ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - PS 1380

KETAHANAN BETON KUAT TEKAN TINGGI DENGAN KANDUNGAN FLY ASH KELAS C TERHADAP ABRASI DAN TUMBUKAN

ANNISA MAULINA MAGENDA
NRP 3104 100 121

Dosen Pembimbing :
Ir. Mudji Irmawan, MS

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

FINAL PROJECT - PS 1380

ABRASION AND IMPACT RESISTANCE OF HIGH STRENGTH CONCRETE CONTAINING CLASS C FLY ASH

ANNISA MAULINA MAGENDA
NRP 3104 100 121

Promotor :
Ir. Mudji Irmawan, MS

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

KETAHANAN BETON KUAT TEKAN TINGGI DENGAN KANDUNGAN FLY ASH KELAS C TERHADAP ABRASI DAN TUMBUKAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
ANNISA MAULINA MAGENDA
NRP. 3104 100 121

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Mudji Irmawan, MS.

SURABAYA
Agustus, 2008

KETAHANAN BETON KUAT TEKAN TINGGI DENGAN KANDUNGAN FLY ASH KELAS C TERHADAP ABRASI DAN TUMBUKAN

Nama Mahasiswa	: Annisa Maulina Magenda
NRP	: 3104 100 121
Jurusan	: Teknik Sipil FTSP – ITS
Dosen Pembimbing	: Ir. Mudji Irmawan, MS

Abstrak

Penggunaan beton untuk perkerasan selalu rentan terhadap kerusakan baik yang berasal dari dalam maupun dari luar. Kerusakan yang lebih sering terjadi adalah keausan permukaan perkerasan yang diakibatkan oleh gesekan roda kendaraan pada perkerasan jalan raya (rigid pavements) dan alat-alat berat pada lapangan penumpukan (container yard). Selain itu, juga terjadi kerusakan akibat gaya-gaya vertikal yang bekerja pada permukaan beton yang disebabkan terjadinya tumbukan antara permukaan beton dengan bagian kendaraan, misalnya pergerakan kaki crane, serta akibat barang yang terjatuh di lapangan penumpukan.

Resistansi beton terhadap abrasi dan tumbukan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu mutu beton, komposisi agregat, dan proses pembuatan beton. Dalam pembuatan beton yang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap abrasi diperlukan material yang cukup keras pada lapisan permukaannya, juga pasta yang memiliki porositas rendah dengan kekuatan tinggi. Dari beberapa studi yang ada, didapatkan bahwa fly ash merupakan material yang dapat menyebabkan beton memiliki porositas rendah.

Penelitian ini menganalisa tingkat abrasi beton yang menggunakan fly ash tipe C dengan mencari hubungan kuat tekan, tingkat abrasi dan tumbukan, serta densitas dengan berbagai variasi mutu dan kandungan fly ash. Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah fly ash tipe C dari pembangkit listrik PT Jawa Power di Paiton. Kuat tekan beton yang digunakan adalah 45 MPa dan 50 MPa sesuai dengan kuat tekan minimum beton untuk lantai kendaraan maupun lapangan penumpukan (container yard) yaitu sebesar 40 MPa. Perbandingan penggantian semen dengan fly ash dimulai dari 0%, 15%, 30%, 40%, dan 50%. Untuk pengujian beton akan dilakukan pada umur beton dari mulai hari ke-14, hari ke-21, dan hari ke-28. Selanjutnya metode mix design ditetapkan menggunakan metode ACI.

Dari hasil penelitian berdasarkan tingkat abrasi dan tumbukan terkecil, dapat disimpulkan bahwa batas penggantian semen dengan fly ash adalah sebesar 30%. Namun, bila persentase penggantian semen dengan fly ash ditingkatkan, akan menurunkan ketahanan abrasi maupun tumbukan beton. Selain itu ketahanan abrasi dan tumbukan berbanding lurus dengan densitas beton. Faktor distribusi agregat dan kuat tekan juga turut mendukung ketahanan abrasi dan tumbukan beton.

Kata Kunci : keausan, rigid pavements, container yard, abrasi, tumbukan, fly ash kelas C, kuat tekan, rasio air-semen, mix design, penggantian semen dengan fly asd, distribusi agregat, densitas

ABRASION AND IMPACT RESISTANCE OF HIGH STRENGTH CONCRETE CONTAINING CLASS C FLY ASH

Name of Student	: Annisa Maulina Magenda
NRP	: 3104 100 121
Department	: Teknik Sipil FTSP – ITS
Promotor	: Ir. Mudji Irmawan, MS

Abstract

The utilization of concrete for pavements is always vulnerable from damage whether it is caused by internal or external factor. The most common damage occurred is abrasion on the pavement's surface caused by friction between the rigid pavement and vehicle tires and heavy equipment at container yard. Beside that, damage is also caused by vertical loads which occurred at the surface as the result of impact load from crane stagger movement or fallen freight at container yard.

Concrete resistant against abrasion and impact is depend on some factor such as strength, composition of aggregates, and mixing process. On the mixing process of high abrasion resistant concrete, hard material and also a low porosity mortar with high strength are needed. From the recent research, concluded that fly ash can be used to make a low porosity concrete.

The purpose of this research is to analyze the abrasion and impact level of concrete containing class C fly ash by connecting the relation between compresive strength, abrasion and impact level, and density of sample from some variation of compressive strength and fly ash content. Fly ash used on this research is type C fly ash from power plant owned by PT Jawa Power at Paiton. The concrete strength used is 45 MPa and 50 Mpa based on the minimum strength required for rigid pavements or container yard of 40 MPa. The cement to fly ash replacement

started from 0%,15%,30%,40% and 50 %. And the compressive strength test of the samples is conducted at the age of 14th days, 21st days and 28th days. Hence the mix design method is using ACI method.

Based on the abrasion resistant and lowest impact result, can be concluded that the maximum limit of cement to fly ash replacement is about 30%. If the replacement percentage is increased higher than 30%, the abrasion resistance and impact resistance of concrete will be decreased. Hence, the abrasion resistance and impact resistance of concrete is linearly equal to the concrete density. Aggregate distribution and compressive strength factor of concrete are also affecting the abrasion resistance and impact resistance of concrete.

Keywords: abrasion resistance, impact resistance, rigid pavements, container yard, class c fly ash, compressive strength, water-cement ratio, mix design, replacements, aggregate distribution, density

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan berkat rahmat, hidayah dan inayah-Nya akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW. Tugas akhir ini adalah sebagai persyaratan kurikulum yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Teknik Sipil FTSP – ITS untuk menyelesaikan masa studi tingkat sarjananya (S1).

Untuk memenuhi tujuan diatas maka penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"KETAHANAN BETON KUAT TEKAN TINGGI DENGAN KANDUNGAN FLY ASH KELAS C TERHADAP ABRASI DAN TUMBUKAN"**.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu sangat diharapkan kritik atau saran yang bersifat membangun demi semakin sempurnanya Tugas Akhir ini. Tak lupa juga pada kesempatan kali ini, saya sebagai penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Mudji Irmawan, MS. Selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan membagi keahliannya sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan semaksimal mungkin.
2. Bapak Ir. Udman Hanifah, Dipl.HE, selaku Dosen Wali yang telah membimbing penulis selama menempuh masa studi di Teknik Sipil ITS.
3. Bapak Ir. Aman Subakti, MS, Ibu Prof.Dr.Ir. Triwulan, dan Ibu Januarti Jaya E.P, ST. MT yang telah berkenan

membagi keahliannya sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan semaksimal mungkin.

4. PT Varia Usaha Beton yang telah memberikan bantuan dana dan material.
5. Pak Hardjo, mas Basar, dan seluruh crew Laboratorium Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan (LB3) yang telah berbaik hati membantu praktikum dan mengumpulkan data.
6. Pak Heri dan seluruh crew Laboratorium Mekanika Tanah yang telah berbaik hati membantu penyediaan alat praktikum.
7. Keluarga tercinta, papa, mama, abang, dan dedek yang senantiasa memberikan doa dan dukungan penuh atas semua langkah – langkah yang kuambil, serta mas dion yang senantiasa memberikan dukungan dan membantu penyusunan tugas akhir ini sampai dengan selesai.
8. Semua teman – temanku, Mas Andreas, Retno, Hamka, Andi Yulius, Arie, dan semua S47.

Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua umat manusia.

Surabaya, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
ABSTRAK v
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xxi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Permasalahan 4
1.3. Batasan Masalah 5
1.4. Tujuan Penelitian 6
1.5. Manfaat Penelitian 7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1. Beton 9
2.2. Semen 11
2.3. Agregat 13
2.3.1. Persyaratan Agregat 13
2.4. Air 15
2.5. Fly Ash 16
2.6. Mix Desain Campuran Semen Portland dengan Fly Ash 20
2.7. Abrasi 21
2.8. Penelitian yang Telah Dilakukan 23
2.9. Ketahanan terhadap Tumbukan (Impact Theory) 29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN **33**
3.1. Prosedur Mix Desain 36
3.2. Analisa Material 40
3.2.1. Semen 40
3.2.2. Fly Ash 40
3.2.3. Agregat Halus 40
3.2.3.1 Analisa Ayakan 41
3.2.3.2 Analisa Berat Jenis Pasir 44
3.2.3.3 Analisa Air Resapan 46
3.2.3.4 Analisa Berat Volume 46
3.2.4. Agregat Kasar 47
3.2.4.1 Analisa Ayakan 48
3.2.4.2 Analisa Berat Jenis Batu Pecah 52
3.2.4.3 Analisa Air Resapan 53
3.2.4.4 Analisa Berat Volume 53
3.2.4.5 Analisa Keausan Agregat Kasar 55
3.2.5. Pengujian Beton 57
3.2.5.1 Kuat Tekan 57
3.2.5.2 Abrasi 58
3.2.5.3 Tumbukan (*Drop Weight Test*) 59

BAB IV DATA DAN ANALISA DATA HASIL LABORATORIUM **61**
4.1. Umum 61
4.2. Penyelidikan Bahan Pasir 62
4.2.1. Kelembaban Pasir (ASTM C566-89) 62
4.2.2. Berat Jenis Pasir (ASTM C128-93) 63
4.2.3. Air Resapan Pasir (ASTM C128-93) 63
4.2.4. Berat Volume Pasir (ASTM C29M-91) 65

4.3. Penyelidikan Bahan Batu Pecah 66
4.3.1. Kelembaban Batu Pecah (ASTM C556-89) 66
4.3.2. Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C127-88) 67
4.3.3. Air Resapan Batu Pecah (ASTM C127-88) 67
4.3.4. Keausan Agregat Kasar (ASTM C131-89) 68
4.3.5. Berat Volume Batu Pecah (ASTM C29M-91a) 69
4.4. Analisa Campuran Agregat 70
4.4.1. Data Asli Hasil Praktikum 70
4.4.2. Data Hasil Modifikasi 72
4.5. Data Hasil Analisa Ayakan Agregat Kasar 75
4.5.1. Data Asli Hasil Praktikum 75
4.6. Data Hasil Analisa Ayakan Campuran 77
4.7. Mix Desain 80
4.7.1. Dengan Bantuan Program 80
4.7.2. Rekap Perhitungan Kebutuhan Material 85
4.8. Tes Tekan Beton 86
4.9.Tes Abrasi Beton 87
4.9.1. Pengaruh Peningkatan Umur terhadap Kehilangan Berat dan Pembebanan 92
4.9.1.1. Tes Abrasi Beton f'c 45 MPa Tanpa FA.. 92
4.9.1.2. Tes Abrasi Beton f'c 45 MPa 15% FA 94
4.9.1.3. Tes Abrasi Beton f'c 45 MPa 30% FA 97
4.9.1.4. Tes Abrasi Beton f'c 45 MPa 40% FA 100
4.9.1.5. Tes Abrasi Beton f'c 45 MPa 50% FA 102
4.9.1.6. Tes Abrasi Beton f'c 50 MPa Tanpa FA.. 105
4.9.1.7. Tes Abrasi Beton f'c 50 MPa 15% FA 107
4.9.1.8. Tes Abrasi Beton f'c 50 MPa 30% FA 109
4.9.1.9. Tes Abrasi Beton f'c 50 MPa 40% FA 111
4.9.1.10. Tes Abrasi Beton f'c 45 MPa 50% FA .. 113
4.9.2. Pengaruh Peningkatan Penggunaan Variasi FA Terhadap Kehilangan Berat 115

4.9.2.1. Tes Abrasi Beton Pada Hari Ke-14 115
4.9.2.2. Tes Abrasi Beton Pada Hari Ke-21 116
4.9.2.3. Tes Abrasi Beton Pada Hari Ke-28 117
4.9.2.4. Tes Abrasi f'c 45 MPa Beban Tunggal 118
4.9.2.5. Tes Abrasi f'c 45 MPa Beban Ganda 120
4.9.2.6. Tes Abrasi f'c 50 MPa Beban Tunggal 121
4.9.2.7. Tes Abrasi f'c 50 MPa Beban Ganda 123
4.10. Tes Tumbukan Beton 125
4.10.1. Pengaruh Peningkatan Umur terhadap Besar Desakan dan Gaya yang Terjadi 126
4.10.1. Tes Tumbukan Benda Uji f'c 45 MPa 126
4.10.2. Tes Tumbukan Benda Uji f'c 50 MPa 129
4.10.2. Pengaruh Penggunaan Variasi FA Terhadap Besar desakan 132
4.11. Pengaruh Densitas Terhadap Abrasi dan Tumbukan 136

BAB V PENUTUP 139
5.1. Kesimpulan 139
5.2. Saran 150

DAFTAR ACUAN 151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Fly Ash	16
Gambar 2.2.	Fly Ash	16
Gambar 2.3.	Mekanisme Uji *Drop Weight Test*	30
Gambar 2.4.	Kondisi Permukaan Benda Uji Akibat Uji Tumbukan	31
Gambar 3.1.	Skema Pembuatan Benda Uji	33
Gambar 3.2.	Skema Pembuatan Benda Uji (lanjutan)	34
Gambar 3.2.	Tampilan Hasil akhir dari Software Mix Desain Beton	36
Gambar 3.3.	Tampilan Software untuk menentukan Nilai Slump Maksimum dan Minimum	36
Gambar 3.4.	Tampilan Software untuk Menentukan Ukuran Diameter Maks. Agregat Kasar	37
Gambar 3.5.	Tampilan Software untuk menentukan Kadar Air yang Diperlukan	37
Gambar 3.6.	Tampilan Software untuk menentukan w/c	38
Gambar 3.7.	Tampilan Software untuk Menentukan Jumlah Agregat Kasar yang Diperlukan untuk tiap m3 beton	38
Gambar 3.8.	Tampilan Software untuk menentukan Jumlah Agregat Halus yang diperlukan untuk tiap m^3 beton	38
Gambar 3.9.	Tampilan Software untuk Menghitung Pengaruh Kelembapan dan Air Resapan Agregat	39
Gambar 3.10.	Tampilan Software hasil Perhitungan Kebutuhan Material	40
Gambar 3.11.	Timbangan Analitis 2600 gram	41

Gambar 3.12. Alat Penggetar Listrik 41
Gambar 3.13. Satu Set Ayakan 42
Gambar 3.14. Data Analisa Ayakan pasir 43
Gambar 3.15. Data Analisa Ayakan Batu Pecah 50
Gambar 3.16. Data Analisa Ayakan Campuran 51
Gambar 3.17. Alat Uji Abrasi Berdasar ASTM C944-99 58
Gambar 3.18. Pengujian Tumbukan dengan *Drop Weight Test* 60
Gambar 4.1. Pasir Dipanaskan Dalam Oven 62
Gambar 4.2. Pasir Direndam untuk Kondisi SSD 64
Gambar 4.3.(a) Pasir Belum SSD 64
Gambar 4.3.(b) Pasir Sudah SSD 64
Gambar 4.4. Batu Pecah yang Digunakan 66
Gambar 4.5. Grafik Lengkung Ayakan Pasir 71
Gambar 4.6. Grafik Lengkung Ayakan Pasir pada Zone 2. 71
Gambar 4.7. Grafik Lengkung Ayakan Pasir pada Zone 2 72
Gambar 4.8. Grafik Lengkung Ayakan Pasir Setelah Dimodifikasi 73
Gambar 4.9. Grafik Lengkung Ayakan Pasir pada Zone 2 Setelah Dimodifikasi 74
Gambar 4.10. Grafik Lengkung Ayakan Batu Pecah 75
Gambar 4.11. Grafik Lengkung Ayakan Batu pecah Kategori ¾ in. to 3/16 in 76
Gambar 4.12. Grafik Lengkung Ayakan Campuran 79
Gambar 4.13. Tampilan Sofware untuk Menentukan Besar Slump 80
Gambar 4.14. Tampilan Software untuk Menentukan Ukuran Agregat maksimum 80
Gambar 4.15. Tampilan Software untuk Menentukan Banyaknya Air yang Digunakan 81

