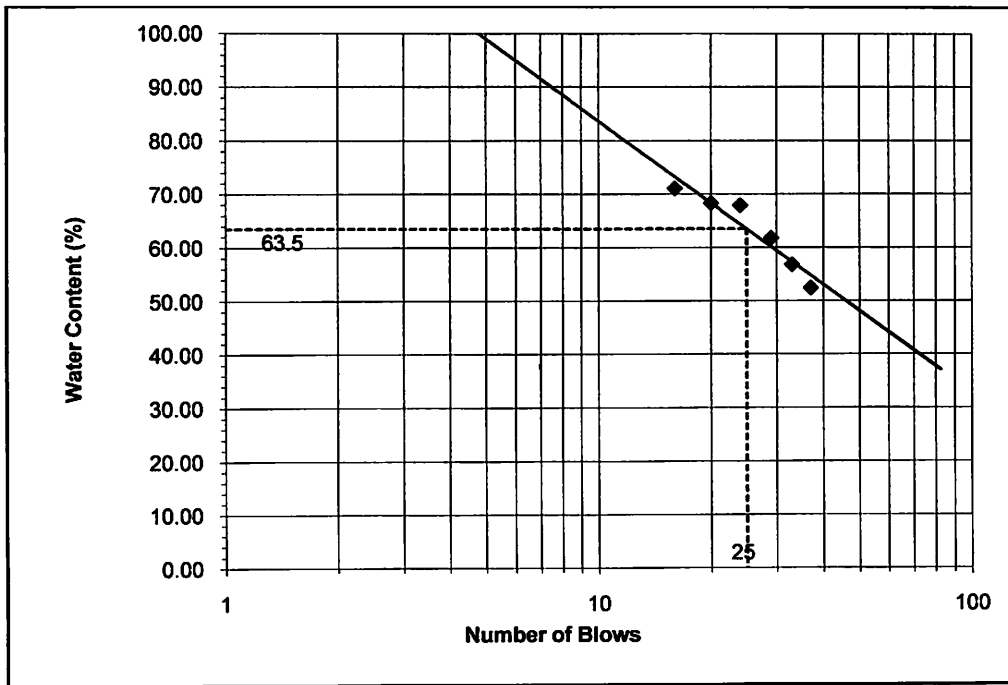
1		2		3	
NO. OF BLOWS 37		NO. OF BLOWS 33		NO. OF BLOWS 29	
No.		No.		No.	
WW = 20,65	DW = 17,14	WW = 21,12	DW = 17,12	WW = 21,65	DW = 17,35
DW = 17,14	TW = 10,44	DW = 17,12	TW = 10,08	DW = 17,35	TW = 10,39
Ww = 3,51	Ws = 6,70	Ww = 4,00	Ws = 7,04	Ww = 4,30	Ws = 6,96
w = 52,39 %		w = 56,82 %		w = 61,78 %	

4		5		6	
NO. OF BLOWS 24		NO. OF BLOWS 20		NO. OF BLOWS 16	
No.		No.		No.	
WW = 21,75	DW = 16,99	WW = 22,02	DW = 17,34	WW = 22,29	DW = 17,39
DW = 16,99	TW = 9,98	DW = 17,34	TW = 10,49	DW = 17,39	TW = 10,50
Ww = 4,76	Ws = 7,01	Ww = 4,68	Ws = 6,85	Ww = 4,90	Ws = 6,89
w = 67,90 %		w = 68,32 %		w = 71,12 %	

Tabel 4.18. Hasil Uji Batas Plastis

PLASTIC LIMIT TEST

1		2		3	
No.		No.		No.	
WW = 13,24	DW = 12,48	WW = 13,23	DW = 12,49	WW = 13,57	DW = 12,86
DW = 12,48	TW = 10,42	DW = 12,49	TW = 10,42	DW = 12,86	TW = 10,77
Ww = 0,76	Ws = 2,06	Ww = 0,74	Ws = 2,07	Ww = 0,71	Ws = 2,09
w = 36,89 %		w = 35,75 %		w = 33,97 %	



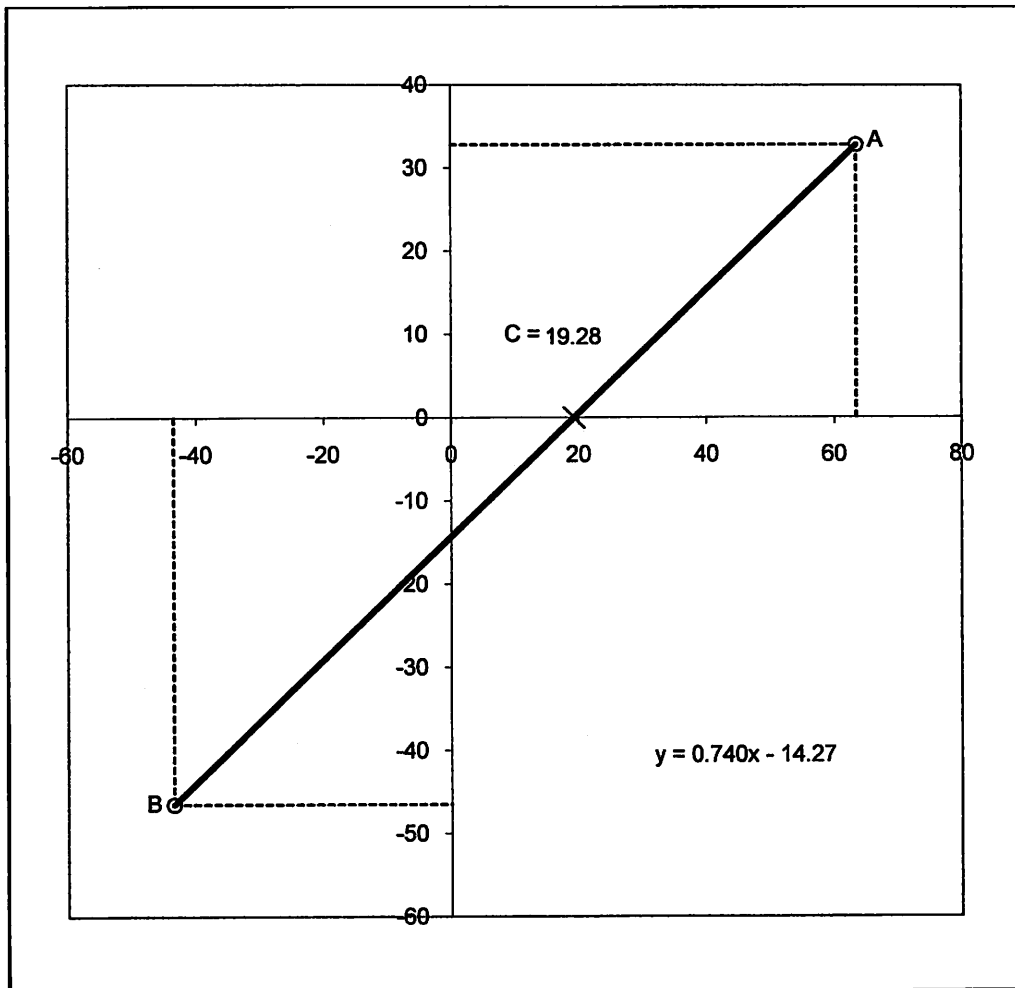
Grafik 4.11. Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Jumlah Lolos Saringan

Dari percobaan didapatkan :

Liquid Limit Test = 63,50 %

Plastic Limit Test = 30,73 %

Plastic Index = 33,27 %



Grafik 4.12. Perkiraan Harga Batas Susut dari Bagan Plastisitas

Absis dari titik C adalah perkiraan nilai batas susut dari komposisi 70 : 30 sebesar 19.28%

4.1.5. Pemeriksaan Material Komposisi 50 % lempung lapindo dan 50 % lempung biasa

4.1.5.1. Pemeriksaan Batas – Batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)

Bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air dimana tanah berada pada batas antara cair dan plastis, yaitu *liquid limit* dan *plastic limit*. Dengan mengetahui nilai kadar air (LL dan PL), maka bisa diketahui batasan variasi jumlah air dalam pencampuran contoh batu bata.

A. Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

Pemeriksaan batas cair (*liquid limit test*) material lempung komposisi lapindo 50 % mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas cair material lempung biasa.

B. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test)

Pemeriksaan batas plastis (*plastic limit test*) material lempung komposisi lapindo 50 % mempunyai langkah dan prosedur yang sama dengan pemeriksaan batas plastis material lempung biasa.

Hasil penelitian :

Tabel 4.19. Hasil Uji Batas Cair

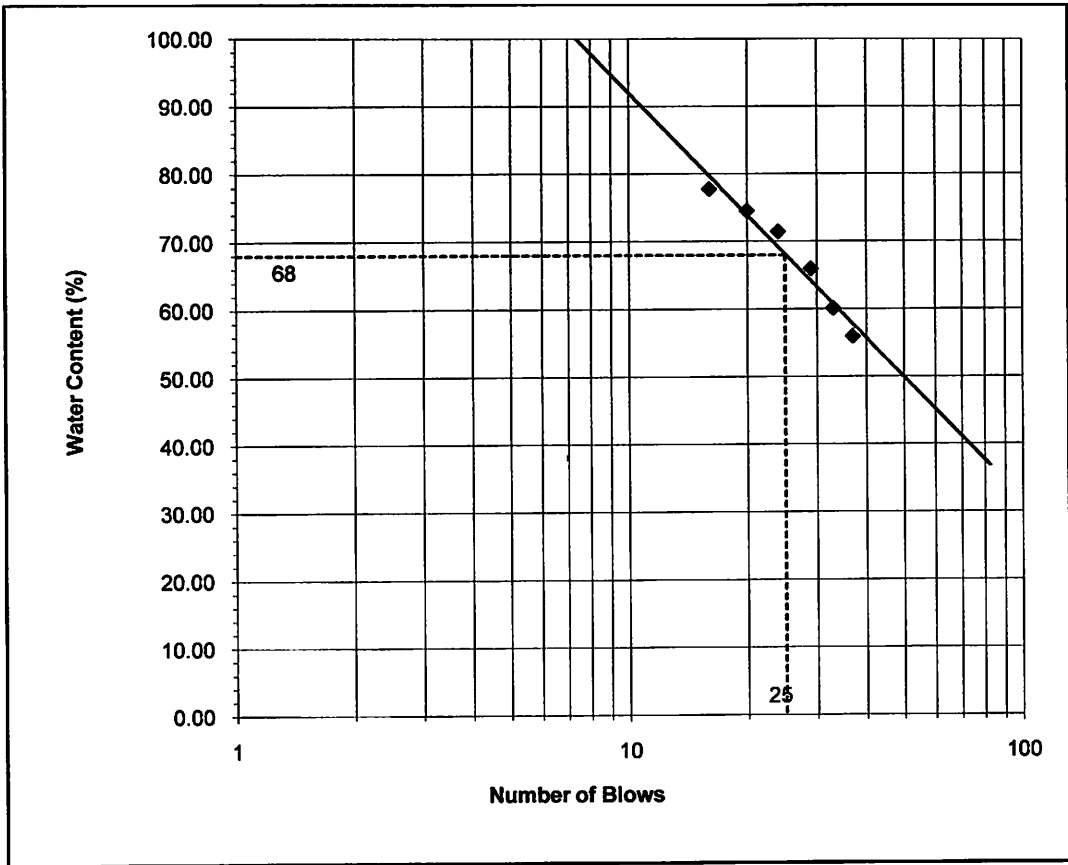
LIQUID LIMIT TEST

		1				2				3	
		NO. OF BLOWS 37				NO. OF BLOWS 33				NO. OF BLOWS 29	
		No.				No.				No.	
WW	=	20,28	DW = 16,75	WW	=	20,55	DW = 16,62	WW	=	20,76	DW = 16,64
DW	=	16,75	TW = 10,44	DW	=	16,62	TW = 10,08	DW	=	16,64	TW = 10,39
Ww	=	3,53	Ws = 6,31	Ww	=	3,93	Ws = 6,54	Ww	=	4,12	Ws = 6,25
		w = 55,94	%			w = 60,09	%			w = 65,92	%
		4				5				6	
		NO. OF BLOWS 24				NO. OF BLOWS 20				NO. OF BLOWS 16	
		No.				No.				No.	
WW	=	20,54	DW = 16,14	WW	=	20,49	DW = 16,22	WW	=	21,27	DW = 16,56
DW	=	16,14	TW = 9,98	DW	=	16,22	TW = 10,49	DW	=	16,56	TW = 10,50
Ww	=	4,40	Ws = 6,16	Ww	=	4,27	Ws = 5,73	Ww	=	4,71	Ws = 6,06
		w = 71,43	%			w = 74,52	%			w = 77,72	%

Tabel 4.20. Hasil Uji Batas Plastis

PLASTIC LIMIT TEST

		1				2				3	
		No.				No.				No.	
WW	=	13,24	DW = 12,48	WW	=	13,23	DW = 12,49	WW	=	13,57	DW = 12,86
DW	=	12,48	TW = 10,42	DW	=	12,49	TW = 10,42	DW	=	12,86	TW = 10,77
Ww	=	0,76	Ws = 2,06	Ww	=	0,74	Ws = 2,07	Ww	=	0,71	Ws = 2,09
		w = 36,89	%			w = 35,75	%			w = 33,97	%