Gambar 4.16. Tampilan Software untuk menentukan w/c... 81
Gambar 4.17. Tampilan Software untuk Menentukan Jumlah Agregat Kasar yang Diperlukan untuk tiap m3 beton..... 82
Gambar 4.18. Tampilan Software untuk menentukan Jumlah Agregat Halus yang diperlukan untuk tiap m^3 beton 82
Gambar 4.19. Tampilan Software untuk Menghitung Pengaruh Kelembapan dan Air Resapan Agregat..... 83
Gambar 4.20. Tampilan Software hasil Perhitungan Kebutuhan Material..... 83
Gambar 4.21 Tampilan Hasil Perhitungan Kebutuhan Material 84
Gambar 4.22. Pengujian Abrasi dengan Beban Tunggal..... 87
Gambar 4.23. Pemasangan Benda Uji pada Alat Abrasi 88
Gambar 4.24. Benda Uji Sebelum Uji Abrasi..... 89
Gambar 4.25. Benda Uji Setelah Uji Abrasi..... 90
Gambar 4.26. Benda Uji Ditimbang Sebelum Diuji Abrasi. 90
Gambar 4.27. Benda Uji Ditimbang Setelah Diuji Abrasi .. 91
Gambar 4.28. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Tanpa FA dengan Beban Tunggal..... 92
Gambar 4.29. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Tanpa FA dengan Beban Ganda 93
Gambar 4.30. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 15% FA dengan Beban Tunggal..... 94
Gambar 4.31. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 15% FA dengan Beban Ganda..... 95
Gambar 4.32. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 30% FA dengan Beban Tunggal..... 97

Gambar 4.33. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45MPa Dengan 30% FA dengan Beban Ganda..... 98
Gambar 4.34 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 40% FA dengan Beban Tunggal..... 100
Gambar 4.35 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 40% FA dengan Beban Ganda..... 101
Gambar 4.36 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 50% FA dengan Beban Tunggal..... 102
Gambar 4.37 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 45 MPa Dengan 50% FA dengan Beban Ganda..... 103
Gambar 4.38. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Tanpa FA dengan Beban Tunggal..... 105
Gambar 4.39. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Tanpa FA dengan Beban Ganda..... 106
Gambar 4.40. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 15% FA dengan Beban Tunggal..... 107
Gambar 4.41. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 15% FA dengan Beban Ganda..... 108
Gambar 4.42. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 30% FA dengan Beban Tunggal..... 109
Gambar 4.43. Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 30% FA dengan Beban Ganda..... 110
Gambar 4.44 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 40% FA dengan Beban Tunggal..... 111
Gambar 4.45 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 40% FA dengan Beban Ganda..... 112
Gambar 4.46 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 50% FA dengan Beban Tunggal..... 113
Gambar 4.47 Grafik Tes Abrasi Benda Uji f'c 50 MPa Dengan 50% FA dengan Beban Ganda..... 114
Gambar 4.48. Grafik Hasil Pengujian Abrasi Hari Ke-14 ... 115

Gambar 4.49. Grafik Hasil Pengujian Abrasi Hari Ke-21 ... 116
Gambar 4.50. Grafik Hasil Pengujian Abrasi Hari Ke-28 ... 117
Gambar 4.51. Grafik Hasil Pengujian Benda Uji f'c 45 MPa Dengan Beban Tunggal 118
Gambar 4.52. Grafik Hasil Pengujian Benda Uji f'c 45 MPa Dengan Beban Ganda 120
Gambar 4.53. Grafik Hasil Pengujian Benda Uji f'c 50 MPa Dengan Beban Tunggal 121
Gambar 4.54. Grafik Hasil Pengujian Benda Uji f'c 50 MPa Dengan Beban Ganda 123
Gambar 4.55. Gambar Cekungan yang Terbentuk pada Pengujian Tumbukan 125
Gambar 4.56. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa Tanpa FA 126
Gambar 4.57. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 15% FA 126
Gambar 4.58. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 30% FA 127
Gambar 4.59. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 40% FA 127
Gambar 4.60. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 50% FA 128
Gambar 4.61. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa Tanpa FA 129
Gambar 4.62. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 15% FA 129
Gambar 4.63. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 30% FA 130
Gambar 4.64. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 40% FA 130

Gambar 4.65. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 50% FA..... 131
Gambar 4.66. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 45 MPa Hari ke-14..... 132
Gambar 4.67. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 45 MPa Hari ke-21..... 132
Gambar 4.68. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 45 MPa Hari ke-28..... 133
Gambar 4.69. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 50 MPa Hari ke-14..... 133
Gambar 4.70. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 50 MPa Hari ke-21..... 134
Gambar 4.71. Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 50 MPa Hari ke-28..... 134
Gambar 4.72. Grafik Hubungan Densitas, Abrasi, dan Tumbukan Benda Uji f'c 45 MPa..... 136
Gambar 4.73. Grafik Hubungan Densitas, Abrasi, dan Tumbukan Benda Uji f'c 50 MPa..... 137

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur 10
Tabel 2.2. Kandungan Senyawa Kimia Dalam Semen..... 11
Tabel 2.3. Tipe Semen Sesuai Standar ASTM 13
Tabel 2.4. Sifat Fisik Pozzolan Standar 17
Tabel 2.5. Sifat Kimia Pozzolan Standar..... 18
Tabel 3.1. Kebutuhan Benda Uji 35
Tabel 3.2. Standar Mutu Analisa Material 40
Tabel 3.3. Standar Mutu Analisa Material 42
Tabel 3.4. Analisa Berat Jenis Pasir..... 45
Tabel 3.5. Analisa Air Resapan Pasir 46
Tabel 3.6. Analisa Berat Volume pasir 47
Tabel 3.7. Analisa Batu Pecah..... 47
Tabel 3.8. Analisa Berat Jenis Batu Pecah 52
Tabel 3.9. Analisa Air Resapan Batu Pecah 53
Tabel 3.10. Analisa Berat Volume Batu Pecah..... 54
Tabel 3.11. Analisa Keausan Agregat kasar..... 56
Tabel 3.12. Analisa Beton 57
Tabel 4.1. Hasil Analisa Kelembapan Pasir 62
Tabel 4.2. Hasil Analisa Berat Jenis Pasir..... 63
Tabel 4.3. Hasil Analisa Air Resapan Pasir 63
Tabel 4.4. Hasil Analisa Berat Volume Pasir..... 65
Tabel 4.5. Hasil Analisa Kelembapan Batu Pecah..... 66
Tabel 4.6. Hasil Analisa Berat Jenis Batu Pecah..... 67
Tabel 4.7. Hasil Analisa Air Resapan Batu Pecah 67
Tabel 4.8. Hasil Analisa Keausan Agregat Kasar 68
Tabel 4.9. Hasil Analisa Berat Volume Batu Pecah..... 69

Tabel 4.10. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir 70
Tabel 4.11. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir 70
Tabel 4.12. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir Halus..... 72
Tabel 4.13. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir
Setelah Dimodifikasi 73
Tabel 4.14. Kondisi dan Analisa Ayakan Batu Pecah 75
Tabel 4.15. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir
dan Batu Pecah 77
Tabel 4.16. Rekap Kebutuhan Material..... 85
Tabel 4.17 Hasil Tes Tekan Beton 86
Tabel 4.18 Hasil Tes Tekan Beton 86
Tabel 5.1. Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 45 MPa Pada
Hari Ke-14 139
Tabel 5.2. Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 45 MPa Pada
Hari Ke-21 139
Tabel 5.3. Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 45 MPa Pada
Hari Ke-28 140
Tabel 5.4. Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 50 MPa Pada
Hari Ke-14 140
Tabel 5.5. Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 50 MPa Pada
Hari Ke-21 140
Tabel 5.6. Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 50 MPa Pada
Hari Ke-28 141
Tabel 5.7. Rekap Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 142
Tabel 5.8. Rekap Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 142
Tabel 5.9. Penurunan Kehilangan Berat Hari Ke-14 143
Tabel 5.10. Penurunan Kehilangan Berat Hari Ke-21 144
Tabel 5.11. Penurunan Kehilangan Berat Hari Ke-28 144
Tabel 5.12. Penurunan Besar Desakan Pada Tinggi
Jatuh 0.50 m 145

Tabel 5.13. Penurunan Besar Desakan Pada Tinggi Jatuh 1.00 m 145
Tabel 5.14. Penurunan Besar Desakan Pada Tinggi Jatuh 1.50 m 146
Tabel 5.15. Penurunan Besar Desakan Pada Tinggi Jatuh 2.00 m 146
Tabel 5.16. Penurunan Besar Desakan Pada Tinggi Jatuh 2.50 m 146
Tabel 5.17. Peningkatan Ketahanan Abrasi Benda Uji Beton f'c 45 MPa 147
Tabel 5.18. Peningkatan Ketahanan Abrasi Benda Uji Beton f'c 50 MPa 148
Tabel 5.19. Peningkatan KetahananTumbukan Benda Uji Beton f'c 45 MPa 149
Tabel 5.20. Peningkatan KetahananTumbukan Benda Uji Beton f'c 50 MPa 149

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini, penggunaan beton sebagai bagian dari suatu konstruksi sudah diterapkan untuk hampir semua struktur bangunan, dari mulai gedung bertingkat, jembatan, dam, sampai perkerasan jalan raya.

Perkerasan jalan raya dengan menggunakan beton juga disebut perkerasan kaku (*rigid pavements*) . Perkerasan kaku telah banyak dibuktikan lebih banyak memiliki keuntungan dari pada perkerasan jalan raya yang menggunakan aspal atau lebih dikenal dengan perkerasan lentur (*flexible pavements*). Diantaranya adalah, usia perkerasan lebih lama bahkan dapat melebihi umur rencananya yaitu dapat mencapai 35 tahun, selain itu juga tampak lebih terang pada malam hari karena dapat merefleksikan cahaya 33 – 50% lebih banyak dari pada cahaya yang dapat direfleksikan oleh perkerasan lentur, sehingga lebih aman bagi pengguna jalan pada malam hari (www.pa.pavement.com/why.htm), perkerasan kaku juga lebih aman karena biasanya dilengkapi dengan tekstur garis (*grip*) yang mencegah terjadinya *slip* terutama saat hujan. Keuntungan lainnya perkerasan kaku juga dapat mengurangi biaya perawatan sampai dengan 50% untuk tiap tahunnya (www.pa.pavement.com/why.htm) dan masih banyak keuntungan lainnya.

Namun, untuk mencapai keuntungan-keuntungan tersebut ada beberapa hal yang hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan perkerasan kaku, yaitu, flexural strength dan durabilitas. Durabilitas beton mencakup ketahanan terhadap

kondisi beku dan cair (*freezing and thawing*), abrasi, tumbukan, serangan kimia (*chemical attack*), korosi, dan reaksi kimia pada agregat (ACI 201.2R-01). Sayangnya, faktor-faktor durabilitas ini kurang diperhatikan dalam perencanaan perkerasan kaku di Indonesia.

Beberapa faktor durabilitas yang harus diperhatikan adalah ketahanan beton terhadap abrasi dan tumbukan. Ketahanan yang rendah terhadap abrasi dan tumbukan akan menyebabkan kerusakan perkerasan kaku yang pada akhirnya akan membahayakan pengguna jalan dan tidak akan dapat mencapai umur struktur yang telah direncanakan.

Kerusakan akibat abrasi disebabkan gesekan yang terjadi pada permukaan beton. Hal ini sering ditemui pada perkerasan, lantai, dan permukaan beton yang sengaja didesain untuk menerima beban-beban yang bergerak dan bolak-balik. Beberapa contoh diantaranya adalah kondisi lantai dermaga yang merupakan perkerasan beton (*Rigid Pavement*) mengalami keausan setelah beberapa tahun akibat pergerakan kendaraan. Tak hanya itu, keausan juga terjadi pada lapangan penumpukan container yang juga merupakan perkerasan beton (*Yard Rigid Pavement*). Selain itu hal serupa juga terjadi pada jalan raya yang menggunakan beton sebagai perkerasan. Adapun bagian lain dari dari struktur dermaga yang juga mengalami abrasi adalah tiang pancang beton dan poer, tapi pada kasus ini disebabkan oleh hantaman ombak yang terjadi secara terus-menerus.

Kerusakan akibat tumbukan atau benturan antara permukaan beton dengan roda kendaraan terjadi pada saat proses bongkar muat kendaraan ataupun alat-alat berat. Contoh lainnya adalah pada saat kapal akan menyandar pada dermaga akan menyebabkan terjadinya tumbukan/benturan badan kapal dengan dermaga.

Resistansi beton terhadap abrasi dan tumbukan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu mutu beton, komposisi agregat, proses pembuatan beton, dan tipe pelapis/penutup beton.

Pasta semen menunjukkan ketahanan yang rendah terhadap abrasi. Oleh karena itu untuk membuat beton yang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap abrasi diperlukan material yang cukup keras pada lapisan permukaannya juga pasta yang cukup halus sehingga dapat menurunkan porositas beton. Dari beberapa studi yang ada didapatkan bahwa fly ash merupakan material yang cukup halus. Pada kasus ini mulai digunakan fly ash sebagai additive dalam pembuatan beton yang tidak hanya bertujuan meningkatkan kekuatan ataupun workability beton tapi juga sebagai pemanfaatan limbah industri yang dapat mengurangi penggunaan semen. Bahkan hal ini sudah umum ditemui sampai skala lapangan. Walaupun penggunaan Fly Ash belum dapat menggantikan 100% penggunaan semen, pemanfaatan Fly Ash yang merupakan limbah industri dapat mereduksi penggunaan semen sampai dengan beberapa persen.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Tarun R. Naik, Shiw S. Singh, dan Mohammad M. Hossain pada tahun 1993 resistansi beton terhadap abrasi ditentukan oleh kuat tekan beton tersebut. Untuk memperoleh beton dengan kuat tekan yang tinggi perlu diperhatikan kandungan udara pada beton, perbandingan air – semen, tipe aggregat yang digunakan, dan komposisi aggregat. Berdasarkan Peraturan ACI 201, beton yang didesain untuk memiliki resistansi terhadap abrasi harus memiliki kuat tekan sekurang-kurangnya sebesar 28 Mpa Sedangkan kuat tekan minimum beton untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah sebesar 40 MPa. Dalam penelitiannya, digunakan beton mutu 41 Mpa pada umur 28 hari dengan penggunaan fly ash kelas C sebesar 15%, 30%, 40%, 50%, dan 70% dan variasi rasio air dan

semen sebesar 0,31-0,37. Dari hasil penelitian ini, diketahui penggunaan *replacement* fly ash dalam persentase tertentu dapat meningkatkan kuat tekan beton. Namun belum ada peraturan baku yang menetapkan persentase penggunaan Fly Ash yang tepat. Oleh karena itu masih diperlukan studi yang mendalam mengenai penggunaan persentase fly Ash dalam mix desain.

Untuk itu diperlukan beberapa data mengenai beton yang tahan terhadap abrasi dan tumbukan sebagai acuan dalam menentukan proporsi campuran penggunaan fly ash yang tepat guna mendapatkan beton yang memiliki resistansi tinggi terhadap abrasi dan tumbukan.

1.2 PERUMUSAN PERMASALAHAN

Dari uraian yang disampaikan pada pada sub bab diatas dapat disimpulkan, belum adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh peningkatan mutu beton dengan perbandingan penggunaan fly ash yang sama terhadap ketahanan abrasi dan tumbukan beton. Untuk itu beberapa hal yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh perbedaan komposisi fly ash pada beton dengan mutu yang sama terhadap ketahanan abrasi beton ?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan komposisi fly ash pada beton dengan mutu yang sama terhadap ketahanan beton terhadap tumbukan?
3. Berapa prosentasi optimum *replacement* semen dengan fly ash pada beton dengan f'c = 45 Mpa dan 50 MPa?
4. Bagaimana pengaruh peningkatan mutu beton dari 45 Mpa ke 50 MPa terhadap ketahanan abrasi beton?
5. Bagaimana pengaruh peningkatan mutu beton dari 45 Mpa ke 50 MPa terhadap ketahanan beton terhadap tumbukan?

6. Bagaimana pengaruh peningkatan usia beton dengan menggunakan fly ash terhadap ketahanan abrasi beton?
7. Bagaimana pengaruh peningkatan usia beton dengan menggunakan fly ash terhadap ketahanan beton terhadap tumbukan?

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini, ditetapkan penggunaan fly ash kelas C yang diambil dari Power Plant PT Jawa Power di Paiton. Sedangkan kuat tekan beton yang digunakan adalah 45 Mpa dan 50 Mpa karena kuat tekan minimum beton tersebut yang biasa digunakan sebagai lantai kendaraan maupun lapangan penumpukan (Container Yard) adalah sebesar 40 Mpa. Perbandingan penggantian semen dengan fly ash dimulai dari 0%, 15%, 30%, 40%, dan 50%. Untuk mendapatkan data yang tepat, pengujian beton akan dilakukan pada umur beton dari mulai hari ke-14, hari ke-21, dan hari ke-28. Metode Mix Desain ditetapkan menggunakan metode ACI. Pada penelitian ini digunakan w/c 0.32 dan 0.37.

Pengujian terhadap beton difokuskan terhadap pengujian abrasi dan uji tumbukan (Impact Test), tidak dilakukan tes tarik dan tes lentur.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Mengetahui pengaruh penggunaan komposisi fly ash yang berbeda pada beton dengan mutu yang sama terhadap ketahanan abrasi beton.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan komposisi fly ash pada beton dengan mutu yang sama terhadap ketahanan beton terhadap tumbukan.
3. Mengetahui prosentasi optimum replacement semen dengan fly ash pada beton dengan f'c = 45 Mpa dan 50 MPa.
4. Mengetahui pengaruh peningkatan mutu beton dari 45 MPa ke 50 MPa terhadap ketahanan abrasi beton.
5. Mengetahui pengaruh peningkatan mutu beton dari 45 MPa ke 50 MPa terhadap ketahanan beton terhadap tumbukan.
6. Mengetahui pengaruh peningkatan usia beton dengan menggunakan fly ash terhadap ketahanan abrasi beton.
7. Mengetahui pengaruh peningkatan usia beton dengan menggunakan fly ash terhadap ketahanan beton terhadap tumbukan.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan diperoleh beberapa manfaat, yaitu :

1. Dapat diperoleh penggunaan prosentase fly ash optimum pada pembuatan beton yang dapat diaplikasikan untuk perkerasan jalan pada dermaga maupun lapangan penumpukan.
2. Dapat diketahui pengaruh penambahan fly ash terhadap ketahanan abrasi beton.
3. Dapat diketahui pengaruh penambahan fly ash terhadap ketahanan tumbukan beton.
4. Semakin memperluas penggunaan limbah industri yang berupa fly ash dalam bidang pembuatan beton.
5. Hasil penelitian dapat langsung diterapkan di lapangan (applicable).

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 BETON

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus serta kadang-kadang ditambahkan additive atau admixture bila diperlukan (Aman, 2000).

Proses pengikatan dan pengerasan beton terjadi akibat proses hidrasi antara air dengan semen yang mengikat seluruh komponen-komponen pembentuk beton.

Sedangkan Menurut SNI 03 – 2847 – 2002, beton adalah bahan yang didapat dengan mencampurkan semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. (Sadji. 2007. Kursus Beton Paket A : Bahan Beton).

Berdasarkan mutunya beton dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

- Beton Normal (Regular Concrete)
- Kekuatannya antara 10 MPa sampai dengan 40 MPa
- Beton Mutu Tinggi (High – Strength Concrete)

Kekuatannya lebih besar dari 6.000 pounds/square inch (40 MPa). Beton mutu tinggi diperoleh dengan cara memperkecil perbandingan antara air – semen (water-cement ratio) yaitu tidak lebih dari 0,35. Oleh karena itu, diperlukan additive berupa silica fume yang berfungsi mencegah terbentuknya kristal kalsium hidroksida yang

dapat mengurangi kekuatan ikatan antara semen dengan agregat (www.wikipedia.com – the free encyclopedia).

Proses pengikatan awal pada beton segar akan dimulai pada 1 jam setelah dicampur dengan air dan akan mengeras setelah 6 jam.

Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur terhadap kekuatan tekan beton yang berumur 28 hari, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber: Ekaputri, Januarti J. dan Triwulan, "Study on Porong Mud-Based Geopolymer Concrete", 2006.

Penggunaan tabel di atas harus diikuti dengan pemeliharaan benda uji beton dengan pelaksanaan sebagai berikut :

a. Benda uji beton harus dipelihara dalam keadaan lembab / basah seperti :
   - benda uji beton direndam dalam air.
   - benda uji beton ditutup dengan karung goni yang selalu dibasahi.

b. Benda uji beton harus berada dalam ruangan yang bertemperatur rata-rata 20°C secara terus menerus seperti :
   - benda uji beton diletakan dalam ruangan lembab pada temperatur 20 ^{0}C.

- benda uji beton diletakan dalam kotak tertentu kemudian dimasukan kedalam ruangan lembab pada temperatur 20^0C. (Sadji. 2007. Kursus Beton Paket A : Bahan Beton)

2.2 SEMEN

Menurut ASTM C 595 2002, semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis yang dihasilkan melalui proses penghalusan dengan menggunakan klingker. Semen terdiri dari silikat-silikat kalsium yang dicampur dengan bahan tambahan yaitu gypsum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komponen semen portland adalah :

- Batu kapur yang mengandung komponen CaO (kapur atau lime)
- Lempung yang mengandung komponen SiO2 (Silika), Al2O3 (Oksida alumina), Fe2O3 (Oksida besi) dan gypsum.

Tabel 2.2 Kandungan senyawa-senyawa kimia dalam semen

Kandungan	kadar
Kapur (CaO)	60 – 66 %
Silica (SiO_2)	19 – 25 %
Al_2O_3 (Oksida alumina)	3 – 8 %
Fe_2O_3 (Oksida besi)	1 – 5 %

Oksida magnesium (MgO) dibatasi sampai 4%
(Sumber Tabel 2.2 Bouge)

Sumber: Ekaputri, Januarti J. dan Triwulan, "Study on Porong Mud-Based Geopolymer Concrete", 2006.

Mengenai hasil hidratasi semen yaitu Calsium Silikat Hidrat, Tricalsium Alumina Hidrat, dapat dilihat pada reaksi kimia seperti dibawah :

$2\ C_3S + 6\ H \rightarrow C_3S_2H_3 + 3\ CH$

$2\ C_2S + 4\ H \rightarrow C_3S_2H_3 + CH$

$C_3A + CSH_2 + 10\ H \rightarrow C_4ASH_{12}$

$C_3A + CH + 12\ H \rightarrow C_4AH_{13}$

$C_4AF + 2\ CH + 2\ CSH_2 + 18\ H \rightarrow C_8AFS_2H_{24}$

$C_4AF + 4\ CH + 22\ H \rightarrow C_8AFH_{26}$

dimana,

$S = SO_3$; $H = H_2O$; $CH = Ca(OH)_2$

(Subakti, Aman. Teknologi Beton Dalam Praktek)

Semen untuk membuat campuran beton harus memenuhi salah satu dari ketentuan berikut :

1. SNI 15 - 2049 – 1994 Semen Portland (ASTM C 150)
2. "Spesifikasi Semen Blended Hidrolis" (ASTM C 595), kecuali type S dan type SA yang tidak diperuntukkan sebagai unsur pengikat utama struktur beton."
3. "Spesifikasi Semen Hidrolis Ekspansif" (ASTM C 845)

Tabel 2.3 Beberapa type semen sesuai standar ASTM

Type ASTM	Penggunaan	Karakteristik	Prosentase			
			C_3S	C_2S	C_3A	C_3AF
Type I Biasa, penggunaan umum	Bangunan-bangunan beton biasa		53	24	8	8
Type II Modified panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat sedang	Pembetonan massal dan biasa	-	47 max 50	32	3 max 8	12
Type III Cepat mengeras, kekuatan awal tinggi	Pembetonan dimusim dingin	-	58	16	8	8
Type IV Panas hidrasi rendah	Pembetonan massal	Mempunyai kadar C_3A dan C_3Syang tinggi	26 max 35	54 min 40	2 max 7	12
Type V Tahan terhadap sulfat	Pembetonan pada lingkungan Air yang mengandung sulfat atau di Laut	Kadar rendah dari C_3A dan C_3S	max 50		max 5	
Semen putih	Beton putih khusus	Kadar rendah dari C_3A,C_4AF dan MgO	51	26	11	1

Sumber: Ekaputri, Januarti J. dan Triwulan, "Study on Porong Mud-Based Geopolymer Concrete", 2006.

2.3 AGREGAT

2.3.1 Persyaratan Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton, terdiri dari 60% - 75% dari volume totalnya, oleh karena itu perlu perhatian terhadap agregat, sebab sifat-sifat agregat sangat berpengaruh terhadap hasil pembuatan beton. Dari sisi ekonomi, agregat relatif murah harganya, oleh karena itu harus diusahakan agar pemakaian bahan ini seoptimal mungkin supaya beton yang

dihasilkan ekonomis. Pemakaian agregat dalam jumlah yang cukup besar dapat mengurangi penyusutan setelah mengerasnya beton dan juga dapat mengurangi ekspansi akibat panas.

Menurut ASTM C 125 – 03, agregat adalah material berbentuk butiran. Contohnya adalah pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama bahan perekat untuk membentuk adukan semen (mortar) atau beton. Di dalam beton, agregat baik halus maupun kasar mengisi sebagian besar volume beton, yaitu antara 50% - 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton (Samekto W, 2001).

Agregat untuk beton ada 2 macam yaitu :

- Agregat halus (Fine Aggregates) berupa pasir, adalah agregat yang semua butir lolos ayakan 4,80 mm.
- Agregat kasar (Coarse Aggregates) berupa kerikil atau batu pecah, adalah agregat yang semua butir tertinggal diatas ayakan 4,80 mm.

Agregat untuk beton harus memenuhi syarat dari ketentuan sebagai berikut :

- "Spesifikasi Agregat untuk Beton" (ASTM – C 33)
- SNI-03-2461-1991, spesifikasi Agregat Ringan untuk struktur beton sesuai dengan (ASTM – C 330)

Ukuran maksimum nomial agregat kasar harus tidak melebihi :

- 1/5 jarak terkecil antara sisi acuan / cetakan
- 1/3 ketebalan pelat lantai

- ¾ jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan, kawat-kawat bundel tulangan atau tendon-tendon pratekan atau selongsong-selongsong yang ada

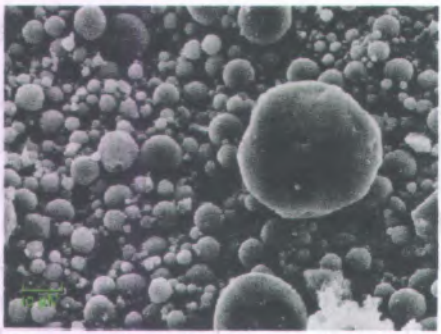
Pembatasan ukuran maksimum nominal agregat adalah untuk menjamin terbungkusnya baja tulangan dan mengurangi adanya kekeroposan pada beton, dan hal ini merupakan keputusan dari pengawas di lapangan yang menetapkan bahwa pada saat pengecoran, beton mudah dikerjakan dan mudah dipadatkan tanpa kemungkinan terjadi adanya kekeroposan atau rongga-rongga udara didalamnya.

2.4 AIR

Air merupakan salah satu bagian yang penting dalam pembuatan beton, karena air diperlukan sebagai pereaksi terhadap semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan. Namun, jumlah air yang dipakai tidak boleh terlalu banyak, karena akan menyebabkan kekuatan beton menurun dan beton menjadi porus. Demikian juga jumlah air tidak boleh terlalu sedikit, sehingga beton menjadi sulit untuk dikerjakan. Untuk mencampur beton harus menggunakan air tawar yang dapat diminum dam mempunyai pH netral antara 6 sampai 8. Jumlah air yang dipakai di dalam beton dinyatakan dalam fas (faktor air semen), yang menyatakan perbandingan berat air dengan semen dalam campuran beton.

2.5 FLY ASH

Gambar 2.1. – Fly Ash



Gambar 2.2. – Fly Ash

Dalam praktek pembuatan konstruksi beton, bahan tambahan (admixture) merupakan bahan yang penting, terutama untuk pembuatan beton didaerah tropis seperti di Indonesia dan penggunaan bahan tambahan tersebut untuk memperbaiki dan menambah sifat-sifat beton sesuai dengan sifat beton yang diinginkan. Seperti yang tertulis dalam American Society for Testing and Material (ASTM) C 125, bahan tambahan tersebut

ditambahkan dalam campuran beton atau mortar, sebelum pencampuran pada batching plant atau sesudah pencampuran.

Menurut ASTM C 618-86 mutu pozzolan dibedakan menjadi tiga kelas, yang ditentukan dari komposisi kimia dan sifat fisiknya. Pozzolan mempunyai mutu yang baik apabila jumlah kadar SiO2 + Al2O3 + Fe2O3 tinggi dan reaktifitasnya tinggi dengan kapur, ketiga kelas pozzolan tersebut adalah :

- **Kelas N** : Pozzolan alam atau hasil pembakaran, pozzolan alam yang termasuk jenis ini seperti tanah diatomic, opaline cherts dan shales, tuff dan abu vulkanik atau pumicite, yang biasanya diproses melalui pembakaran maupun tidak.
- **Kelas C** : Fly ash yang mengandung CaO diatas 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batu bara.
- **Kelas F** : Fly ash yang mengandung CaO kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran antrhacite atau bitumen batu bara.

Tabel 2.4. Sifat fisik Pozzolan yang standar

U r a i a n	N	C	F
Kehalusan :			
tertahan ayakan No. 325 (% max)	**34**	**34**	**34**
Pozzolan aktivitas indeks dengan PC pada 28 hari (% min)	**75**	**75**	**75**
Kebutuhan air (% maks) dari kontrol	**115**	**105**	**105**

Sumber: Ekaputri, Januarti J. dan Triwulan, "Study on Porong Mud-Based Geopolymer Concrete", 2006.

Tabel 2.5. Sifat kimia Pozzolan yang standar

Uraian	N	C	F
$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ (% min)	70	50	70
SO_3 (% maks)	4	5	5
Na_2O (% maks)	1.5	1.5	1.5
Kadar kelembaban (% maks)	3	3	3
Loss ignition (% maks)	10	6	12

Sumber: Ekaputri, Januarti J. dan Triwulan, "Study on Porong Mud-Based Geopolymer Concrete", 2006.

Sedangkan definisi Fly Ash adalah debu halus yang tersisa dari pembakaran batu bara, dimana material ini lebih halus bila dibandingkan dengan semen dan sebagian besar berbentuk bulatan bening (Federal Highway Administration, 2004). Fly ash kelas C termasuk kelompok mineral admixtures dengan senyawa utama **silica**, SiO2 (35% - 60%), **alumina**, Al2O3 (10% - 30%) dan **feri oksida**, Fe2O3 (4% - 20%) serta senyawa tambahan seperti calcium oxide, CaO (1-35%), magnesium Oxide, MgO, sulfur trioxide, SO3 dan alkali oxide, Na2O. Namun, total prosentase (SiO2 + Al2O3 + Fe2O3) berkisar antara 50% - 70% (ACI 232.2R-03)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nawy pada tahun 2001, diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh penggunaan fly ash pada beton segar adalah :

- **Meningkatkan workability**

  Ketika fly ash dipakai dalam campuran beton, volume semen dan fly ash pada umumnya lebih banyak dibandingkan beton yang tidak menggunakan fly ash. Volume bahan halus yang lebih banyak akan mengakibatkan peningkatan workability.

- **Mengurangi bleeding**

  Berkaitan dengan peningkatan workability, ketika fly ash dipakai dalam campuran beton, volume air campuran dapat dikurangi, sehingga mengurangi bleeding.

- **Memperlambat waktu pengikatan awal (time setting)**

  Pengaruh pemakaian fly ash kelas F, pada umumnya dapat memperlambat setting time (waktu pengikatan awal) beton, sedang fly ash kelas C dapat memperlambat, mempercepat, atau tidak ada pengaruhnya terhadap waktu pengikatan beton. Pengaruh pemakaian fly ash kelas C terhadap waktu pengikatan awal sangat dipengaruhi oleh suhu, tipe semen, fas (faktor air semen), prosentase fly ash yang menggantikan semen dan bahan tambahan yang digunakan bersama-sama dengan fly ash.

- **Memerlukan bahan tambahan type HRWRAs (High Range Water Reducing Admixtures)**

  Bahan ini juga dikenal sebagai superplasticizers diperlukan pada beton dengan volume fly ash tinggi dimana perbandingan air dengan semen dan fly ash [air/(semen+fly ash)] berkisar 0,3. Jumlah pemakaian superplasticizers kira-kira 1,5% dari jumlah cementitious materials.

Penelitian lainnya yang juga dilakukan oleh Nawy pada tahun 2001, diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh penggunaan fly ash pada beton yang telah mengeras adalah :

- **Meningkatkan kuat tekan**

  Pemakaian fly ash dapat meningkatkan kuat tekan beton dalam jangka panjang. Hal ini disebabkan ketika kontribusi semen dalam kuat tekan mengalami penurunan, kontribusi ini kemudian akan dilanjutkan oleh fly ash sampai umur beton berikutnya. Kuat tekan beton dengan fly ash sebagai bahan tambahan dapat mencapai 83 Mpa.