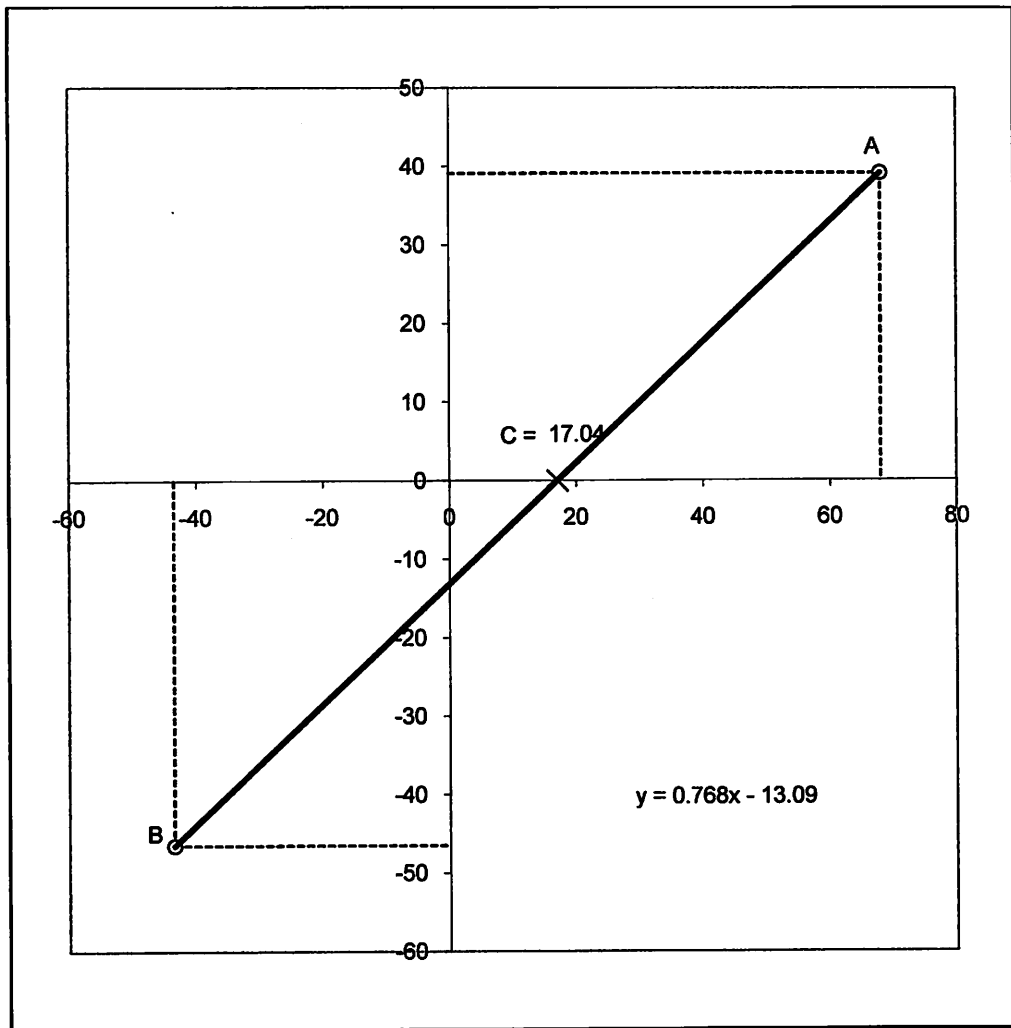
Grafik 4.13. Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Jumlah Lolos Saringan

Dari percobaan didapatkan :

Liquid Limit Test = 68,00 %

Plastic Limit Test = 28,87 %

Plastic Index = 39,13 %



Grafik 4.14. Perkiraan Harga Batas Susut dari Bagan Plastisitas

Absis dari titik C adalah perkiraan nilai batas susut dari komposisi 50 : 50 sebesar 17.04%.

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Pengujian

1. Analisa Data Hasil Shrinkage

Berikut disajikan data shrinkage pada batu bata dengan kadar lumpur Lapindo 0%, 50% lumpur, 70% lumpur dan 80% lumpur.

Tabel 5.1 Pengujian Shrinkage Batu Bata dengan Prosentase Lumpur Lapindo 0% (Bata Murni)

No. Observasi	Shrinkage (X_1)
1	39,33
2	132,86
3	100,15
4	117,39
5	132,86
6	78,60
7	126,96
8	138,86
9	17,94
10	138,34
Rata-rata	102,33

- **Shrinkage Air rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{1023,30}{10} = 102,33\end{aligned}$$

Rata-rata shrinkage dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 0% sebesar 102,33.

• **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(39,33-102,33)^2 + (132,86-102,33)^2 + \dots + (138,34-102,33)^2}{10-1}} = 43,45$$

Rata-rata penyimpangan shrinkage dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 0% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 43,45.

Tabel 5.2 Pengujian Shrinkage Batu Bata dengan Prosentase Lumpur Lapindo 50%

No. Observasi	Shrinkage (X ₁)
1	1088,76
2	1215,23
3	1242,32
4	1134,33
5	1302,34
6	1194,98
7	1198,82
8	1198,82
9	1112,41
10	1266,48
Rata-rata	1195,45

- **Shrinkage Air rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{11954,48}{10} \\ &= 1195,45\end{aligned}$$

Rata-rata shrinkage dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 50% sebesar 1195,45.

- **Standart Deviasi**

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ S &= \sqrt{\frac{(1088,76 - 1195,45)^2 + (1215,23 - 1195,45)^2 + \dots + (1266,48 - 1195,45)^2}{10-1}} \\ &= 67,57\end{aligned}$$

Rata-rata penyimpangan shrinkage dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 50% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 67,57.

Tabel 5.3 Pengujian Shrinkage Batu Bata dengan Prosentase Lumpur Lapindo

70%

No. Observasi	Shrinkage (X ₁)
1	1161,77
2	1161,77
3	1088,76
4	1139,88
5	1188,79
6	1313,76
7	1171,97
8	1157,51
9	1188,31
10	1109,56
Rata-rata	1168,21

• **Shrinkage Air rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{11682,07}{10} \\ &= 1168,21\end{aligned}$$

Rata-rata shrinkage dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 70% sebesar 1168,21.

• **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(1161,77 - 1168,21)^2 + (1161,77 - 1168,21)^2 + \dots + (1109,56 - 1168,21)^2}{10 - 1}}$$

$$= 60,35$$

Rata-rata penyimpangan shrinkage dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 70% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 60,35.

Tabel 5.4 Pengujian Shrinkage Batu Bata dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%

No. Observasi	Shrinkage (X ₁)
1	1161,77
2	1120,06
3	1120,06
4	1124,80
5	1221,53
6	1220,33
7	1110,14
8	1083,14
9	1126,89
10	1183,78
Rata-rata	1147,25

- **Shrinkage rata-rata**

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n}$$

$$= \frac{1935}{10}$$

$$= 1147,25$$

Rata-rata shrinkage dari 10 batubata yang diuji dengan kadar lumpur 80% sebesar 1147,25.

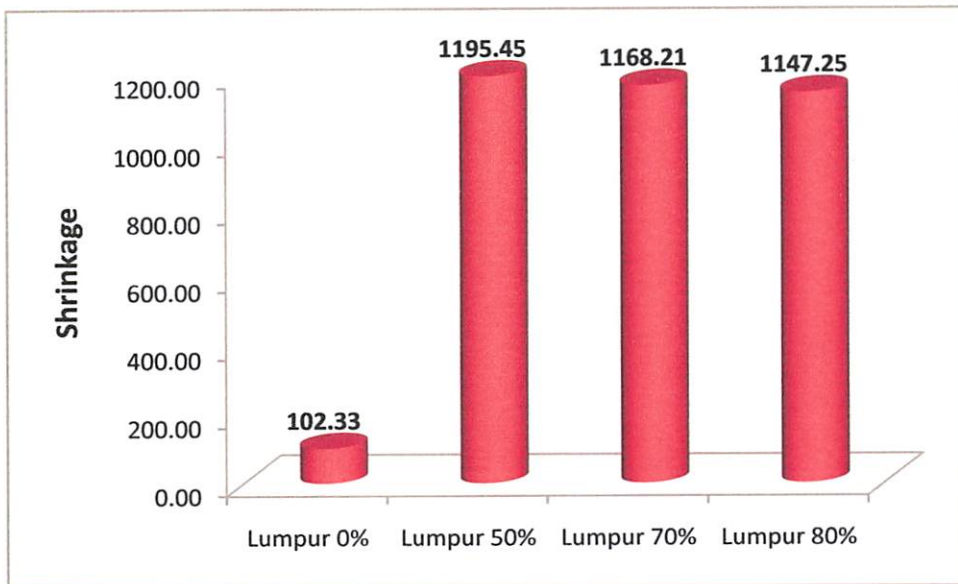
- **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{i1} - \bar{X}_1)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(1161,77 - 1147,25)^2 + (1120,06 - 1147,25)^2 + \dots + (1183,78 - 1147,25)^2}{10 - 1}}$$

$$= 47,48$$

Rata-rata penyimpangan shrinkage dari 10 batubata yang diuji dengan kadar lumpur 80% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 47,48.



Grafik 5.1 Hubungan perbandingan antara batu bata lempung normal dengan batu bata lempung Lapindo untuk Shrinkage

Dari seluruh pengujian diatas, batu bata dengan menggunakan lumpur Lapindo 0%, 50%, 70% dan 80%, didapat bahwa nilai shrinkage terbesar terdapat

pada penambahan lumpur Lapindo kadar 50% dan terendah terdapat pada batubata dengan kadar lumpur Lapindo 0%.

2. Analisa Data Hasil Penyerapan Air (Absorpsi)

Berikut disajikan data absorpsi (penyerapan air) pada batu bata dengan kadar lumpur Lapindo 0%, 50% lumpur, 70% lumpur dan 80% lumpur.

Tabel 5.5 Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur

Lapindo 0%

No. Observasi	Tingkat Absorpsi (X ₂)
1	0,201
2	0,312
3	0,259
4	0,202
5	0,182
6	0,245
7	0,227
8	0,189
9	0,150
10	0,194
Rata-rata	0,216

- **Penyerapan Air rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{2,160}{10} \\ &= 0,216\end{aligned}$$

Rata-rata penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 0% sebesar 0,216.

- **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_i - \bar{X}_1)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(0,201-0,216)^2 + (0,312-0,216)^2 + \dots + (0,194-0,216)^2}{10-1}} = 0,046$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 0% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 0,046.

Tabel 5.6 Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 50%

No. Observasi	Tingkat Absorpsi (X ₂)
1	0,244
2	0,256
3	0,242
4	0,246
5	0,257
6	0,248
7	0,261
8	0,249
9	0,236
10	0,244
Rata-rata	0,248

- **Penyerapan Air rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{2,484}{10} \\ &= 0,248\end{aligned}$$

Rata-rata penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur 50% sebesar 0,248.

- **Standart Deviasi**

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ S &= \sqrt{\frac{(0,244 - 0,248)^2 + (0,256 - 0,248)^2 + \dots + (0,244 - 0,248)^2}{10-1}} \\ &= 0,008\end{aligned}$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 50% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 0,008.

Tabel 5.7 Pengujian Penyerapan Air Batu Bata dengan Prosentase

Lumpur Lapindo 70%

No. Observasi	Tingkat Absorpsi (X ₂)
1	0,206
2	0,135
3	0,174
4	0,213
5	0,123
6	0,160
7	0,132
8	0,315
9	0,248
10	0,174
Rata-rata	0,188

• **Penyerapan Air rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{1,880}{10} \\ &= 0,188\end{aligned}$$

Rata-rata penyerapan air dari 10 batubata yang diuji dengan kadar lumpur 70% sebesar 0,188.

- **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{ii} - \bar{X}_1)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(0,206 - 0,188)^2 + (0,135 - 0,188)^2 + \dots + (0,174 - 0,188)^2}{10 - 1}}$$

$$= 0,06$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batubata yang diuji dengan kadar lumpur 70% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 0,06.