- **Meningkatkan modulus elastisitas**

  Pemakaian fly ash dalam campuran beton hanya sedikit menghasilkan peningkatan modulus elastisitas. Peningkatan modulus elastisitas yang besar hanya terjadi pada umur awal beton.

- **Menurunkan reaksi alkali-silika**

  Penurunan reaksi silika pada beton dengan fly ash disebabkan silika yang terkandung dalam fly ash akan menetralisir alkali hidroksida dalam pasta semen.

- **Meningkatkan ketahanan terhadap serangan sulfat**

  Peningkatan ketahanan terhadap serangan sulfat pada beton dengan fly ash, sebenarnya sama dengan beton tanpa fly ash, yaitu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, fas, perawatan beton dan permeabilitas beton. Pada umunya beton dengan campuran fly ash kelas F meningkatkan kemampuannya terhadap serangan sulfat karena permeabilitasnya sangat rendah dibandingkan beton tampa fly ash.

  Penggunaan fly ash pada volume beton yang besar sangat menguntungkan karena dapat mereduksi hidrasi thermal yang dapat menyebabkan keretakan sehubungan dengan peningkatan panas yang ditimbulkan dari hidrasi semen tersebut.

  Seperti pada semen dan agregat, kualitas dari fly ash bervariasi dari satu sumber ke sumber lainnya dan berpengaruh pula terhadap waktu dari saat pengambilan sampai pengerjaan.

2.6 MIX DESAIN CAMPURAN SEMEN PORTLAND DENGAN FLY ASH

Pada prinsipnya, permasalahan dalam mendisain mix beton adalah bagaimana memilih secara tepat proporsi semen, agregat halus dan kasar serta air untuk menghasilkan beton yang mempunyai sifat-sifat/karakteristik tertentu. Adakalanya

tambahan bahan-bahan seperti *ground granulated blast furnace, pulverised-fuel ash* (pfa) atau admixture-admixture. Ada beberapa jenis karakteristik dari beton yang dapat diklasifikasikan yaitu:

- Workabilitas
- Strength
- Density
- Karakterisitk thermal
- Modulus elastisitas
- serta Durabilitas

Sehingga sifat-sifat dari beton ini bila dijabarkan menjadi:

- Workabilitas beton segar
- Kekuatan tekan pada umur tertentu
- Durabilitas, dengan artian menggolongkan kandungan semen minimum dari Rasio Air bebas/semen (W/C) yang dalam beberapa hal memerlukan jenis-jenis material tertentu

Proses dari mix desain harus memperhitungkan faktor-faktor tersebut yang mempunyai dampak yang cukup besar terhadap karakteristik beton, tetapi dapat pula setidaknya dalam kajian awal diabaikan dimana secara nota bene mempunyai pengaruh kecil terhadap beton itu sendiri. Terdapat suatu titik acuan dalam menurunkan metoda kompleks dari mix desain dimana acuan tersebut turut memperhitungkan faktor-faktor yang sulit untuk diukur yang tampaknya terlihat konstan selama berlangsungnya pekerjaan.

2.7 ABRASI

Abrasi adalah suatu peristiwa penggerusan yang terjadi di permukaan suatu benda akibat gesekan benda lainnya. Abrasi juga bisa terjadi pada beton yang diaplikasikan sebagai perkerasan lantai kendaraan seperti pada perkerasan kaku (*rigid pavement*), apron, lapangan penumpukan pada dermaga, termasuk

daerah industry. Pada beton abrasi menggerus mortar beton, apabila gerusan yang terjadi pada beton cukup dalam maka akan menyebabkan permukaan beton kasar sehingga mengurangi kenyamanan pengguna jalan. Bila kerusakan akibat abrasi sangat parah akan berakibat sangat fatal, misalnya pada perkerasan kaku akan meningkatkan angka kecelakaan lalu lintas sehingga akan menimbulkan kerugian baik yang bersifat materiil maupun non-materiil.

Adapun faktor yang mempengaruhi besarnya kerusakan akibat abrasi pada beton adalah :

1. Perbedaan kekasaran antara sesuatu yang mengabrasi (abrasive) dengan yang akan diabrasi. Semakin kasar akan menghasilkan gerusan yang semakin cepat dan dalam.
2. Ukuran butiran. Semakin besar ukuran butiran akan menghasilkan gerusan yang semakin cepat dan dalam.
3. Adhesi antara butiran
4. Gaya gesekan pada permukaan beton (contact force)
5. Pembebanan
6. Penggunaan pelumas
7. Kuat Tekan yang digunakan
8. Densitas

Pengujian ketahanan abrasi beton ini mengacu pada ASTM C 944 – 99 dan ASTM C 779 yang memfokuskan terhadap abrasi pada beton secara horizontal. Sedangkan persyaratan abrasi mengacu pasa ASTM C 936 – 01, yang mensyaratkan kehilangan berat maksimum sebesar 15 cm^3/50 cm^2 atau sebesar 11,45 gram.

Alatnya disebut *Rottating-Cutter Drill Press* yang memiliki kecapatan 200 putaran/menit dengan beban *single* yaitu 98 + 1 N [22 + 0.2 lbf] atau beban *double* sebesar 197 + 2 N [44 + 0.4 lbf] yang bekerja hanya pada permukaan benda uji.

2.8 PENELITIAN YANG TELAH DILAKUKAN

1. **Tarun R. Naik, Ph.D., P.E., Shiw S. Singh, Ph.D., P.E., dan Mohammad M. Hossain, 1993**

   Melakukan percobaan dengan menggunakan 5 macam tingkat penggantian semen dengan fly ash yaitu 15%, 30%, 40%, 50%, dan 70% pada beton mutu 41 Mpa pada umur 28 hari. Dan variasi rasio air dan semen sebesar 0,31-0,37. Pengujian terhadap ketahanan abrasi beton ini mengacu kepada ASTM C-944, sedangkan persyaratan abrasi yang digunakan adalah ASTM C-779 prosedur C. Dari hasil pengujian tersebut ditemukan bahwa kedalaman gerusan (*depth of wear*) sangat kecil yaitu kurang dari 1 mm. Kemudian digunakan cara pengetesan yang lebih cepat dengan digunakannya roda yang bergerigi (*grinding wheels*) dengan ukuran kecil. Alat ini menggunakan Pasir Ottawa sebagai media penggerusan dengan imterval 1 menit. Dari pengujian ini diperoleh hasil berupa ketahanan abrasi beton dengan penggantian sampai dengan 30% semen dengan fly ash dapat dibedakan dengan beton tanpa fly ash. Namun, bila penggantian semen dengan fly ash lebih besar dari 40% maka ketahanan abrasi betonnya akan lebih kecil dari beton tanpa fly ash.

2. **Witte dan Backstrom, 1951**

Memiliki pendapat bahwa pada kekuatan beton yang sama, ketahanan abrasi beton dengan kandungan udara (*air entrained concrete*) sama dengan beton tanpa kandungan udara (*non-air entrained concrete*). Hal ini dikarenakan ketahanan abrasi beton lebih ditentukan oleh ketahanan abrasi agregat kasar dan mortarnya. Seperti pada beton dengan granit sebagai agregat memiliki ketahanan abasi lebih besar daripada beton dengan *limestone* (kapur) sebagai agregatnya.

3. **Nanni, November – December 1989**

Berpendapat bahwa kuat tekan beton bukan parameter ketahanan abrasi beton. Namun, lebih ditentukan oleh proses finishing permukaan beton dan kondisi curing. Selain itu, ia juga mengevaluasi ketahanan abrasi *Roller Compacted Concrete* (RCC) dengan model (benda uji) dari laboratorium dan lapangan dengan kadar peggantian semen dengan fly ash kelas C sebesar 50%. Hasilnya adalah :

- Beton dengan kondisi kering menghasilkan keausan 30% - 50% lebih rendah daripada kondisi basah
- Penambahan serat (*synthetic* dan *steel fibers*) tidak memiliki pengaruh terhadap ketahanan abrasi, dan
- Proses curing yang buruk menghasilkan dampak yang lebih buruk pada kualitas ketahanan abrasi permukaan beton bila dibandingkan dengan pengaruh kemampuan kuat tekannya.

4. **Liu, 1981**

Melakukan riset terhadap beton tanpa fly ash dengan beton yang memiliki kadar penggantian semen dengan fly ash sebesar 25% dan menyimpulkan bahwa ketahanan abrasi kedua beton tersebut sama sampai dengan pengujian pada jam ke-36, kemudian setelah jam ke-72 beton dengan kandungan

fly ash memiliki kehilangan berat 25% lebih banyak daripada beton tanpa kandungan fly ash.

5. **Gebler dan Klieger, 1986**

   Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton yang memiliki sepuluh macam perbedaan penggunaan fly ash kelas C dan kelas F. Penggantian semen dengan fly ash sebesar 25% dari total semen. Dan ia menyimpulkan bahwa ketahanan abrasi beton dengan kandungan fly ash kelas C lebih besar daripada beton dengan dengan kandungan fly ash kelas F.

6. **Carasquillo, 1987**

   Membandingkan antara penggantian semen dengan fly ash kelas C dan kelas F masing-masing 35%, diperoleh hasil beton dengan fly ash kelas F lebih mendekati persyaratan yang ada.

7. **Tikalsky et al., November – December 1988**

   Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton yang memiliki variasi penggantian semen dengan fly ash kelas C dan F masing-masing sebesar 0-35%. Hasil penelitiannya ditemukan bahwa beton dengan kandungan fly ash kelas C memiliki ketahanan abrasi yang lebih baik.

8. **Hadchti et al., August 1988**

   Ia menyimpulkan bahwa ketahanan abrasi merupakan fungsi dari finishing, curing dan penggunaan fly ash. Beton yang di-curing pada temperatur tinggi dan kelembaban rendah memiliki ketahanan abrasi yang rendah. Seperti yang diharapkannya, beton yang di-curing dengan baik akan meningkatkan ketahanan terhadap abrasi. Ia juga menyimpulkan bahwa beton pada kuat tekan yang sama beton dengan kandungan fly ash memiliki ketahanan abrasi yang lebih tinggi.

9. **Barrow et al., 1989**
   Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton dengan fly ash kelas C dan kelas F. Fly ash digunakan untuk mengganti 25% atau 50% dari volum semen. Selain itu ia juga mengkombinasi temperatur curing pada 10oC, 23.8oC, dan 37.7oC dengan kelembaban relatif 50% dan 100%. Hasilnya kondisi curing yang buruk menurunkan ketahanan abrasi beton dengan kandungan fly ash.
10. **Ukita et al., 1989**
    Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton dengan mengganti semen dengan fly ash dengan kadar yang rendah terhadap volum total semen(0-35%). Hasilnya pada tingkat penggantian semen dengan fly ash sebesar 15%, ketahanan abrasi meningkat. Namun, pada tingkat penggantian semen dengan fy ash sebesar 30% ketahanan abrasinya lebih rendah daripada beton tanpa fly ash.
11. **Langan et al., 1990**
    Melakukan riset terhadap kuat tekan dan durabilitas beton dengan penggantian 50% dari total portland semen dengan tujuh fly ash bersama dengan kapur (limestone). Hasilnya adalah beton dengan tingkat penggantian semen dengan fly ash yang tinggi menghasilkan kehilangan berat akibat abrasi lebih besar.
12. **Naik dan Singh, August 1991**
    Melakukan riset pengaruh temperatur terhadap ketahanan abrasi beton dengan kandungan fly ash kelas F. Pengujian ini disimulasikan terhadap kondisi cuaca panas. Hasilnya pada temperatur 23oC ketahanan abrasi beton dengan fly ash tersebut meningkat seiring dengan peningkatan kadar penggantian semen dengan fly ash. Namun, pada temperatur

yang lebih tinggi (35-49oC), ketahanan abrasi menurun akibat rendahnya kalsium fly ash.

13. **Naik et al., May 1992**

    Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton dengan fly ash kelas C dan kelas F yang masing-masing sebesar 20-50% dan 40%. Khusus fly ash kelas F diberikan tambahan superplasticizer untuk menjaga agar rasio air dan semen tetap dibawah 0,36. hasilnya beton dengan kandungan fly ash kelas C (20-50%) menunjukkan hasil yang sama. Namun, beton dengan kandungan fly ash kelas F (40%) memiliki tingkat keausan relatif (depth of wear) lebih tinggi.

14. **Biodeau dan Malhotra, 1992**

    Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton dengan fly ash kelas C dan kelas F. Namun, mereka mencoba untuk mengganti semen dengan fly ash dengan kadar yang tinggi. Pada kadar penggantian semen 55-60% digunakan superplasticizer. Hasilnya beton dengan fly ash tersebut memiliki ketahanan abrasi yang relatif lebih rendah dari beton tanpa fly ash.

15. **Carrette et al., March 1992**

    Melakukan studi terhadap ketahanan abrasi beton dengan kandungan udara dan penambahan superplasiticizer. Dalam experimennya ia menggunakan tingkat penggantian semen dengan fly ash yang tinggi (55-60%). Hasilnya beberapa beton menunjukkan ketahanan abrasi yang rendah bila dibandingkan dengan beton lain pada kuat tekan yang sama atau bahkan pada kuat tekan yang lebih rendah.

16. Sh. Binod Kumar

Melakukan riset terhadap ketahanan abrasi beton dengan tingkat penggantian semen dengan fly ash yang tinggi (>40%) yang dikenal High Volum Fly Ash Concrete (HVFAC). Hasilnya adalah :

- beton dengan penggantian semen dengan fly ash sebesar sampai dengan 60% memenuhi persyaratan kekuatan dan kemudahan kerja (workability) untuk perkerasan jalan raya.
- Pada jangka panjang kuat tekan beton meningkat lebih besar daripada beton konvesional.
- Pada kuat tekan yang sama, ketahanan abrasi beton dengan kadar fly ash tinggi sama dengan beton konvensional
- Pada HVFAC, penyusutan (drying shrinkage) lebih rendah bila dibandingkan dengan beton konvensional

17. Cengiz Duran Ati, mei/juni 2002

Melalui penelitiannya, ia melakukan experiment terhadap penggantian semen dengan fly ash sebesar 50% dan 70% dengan berbagai variasi nilai w/c. Namun, tidak dijelaskan berapa nilai w/c yang digunakan. Ia menambahkan superplasticizer untuk mempermudah pengerjaan beton (workability) dan menggunakan alat Dorry Abrasion Machines sebagai alat uji abrasi. Hasilnya diperoleh ketahanan abrasi meningkat seiring meningkatnya kuat tekan beton. Untuk beton dengan kuat tekan yang tinggi (>40 MPa), ketahanan abrasi beton dengan kandungan fly ash yang tinggi (70%) memiliki ketahanan abrasi yang lebih tinggi daripada beton tanpa fly ash. Sedangkan penambahan superplasticizer dan kondisi curing tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan ketahanan abrasi.

2.9 KETAHANAN TERHADAP TUMBUKAN (IMPACT THEORY)

Tumbukan terjadi apabila terdapat dua buah benda yang bertubrukan. Seperti pada saat hammer memukul paku, permainan biliar, dan lain-lain. Tumbukan dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. ***Central Impact***

   Merupakan tumbukan antara dua benda yang terjadi tumbukan arah titik pusat massa benda yang satu menuju ke titik pusat massa benda yang lain (Tri Widodo dan Herdik Bowo, 2000).

2. ***Eccentric Impact***

   Merupakan tumbukan yang bekerja tidak sepanjang garis pusat massa.

Impuls (perubahan momentum) A dan B sama bila tidak ada gaya eksternal yang bekerja selama terjadi tumbukan. Sehingga akan diperoleh persamaan sebagi berikut :

$$\int F_A dt = \int F_B dt \qquad \textbf{(1)}$$

$$\mathbf{I = \Delta P} \qquad \textbf{(2)}$$

$$\mathbf{P = m.v} \qquad \textbf{(3)}$$

Keterangan :

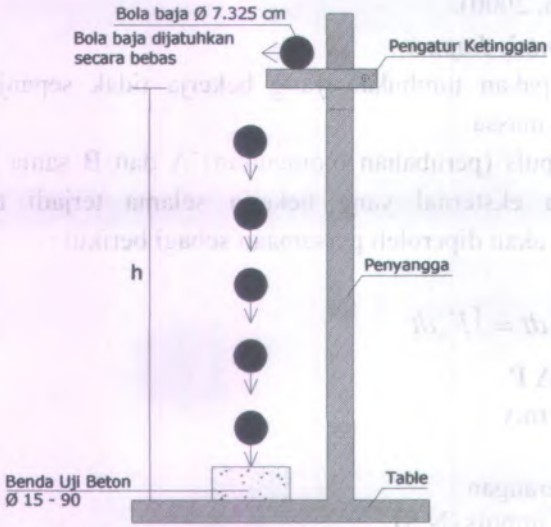
I = impuls (N.S)

P = momentum (kg m/s)

m = massa (kg)

v = kecepatan (m/s^2)

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kerusakan akibat tumbukan melalui besarnya desakan yang terjadi. Untuk mendapatkan nilai desakan yang terjadi diperoleh dengan menggunakan Drop Weight Test Method. Metode ini menggunakan bola besi berdiameter 7.325 cm dan berat 1650.5 gram. Kemudian bola dijatuhkan secara bebas dari ketinggian yang berbeda, yaitu 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm dan 250 cm. Kemudian dihitung besar desakan yang terjadi.