Tabel 5.8 Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%

No. Observasi	Tingkat Absorpsi (X ₂)
1	0,174
2	0,314
3	0,252
4	0,218
5	0,242
6	0,196
7	0,167
8	0,180
9	0,335
10	0,227
Rata-rata	0,230

- **Penyerapan Air rata-rata**

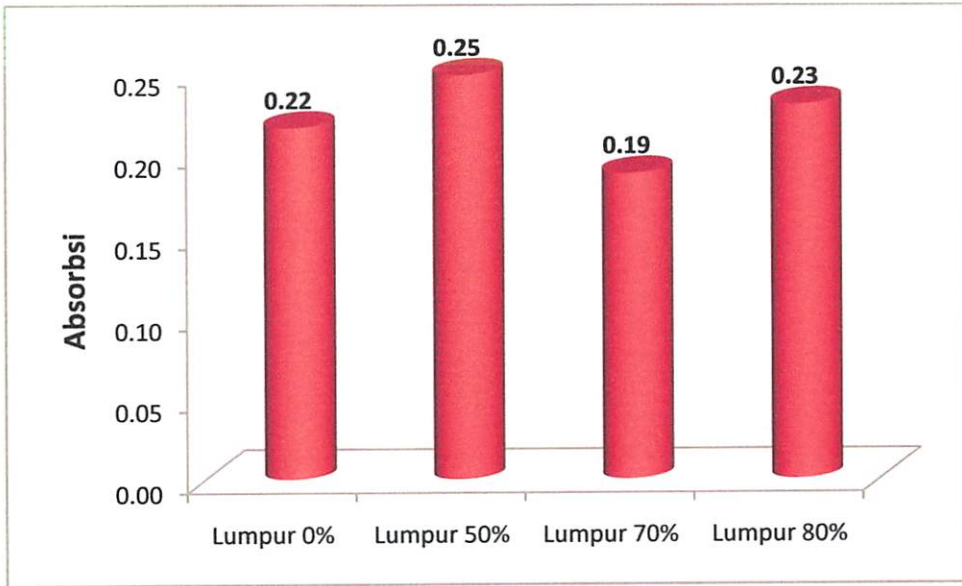
$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{2,305}{10} \\ &= 0,230\end{aligned}$$

Rata-rata penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur 80% sebesar 0,230.

- **Standart Deviasi**

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ S &= \sqrt{\frac{(0,174 - 0,230)^2 + (0,314 - 0,230)^2 + \dots + (0,227 - 0,230)^2}{10-1}} \\ &= 0,057\end{aligned}$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 80% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 0,057.



Grafik 5.2 Hubungan perbandingan antara batu bata lempung normal dengan batu bata lempung Lapindo untuk Absorpsi

Dari seluruh pengujian diatas, batu bata dengan menggunakan lumpur Lapindo 0%, 50%, 70% dan 80%, didapat bahwa nilai absorpsi terbesar terdapat pada penambahan lumpur Lapindo kadar 50% dan terendah terdapat pada batubata dengan kadar lumpur Lapindo 70%.

3. Analisa Data Hasil Kuat Tekan

Berikut disajikan data kuat tekan pada batubata dengan kadar lumpur Lapindo 0%, 50% lumpur, 70% lumpur dan 80% lumpur.

Tabel 5.9 Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur

Lapindo 0%

No. Observasi	Kuat Tekan (X_3)
1	75,86
2	76,18
3	74,02
4	71,96
5	72,55
6	74,60
7	73,28
8	74,35
9	73,76
10	75,65
Rata-rata	74,22

- **Kuat Tekan rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{775,44}{10} = 74,22 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rata-rata kuat tekan dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 0% sebesar 74,22 Kg/cm².

- **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ii} - \bar{X}_1)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(75,86 - 74,22)^2 + (76,18 - 74,22)^2 + \dots + (75,65 - 74,22)^2}{10-1}} = 1,40 \text{ Kg/cm}^2$$

Rata-rata penyimpangan kuat tekan dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 0% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 1,40 Kg/cm².

Tabel 5.10 Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur

Lapindo 50%

No. Observasi	Kuat Tekan (X ₃)
1	80,08
2	74,03
3	78,87
4	74,10
5	80,26
6	77,67
7	79,10
8	76,86
9	76,55
10	77,92
Rata-rata	77,54

- **Kuat Tekan rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{775,44}{10} \\ &= 77,54 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rata-rata kuat tekan dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 50% sebesar 77,54 Kg/cm².

- **Standart Deviasi**

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ S &= \sqrt{\frac{(80,08 - 77,54)^2 + (74,03 - 77,54)^2 + \dots + (77,92 - 77,54)^2}{10-1}} \\ &= 2,206 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 50% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 2,206 Kg/cm².

Tabel 5.11 Pengujian Penyerapan Air Batu Bata Dengan

Prosentase Lumpur Lapindo 70%

No. Observasi	Kuat Tekan (X ₃)
1	71,51
2	70,71
3	71,80
4	68,68
5	70,73
6	70,28
7	70,45
8	68,02
9	66,73
10	69,28
Rata-rata	69,82

• **Kuat Tekan rata-rata**

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{698,18}{10} \\ &= 69,82 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rata-rata kuat tekan dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 70% sebesar 69,82 Kg/cm².

- **Standart Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{ii} - \bar{X}_1)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(71,51 - 69,82)^2 + (70,71 - 69,82)^2 + \dots + (69,28 - 69,82)^2}{10 - 1}}$$

$$= 1,611 \text{ Kg/cm}^2$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 70% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 1,611 Kg/cm².

Tabel 5.12 Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%

No. Observasi	Kuat Tekan (X ₃)
1	67,30
2	64,08
3	64,69
4	64,31
5	63,96
6	67,20
7	64,73
8	64,91
9	64,51
10	64,12
Rata-rata	64,98

- **Kuat Tekan rata-rata**

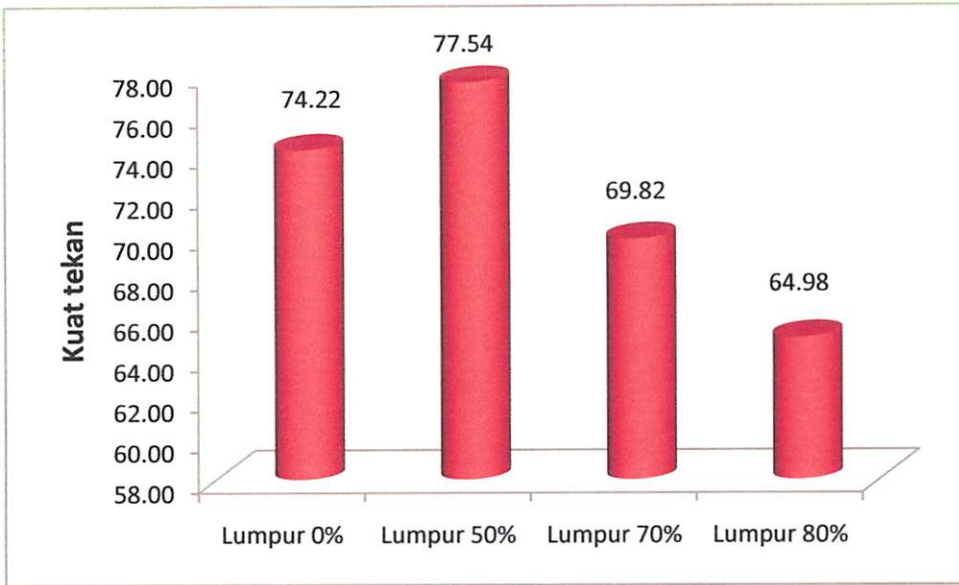
$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum_1^{10} X_{1i}}{n} \\ &= \frac{649,81}{10} \\ &= 64,98 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rata-rata kuat tekan dari 10 batu bata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 80% sebesar 64,98 Kg/cm².

- **Standart Deviasi**

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ S &= \sqrt{\frac{(67,30 - 64,98)^2 + (64,08 - 64,98)^2 + \dots + (64,12 - 64,98)^2}{10-1}} \\ &= 1,234 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rata-rata penyimpangan penyerapan air dari 10 batubata yang diuji dengan kadar lumpur Lapindo 80% terhadap nilai rata-ratanya sebesar 1,234 Kg/cm².



Grafik 5.3 Hubungan perbandingan antara batu bata lempung normal dengan batu bata lempung Lapindo untuk Kuat Tekan

Dari seluruh pengujian diatas, batu bata dengan menggunakan lumpur Lapindo 0%, 50%, 70% dan 80%, didapat bahwa kuat tekan terbesar terdapat pada penambahan lumpur Lapindo kadar 50% dan terendah terdapat pada batu bata dengan kadar lumpur Lapindo 80%.

5.2 Perhitungan Interval Kepercayaan

Pada penelitian ini digunakan derajat kepercayaan 90% ($\gamma = 0,90$). Derajat kepercayaan ini digunakan untuk menentukan nilai-nilai yang berada di dalam interval kepercayaan, maka angka-angka yang berada di luar dari interval kepercayaan akan dibuang :

➤ Interval Kepercayaan Pengujian Shrinkage Batu Bata dengan Prosentase

Lumpur Lapindo 0%

- Nilai rata – rata (\bar{X}) = 102,33
- S = 43,45
- $1-\alpha$ = 90%
- α = 10% = 0,1
- $\alpha/2$ = 0,05
- Dk = $n-1 = 10-1 = 9$
- $t_{0,05;9}$ = 2,62 (di dapat pada daftar G)

Maka interval kepercayaan adalah :

$$= \bar{x} - \left(t_{0,05;9} \times \frac{s}{\sqrt{Dk}} \right) \leq \mu \leq \bar{x} + \left(t_{0,05;9} \times \frac{s}{\sqrt{Dk}} \right)$$

$$= 102,33 - \left(2,62 \times \frac{43,45}{\sqrt{9}} \right) \leq \mu \leq 102,33 + \left(2,62 \times \frac{43,45}{\sqrt{9}} \right)$$

$$= 18,9055 \leq \mu \leq 21,0408$$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk prosentase yang lain seperti dapat dilihat di tabel :

Tabel 5.13 Interval Kepercayaan Shrinkage pada Masing-masing Variasi Kadar Lumpur

Variasi Kadar Lumpur	X	S	$t_{0,05}$	Interval Kepercayaan
0%	102,33	43,45	2,62	$69,5693 \leq \mu \leq 135,09$
50%	1195,45	67,57	2,62	$1144,4948 \leq \mu \leq 1246,4018$
70%	1168,21	60,35	2,62	$1122,6993 \leq \mu \leq 1213,7145$
80%	1147,25	47,48	2,62	$1111,4474 \leq \mu \leq 1183,0516$

Tabel 5.14 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Porsentase Lumpur Lapindo 0%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	39,33	102,33	43,45	$69,5693 \leq \mu \leq 135,09$	tidak memenuhi
2	132,86	102,33	43,45		memenuhi
3	100,15	102,33	43,45		memenuhi
4	117,39	102,33	43,45		memenuhi
5	132,86	102,33	43,45		memenuhi
6	78,60	102,33	43,45		memenuhi
7	126,96	102,33	43,45		memenuhi
8	138,86	102,33	43,45		tidak memenuhi
9	17,94	102,33	43,45		tidak memenuhi
10	138,34	102,33	43,45		tidak memenuhi

Tabel 5.15 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Porsentase Lumpur Lapindo 50%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	1088,76	1195,45	67,57	$1144,4948 \leq \mu \leq 1246,4018$	tidak memenuhi
2	1215,23	1195,45	67,57		memenuhi
3	1242,32	1195,45	67,57		memenuhi
4	1134,33	1195,45	67,57		tidak memenuhi
5	1302,34	1195,45	67,57		tidak memenuhi
6	1194,98	1195,45	67,57		memenuhi
7	1198,82	1195,45	67,57		memenuhi
8	1198,82	1195,45	67,57		memenuhi
9	1112,41	1195,45	67,57		tidak memenuhi
10	1266,48	1195,45	67,57		tidak memenuhi

Tabel 5.16 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Porsentase Lumpur Lapindo 70%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	1161,77	1168,21	60,35	$1122,6993 \leq \mu \leq 1213,7145$	memenuhi
2	1161,77	1168,21	60,35		memenuhi
3	1088,76	1168,21	60,35		tidak memenuhi
4	1139,88	1168,21	60,35		memenuhi
5	1188,79	1168,21	60,35		memenuhi
6	1313,76	1168,21	60,35		tidak memenuhi
7	1171,97	1168,21	60,35		memenuhi
8	1157,51	1168,21	60,35		memenuhi
9	1188,31	1168,21	60,35		memenuhi
10	1109,56	1168,21	60,35		tidak memenuhi

Tabel 5.17 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Shrinkage Batu Bata Dengan Porsentase Lumpur Lapindo 80%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	1161,77	1147,25	47,48	$1111,4474 \leq \mu \leq 1183,0516$	memenuhi
2	1120,06	1147,25	47,48		memenuhi
3	1120,06	1147,25	47,48		memenuhi
4	1124,80	1147,25	47,48		memenuhi
5	1221,53	1147,25	47,48		tidak memenuhi
6	1220,33	1147,25	47,48		tidak memenuhi
7	1110,14	1147,25	47,48		tidak memenuhi
8	1083,14	1147,25	47,48		tidak memenuhi
9	1126,89	1147,25	47,48		memenuhi
10	1183,78	1147,25	47,48		tidak memenuhi

➤ Interval Kepercayaan Pengujian Absorpsi Prosentasi Batu Bata dengan Prosentase Lumpur Lapindo 0%

- Nilai rata – rata (X) = 0,216
- S = 0,046
- 1-α = 90%
- α = 10% = 0,1
- α/2 = 0,05
- Dk = n-1 = 10-1 = 9
- $t_{0,05;9}$ = 2,62 (di dapat pada daftar G)

Maka interval kepercayaan adalah :

$$= x - \left(t_{0,05;9} \times \frac{s}{\sqrt{Dk}} \right) \leq \mu \leq x + \left(t_{0,05;9} \times \frac{s}{\sqrt{Dk}} \right)$$

$$= 0,216 - \left(2,62 \times \frac{0,046}{\sqrt{9}} \right) \leq \mu \leq 0,216 + \left(2,62 \times \frac{0,046}{\sqrt{9}} \right)$$

$$= 0,1813 \leq \mu \leq 0,2507$$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk prosentase yang lain seperti dapat dilihat di tabel :