Gambar 2.3. – Mekanisme Uji Drop Weight Test

Setelah bola baja dijatuhkan secara bebas, akan terjadi luka pada permukaan berupa cekungan. Bila dilihat dari samping akan tampak seperti gambar 3. Gaya yang terjadi dipengaruhi oleh ketinggian bola jatuh. Untuk menghitung besar gaya yang terjadi

digunakan persamaan energi potensial. Energi potensial adalah energi akibat kedudukan suatu benda.

$$\mathbf{Ep = m.g.h} \qquad \mathbf{(4)}$$

keterangan :

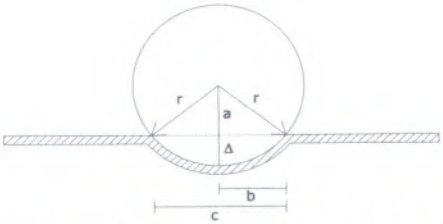
Ep : energy potensial (joule atau $kg.m^2/s^2$)

m : massa benda (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

g : 10 m/s^2

h : ketinggian benda (m)



Gambar 2.4. - Kondisi Permukaan Benda Uji Akibat Uji Tumbukan

Besar kerusakan akibat tumbukan ditunjukkan oleh besarnya desakan (Δ) yang terjadi. Desakan diperoleh dengan cara mengukur diameter cekungan (c) dengan menggunakan jangka sorong. Dari data tersebut dapat dihitung besar desakan (Δ) yang terjadi dengan menggunakan persamaan-persamaan dibawah ini :

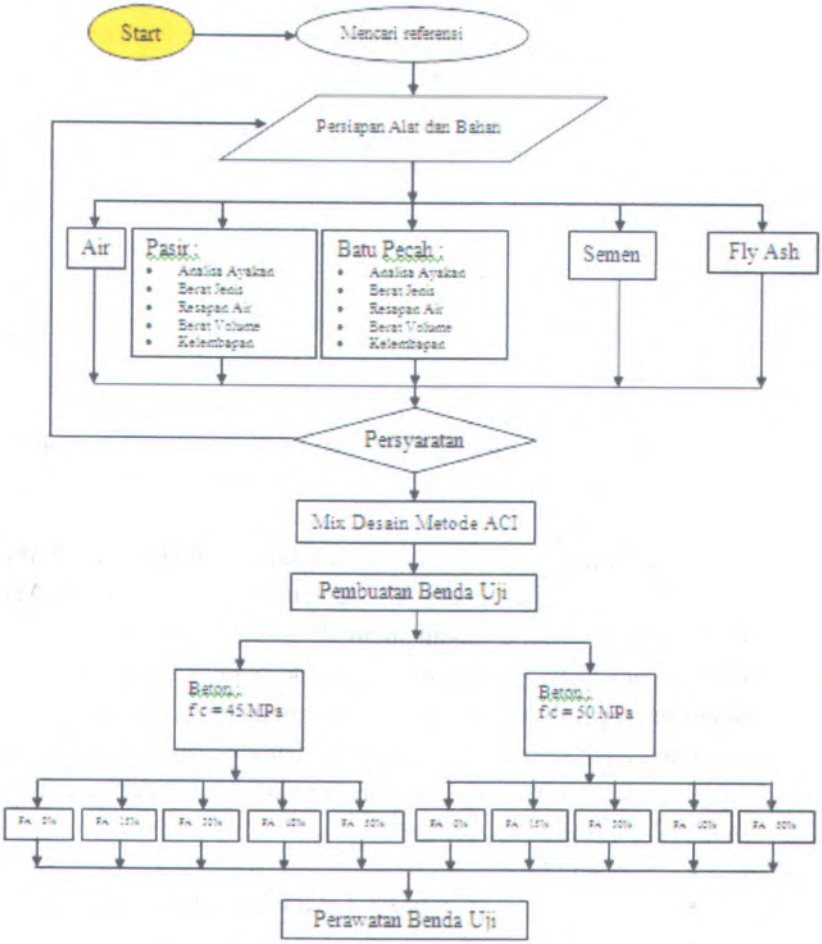
$$\mathbf{b} = \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{2}} \qquad \mathbf{(5)}$$

$$\mathbf{a} = \sqrt{\mathbf{r^2 - b^2}} \qquad \mathbf{(6)}$$

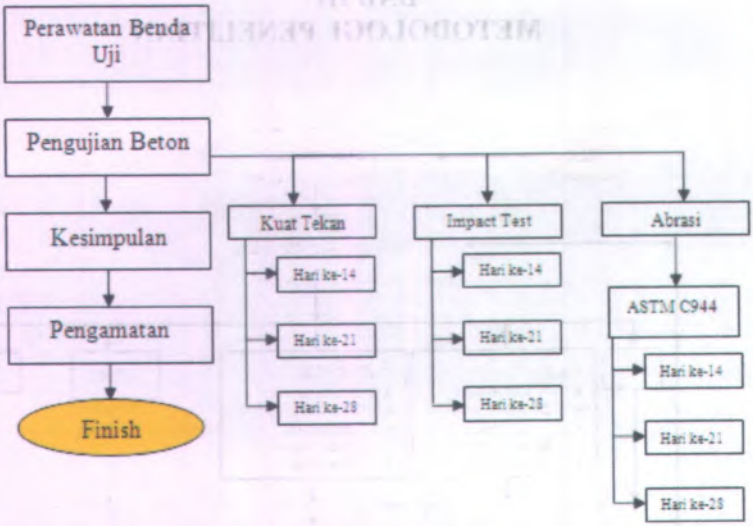
$$\Delta = r - a \qquad \mathbf{(7)}$$

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1. - Skema Pembuatan Benda Uji



Gambar 3.2. - Skema Pembuatan Benda Uji (lanjutan)

Penelitian tugas akhir ini dimulai dengan pengumpulan referensi yang berhubungan dengan judul Tugas Akhir. Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Kemudian diadakan persiapan terhadap alat dan bahan termasuk memastikan bahwa alat dan bahan-bahan tersebut telah memenuhi persyaratan yang ada. Adapun material-material yang akan digunakan :

- Semen (Tipe I)
- Fly ash (Power Plant PT Jawa Power di Paiton)
- Pasir (Kali Berantas)
- Kerikil (Mojokerto)
- Air (PDAM)

Tabel 3.1. Kebutuhan Benda Uji

Pengujian	f'c (Mpa)	Hari ke-14					Hari ke-21					Hari ke-28					Σ
		FA 0%	FA 15%	FA 30%	FA 40%	FA 50%	FA 0%	FA 15%	FA 30%	FA 40%	FA 50%	FA 0%	FA 15%	FA 30%	FA 40%	FA 50%	
Kuat Tekan	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	15
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	15
Abrasi	41 (A)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
	50 (A)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
	41 (B)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
	50 (B)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Impact Test	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Jumlah		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	10	10	10	10	90
Jumlah Keseluruhan																	

Langkah selanjutnya adalah perhitungan Mix desain yang dikhususkan untuk pencampuran beton mutu tinggi dengan menggunakan fly ash yang menggunakan metode ACI dengan menggunakan program bantu **ITS Mix Design 2008 ACI Method Non-Air Entrained Concrete Version 1.1.0.1**.

Proporsi atau perbandingan campuran beton, lebih dikenal sebagai "mix desain", yaitu suatu proses dimana terdiri dari dua tahap yang berkaitan, sebagai berikut :

1. Pemilihan terhadap bahan-bahan yang sesuai untuk pembuatan beton, seperti semen, agregat halus/kasar, air, dan admixture.
2. Penentuan jumlah relative dari bahan-bahan campuran untuk menghasilkan beton yang seekonomis mungkin, memiliki work-abilitas, kekuatan tinggi dan keawetan/tahan lama.

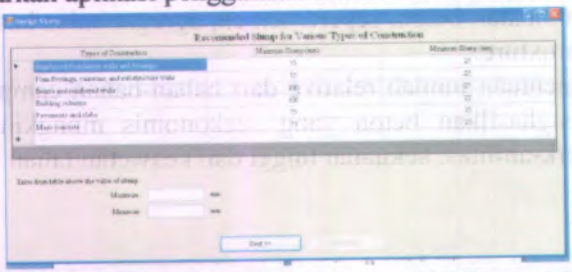
3.1. PROSEDUR MIX DESAIN

Dalam perhitungan mix desain untuk penelitian ini digunakan program bantu computer (*software)* seperti yang tampak pada gambar 3.2 berikut :.

Gambar 3.2. – Tampilan Hasil Akhir dari Software Mix Desain

Adapun langkah perhitungan mix desain dengan *software* tersebut adalah sebagai berikut :

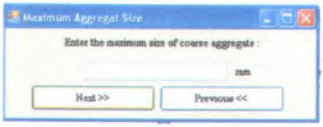
1. Menentukan nilai slump maksimum dan minimum berdasarkan aplikasi penggunaan beton dalam struktur.



Gambar 3.3. – Tampilan Software untuk Menentukan Nilai Slump Maksimum dan Minimum

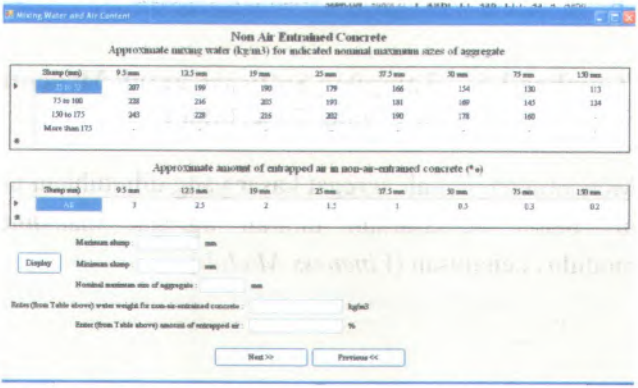
2. Menentukan besar agregat maksimum yang akan digunakan.

2. Menentukan besar agregat maksimum yang akan digunakan.



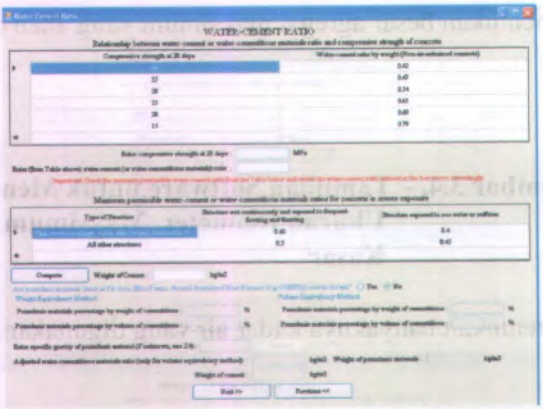
Gambar 3.4. – Tampilan Software untuk Menentukan Ukuran Diameter Maksimum Agregat Kasar

3. Menentukan banyaknya kadar air yang digunakan.



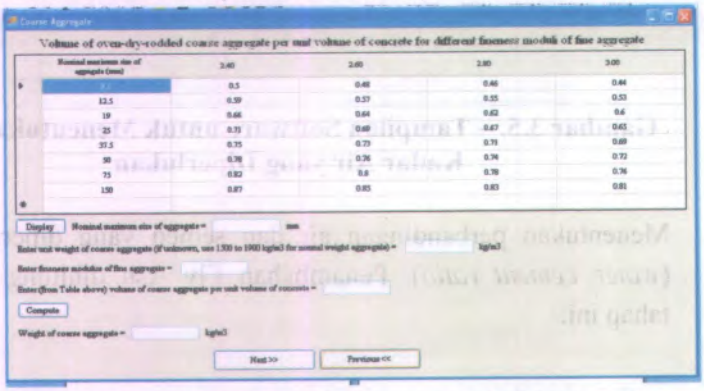
Gambar 3.5. – Tampilan Software untuk Menentukan Kadar Air yang Diperlukan

4. Menentukan perbandingan air dan semen yang diperlukan (*water cement ratio*). Penambahan Fly Ash dihitung pada tahap ini.



Gambar 3.6. – Tampilan Software untuk Menentukan w/c yang Diperlukan

5. Menentukan jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap m^3 beton berdasarkan ukuran agregat maksimum dan modulus kehalusan (F*ineness Moduli*).



Gambar 3.7. – Tampilan *Software* untuk Menentukan Jumlah Agregat Kasar yang Diperlukan untuk Tiap m^3 Beton

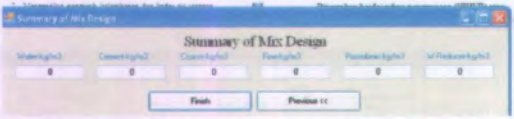
6. Menentukan jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap m^3 beton.

Gambar 3.8. – Tampilan Software untuk Menentukan Jumlah Agregat Halus yang Diperlukan untuk Tiap m^3 Beton

7. Menganalisa pengaruh kelembapan dan kadar air resapan agregat dan penggunaan *High Range Water Reducer (HRWR)*

Gambar 3.9. – Tampilan Software yang Menghitung Pengaruh Kelembapan dan Kadar Air Resapan Agregat.

8. Hasil perhitungan kebutuhan material untuk tiap m3 beton.



Gambar 3.10. – Tampilan Software Hasil Perhitungan Kebutuhan Material

3.2. ANALISA MATERIAL

3.2.1. Semen

Analisa terhadap sifat-sifat fisik dan kimia semen tidak dilaksanakan sendiri i laboratorium tetapi langsung menggunakan hasil pengujian semen portland jenis I dari PT Semen Gresik. Standar mutu yang digunakan adalah SNI 15-2049-94.

3.2.2. Fly ash

Analisa terhadap sifat-sifat fisik dan kimia fly ash tidak dilaksanakan sendiri di laboratorium tetapi langsung menggunakan hasil pengujian fly ash kelas C dari CV Sinar Jaya. Standar mutu yang digunakan adalah SNI 15-2049-94.

3.2.3. Agregat Halus

Ada empat macam Analisa terhadap agregat halus, yaitu Analisa ayakan, Berat Jenis, Air resapan, dan Berat Volume. Dengan masing-masing standar mutu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.2. Standar mutu analisa material

No.	Jenis Analisa	Standar
1.	Analisa Kelembapan	ASTM C 556-89
2.	Analisa Ayakan	ASTM C 136 – 01
3.	Analisa Berat Jenis Pasir	ASTM C 128 - 01
4.	Analisa Air Resapan	ASTM C 128 - 01
5.	Analisa Berat Volume	ASTM C 29/C29M - 97

3.2.3.1. Analisa Ayakan (ASTM C 136 – 01)

A. Peralatan

- Timbangan analitis 2600 g

Gambar 3.11. – Timbangan Analitis 2600 Gram

- Alat penggetar listrik

Gambar 3.12. – Alat Penggetar Listrik

- Satu set ayakan ASTM C 33

Gambar 3.13. – Satu Set Ayakan

Tabel 3.3. Standar mutu analisa material

Nomor ayakan	Ukuran diameter lubang
4	4.76
8	2.38
16	1.19
30	0.59
50	0.29
100	0.15
pan	-

B. Urutan Pelaksanaan :

- Timbang pasir
- Bersihkan saringan dengan kuas / sikat kemudian susun
- Masukkan pasir kedalam ayakan dengan ukuran paling besar ditempatkan diatas dan digetarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit
- Kontrol berat pasir secara keseluruhan

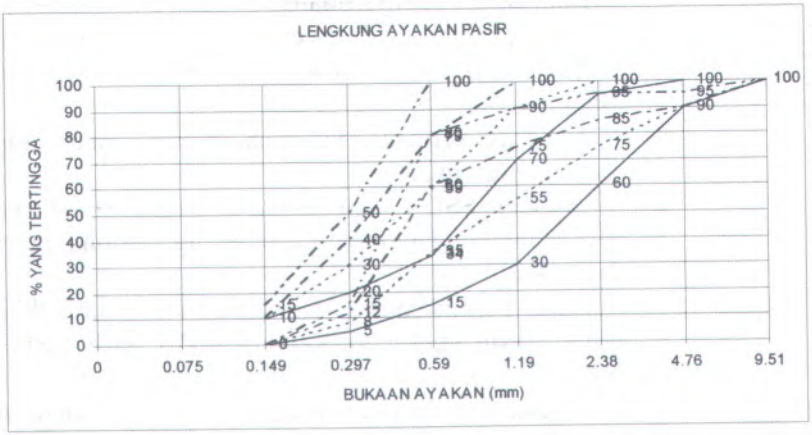
TEST KONDISI DAN ANALISA AYAKAN PASIR

Hasil analisa ayakan pasir

Lubang ayakan inc/mm	Pasir Tertinggal gram	%	E %
# 4.76			
2.38			
1.19			
0.59			
0.297			
0.149			
PAN			
Jumlah			
Fm Pasir =			

Kondisi Pasir

- Asal : .....
- Syarat Kebersihan
  a. Kadar organik : .....
  b. Lolos saringan
  No. 200 : ..... %
- Berat Jenis (SSD) : kg/dm3
- Berat Volume : ton/m3
- Kelembaban : ..... %
- Resapan : ..... %
- Modulus Kehalusan : .....
- Grafing Zone : .....
- Bulking : ..... %



Gambar 3.14. – Data Analisa Ayakan Pasir

3.2.3.2. Analisa Berat Jenis Pasir (ASTM C 128 – 01)

A. Tujuan

Menentukan berat jenis pasir pada kondisi SSD

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Labu takar 1000 cc
- Timbangan analisa 2600 gram
- Oven
- Pan
- Hair dryer/kipas angin
- Kerucut dan rojokan SSD

C. Bahan yang Diperlukan

- Pasir

D. Prosedur

- Penyiapan pasir untuk kondisi SSD :
  - Rendam pasir 24 jam, selanjutnya angkat dan tiriskan hingga airnya hilang.
  - keringkan dengan hair dryer atau kipas angin sambil dibolak balik dengan sendok untu mencari keadaan SSD.
  - Tempatkan kerucut SSD pada bidang datar yang tidak mengisap air.
  - Isi kerucut SSD 1/3 tingginya dan rojok 9 kali, isi lagi 1/3 tinggi dan rojok 8 kali, isi lagi 1/3 tinggi dan rojok 8 kali.
  - Ratakan permukaannya dan angkat kerucutnya, bila pasir masih berbentuk kerucut maka pasir belum SSD.
  - Keringkan lagi bila dan ulangi lagi pengisian dengan prosedur sebelumnya, bila kerucut diangkat dan pasir gugur tetapi berpuncak maka pasir sudah dalam kondisi SSD dan siap di untuk digunakan dalam pengujian.
- Timbang Labu takar 1000 cc.
- Timbang pasir kondisi SSD sebanyak 500 gram, dan masukkan pasir kedalam labu takar dan timbang.