Tabel 5.18 Interval Kepercayaan Absorpsi pada Masing-masing Variasi Kadar Lumpur

Variasi Kadar Lumpur	X	S	Interval Kepercayaan
0%	0,2159	0,0460	$0,1813 \leq \mu \leq 0,2507$
50%	0,2483	0,0078	$0,2424 \leq \mu \leq 0,2542$
70%	0,1880	0,0596	$0,1430 \leq \mu \leq 0,2330$
80%	0,2304	0,0573	$0,1872 \leq \mu \leq 0,2737$

Tabel 5.19 Interval kepercayaan 90% Data Pengujian Absorpsi Batu Bata Dengan Porsentase Lumpur Lapindo 0%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	0,201	0,2159	0,0460	$0,1813 \leq \mu \leq 0,2507$	memenuhi
2	0,312	0,2159	0,0460		tidak memenuhi
3	0,259	0,2159	0,0460		tidak memenuhi
4	0,202	0,2159	0,0460		memenuhi
5	0,182	0,2159	0,0460		memenuhi
6	0,245	0,2159	0,0460		memenuhi
7	0,227	0,2159	0,0460		memenuhi
8	0,189	0,2159	0,0460		memenuhi
9	0,150	0,2159	0,0460		tidak memenuhi
10	0,194	0,2159	0,0460		memenuhi

**Tabel 5.20 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Absorpsi
Dengan Prosentase Lumpur 50%**

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	0,244	0,24837	0,00780	$0,2424 \leq \mu \leq 0,2542$	memenuhi
2	0,256	0,24837	0,00780		tidak memenuhi
3	0,242	0,24837	0,00780		memenuhi
4	0,246	0,24837	0,00780		memenuhi
5	0,257	0,24837	0,00780		tidak memenuhi
6	0,248	0,24837	0,00780		memenuhi
7	0,261	0,24837	0,00780		tidak memenuhi
8	0,249	0,24837	0,00780		memenuhi
9	0,236	0,24837	0,00780		tidak memenuhi
10	0,244	0,24837	0,00780		memenuhi

**Tabel 5.21 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Absorpsi
Dengan Prosentase Lumpur 70%**

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	0,206	0,18800	0,05967	$0,1430 \leq \mu \leq 0,2330$	memenuhi
2	0,135	0,18800	0,05967		tidak memenuhi
3	0,174	0,18800	0,05967		memenuhi
4	0,213	0,18800	0,05967		memenuhi
5	0,123	0,18800	0,05967		tidak memenuhi
6	0,160	0,18800	0,05967		memenuhi
7	0,132	0,18800	0,05967		tidak memenuhi
8	0,315	0,18800	0,05967		tidak memenuhi
9	0,248	0,18800	0,05967		tidak memenuhi
10	0,174	0,18800	0,05967		memenuhi

Tabel 5.22 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Absorpsi Dengan Prosentase Lumpur 80%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	0,174	0,23048	0,05737	$0,1872 \leq \mu \leq 0,2737$	tidak memenuhi
2	0,314	0,23048	0,05737		tidak memenuhi
3	0,252	0,23048	0,05737		memenuhi
4	0,218	0,23048	0,05737		memenuhi
5	0,242	0,23048	0,05737		memenuhi
6	0,196	0,23048	0,05737		memenuhi
7	0,167	0,23048	0,05737		tidak memenuhi
8	0,180	0,23048	0,05737		tidak memenuhi
9	0,335	0,23048	0,05737		tidak memenuhi
10	0,227	0,23048	0,05737		memenuhi

➤ **Interval Kepercayaan Pengujian Kuat Tekan Prosentasi Batu Bata dengan Prosentase Lumpur Lapindo 0%**

- Nilai rata – rata (X) = 74,22
- S = 1,40
- 1-α = 90%
- α = 10% = 0,1
- α/2 = 0,05
- Dk = n-1 = 10-1 = 9
- $t_{0,05;9}$ = 2,62 (di dapat pada daftar G)

Maka interval kepercayaan adalah :

$$= x - \left(t_{0,05;9} \times \frac{s}{\sqrt{Dk}} \right) \leq \mu \leq x + \left(t_{0,05;9} \times \frac{s}{\sqrt{Dk}} \right)$$

$$= 74,22 - (2,62 \times \frac{1,40}{\sqrt{9}}) \leq \mu \leq 0,248 + (74,22 \times \frac{1,40}{\sqrt{9}})$$

$$= 75,88 \leq \mu \leq 79,21$$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk prosentase yang lain seperti dapat dilihat di tabel :

Tabel 5.23 Interval Kepercayaan Kuat Tekan pada Masing-masing Variasi Kadar Lumpur

Variasi Kadar Lumpur	X	S	Interval Kepercayaan
0%	73,16	75,27	$75,88 \leq \mu \leq 79,21$
50%	77,54	2,206	$75,88 \leq \mu \leq 79,21$
70%	69,82	1,611	$68,60 \leq \mu \leq 68,60$
80%	64,98	1,234	$64,05 \leq \mu \leq 64,05$

Tabel 5.24 Interval kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Porsentase Lumpur Lapindo 0%

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	75,86	73,16	75,27	$73,16 \leq \mu \leq 75,27$	tidak memenuhi
2	76,18	73,16	75,27		tidak memenuhi
3	74,02	73,16	75,27		memenuhi
4	71,96	73,16	75,27		tidak memenuhi
5	72,55	73,16	75,27		tidak memenuhi
6	74,60	73,16	75,27		memenuhi
7	73,28	73,16	75,27		memenuhi
8	74,35	73,16	75,27		memenuhi
9	73,76	73,16	75,27		memenuhi
10	75,65	73,16	75,27		memenuhi

**Tabel 5.25 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan
Dengan Prosentase Lapindo Lapindo 50%**

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	80,08	77,54	2,206	$75,88 \leq \mu \leq 79,21$	tidak memenuhi
2	74,03	77,54	2,206		tidak memenuhi
3	78,87	77,54	2,206		memenuhi
4	74,10	77,54	2,206		tidak memenuhi
5	80,26	77,54	2,206		tidak memenuhi
6	77,67	77,54	2,206		memenuhi
7	79,10	77,54	2,206		memenuhi
8	76,86	77,54	2,206		memenuhi
9	76,55	77,54	2,206		memenuhi
10	77,92	77,54	2,206		memenuhi

**Tabel 5.26 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 70%**

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	71,51	69,82	1,611	$68,60 \leq \mu \leq 71,03$	tidak memenuhi
2	70,71	69,82	1,611		memenuhi
3	71,80	69,82	1,611		tidak memenuhi
4	68,68	69,82	1,611		memenuhi
5	70,73	69,82	1,611		memenuhi
6	70,28	69,82	1,611		memenuhi
7	70,45	69,82	1,611		memenuhi
8	68,02	69,82	1,611		tidak memenuhi
9	66,73	69,82	1,611		tidak memenuhi
10	69,28	69,82	1,611		memenuhi

**Tabel 5.27 Interval Kepercayaan 90% Data Pengujian Kuat Tekan
Dengan Prosentase Lumpur Lapindo 80%**

No	X	Rata-rata	S	Interval Kepercayaan	Keterangan
1	67,30	64,98	1,234	$64,05 \leq \mu \leq 65,91$	tidak memenuhi
2	64,08	64,98	1,234		memenuhi
3	64,69	64,98	1,234		memenuhi
4	64,31	64,98	1,234		memenuhi
5	63,96	64,98	1,234		tidak memenuhi
6	67,20	64,98	1,234		tidak memenuhi
7	64,73	64,98	1,234		memenuhi
8	64,91	64,98	1,234		memenuhi
9	64,51	64,98	1,234		memenuhi
10	64,12	64,98	1,234		memenuhi

5.3 Analisis Regresi

Berdasarkan data valid yang telah dihasilkan, maka penelitian ini dilakukan metode statistik analisis regresi untuk menganalisis pengaruh penambahan Lumpur terhadap Shrinkage, absorpsi dan kuat tekan.

Analisis Regresi pada Grafik Dua Dimensi

Dalam analisis regresi pada grafik dimensi, digunakan metode fungsi kuadratik (Sudjana,2002;338) sebagai regresi, dengan bentuk persamaan $Y = a + bX + cX^2$. dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

$$\Sigma Y = na + b\Sigma X + c\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + c\Sigma X^3$$

$$\Sigma X^2Y = a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + c\Sigma X^4$$

Analisis regresi data absorpsi :

Tabel 5.28 Daftar nilai yang perlu untuk menentukan Regresi

No	X	Y	Y ²	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y
1	0	102,3298	10471,39	0	0	0	0	0
2	50	1195,4483	1429096,64	2500	125000	6250000	59772,42	2988620,75
3	70	1168,2069	1364707,36	4900	343000	24010000	81774,48	5724213,81
4	80	1147,2495	1316181,42	6400	512000	40960000	91779,96	7342396,80
Total	200	3613,2345	4120456,8	13800	980000	71220000	233326,86	16055231,36

Dari tabel 6.13 maka didapat persamaan :

$$3613,2345 = 4a + 200b + 13800c$$

$$233326,86 = 200a + 138000b + 980000c$$

$$16055231,36 = 13800a + 980000b + 71220000c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 104$$

$$b = 36,03$$

$$c = -0,290$$

maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = -0,290X^2 + 36,03X + 104$$

No	X	Y	Y ²	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y
1	0	102,3298	10471,39	0	0	0	0	0
2	50	1195,4483	1429096,64	2500	125000	6250000	59772,42	2988620,75
3	70	1168,2069	1364707,36	4900	343000	24010000	81774,48	5724213,81
4	80	1147,2495	1316181,42	6400	512000	40960000	91779,96	7342396,80
Total	200	3613,2345	4120456,8	13800	980000	71220000	233326,86	16055231,36

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$JK_{Regresi} = \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right)$$

=

$$\left(36,03 \left\{ 233326,86 - \frac{200 \times 3613,2345}{4} \right\} \right) + \left(-0,290 \left\{ 16055231,36 - \frac{13800 \times 3613,2345}{4} \right\} \right)$$

$$= 856548,837$$

$$JK_{Total} = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$= 4120456,8 - \frac{(3613,2345)^2}{4}$$

$$= 856590,912$$

$$R^2 = \frac{JK_{\text{Regresi}}}{JK_{\text{Total}}}$$

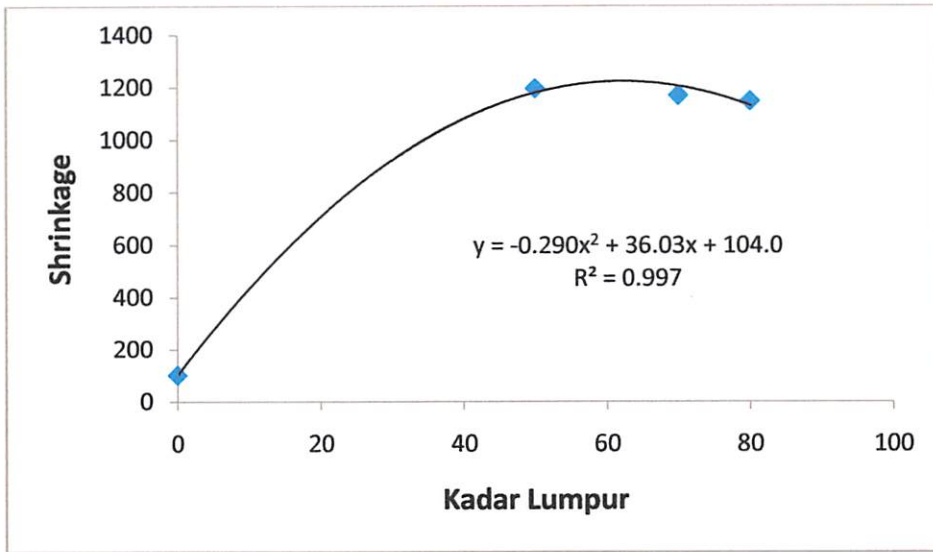
$$= \frac{856548,837}{856590,837} = 0,9999$$

Dengan cara perhitungan yang sama, didapatkan pula persamaan regresi dan koefisien determinasi pada perlakuan yang lain.