- Isi labu takar yang berisi pasir dengan air bersih hingga penuh.
- Pegang labu takar yang sudah berisi air dan pasir posisi miring, putar kiri dan kanan hingga gelembung-gelembung udara dalam pasir keluar.
- Sesudah gelembung-gelembung keluar tambahkan air ke dalam labu takar hingga batas kapasitas, dan timbang (w1).
- Keluarkan pasir dan air dari dalam labu takar dan labu takar dibersihkan, kemudian isi labu takar dengan air sampai batas kapasitas dan timbang.

E. Pengambilan Data

Tabel 3.4. Analisa Berat Jenis Pasir

Percobaan Nomor	**1**	**2**
Berat labu + pasir + air (w1)		
Berat pasir SSD	**500**	**500**
Berat labu + air (w2)		
Berat jenis pasir = 500 / (500 + w2) – w1		

3.2.3.3. Analisa Air Resapan (ASTM C 128 – 01)

A. Tujuan

Menentukan kadar air resapan pasir

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Timbangan analisa 2600 gram
- Oven
- Pan

C. Bahan Yang Diperlukan

- Pasir kondisi SSD

D. Prosedur

- Timbang pasir kondisi SSD sebanyak 500 gram.
- Masukan oven selama 24 jam.
- Pasir dikeluarkan dan setelah dingin ditimbang beratnya.

E. Pengambilan Data

Tabel 3.5. Analisa Air Resapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2
Berat pasir SSD	500	500
Berat pasir oven (w1)		
Kadar air resapan = ((500 – w1)/w1)x100%		

3.2.3.4. Analisa Berat Volume (ASTM C 29/C29M – 97)

A. Tujuan

Menentukan berat volume pasir baik dalam keadaan lepas maupun padat.

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Timbangan
- Takaran berbentuk silinder dengan volume 3 liter
- Alat perojok besi

C. Bahan Yang Diperlukan

- pasir

D. Prosedur

1. Tanpa rojokan/lepas

- Silinder dalam keadaan kosong ditimbang.

- Silinder diisi dengan pasir sampai penuh dan angkat setinggi 1 cm jatuhkan kelantai sebanya 3 kali, ratakan permukaannya.
- Timbang silinder yang sudah terisi pasir penuh.

2. Dengan rojokan

- Silinder dalam keadaan kosong ditimbang.
- Silinder diisi dengan pasir 1/3 bagian, kemudian dirojok 25 kali demikian hingga penuh dan tiap bagian dirojok 25 kali.
- Permukaannya diratakan.
- Timbang silinder yang sudah terisi pasir penuh.

E. Pengambilan Data

Tabel 3.6. Analisa Berat Volume Batu Pecah

Jenis percobaan	dengan rojokan	tanpa rojokan
Berat silinder (w1)		
Berat silinder + pasir (w2)		
Berat pasir (w2 – w1)		
Volume silinder (v)		
Berat volume (w2 – w1) / v		

3.2.4. Agregat Kasar

Ada empat macam Analisa terhadap agregat kasar, yaitu :Analisa ayakan, Berat Jenis, Air resapan, dan Berat Volume. Dengan masing-masing standar mutu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.7. Analisa Batu Pecah

No.	Jenis Analisa	Standar
1.	Analisa Ayakan	ASTM C 136 – 01
2.	Analisa Berat Jenis Batu Pecah	ASTM C 127 – 01
3.	Analisa Air Resapan	ASTM C 127 – 01
4.	Analisa Berat Volume	ASTM C 29/C29M – 97

3.2.4.1. Analisa Ayakan (ASTM C 136 – 01)

A. Tujuan

Menentukan distribusi ukuran butiran/gradasi kerikil

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Timbangan 25 kg.
- Satu set ayakan ASTM, dengan diameter # 3/2", # 3/4" dan # 3/8"; bila perlu dengan # 4,75" dan # 2,38"
- Alat penggetar listrik

C. Bahan Yang Diperlukan

- Kerikil / batu pecah dalam keadaan kering oven.

D. Prosedur

- Timbang kerikil ukuran 0,5 – 1 sebanyak 8 kg sebanyak 500 gram.
- Ukuran 1 – 2 sebanyak 12 kg, ukuran 2 – 3 sebanyak 16 kg.
- Masukkan kerikil ke dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan di atas, dan digetarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit.
- Kerikil yang tertinggal pada tiap-tiap ayakan ditimbang.
- Perlu untuk kontrol berat pasir keseluruhan = kg.
- Gambarlah hasil prosentase saringan pada grafik.

Catatan :

Bila batu pecah yang tersedia sudah merupakan campuran maka untuk analisa saringan ditimbang sebagai berikut:

- Batu pecah / kerikil ϕ max 38 mm sebanyak 15 kg.
- Batu pecah / kerikil ϕ max 20 mm sebanyak 10 kg.
- Batu pecah / kerikil ϕ max 10 mm sebanyak 5 kg.

E. Analisa Campuran Agregat

Dari analisa saringan pasir dan kerikil diperoleh persen komulatif yang tertinggal pada ayakan 4.75 dari pasir (Yp) dan kerikil (Yk) yaitu :

Yp = ...

Yk = ...

Dari gambar gradasi gabungan diketahiu presentase bahan yang lolos ayakan 4.75 antara 45 – 25. Maka diambil nilai tengahnya;

A = (44+25)/2 = 35

Maka yang tertinggal C = (100-35) = 65

Rumus prosentase campuran adalah sebagai berikut :

$$C = Yp\frac{Xp}{100} + Yk\frac{Xk}{100} \quad \textbf{(6)}$$

dimana Xk = (100-Xp) **(7)**

$$C = Yp\frac{Xp}{100} + Yk\frac{(100 - Xp)}{100} \quad \textbf{(8)}$$

F. Pengambilan Data :

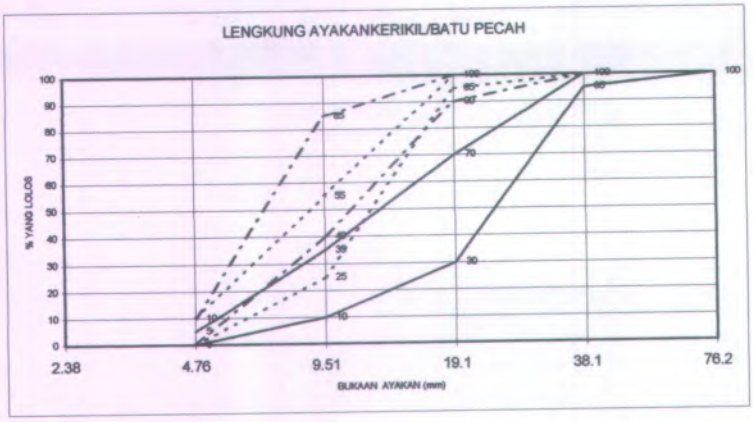
TEST KONDISI DAN ANALISA AYAKAN KERIKIL/BT.PECAH

Hasil analisa ayakan kerikil/batu pecah

Lubang ayakan inc/mm	Kerikil/Batu Pecah tertinggal		
	gram	%	E %
f 3"			
1 1/2"			
3/4"			
3/8"			
# 4.76			
2.38			
1.19			
0.59			
0.297			
0.149			
0			
Jumlah			
	Fm kr =		

Kondisi Batu Pecah.

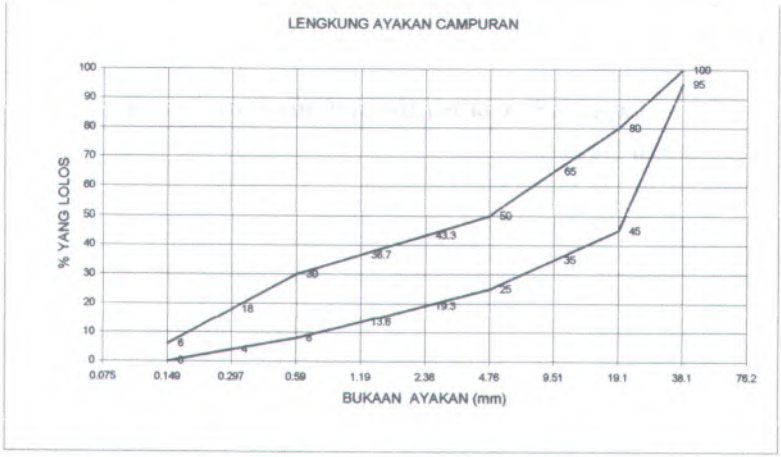
- Asal : .....
- Syarat Kebersihan
a. Kadar organik : .....
b. Kadar lumpur/Colloid : ..... %
- Berat Jenis (SSD) : kg/dm3
- Berat Volume : ton/m3
- Kelembaban : ..... %
- Resapan Resapan : ..... %
- Modulus Kehalusan : ..... %
- Diameter maximum : ..... mm



Gambar 3.15. – Data Analisa Ayakan Batu Pecah

ANALISA AYAKAN CAMPURAN PASIR DAN KERIKIL/BT.PECAH

Lubang ayakan inc/mm	Pasir I E %	Pasir II E %	Kerikil/BP I E %	Kerikil/BP II E %	Campuran pasir + kerikil/batu pecah				
					Ps I 39 %	Ps II %	K/Bp I 61 %	K/Bp II %	E %
ϕ 3"									
1 1/2"									
3/4"									
3/8"									
# 4.76									
2.38									
1.19									
0.59									
0.297									
0.149									
0									
Jumlah									
F					F campuran =				



Gambar 3.16. – Data Analisa Ayakan Campuran

3.2.4.2. Analisa Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C 127 – 01)

A. Tujuan

Untuk menentukan berat jenis kerikil dalam keadaan SSD

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Timbangan 25 kg
- Keranjang kawat tergantung pada timbangan
- Oven
- Kain lap

C. Bahan Yang Diperlukan

- Kerikil kondisi SSD

D. Prosedur

- Kerikil yang telah direndam selama 24 jam diangkat kemudian dilap satu persatu
- Timbang sebanyak 3000 gram
- Masukkan keranjang yang berisi kerikil SSD dalam air
- Timbang berat dalam air (keranjang dan kerikil).

E. Pengambilan Data

Tabel 3.8. Analisa Berat Jenis Batu Pecah

Percobaan Nomor	**1**	**2**
Berat kerikil di udara (w1) – gram		
Berat kerikil di air (w2) – gram		
Berat Jenis = w1/(w1-w2)		

3.2.4.3. Analisa Air Resapan (ASTM C 127 – 01)

A. Tujuan

Menentukan kadar air resapan kerikil

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Timbangan 25 kg
- oven

C. Bahan Yang Diperlukan

- Kerikil/batu pecah kondisi SSD

D. Prosedur

- Timbang kerikil kondisi SSD sebanyak 3000 gram
- Masukkan oven selama 24 jam
- Kerikil/batu pecah dikeluarkan dan setelah dingin ditimbang beratnya

E. Pengambilan Data

Tabel 3.9. AnalisaAir Resapan Batu Pecah

Percobaan Nomor	**1**	**2**
Berat kerikil SSD	**3000**	**3000**
Berat kerikil oven (w)		
Kadar air resapan = (3000 – W) / W x 100%		

3.2.4.4. Analisa Berat Volume (ASTM C 29/C2M – 91a)

A. Tujuan

Menentukan berat volume batu pecah baik dalam keadaan lepas maupun padat.

B. Peralatan Yang Diperlukan

- Timbangan
- Takaran berbentuk silinder dengan volume 10 liter
- Alat perojok besi

C. Bahan Yang Diperlukan

- Kerikil/batu pecah dalam keadaan kering

D. Prosedur

1. **Tanpa rojokan/lepas**
   - Silinder dalam keadaan kosong ditimbang

- Silinder diisi dengan batu pecah sampai penuh dan angkat setinggi 1 cm jatuhkan kelantai sebanyak 3 kali, ratakan permukaannya
- Timbang silinder yan sudah terisi batu pecah penuh

2. Dengan rojokan

- Silinder dalam keadaan kosong ditimbang
- Silinder diisi dengan batu pecah 1/3 bagian,kemudian dirojok 25 kali demikian hingga penuh dan tiap bagian dirojok 25 kali.
- Permukaanya diratakan
- Timbang silinder yang sudah terisi batu pecah penuh

E. Pengambilan Data

Tabel 3.10. Berat Volum Batu Pecah

Jenis Percobaan	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (w1) – kg		
Berat silinder + batu Pecah (w2) – kg		
Berat batu pecah (w2 – w1) – kg		
Volume silinder (v) – liter		
Berat volume (w2 – w1) / v		

3.2.5. Analisa Keausan Agregat Kasar(ASTM C 131 – 89)

A. Tujuan

Mengetahui prosentasi keausan batu pecah/kerikil untuk beton dengan menggunakan mesin Los Angeles

B. **Peralatan Yang Diperlukan**

- Mesin aus Los Ageles
- Bola baja 12 buah
- Timbangan analisa 2600 gram
- Saringan No. 1 ½
- Saringan No. ¾
- Saringan No. ½
- Saringan No. 3/8
- Saringan No. 12 (1,7 mm)

C. Bahan Yang Diperlukan

Kerikil oven dengan gradasi

	Gradasi A	Gradasi B
# 1 ½ - 1''	= 1250 gram	-
# 1'' – ¾''	= 1250 gram	-
# ¾'' – ½''	= 1250 gram	2500 gram
# ½ - 3/8''	= 1250 gram	2500 gram

D. **Prosedut Pengujian**

- Batu pecah/kerikil diayak sesuai gradasi diatas
- Kumpulkan menjadi satu (5000 gram)
- Masukkan bola baja (12 buah untuk gradasi A, dan 11 bola untuk gradasi B
- Tutup mesin dan baut sekrup dikeraskan
- Putar mesing sebanyak 500 kali (selama ± 15 menit)
- Tutup mesin dibuka, batu pecah dan bola dikeluarkan
- Kerikil disaring dengan ayakan No. 12 (1.7 mm)
- Yang tertinggal diatas saringan dicuci lalu dioven 16-24 jam
- Setelan 24 jam dikeluarkan, setelah dingin ditimbang

E. Pengambilan Data

Tabel 3.11. Analisa Keausan Agregat Kasar

PERCOBAAN NOMOR	1
Berat sebelum di abrasi (w1)	5000 gram
Berat sesudah di abrasi (w2)	
Keausan = (w1-w2) / w1 x 100%	

3.2.6. Pengujian Beton

Ada 3 macam Analisa terhadap agregat kasar, yaitu : Kuat Tekan, Porositas dan abrasi. Dengan masing-masing standar mutu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.12. Analisa Beton

No.	Jenis Analisa	Standar
1.	Kuat Tekan	ASTM C 39/C39M – 01
2.	Abrasi	ASTM C 944 - 99
3.	Tumbukan	Drop weight Test

3.2.6.1. Kuat Tekan (ASTM C 39 – 94)

A. Maksud dan Tujuan

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian ini untuk menentukan kuat tekan beton (*compressive strength*) beton dengan benda uji berbentuk silinder atau kubus yang dibuat dan dicuring dilaboratorium maupun dilapangan.

B. Tujuan

Pengujian ini untuk memperoleh nilai kuat tekan dengan prosedur yang benar

C. Ruang Lingkup

Benda uji biasanya berbentuk silinder atau kubus. Hasil pengujian ini dapat digunakan dalam pengendalian mutu, dan perencanaan campuran beton.

D. Pengertian

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

3.2.6.2. Abrasi (ASTM C 944 – 99)

A. Peralatan :

- Timbangan
- *Rottating-Cutter Drill Press*

B. Urutan pelaksanaan :

- Timbang benda uji sampai pada pendekatan 0.1 gram
- Letakkan benda uji pada rottating cutter drill press, posisikan bersentuhan dengan *rottating cutter*
- Pasang beban yang akan digunakan (*single/double*)
- Hidupkan mesin *rottating cutter drill press* selama 2 menit.
- Angkat benda uji. Bersihkan permukaannya dengan kuas
- Timbang kembali dengan pendekatan 0.1 gram

Catatan :

- Ujikan benda sebanyak 3 x 2 menit baik pada single load maupun double load.

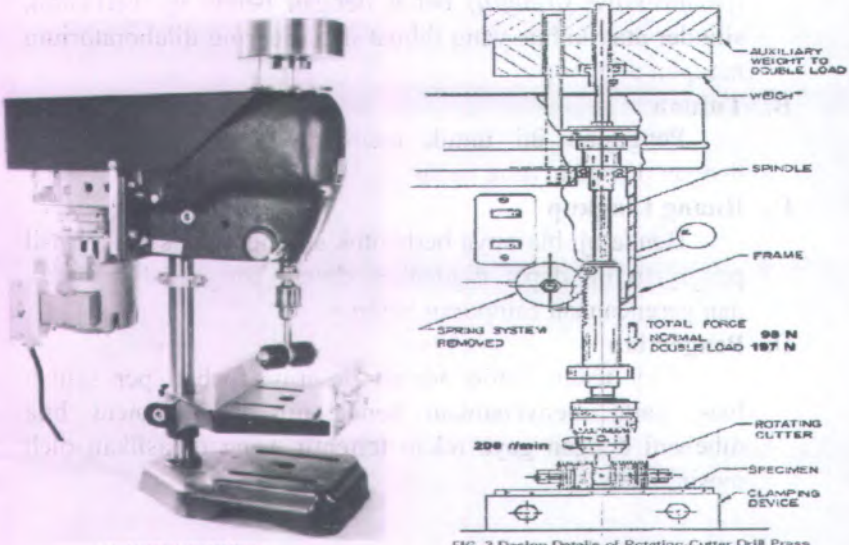


FIG. 1 Rotating-Cutter Drill Press

FIG. 3 Design Details of Rotating-Cutter Drill Press

Gambar 3.17. – Alat Uji Abrasi berdasarkan ASTM C 944-99

3.2.6.3. Tumbukan (Drop Weight Test)

A. Peralatan :

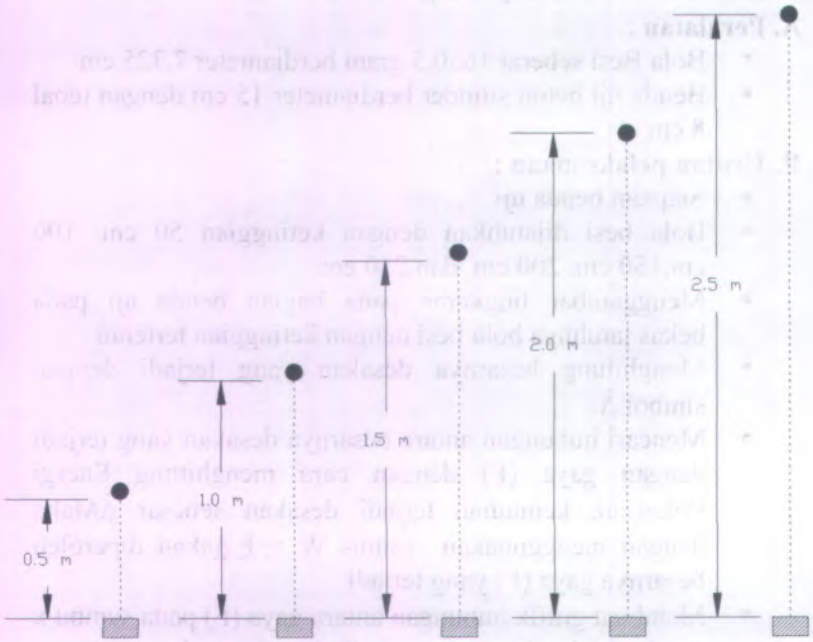
- Bola Besi seberat 1650.5 gram berdiameter 7.325 cm
- Benda uji beton silinder berdiameter 15 cm dengan tebal 8 cm

B. Urutan pelaksanaan :

- Siapkan benda uji
- Bola besi dijatuhkan dengan ketinggian 50 cm, 100 cm,150 cm, 200 cm, dan 250 cm.
- Menggambar lingkaran pada bagian benda uji pada bekas jatuhnya bola besi dengan ketinggian tertentu.
- Menghitung besarnya desakan yang terjadi dengan simbol $\tilde{\Delta}$
- Mencari hubungan antara besarnya desakan yang terjadi dengan gaya (F) dengan cara menghitung Energi Potensial, kemudian terjadi desakan sebesar $\tilde{\Delta}$Maka dengan menggunakan rumus $W = F.\tilde{\Delta}$akan diperoleh besarnya gaya (F) yang terjadi
- Membuat grafik hubungan antara gaya (F) pada sumbu x dan besar desakan yang terjadi ($\tilde{\Delta}$ pada sumbu y.

Catatan :

- Tinggi jatuh yang digunakan mulai dari 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, dan 250 cm.



Gambar 3.18. – Pengujian Tumbukan dengan Drop Weight Test

BAB IV
DATA DAN ANALISA DATA HASIL LABORATORIUM

4.1 UMUM

Dalam bab ini akan dipaparkan hasil dari tes yang telah dilakukan di laboratorium. Tes yang dilakukan meliputi tes untuk beton, yaitu:

1. Tes tekan, sesuai dengan ASTM C 39-01. Tes ini dilakukan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik sipil-ITS.
2. Tes abrasi, sesuai dengan ASTM C 944-99. Tes ini dilakukan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik sipil-ITS.
3. Tes tumbukan. Tes ini dilakukan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik sipil-ITS.

Hasil tes tersebut akan dibahas dan akan ditarik kesimpulan.

Penelitian ini menggunakan beton dengan kuat tekan 45 MPa dan 50 MPa, masing-masing kuat tekan tersebut menggunakan empat macam variasi penggantian fly ash dengan semen, yaitu 15%, 30%, 40%, dan 50%. Sebagai pembanding adalah beton dengan kuat tekan 45 MPa dan 50 MPa tanpa fly ash.

Untuk mengetahui jumlah material yang dibutuhkan untuk membuat beton dengan variasi diatas dilakukan perhitungan mix desain terlebih dahulu. Perhitungan dilakukan dengan bantuan program mix desain

4.2 PENYELIDIKAN BAHAN PASIR

4.2.1 Kelembapan Pasir (ASTM C556-89)

Tabel 4.1. Hasil Analisa Kelembapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2
Berat Pasir Asli (w1)	500	500
Berat Pasir Oven (w2)	490.5	492
Kelembaban Pasir [(w2-w1)/w2]x100%	1.94%	1.63%

Dari percobaan didapatkan data sebagai berikut:
Percobaan I = (500 – 490.5)/490.5 x 100% = 1.94 %
Percobaan II = (500 – 492)/492 x 100% = 1.63 %

Kelembapan pasir rata-rata = (1.94 + 1.63)/2 = **1.78%**

- Berdasarkan ASTM C 566-89 mengenai kelembapan pasir disebutkan bahwa pasir dinyatakan benar-benar kering kelembapannya jika mencapai angka kurang dari 0.1%
- Dari percobaan didapatkan kelembapan pasir sebesar 1.78% jadi pasir masih **belum kering sepenuhnya.**

Gambar 4.1. – Pasir dipanaskan dalam oven

4.2.2 Berat Jenis Pasir (ASTM C 128 – 01)

Tabel 4.2. Hasil Analisa Berat Jenis Pasir

Percobaan Nomor	1	2
Berat Labu + Pasir + air (w1)	1525.5	1581
Berat Pasir SSD	500	500
Berat Labu + air (w2)	1220	1273
Berat Jenis Pasir 500/[(500+w2)-w1]	2.57	2.60

Dari percobaan diperoleh berat jenis pasir:
Percobaan I = 500/((500+1220)-1525.5) = 2.57
Percobaan II = 500/ ((500+1273)-1581) = 2.60

Berat jenis pasir rata-rata = (2.57 + 2.60)/2 = 2.585

- Berdasarkan ASTM C 128 – 78 berat jenis pasir yang disyaratkan adalah yang berada dalam batas 2.4 sampai dengan 2.7
- Dari hasil percobaan yang telah kami lakukan didapatkan hasil sebesar 2.585. Jadi pasir yang digunakan memenuhi persyaratan

4.2.3 Air Resapan Pasir (ASTM C 128 – 01)

Tabel 4.3. Hasil Analisa Air Resapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2
Berat Pasir SSD	500	500
Berat Pasir Oven (w1)	494	493.5
Kadar Air Resapan ((500-w1)/w1)x100%	1.21%	1.32%

Dari percobaan diperoleh :
Percobaan 1 : ((500-494)/494)x100% = 1.21%
Percobaan 2 : ((500-493.5)/493.5)x100% = 1.32%

Kadar Air Resapan Rata-rata = (1.21% + 1.32%)/2
= 1.27%

- Berdasarkan ASTM C 128-93, diketahui bahwa kadar air resapan yang baik antara 1-4 %.
- Hasil percobaan diperoleh kadar air resapan sebesar 1.27%. Jadi pasir yang digunakan memenuhi syarat.

Gambar 4.2. – Pasir direndam untuk kondisi SSD

(a) **(b)**

Gambar 4.3. (a) – Pasir belum SSD
(b) – Pasir sudah SSD

4.2.4 Berat Volume Pasir (ASTM C 29 / C 29 M - 97)

Tabel 4.4. Hasil Analisa Berat Volume Pasir

Ukuran silinder
diameter = 15.4 cm
tinggi = 16.1 cm

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan (Kg)	Dengan Rojokan (kg)
Berat Silinder (w1)	2.57	2.57
Berat Silinder + Pasir (w2)	6.66	6.76
Berat Pasir (w2-w1)	4.09	4.19
Volume Silinder (v)	3.00	3.00
Berat Volume (w2-w1)/v	1.365	1.397
Selisih	0.032	
Selisih (kg/m3)	32.00	

Dari hasil percobaan yang dilakukan kami memperoleh berat volume pasir sebagai berikut :
Dengan rojokan BV = 1.397 kg/lt
Tanpa rojokan BV = 1.365 kg/lt

Selisih berat volume = 1.397 - 1.365 = 0.032 kg/lt
= 32 kg/m^3

- Berdasarkan ASTM C 29-97 ditetapkan bahwa percobaan berat volume pasir antara percobaan yang dilakukan dengan rojokkan dan percobaan tanpa rojokkan yang dilakukan oleh operator yang sama tidak boleh lebih dari 40 kg/m3.
- Perbedaan berat volume antara yang dirojok dengan yang tidak dirojok adalah sebesar 32 kg/m3. Jadi pasir yang digunakan **memenuhi persyaratan.**

4.3 PENYELIDIKAN BAHAN BATU PECAH

Gambar 4.4. – Batu Pecah yang digunakan

4.3.1 Kelembapan Batu Pecah (ASTM C 556 – 89)

Tabel 4.5. Hasil Analisa Kelembapan Batu Pecah

(Dalam gram)

Percobaan Nomor	1	2
Berat kerikil Asli (w1)	500	500
Berat Kerikil Oven (w2)	492.5	492
Kelembaban Kerikil [(w2-w1)/w2]x100%	1.52%	1.63%

Dari percobaan 1 = 1.52%
Dari percobaan 2 = 1.63%

Kelembaban kerikil rata-rata = (1.52 % + 1.63 %) / 2
= 1.57 %

4.3.2 Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C 127-01)

Tabel 4.6. Hasil Analisa Berat Jenis Batu Pecah

Percobaan Nomor	1	2
Berat Kerikil di udara (w1)	3000	3000
Berat Kerikil di air (w2)	1880	1878
Berat Jenis Kerikil w1/(w1-w2)	2.68	2.67

Dari percobaan 1 = 2.68%
Dari percobaan 2 = 2.67%

Berat Jenis kerikil rata-rata = (2.68 % + 2.67 %) / 2 = 2.68 %

- Berdasarkan ASTM C 127-88-93 batas berat jenis pasir yang diperbolehkan adalah 2.4 sampai dengan 2.7.
- Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil 2.68 %, maka kerikil tersebut memenuhi syarat.

4.3.3 Air Resapan Batu Pecah (ASTM C 127-01)

Tabel 4.7. Hasil Analisa Air Resapan Batu Pecah

Percobaan Nomor	1	2
Berat Kerikil SSD	3000	3000
Berat Kerikil Oven (w1)	2947	2944
Kadar Air Resapan ((3000-w1)/w1)x100%	1.80%	1.90%

Berdasarkan percobaan didapatkan data sebagai berikut:
Percobaan 1 = 1.80%
Percobaan 2 = 1.90%
Kadar air resapan rata-rata adalah 1.85 %

- Berdasarkan ASTM C 127 – 01 batas kadar air resapan yang diperbolehkan adalah 1% sampai dengan 2%.

- Berdasarkan hasil percobaan didapatkan hasil kadar air resapan pada kerikil sebesar 1.85 %, jadi batu pecah yang digunakan **memenuhi persyaratan.**

4.3.4 Keausan Agregat Kasar (ASTM C 131-89)

Tabel 4.8. Hasil Analisa Keausan Agregat Kasar

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat sebelum di abrasi (w1)	5000	5000
Berat sesudah di abrasi (w2)	3981	3880
Keausan = (w1-w2) / w1 x 100%	22.18	22.40

Bila dirata-rata akan diperoleh = (22.18 + 22.40)/2
=22.29%

- Berdasarkan ASTM C 11-89 batas abrasi maksimum yang diperbolehkan sebesar **50%.**
- Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapatkan kadar abrasi sebesar 22.29%. Jadi agregat kasar yang digunakan masih **memenuhi persyaratan**

4.3.5 Berat Volume Batu Pecah
(ASTM C 29 / C 29 M – 91 a)

Tabel 4.9. Hasil Analisa Berat Volume Batu Pecah

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan (kg)	Tanpa Rojokan (kg)
Berat Silinder (w1)	5.05	5.05
Berat Silinder + Batu Pecah (w2)	19.68	19.22
Berat Batu Pecah (w2-w1)	14.63	14.17
Volume Silinder (v)	10.00	10.00
Berat Volume (w2-w1)/v	1.46	1.42
Selisih	0.05	
Selisih (kg/m3)	46.00	
BV rata-rata	1.4400	

Dari percobaan diperoleh volume batu pecah:
Dengan rojokkan = 1.46 kg/lt
Tanpa rojokkan = 1.42 kg/lt
Berat volume rata-rata = (1.46 + 1.42) / 2 = 1.44

- Berdasarkan ASTM C 29-91 batas berat volume yang disyaratkan adalah sebesar 1.4 sampai dengan 1.7.
- Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil sebesar 1.44, Jadi kerikil yang digunakan **memenuhi persyaratan.**

4.4 DATA HASIL ANALISA AYAKAN AGGREGAT HALUS

4.4.1 Data Asli Hasil Praktikum

Tabel 4.10. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir

TEST KONDISI DAN ANALISA AYAKAN PASIR

Hasil analisa ayakan pasir

Lubang ayakan inc/mm	Pasir Tertinggal gram	%	E %
# 4.76	14.0	1.4	1.4
2.38	18.5	1.85	3.25
1.19	76.0	7.6	10.85
0.59	455.0	45.5	56.35
0.297	397.0	39.7	96.05
0.149	38.0	3.8	99.85
PAN	1.5	0.15	100
Jumlah	1000.0		
Fm Pasir =		2.678	