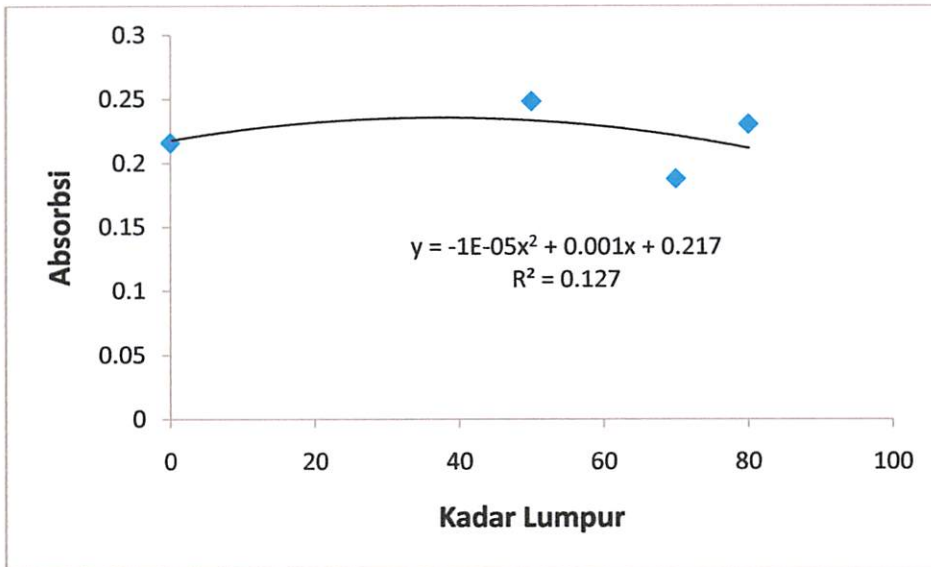
Persamaan regresi dapat juga didapatkan dengan cara memasukkan data ke dalam grafik dengan bantuan software Microsoft Excel.

Tabel 5.29 Persamaan Regresi dan Nilai R^2 Untuk semua Pengujian

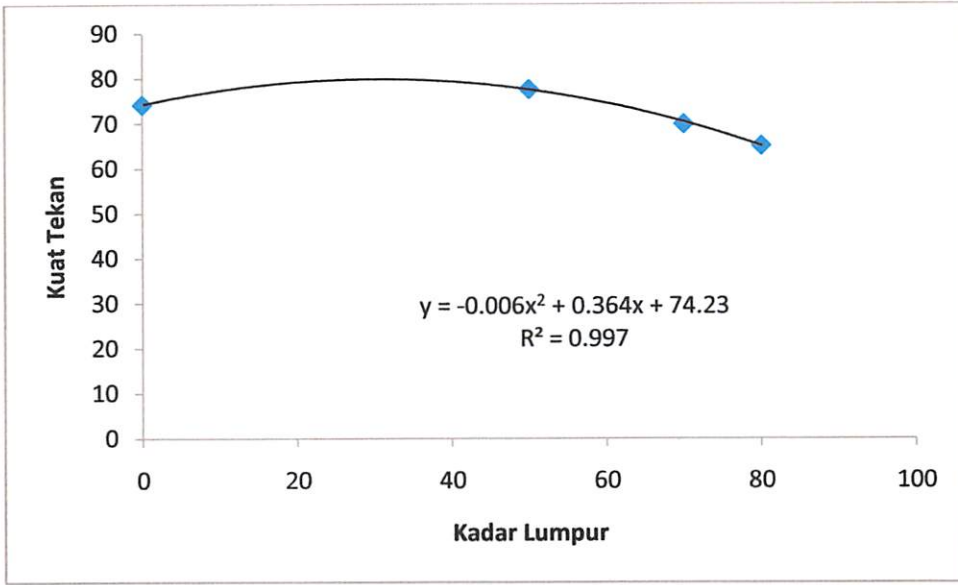
Nilai Karakteristik	Program Microsoft Excel	Metode Statistik
Shrinkage	$\hat{Y} = -0,290X^2 + 36,03X + 104$ $R^2 = 0,997$	$\hat{Y} = -0,290X^2 + 36,03X + 104$ $R^2 = 0,999$
Absorpsi	$Y = -0,00001X^2 + 0,001X + 0,217$ $R^2 = 0,127$	$Y = -0,00001X^2 + 0,001X + 0,217$ $R^2 = 0,127$
Kuat Tekan	$Y = -0,006X^2 + 0,364X + 74,23$ $R^2 = 0,997$	$Y = -0,006X^2 + 0,364X + 74,23$ $R^2 = 0,997$



Grafik 5.4 Grafik Analisis Regresi Kuadrat Shrinkage dengan Kadar Lumpur



Grafik 5.5 Grafik Analisis Regresi Kuadrat Absorpsi dengan Kadar Lumpur



Grafik 5.6 Grafik Analisis Regresi Linier Kuat Tekan dengan Kadar Lumpur

Pada perhitungan regresi kuadrat kurang tepat digunakan pada data absorpsi karena menghasilkan nilai R^2 yang sangat kecil, yaitu 0,127. Sehingga dapat dikatakan bahwa model regresi tersebut kurang baik untuk diinterpretasikan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut akan digunakan regresi kubik dan dengan cara memasukkan data ke dalam grafik dengan bantuan software Microsoft Excel diperoleh persamaan pada data absorpsi sebagai berikut :

$$\hat{Y} = 0,000004X^3 - 0,000X^2 + 0,016X + 0,216$$

5.4 Nilai Optimum

Berdasarkan dari grafik persamaan regresi kuadratik pada data Shrinkage dan Kuat Tekan serta grafik persamaan regresi kubik pada data Absorpsi dengan software Microsoft Excel, maka dapat dicari optimum sebagai berikut :

➤ Absorpsi Optimum

$$\hat{Y} = -0,290X^2 + 36,03X + 104$$

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= (-0,290 (62,14)^2) + (36,03 \times 62,14) + 104 \\ &= 1223,70066\end{aligned}$$

Jadi untuk Shrinkage optimum = 1223,70066

Untuk nilai optimum yang lain dapat dilihat ditabel :

Tabel 5.30 Nilai Optimum Sifat Fisik Tanah

No	Sifat fisik tanah	Nilai Optimum
1	Shrinkage	1223,7006
2	Absorpsi	0,3686
3	Kuat Tekan	79,7507

5.5 Uji Hipotesis

1. Uji Hipotesis Variasi Kadar Lumpur

Untuk mengetahui adanya pengaruh variasi kadar Lumpur terhadap sifat mekanis bata merah, dapat dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan metode statistik Analisa Varian Satu Arah (ANOVA), dan sebagai perbandingan digunakan Program Microsoft Excel XP

A. Uji Hipotesis Untuk Absorpsi

Tabel 5.31 Hasil Pengujian Batubata dengan Variasi Kadar Lumpur

Observasi	0%	50%	70%	80%	Total
1	39,33	1088,76	1161,77	1161,77	3451,63
2	132,86	1215,23	1161,77	1120,06	3629,92
3	100,15	1242,32	1088,76	1120,06	3551,28
4	117,39	1134,33	1139,88	1124,80	3516,41
5	132,86	1302,34	1188,79	1221,53	3845,52
6	78,60	1194,98	1313,76	1220,33	3807,67
7	126,96	1198,82	1171,97	1110,14	3607,89
8	138,86	1198,82	1157,51	1083,14	3578,33
9	17,94	1112,41	1188,31	1126,89	3445,55
10	138,34	1266,48	1109,56	1183,78	3698,14
Total	1023,30	11954,48	11682,07	11472,50	36132,35
Rata-rata	102,33	1195,45	1168,21	1147,25	

Dari tabel di atas kemudian dihitung :

$$\begin{aligned}
 \mathbf{FK} &= \left(\sum_i \sum_j Y_{ij} \right)^2 / \sum_{i=1}^p n \\
 &= 36132,35^2 / 40 \\
 &= 32638658,88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Total}} &= \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \mathbf{FK} \\
 &= (39,33^2 + 132,86^2 + \dots + 1183,78^2) - 68595322,15 \\
 &= 41315719,44 - 32638658,88 \\
 &= 8677060,56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} &= \sum_i \left(\sum_j Y_{ij} \right)^2 / n - \mathbf{FK} \\
 &= (102,33^2 + 11954,48^2 + 1168,21^2 + 1147,25^2) / 10 - 32638658,88 \\
 &= 41204568,02 - 32638658,88 \\
 &= 8565909,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{G.Percobaan}} &= \mathbf{JK}_{\text{Total}} - \mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} \\
 &= 8677060,56 - 8565909,14 \\
 &= 111151,42
 \end{aligned}$$

Setelah nilai – nilai diatas diperoleh maka disusun tabel anova seperti dibawah ini:

Tabel 5.32 ANOVA untuk Shrinkage

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	P-value
Lumpur	3	8565909,14	2855303,05	924,783	0,000
Galat	36	111151,42	3087,54		
Total	39	8677060,56			

Kesimpulan:

Untuk taraf signifikan $\alpha = 0.05$ dengan dk pembilang = 3 dan dk penyebut = 36. maka dari tabel distribusi F (sujana,1996;496) didapat nilai $F_{tabel} = 2,866$

$$F_{hitung} = 924,783 > F_{tabel} = 2,866$$

Karena $F_{hitung} = 924,783$ lebih besar dari $F_{tabel} = 2,866$ maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh penggunaan kadar lumpur terhadap Shrinkage. Karena terdapat perbedaan pengaruh penggunaan kadar lumpur, maka perlu dilakukan uji lanjutan yaitu Uji BNT untuk mengetahui perbedaan setiap kadar lumpur satu dengan kadar lumpur lainnya terhadap Shrinkage.

Uji BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{GalatPerco\ baan}}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 3087,54}{10}} = 24,849$$

$$BNT\ 5\% = SED \times t_{5\%(10)} = 24,849 \times 2,228 = 55,369$$

Tabel 5.33 Uji BNT untuk Shrinkage

Kelompok (Nilai Rata-rata)	0%	80%	70%	50%	notasi
0% (102,329)	-	-	-	-	a
80% (1147,250)	1044,920*	-	-	-	b
70% (1168,207)	1065,207*	20,957	-	-	b
50% (1195,448)	1093,119*	48,199	27,241	-	b

Keterangan : *= Berbeda nyata

Dikatakan berbeda nyata jika selisih rata-rata dua perlakuan lebih besar dari nilai BNT.

Dari tabel di atas, pemberian lumpur Lapindo kadar 0% dengan 50%, 70% dan 80% mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap Shrinkage. Hal ini dapat dilihat dari notasi Uji BNT. Kadar lumpur 0% dinotasikan (a) sedangkan 50%, 70% dan 80% dinotasikan (b).

Untuk hasil dari perhitungan yang lain dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 5.34 ANOVA untuk Absorpsi

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	P-value
Lumpur	3	0,02	0,01	2,882	0,037
Galat	36	0,08	0,00		
Total	39	0,10			

Kesimpulan:

Untuk taraf signifikan $\alpha = 0.05$ dengan dk pembilang = 3 dan dk penyebut = 36. maka dari tabel distribusi F (sujana,1996;496) didapat nilai $F_{tabel} = 2,866$

$$F_{hitung} = 2,882 > F_{tabel} = 2,866$$

Karena $F_{hitung} = 2,882$ lebih besar dari $F_{tabel} = 2,866$ maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh penggunaan kadar lumpur terhadap Absorpsi. Karena terdapat perbedaan pengaruh penggunaan kadar lumpur, maka perlu dilakukan uji lanjutan yaitu Uji BNT untuk mengetahui perbedaan setiap kadar lumpur satu dengan kadar lumpur lainnya terhadap Absorpsi.

Uji BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{GalatPerco\ baan}}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0022}{10}} = 0,021$$

$$BNT\ 5\% = SED \times t_{5\%(10)} = 0,021 \times 2,228 = 0,047$$

Tabel 5.35 Uji BNT untuk Absorpsi

Kelompok (Nilai Rata-rata)	70%	0%	80%	50%	notasi
70% (0,188)	-	-	-	-	a
0% (0,216)	0,028	-	-	-	ab
80% (0,230)	0,042	0,015	-	-	ab
50% (0,248)	0,060*	0,032	0,018	-	b

Keterangan : *= Berbeda nyata

Dikatakan berbeda nyata jika selisih rata-rata dua perlakuan lebih besar dari nilai BNT.

Dari tabel di atas, pemberian lumpur Lapindo kadar 70%, 0% dan 80% mempunyai pengaruh yang sama terhadap Absorpsi. Sedangkan kadar 70% dan 50% berbeda. Kadar 0%, 80% dan 50% mempunyai pengaruh yang sama terhadap Absorpsi. Hal ini dapat dilihat dari notasi Uji BNT. Kadar lumpur 70% dinotasikan (a) sedangkan 0% dan 80% dinotasikan (ab), sedangkan 50% dinotasikan (b).

Tabel 5.36 ANOVA untuk Kuat Tekan

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	P-value
Lumpur	3	891,79	297,26	108,476	0,000
Galat	36	98,65	2,74		
Total	39	990,44			

Kesimpulan:

Untuk taraf signifikan $\alpha = 0.05$ dengan dk pembilang = 4 dan dk penyebut = 45. maka dari tabel distribusi F (sujana,1996;496) didapat nilai $F_{tabel} = 2,866$

$$F_{hitung} = 108,476 > F_{tabel} = 2,866$$

Karena $F_{hitung} = 108,476$ lebih besar dari $F_{tabel} = 2,866$ maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh penggunaan kadar lumpur terhadap kuat tekan. Karena terdapat perbedaan pengaruh penggunaan kadar lumpur, maka perlu dilakukan uji lanjutan yaitu Uji BNT untuk mengetahui perbedaan setiap kadar lumpur satu dengan kadar lumpur lainnya terhadap kuat tekan.

Uji BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{GalatPercobaan}}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,74}{10}} = 0,740$$

$$BNT \ 5\% = SED \times t_{5\%(10)} = 0,740 \times 2,228 = 1,649$$

Tabel 5.37 Uji BNT untuk Kuat Tekan

Kelompok	80%	70%	0%	50%	notasi
80%	-	-	-	-	a
70%	4,837*	-	-	-	b
0%	9,240*	4,403*	-	-	c
50%	12,563*	7,726*	3,323*	-	d

Keterangan : *= Berbeda nyata

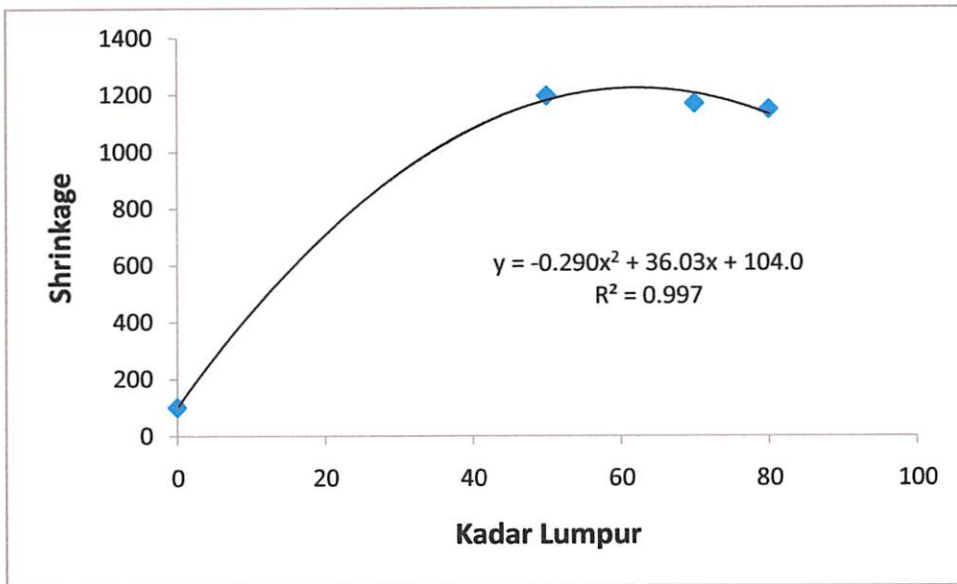
Dari tabel di atas, pemberian lumpur dengan kadar 0%, 50%, 70% dan 80% mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap kuat tekan. Hal ini dapat dilihat dari notasi Uji BNT, di mana masing-masing kelompok mempunyai notasi yang berbeda.

5.6 ANALISA PEMBAHASAN

1. Pengujian Mekanik

Dengan menggunakan persamaan regresi didapatkan nilai shrinkage dan absorpsi:

a. Pengujian Shrinkage



Grafik 5.7 Kadar Lumpur dengan Shrinkage

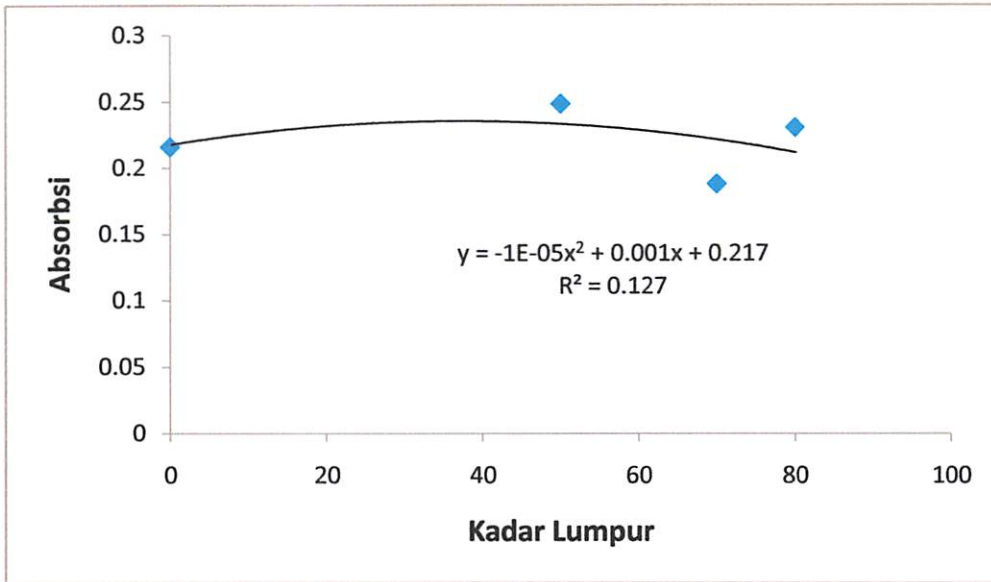
Dari grafik 5.8 di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan dari 0% dan akan mengalami tingkat shrinkage paling optimum pada kadar 62,14% dengan tingkat Shrinkage sebesar 1223,7006. Seiring peningkatan kadar dari titik optimum yaitu 62,14%, Shrinkage akan menurun sampai titik minimum pada tingkat kadar 80% dengan tingkat Shrinkage sebesar 1131,168. Jadi dapat dikatakan bahwa shrinkage menurun seiring dengan penambahan kadar lumpur pada tingkat kadar tertentu. Peningkatan Shrinkage terjadi pada variasi 0% sampai titik optimum 62,14% yakni dari 104 sampai 1223,7006 dengan peningkatan

sebesar 1119,7004, namun pada variasi 62,14% sampai 80% terjadi penurunan dari 1223,7006 menjadi 1131,1686 dengan penurunan sebesar 92,532. Fenomena utama dari lempung adalah bahwa massanya yang telah mengering dari suatu kadar air awal mempunyai kekuatan yang cukup besar. Apabila suatu bongkahan dipecah-pecah menjadi patikel-patikel yang lebih kecil lagi, maka bahan tersebut akan berlaku sebagai bahan yang tidak kohesif. Dalam proses pengeringan tarikan permukaan sudah tentu menarik partikel-partikel kedalam kontak yang maksimum dengan jarak antara partikel yang sangat minimum, sehingga gaya antara patikel akan maksimum. Kerapatan yang lebih tinggi akibat pemampatan, dan jarak antara yang sangat dekat yang menimbulkan pengaruh maksimum dari tarikan gaya antara partikel, akan memberikan kekuatan yang sangat tinggi.

Dari analisa regresi diperoleh persamaan $\hat{Y} = -0,290X^2 + 36,03X + 104$ dan menghasilkan nilai R^2 (koefisien Determinan atau Koefisien Penentu) = 0,997 nilai penyerapan air optimum sebesar 1223,7006. Nilai R^2 sebesar 0,997 menunjukkan bahwa data sangat dekat pada garis regresi.

Demikian juga hasil uji hipotesa penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan kadar lumpur lapindo berpengaruh terhadap nilai Shrinkage. Ini dibuktikan dengan nilai $F_{hitung} = 924,783$ lebih besar dari $F_{tabel} = 2,866$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga perlu dilakukan Uji BNT yang menunjukkan bahwa pemberian lumpur Lapindo kadar 0% dengan 50%, 70% dan 80% mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap Shrinkage.

b. Pengujian Absorpsi



Grafik 5.9 Kadar Lumpur dengan Absorpsi

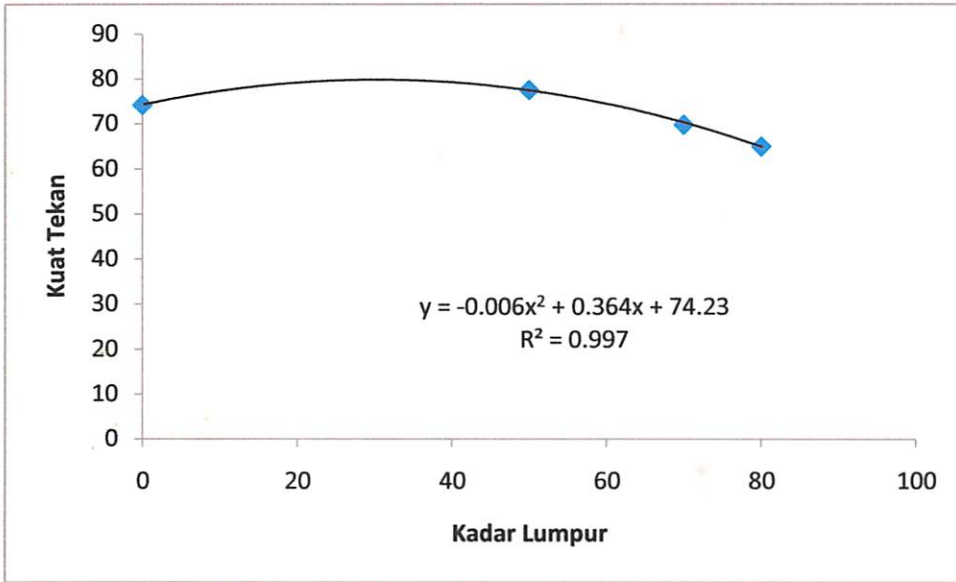
Dari grafik 5.9 di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan dari 0% dan akan mengalami tingkat absorpsi paling optimum pada kadar 39,8% dengan tingkat absorpsi sebesar 0,2386. Seiring peningkatan kadar dari titik optimum yaitu 39,8%, absorpsi akan menurun sampai titik minimum pada tingkat kadar 80% dengan tingkat absorpsi sebesar 0,2187. Peningkatan absorpsi terjadi pada variasi 0% sampai 39,8% yakni dari 0,2260 sampai 0,2386 sebesar 0,0126, namun pada variasi 39,8% sampai 80% terjadi penurunan dari 0,2386 menjadi 0,2187 sebesar 0,0199. Hal ini dikarenakan berdasarkan sifat – sifat umum mineral lempung, partikel lempung hampir selalu terhidrasi yaitu dikelilingi lapisan molekul air yang disebut “air teradsorpsi”. Air ini sering tertarik dengan kuatnya sehingga berperilaku lebih sebagai benda padat daripada benda cair. Lapisan air ini dapat hilang pada temperature yang lebih tinggi dari 40 – 100⁰ C dan akan

mengurangi sifat plastisitas alamiah tanah, sebagian air ini juga dapat hilang cukup dengan pengeringan udara saja.

Dari analisa regresi diperoleh persamaan $\hat{Y} = 0,000004X^3 - 0,000X^2 + 0,016X + 0,216$ dan menghasilkan nilai R^2 (koefisien Determinan atau Koefisien Penentu) = 1 nilai penyerapan air optimum sebesar 0,2386.

Demikian juga hasil uji hipotesa penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan kadar lumpur lapindo berpengaruh terhadap nilai penyerapan air. Ini dibuktikan dengan nilai $F_{hitung} = 2,88$ lebih kecil dari $F_{tabel} = 2,668$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga perlu dilakukan Uji BNT yang menunjukkan bahwa pemberian lumpur Lapindo kadar 70%, 0% dan 80% mempunyai pengaruh yang sama terhadap Absorpsi. Sedangkan kadar 70% dan 50% berbeda. Kadar 0%, 80% dan 50% mempunyai pengaruh yang sama terhadap Absorpsi.

c. Pengujian Kuat Tekan



Grafik 5.9 Kadar Lumpur dengan Kuat Tekan

Dari grafik 5.10 di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan dari 0% dan akan mengalami tingkat kuat tekan paling optimum pada kadar 30,3% dengan tingkat kuat tekan sebesar 79,7507. Seiring peningkatan kadar dari titik optimum yaitu 30,3%, kuat tekan akan menurun sampai titik minimum pada tingkat kadar 80% dengan tingkat kuat tekan sebesar 64,95. Jadi dapat dikatakan bahwa kuat tekan menurun seiring dengan penambahan kadar lumpur pada tingkat kadar tertentu. Peningkatan kuat tekan terjadi pada variasi 0% sampai titik optimum 30,3% yakni dari 74,23 sampai 79,7507, namun pada variasi 30,3% sampai 80% terjadi penurunan dari 79,7507 menjadi 64,95.

Dari analisa regresi diperoleh persamaan $Y = -0,006X^2 + 0,364X + 74,23$ dan menghasilkan nilai R^2 (koefisien Determinan atau Koefisien Penentu) = 0,997, nilai kuat tekan optimum sebesar 79,7507. Nilai R^2 sebesar 0,997 menunjukkan bahwa data 99,7% sangat dekat dengan garis regresi.

Demikian juga dari hasil uji hipotesa penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan kadar lumpur lapindo berpengaruh terhadap kuat tekan. Ini dibuktikan dengan nilai $F_{hitung} = 108,476$ lebih besar dari $F_{tabel} = 2,668$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Dari hasil uji BNT menunjukkan bahwa batubata dengan kadar 0%, 50%, 70% dan 80% mempunyai pengaruh yang berbeda antara satu dengan yang lainnya.

Pada grafik 5.10 kuat tekan yang paling besar terjadi pada kadar 30.3 % hal ini disebabkan karena pada kadar optimum tersebut kandungan senyawa kimia dapat berikatan atau melebur secara optimal dengan bahan susun bata lain.. Sifat unsur *kaolin* pada tiap bahan untuk membuat bata menjadi lebih kuat tekan. Dimensi bata, bata dibuat sesuai dalam peraturan bata merah sebagai bahan bangunan NI-10 dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, berdasarkan tabel 5.9 hasil kuat tekan bata murni memenuhi standar mutu bata tingkat III demikian juga komposisi 50 %, 30%. dan 20% hanya memenuhi standar mutu tingkat III. Secara teori hal ini disebabkan karena proses pengikatan antar bahan penyusun yang belum optimal, kandungan kimia dalam bahan tambahan bata merah dapat mempengaruhi proses terjadinya pengikatan maupun pengerasan. Terjadinya perubahan kuat tekan bata dapat juga terjadi karena bentuk fisik dan tekstur lempung lapindo yang dapat mempengaruhi kualitas bata. Misalkan tekstur lempung dan bahan susun yang halus mempengaruhi titik lebur pada waktu pembakaran. Selain itu proses pembakaran yang dilakukan secara tradisional tidak mencapai suhu optimum yang diharapkan yaitu sekitar $1.200^0 - 1.500^0$ C. Kuat tekan juga dipengaruhi oleh cara pembakaran dan ketebalan batu bata.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian sifat-sifat fisik yang dilakukan lempung biasa yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bangunan yang berupa bata merah merupakan tanah berbutir halus dengan persentase lolos saringan No. 200 (0,075 mm) lebih dari 50% yaitu sebesar 83,008% dan termasuk dalam montmorillonite clay dengan Specific Gravity sebesar 2,348. Sedangkan lempung lapindo yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bahan bangunan bata merah merupakan tanah berbutir halus dengan persentase lolos saringan No. 200 (0,075 mm) lebih dari 50% yaitu sebesar 72,54% dan termasuk dalam montmorillonite clay dengan Specific Gravity sebesar 2,447. Dapat disimpulkan bahwa lempung lapindo dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan bahan bangunan yang berupa bata merah.
2. Pada pengujian shrinkage terdapat perbedaan pengaruh kadar lempung lapindo terhadap shrinkage pada batu bata. Sehingga batu bata dengan menggunakan kadar lempung Lapindo 0% dengan 50%, 70% dan 80% akan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap shrinkage. Dengan menggunakan persamaan regresi kuadratik, didapatkan bahwa shrinkage optimum pada kadar shrinkage 62,14% adalah sebesar sebesar 1223,7006 dan shrinkage minimum pada kadar 0% adalah sebesar sebesar 104. Pada

pengujian penyerapan air (Absorpsi) terdapat perbedaan pengaruh kadar lempung lapindo terhadap absorpsi pada batu bata. Dengan menggunakan persamaan regresi kubik, didapatkan bahwa absorpsi optimum pada kadar 39,8% dengan tingkat absorpsi sebesar 0,2386 dan absorpsi minimum pada kadar 80% dengan tingkat absorpsi sebesar 0,2187. Pada pengujian kuat tekan terdapat perbedaan pengaruh kadar lempung lapindo terhadap kuat tekan pada batu bata. Masing-masing kadar mempunyai pengaruh yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Artinya, kadar 0% akan mempunyai yang berbeda dengan kadar 50%, 70% dan 80% terhadap kuat tekan batu bata. Kadar 50% akan mempunyai yang berbeda dengan kadar 70% dan 80%. Kadar 70% akan mempunyai yang berbeda dengan kadar 80%. Dengan menggunakan persamaan regresi kubik, didapatkan bahwa absorpsi optimum pada kadar 21,8% dengan tingkat absorpsi sebesar 79,7507 dan absorpsi minimum pada kadar 67% dengan tingkat absorpsi sebesar 64,95. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka kualitas bata lempung normal lebih baik kualitasnya dibandingkan dengan bata merah dari lempung lapindo. Berdasarkan hasil kuat tekannya hasil kuat tekan bata murni (0%) memenuhi standar mutu bata tingkat III demikian juga dengan batu bata merah komposisi additif lempung Lapindo 50 %, 30%. dan 20% yang hanya memenuhi standar mutu tingkat III.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan hasil penelitian yang diperoleh, maka diperlukan pula saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, sebagai berikut:

1. Perlunya proses pengolahan maupun pencampuran tanah liat dan lempung Lapindo dengan baik dan benar sehingga akan diperoleh adonan yang homogen dan hasil yang maksimal, serta diperlukan pemisahan antara material kasar tanah dan material halus untuk memperoleh hasil yang lebih baik dengan gradasi yang seragam dari pencampuran keduanya.
2. Proses pembakaran dengan tungku ladang berbahan bakar kayu dan sekam padi menghasilkan suhu yang berubah-ubah dan tidak terkontrol dengan baik. Biasanya batu bata mentah akan matang pada suhu 800°C – 900°C, sehingga perlu dilakukan penelitian metode pembakaran yang lain.
3. Sebaiknya penambahan lempung lapindo dalam pembuatan batu bata merah sebagai bahan campuran menggunakan persentase antara 0% – 50%.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan biaya produksi dan pemasaran apabila akan diproyeksikan sebagai usaha industri.
5. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai lempung lapindo sebagai bahan tambah atau bahan campuran selain batu bata merah, seperti batako, *paving block*, maupun beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*, laboratorium mekanika tanah. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITN, Malang
- Bowles, Joseph E dan Hainim, Johan K, 2001, *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*, Malang
- Eka Leolita Shinta Putri April, 2000, *Pengaruh Penggunaan Kapur dan Limbah Karbit Guna meningkatkan Stabilitas Tanah Ekspansif*, Tugas Akhir, Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
- Mahatmaputra T, Yusak dan Hajar, Yahya Ibrahim, 2002, *Studi Pembuatan Batu Bata dan Paving Stone Dengan Menggunakan Material Tanah Pandaan*, Skripsi/Tugas Akhir, No.1221 SIP., Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Mukono dan Triwulan, 2006, *Bahan Bangunan dari Lumpur Lapindo Aman bagi Kesehatan*. ITS : Surabaya. <http://www.its.ac.id/semuaberita.php>.
- Noerwarsito, Totok, 2006, *Blok Lempung Porits*, Laboratorium Struktur-Arsitektur, Intitut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Romadhona, Yudha, 2007, *Pengaruh Penambahan Abu Insenerator Terhadap Kualitas Batu Bata Merah Dengan Tanah Liat Di Kadupaten Temanggung*, Skripsi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang, Semarang

Silitonga, Magdalena, 2008, *Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun PT Pertamina UP IV Cilacap Jawa Tengah Sebagai Bata Tahan Api (Teknik Solidifikasi)*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Wirayasa, Ngk Made Anom dan Sudarsana I Wayan, 2009, *Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Bata Beton Pejal*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar

Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, 1978, *Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan NI-10*, Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik : Direktorat Jendral Cipta Karya Dan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung

LAMPIRAN:



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

No : 01.02.01/LBK/I/2010

Pekerjaan : Penelitian

Prosedur : YDNI No-10 TAHUN 1978

1. Sringkage Volume (Penyusutan Volume Bata)

Jumlah Sampel	0%	50%	70%	80%
1	39.33	1088.76	1161.77	1161.77
2	132.86	1215.23	1161.77	1120.06
3	100.15	1242.32	1088.76	1120.06
4	117.39	1134.33	1139.88	1124.80
5	132.86	1302.34	1188.79	1221.53
6	78.60	1194.98	1313.76	1220.33
7	126.96	1198.82	1171.97	1110.14
8	138.86	1198.82	1157.51	1083.14
9	17.94	1112.41	1188.31	1126.89
10	138.34	1266.48	1109.56	1183.78
Total	1023.30	11954.48	11682.07	11472.50
Rata-rata	102.33	1195.45	1168.21	1147.25

2. Absorpsi (Penyerapan Air)

Jumlah Sampel	0%	50%	70%	80%
1	0.201	0.244	0.206	0.174
2	0.312	0.256	0.135	0.314
3	0.259	0.242	0.174	0.252
4	0.202	0.246	0.213	0.218
5	0.182	0.257	0.123	0.242
6	0.245	0.248	0.160	0.196
7	0.227	0.261	0.132	0.167
8	0.189	0.249	0.315	0.180
9	0.150	0.236	0.248	0.335
10	0.194	0.244	0.174	0.227
Total	2.160	2.484	1.880	2.305
Rata-rata	0.216	0.248	0.188	0.230



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

No : 01.02.01/LBK/I/2010
Pekerjaan : Penelitian
Prosedur : YDNI No-10 TAHUN 1978

3. Kuat Tekan (*Compressive Strenght*)

Observasi	0%	50%	70%	80%
1	75.86	80.08	71.51	67.30
2	76.18	74.03	70.71	64.08
3	74.02	78.87	71.80	64.69
4	71.96	74.10	68.68	64.31
5	72.55	80.26	70.73	63.96
6	74.60	77.67	70.28	67.20
7	73.28	79.10	70.45	64.73
8	74.35	76.86	68.02	64.91
9	73.76	76.55	66.73	64.51
10	75.65	77.92	69.28	64.12
Total	742.21	775.44	698.18	649.81
Rata-rata	74.22	77.54	69.82	64.98



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

4. Pandangan Luar

1. Bata Lapindo (Komposisi)

A. Bentuknya :

- Kerataan bidangnya dari 10 benda uji 7 diantaranya memiliki kerataan bidang yang baik.
- Keretakan bidangnya dari 10 benda uji 4 diantaranya memiliki keretakan yang halus.
- Ketajaman rusuk dan siku-sikunya dari 10 benda uji 5 memiliki siku yang tak tajam (tak siku).

B. Warnanya :

Warnanya tampak dari luar berwarna merah tua, sedangkan pada penampangnya (potongan memanjang) berwarna hitam dan mengandung butiran – butiran kasar.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

C. Ukuran Dimensinya :

1. Bata merah dengan Komposisi 80% lempung lapindo dan 20% lempung normal

No	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat	Penyimpangan Panjang	Penyimpangan Lebar	Penyimpangan Tinggi
1	23.7	11.4	4.3	1162	1.835	0.711	0.456	0.215
2	23.6	11.3	4.2	1120	1.775	0.708	0.452	0.21
3	23.6	11.3	4.2	1120	1.75	0.708	0.452	0.21
4	23.7	11.3	4.6	1232	0.85	0.711	0.452	0.23
5	23.5	11.4	4.5	1206	1.775	0.705	0.456	0.225
6	23.9	11.1	4.6	1220	1.72	0.717	0.444	0.23
7	23.6	11.2	4.2	1110	1.78	0.708	0.448	0.21
8	23.8	11.1	4.1	1083	1.825	0.714	0.444	0.205
9	23.9	11.5	4.1	1127	1.75	0.717	0.46	0.205
10	23.6	11.4	4.4	1184	1.775	0.708	0.456	0.22

2. Bata merah dengan Komposisi 70% lempung lapindo dan 30% lempung normal

No	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat	Penyimpangan Panjang	Penyimpangan Lebar	Penyimpangan Tinggi
1	23.7	11.4	4.3	1161.774	1.775	0.711	0.456	0.215
2	23.7	11.4	4.3	1161.774	1.75	0.711	0.456	0.215
3	23.5	11.3	4.1	1088.755	1.825	0.705	0.452	0.205
4	23.6	11.5	4.2	1139.88	1.725	0.708	0.46	0.21
5	23.7	11.4	4.4	1188.792	1.75	0.711	0.456	0.22
6	23.8	11.5	4.8	1313.76	1.695	0.714	0.46	0.24
7	23.7	11.5	4.3	1171.965	1.67	0.711	0.46	0.215
8	23.7	11.1	4.4	1157.508	1.72	0.711	0.444	0.22
9	23.9	11.3	4.4	1188.308	1.62	0.717	0.452	0.22
10	23.8	11.1	4.2	1109.556	1.75	0.714	0.444	0.21



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

3. Bata merah dengan Komposisi 50% lempung lapindo dan 50% lempung normal

No	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat	Penyimpangan Panjang	Penyimpangan Lebar	Penyimpangan Tinggi
1	23.5	11.3	4.1	1088.755	1.77	0.705	0.452	0.205
2	23.8	11.1	4.6	1215.228	1.845	0.714	0.444	0.23
3	23.9	11.3	4.6	1242.322	1.635	0.717	0.452	0.23
4	23.9	11.4	4.2	1144.332	1.89	0.717	0.456	0.21
5	23.8	11.4	4.8	1302.336	1.665	0.714	0.456	0.24
6	23.5	11.3	4.5	1194.975	1.75	0.705	0.452	0.225
7	23.9	11.4	4.4	1198.824	1.74	0.717	0.456	0.22
8	23.9	11.4	4.4	1198.824	1.775	0.717	0.456	0.22
9	23.8	11.4	4.1	1112.412	1.72	0.714	0.456	0.205
10	23.7	11.5	4.5	1226.475	1.735	0.711	0.46	0.225

2. Bata Asli

A. Bentuknya :

- Kerataan bidangnya dari 10 benda uji semuanya memiliki kerataan bidang yang baik.
- Keretakan bidangnya dari 10 benda uji 2 diantaranya memiliki keretakan yang halus.
- Ketajaman rusuk dan siku-sikunya dari 10 benda uji 1 memiliki siku yang tak tajam (tak siku).



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

B. Warnanya :

Warnanya tampak dari luar berwarna merah tua, sedangkan pada penampangnya (potongan memanjang) tetap berwarna merah tua yang merata dan tak mengandung butiran – butiran kasar.

C. Ukuran Dimensinya :

No	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat	Penyimpangan Panjang	Penyimpangan Lebar	Penyimpangan Tinggi
1	23.8	11.5	5.1	1395.87	1.745	0.714	0.46	0.255
2	23.8	11.4	4.8	1302.336	1.685	0.714	0.456	0.24
3	23.9	11.4	4.9	1335.054	1.74	0.717	0.456	0.245
4	23.8	11.3	4.9	1317.806	1.81	0.714	0.452	0.245
5	23.8	11.4	4.8	1302.336	1.76	0.714	0.456	0.24
6	23.8	11.4	5	1356.6	1.755	0.714	0.456	0.25
7	23.7	11.5	4.8	1308.24	1.76	0.711	0.46	0.24
8	23.9	11.3	4.8	1296.336	1.795	0.717	0.452	0.24
9	23.7	11.5	5.2	1417.26	1.852	0.711	0.46	0.26
10	23.7	11.4	4.8	1296.864	1.73	0.711	0.456	0.24

LAMPIRAN

1. FOTO DOKUMENTASI



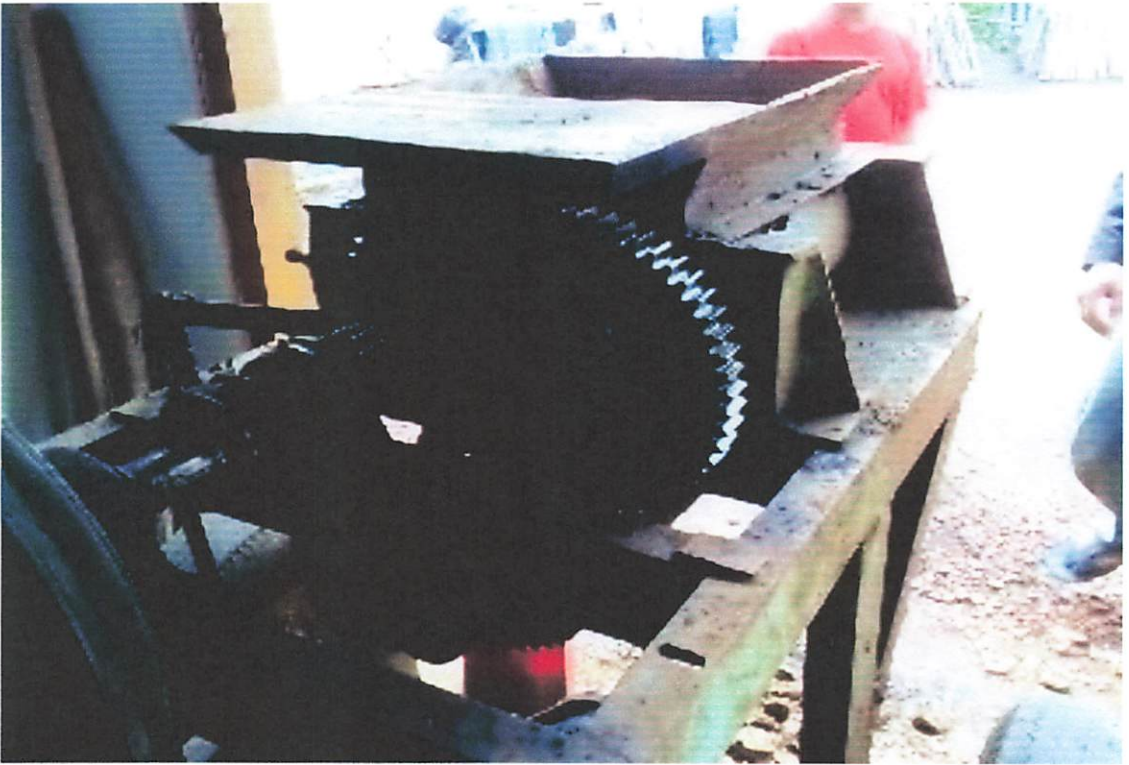
Bata Lapindo



Pengeringan dengan cara diteduhkan



Proses pencetakan bata merah



Mesin penggiling lempung



Sampel bata merah tampak samping



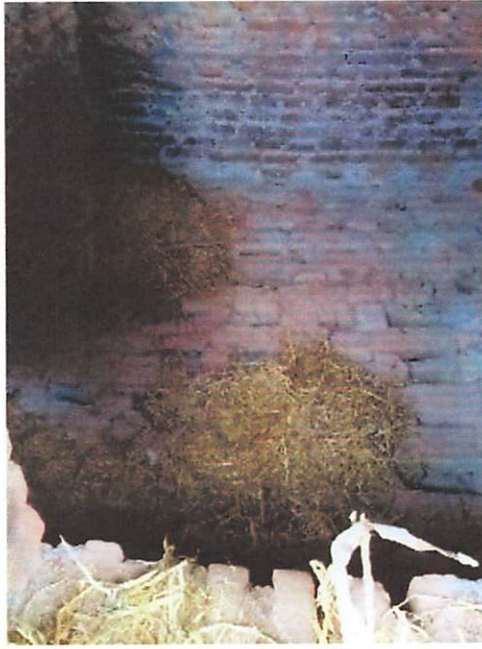
Retakan yang terjadi setelah bata merah selesai dicetak



Bata merah Komposisi setelah kering tampak samping



Bata merah Komposisi setelah kering tampak atas



Ruang pembakaran bata merah yang digunakan



Tempat pembakaran bata merah yang digunakan



Lempung Lapindo yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bata merah



Lempung biasa yang digunakan sebagai pembanding dalam pembuatan batu bata merah



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN -056/I.TA/1/2009
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

08 Desember 2009

Kepada Yth : **Bapak. Ir. Eding Iskak Imananto, MT.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudarawi atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Wahyu A.*
NIM : *02.21.035.*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)


Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
“ *Studi penelitian perbandingan sifat fisik lempung Lapindo dengan lempung normal sebagai bahan bangunan (Bata)* “.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : 08-12-2009 /d/ 08-06-2010. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan


Ir. Hari Winantyo, MS
NIP. 131 681 501

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN -056/I.TA/1/2009
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

08 Desember 2009

Kepada Yth : **Bapak. Ir. Togi H. Nainggolan, MS.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

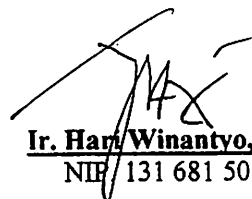
Nama : *Wahyu A.*
NIM : *02.21.035.*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
" *Studi penelitian perbandingan sifat fisik lempung Lapindo dengan lempung normal sebagai bahan bangunan (Bata)* ".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.
Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : ----- ⁵/₄ -----, Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan


Ir. Hari Winantyo, MS
NID/ 131 681 501

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG penelitian

Nama : Wahyu A

NIM : 02 21 035

Hari / tanggal : Jum'at / 19 Juli 2009

Perbaiki materi Proposal Skripsi meliputi :

1. latar belakang dikembangkan
2. Sampai keuti Standard minimal
3. lempang Normal, batu, buntus (SMI).

Perbaikan Proposal Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar Proposal Skripsi dilaksanakan

Proposal telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20 Juli 2009

Dosen Pembahas

[Signature]
Toni

Malang, 19 Juli 2009

Dosen Pembahas

[Signature]
Toni Han



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama : _____

NIM : 02.21.035

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaiki materi Proposal Skripsi meliputi :

peregas : jumlah sampel & tipe? lokasi pengambilan

⊕kan data sekunder (data tanah → leimic).

Perbaikan Proposal Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar Proposal Skripsi dilaksanakan

Proposal telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 29 - 06 - 2009

Dosen Pembahas

Malang, 19 - 06 - 2009

Dosen Pembahas



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S - 1

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : WAHYU ANGGIYANTO
 NIM : 02.21.035
 TUGAS : BIMBINGAN SKRIPSI
 PEMBIMBING : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

No	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
1	$\frac{15}{12}$ '09	<p>Bab I. cek & sebarikan dg. uji χ^2. sudah dirahkan</p> <p>Bab II. Rekomendasi penelitian terdahulu \oplus</p> <p>Bab III. teori hipotesis \oplus</p> <p style="text-align: right;">distribusi normal t F χ^2</p>	
2	$\frac{11}{07}$ '10	<p>Bab I \rightarrow ok</p> <p>Bab II \rightarrow ok</p> <p>Bab III - teori hipotesis χ^2 dipakai?</p>	
3	$\frac{23}{02}$ '10	<p>Bab IV</p> <p>data : Gs \rightarrow faktor lokasi suhu.</p> <p>prosedur 1x saja, tidak diulang.</p> <p>prediksi SL \rightarrow gunakan bagan plastisitas uses</p>	



JURUSAN TEKNIK SIPIL S - 1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : WAHYU ANGGIYANTO
NIM : 02.21.035
PEMBIMBING : Ir. Eding Iskak Imananto, MT
JUDUL : STUDI PENELITIAN PERBANDINGAN SIFAT FISIK
LEMPUNG LAPINDO DENGAN LEMPUK NORMAL
SEBAGAI BAHAN BANGUNAN (Bata Merah)

No	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
4	08/03 '10	Batas susut (SL) → cek PE vs LL. dapat $SL < PL$ Carijikan	ap
5		- Batasan interval data (Bab IV) - lanjutan pembahasan	of. T.
6		- Pembahasan cek fenomena & regrebring	T.
7	06/08 '10	- pembahasan ole. cek no. gp. grafik. buat kesimpulan sesuai Rumusan Masalah Saran ? Siapkan Y. seminar hasil & ujian skripsi	Mardah T.



JURUSAN TEKNIK SIPIL S - 1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : WAHYU ANGGIYANTO
NIM : 02.21.035
PEMBIMBING : Ir. Togi H. Nainggolan, MT.
JUDUL : STUDI PENELITIAN PERBANDINGAN SIFAT FISIK
LEMPUNG LAPINDO DENGAN LEMPUNG NORMAL
SEBAGAI BAHAN BANGUNAN (BATA MERAH)

No	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
	26-10 7	→ Cetak kecutan → Kulus kecut di perlihatkan gambar & gambar grafik kecut dan kaitan of Teori vs fakta lab. → kesimpulan - sama (R. Meleleh)	
	9 8 - 10	- perubahan → kesimpulan → bila sudah Ace	



JURUSAN TEKNIK SIPIL S - 1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Malang 65145

--	--	--	--



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km 2
 Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : WAHYU ANGGIYANTO

NIM : 02.21.035

Hari / tanggal : SABTU / 14 AGUSTUS 2010

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- ① Daftar pustaka.
- ② ~~#~~ Data - data lab spt Triaxial ~~2~~ (grafik table) terdapat di lampiran
- ③ Grafik - grafik diperjelas!
- ④ Cara penulisan keutipan dll → hal 8
- ⑤ lainnya menyusul saat-asistansi:

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
 Dosen Pembahas

Malang, 14 - 08 2010
 Dosen Pembahas

(_____) 



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : WAHYU ANGGIYANTO
 NIM : 02.21.035
 Hari / tanggal : SABTU / 14 AGUSTUS 2010

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Handwritten: 19/8/10

Handwritten signature: [Signature]

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
 Dosen Pembahas

Malang, _____ 2010
 Dosen Pembahas

(_____)

(*[Handwritten Signature]*)



FORM REVISI / PERBAIKAN
 BIDANG Penelitian

Nama : Wahyu Anggiano
 NIM : 02.21.035
 Hari / tanggal : Senin 123-08-2010

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

Revisi dari apa yg ada di dalam buku skripsi
 sudah, perbaiki! perbaiki coretan saya!

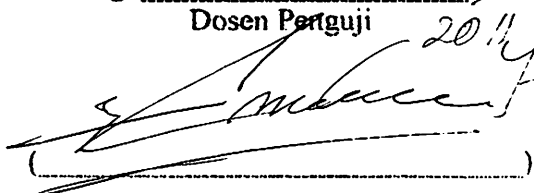
Aristensi lagi, kerjakan yg lama dibawa!



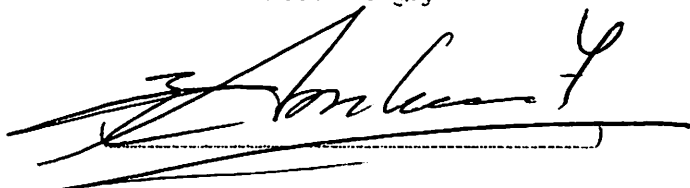
Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 23-02-2010
 Dosen Penguji



Malang, 23-05-2010
 Dosen Penguji





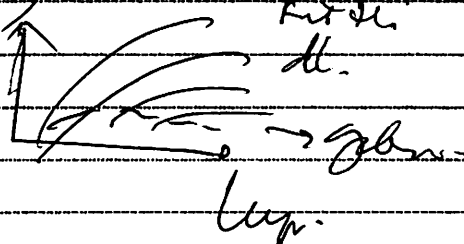
FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : _____

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- Bab I, Diletak ≠ Hm?
- belakan Lempa & Fleksi Jendel.
(Lamp) & telak (day)
- bent grafis & gambar  ^{kurva} _{ll.}

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

Kustan

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

Kustan