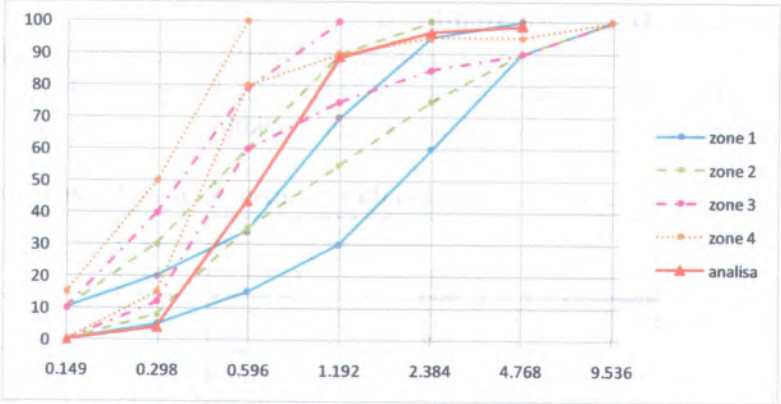
Kondisi Pasir

- Asal	:	Lumajang	
- Syarat Kebersihan			
a. Kadar organik	:	.....	
b. Lolos saringan No. 200	:	.....	%
- Berat Jenis (SSD)	:	2735.98	kg/dm3
- Berat Volume	:	1.37	ton/m3
- Kelembuban	:	0.03	
- Resapan	:	0.01	
- Modulus Kehalusan	:	2.68	
- Grafing Zone	:	2	lihat grafik
- Bulking	:	.....	%

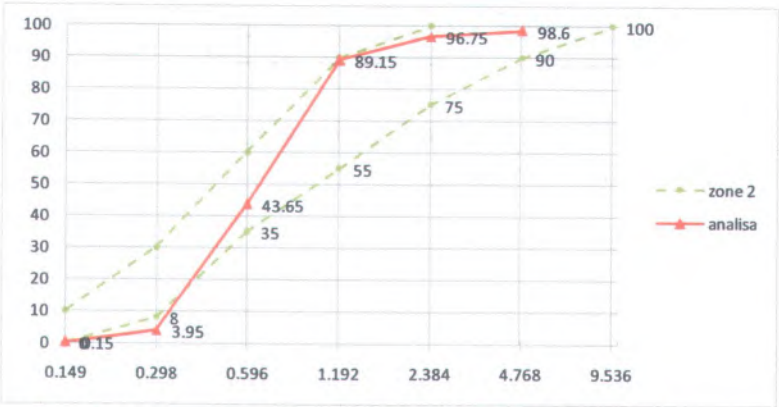
Tabel 4.11. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir

Lubang ayakan inc/mm	Pasir Tertinggal gram	%	E %	Lolos %	yg diplot digrafik	
# 4.76	14.0	1.4	1.4	98.6	0.149	0.15
2.38	18.5	1.85	3.25	96.75	0.297	3.95
1.19	76.0	7.6	10.85	89.15	0.59	43.65
0.59	455.0	45.5	56.35	43.65	1.19	89.15
0.297	397.0	39.7	96.05	3.95	2.38	96.75
0.149	38.0	3.8	99.85	0.15	4.76	98.6
PAN	1.5	0.15	100	0		
Jumlah	1000.0					
Fm Pasir =		2.678				

Bila diplot di grafik Lengkung Ayakan Pasir akan tampak pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.5. – Grafik Lengkung Ayakan Pasir



Gambar 4.6. – Grafik Lengkung Ayakan Pasir pada Zone 2

Dari grafik diatas diketahui analisa terhadap pasir ex. Lumajang tersebut termasuk zone 2. Namun, terjadi penyimpangan pada ayakan diameter 0.298.

Maka, prosentasi pasir yang lolos ayakan diameter 0.298 harus ditambah.

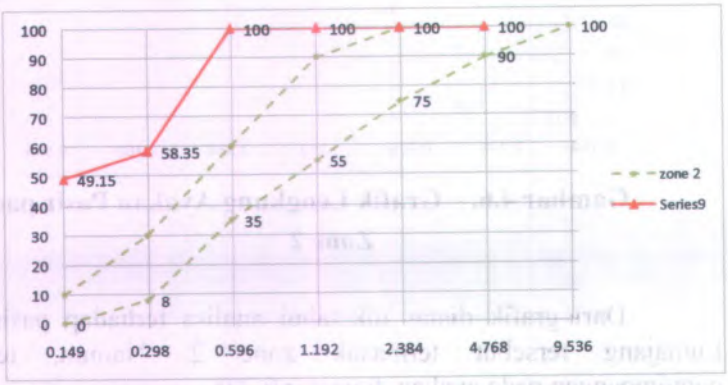
4.4.2 Data Hasil Modifikasi

Agar pasir tergolong zone 2 maka dilakukan modifikasi yaitu dengan penambahan pasir yang lebih halus, analisa ayakan pasir halus tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir Halus

Lubang ayakan inc/mm	Pasir Tertinggal			Lolos	yg diplot digrafik	
	gram	%	E %	%		
# 4.76	0.0	0	0	100	0.149	49.15
2.38	0.0	0	0	100	0.297	58.35
1.19	0.0	0	0	100	0.59	100
0.59	0.0	0	0	100	1.19	100
0.297	**416.5**	41.65	41.65	58.35	2.38	100
0.149	**92.0**	9.2	50.85	49.15	4.76	100
PAN	14.5	1.45	52.3	47.7		
Jumlah	523.0					
Fm Pasir =		0.925				

Bila diplot di grafik Lengkung Ayakan Pasir akan tampak pada grafik di bawah ini :



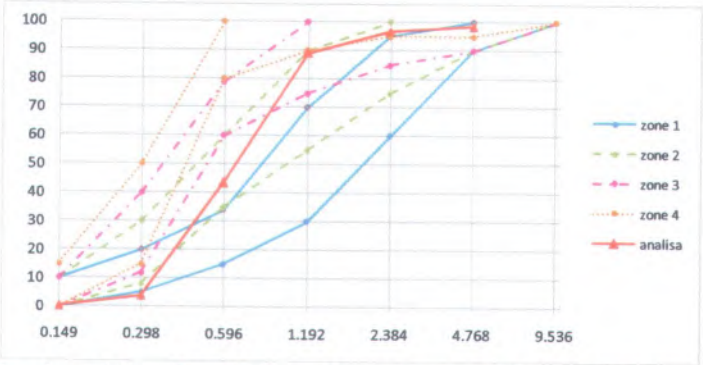
Gambar 4.7. – Grafik Lengkung Ayakan Pasir pada Zone 2

Kemudian dicoba untuk memodifikasi kedua pasir tersebut dengan persentase 90% pasir kasar dan 10% pasir halus, maka akan diperoleh analisa ayakan pasir modifikasi seperti pada tabel di bawah ini.

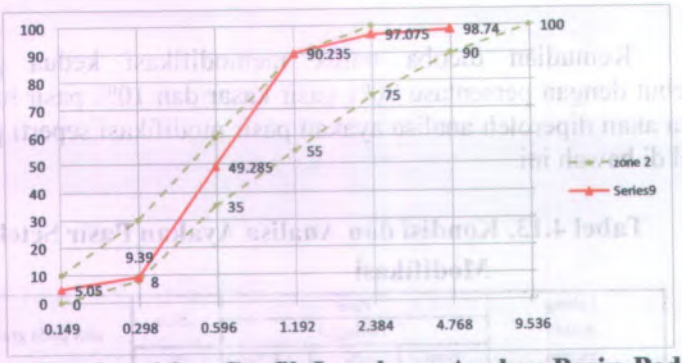
Tabel 4.13. Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir Setelah Modifikasi

Lubang ayakan inc/mm	Pasir Tertinggal			Lolos	plot pada grafik	
	gram	%	E %	%		
# 4.76	12.6	1.26	1.26	98.74	0.149	5.05
2.38	16.7	1.665	2.925	97.075	0.297	9.39
1.19	68.4	6.84	9.765	90.235	0.59	49.285
0.59	409.5	40.95	50.715	49.285	1.19	90.235
0.297	399.0	39.895	90.61	9.39	2.38	97.075
0.149	43.4	4.34	94.95	5.05	4.76	98.74
PAN	2.8	0.28	95.23	4.77		
Jumlah	952.3					
Fm Pasir =		2.502				

Bila diplot di grafik Lengkung Ayakan Pasir akan tampak pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.8. – Grafik Lengkung Ayakan Pasir Setelah Modifikasi



Gambar 4.9. – Grafik Lengkung Ayakan Pasir Pada Zone 2 Setelah Modifikasi

Dari grafik diatas diketahui analisa terhadap pasir seluruhnya sudah termasuk dalam daerah zone 2.

4.5 DATA HASIL ANALISA AYAKAN AGGREGAT KASAR

4.5.1 Data Asli Hasil Praktikum

Tabel 4.14. Kondisi dan Analisa Ayakan Batu Pecah

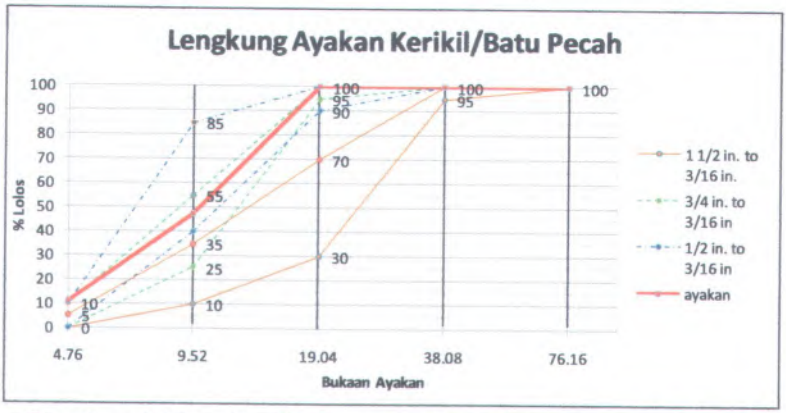
TEST KONDISI DAN ANALISA AYAKAN KERIKIL/BT.PECAH

Hasil analisa ayakan kerikil/batu pecah

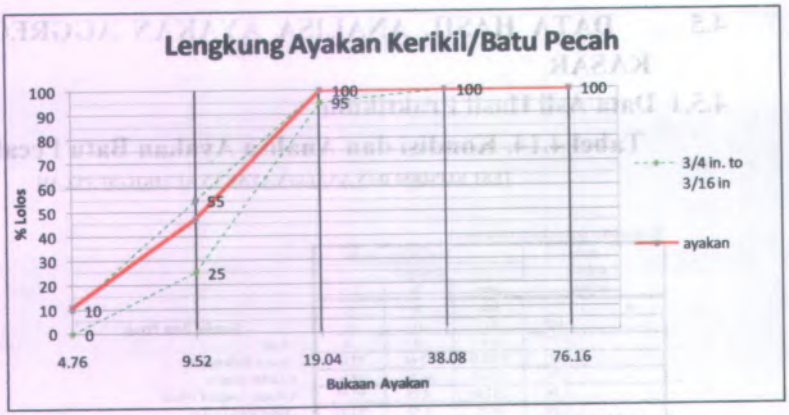
Lubang ayakan inc/mm		Kerikil/Batu Pecah tertinggal		
		gram	%	E %
φ	3"	0.0	0	0
	1 1/2"	0.0	0	0
	3/4"	0.0	0	0
	3/8"	3004.0	52.61	52.61
#	4.76	2066.0	36.19	88.80
	2.38	237.0	4.15	92.95
	1.19	86.5	1.52	94.47
	0.59	93.5	1.64	96.10
	0.297	85.0	1.49	97.59
	0.149	62.5	1.09	98.69
	0	75.0	1.31	100.00
	Jumlah	5709.5		
		Fm kr =	6.21	

Kondisi Batu Pecah.

- Asal	:	Lumajang	
- Syarat Kebersihan			
a. Kadar organik	:	.....	
b. Kadar lumpur/Colloid	:	.....	%
- Berat Jenis (SSD)	:	2.77	kg/dm3
- Berat Volume	:	1.38	ton/m3
- Kelembaban	:	1.57%	
- Resapan Resapan	:	2.74%	
- Modulus Kehalusan	:	6.21	%
- Diameter maximum	:	20	mm



Gambar 4.10. – Grafik Lengkung Ayakan Batu Pecah



Gambar 4.11 – Grafik lengkung ayakan Batu Pecah kategori ¾ in. to 3/16 in.

Dari grafik diatas diketahui analisa terhadap batu pecah ex. Mojokerto (PT Merak Jaya) seluruhnya sudah termasuk dalam daerah zone ¾ in. to 3/16 in.

4.6 DATA HASIL ANALISA AYAKAN CAMPURAN AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR

4.6.1 Data Asli Hasil Praktikum

Tabel 4.15.- Kondisi dan Analisa Ayakan Pasir dan Batu Pecah

Lubang ayakan inc/mm	Pasir I E %	Pasir II E %	Kerikil/BP I (1 - 1.5) E %	Kerikil/BP II (1 - 2) E %	Campuran pasir + kerikil/batu pecah				
					Ps I	Ps II	68 % K/Bp I	68 % K/Bp II	E %
					32 %	%	68 %	%	
ϕ 3"	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
1 1/2"	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3/4"	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3/8"	- -	- -	52.614064	- -	- -	- -	35.77756371	- -	35.777564
# 4.76	1.26	- -	88.799369	- -	0.4032	- -	60.38357124	- -	60.786771
2.38	2.925	- -	92.950346	- -	0.936	- -	63.20623522	- -	64.142235
1.19	9.765	- -	94.465365	- -	3.1248	- -	64.23644803	- -	67.361248
0.59	50.715	- -	96.102986	- -	16.2288	- -	65.35003065	- -	81.578831
0.297	90.61	- -	97.591733	- -	28.9952	- -	66.36237849	- -	95.357578
0.149	94.95	- -	98.6864	- -	30.384	- -	67.1067519	- -	97.490752
0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Jumlah	250.225		621.21026						
F	2.502		6.212		F campuran =		5,02		

Data-data tersebut kemudian dianalisa untuk mendapatkan prosentase agregat halus dan agregat kasar yang akan digunakan untuk pengecoran benda uji beton, dengan cara sebagai berikut :

Persen kumulatif yang tertinggal pada ayakan # 4 (4.76 mm):

Yp = 1.26 %

Yk = 88.799369 %

Digunakan material batu pecah dengan ukuran maksimum sebesar 20 mm, maka prosentase rata-rata yang lolos ayakan diameter 4.76 mm adalah :

Diambil diameter maksimum agregat 20 mm, maka :

$$\text{rata-rata persentasi lolos} = \frac{48 + 30}{2} = 39$$

Jadi, besar C yang tertinggal :

$C = 100 - 39 = 61$

Rumus persamaan campuran adalah :

$$C = Yp\frac{Xp}{100} + Yk\frac{Xk}{100}$$ ..... (pers 4.3.1.1)

$$Xk = (100 - Xp)$$ ..... (pers 4.3.1.2)

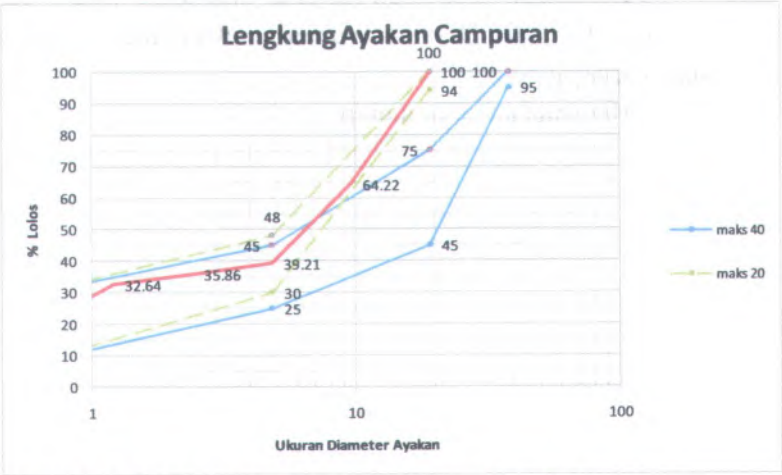
$$C = Yp\frac{Xp}{100} + Yk\frac{(100 - Xp)}{100}$$ ..... (pers 4.3.1.3)

Bila dikalkulasi akan diperoleh nilai prosentase sebesar:

	61	=	1.26	$\frac{Xp}{100}$	+	88.799369	$\frac{(100}{100}$	-	Xp)
	61	=	0.0126	Xp	+	0.8879937	(100	-	Xp)
	61	=	0.0126	Xp	+	88.799369	-	0.888	Xp
	61	=	-0.875394	Xp	+	88.799369			
0.8753937	Xp	=	27.799369						
	Xp	=	31.76	%					
	Xpasir	=	32	%					

Jadi	Xk =	68.24	%
	Xkerikil =	68	%

Bila diplot pada grafik lengkung ayakan campuran, maka hasilnya akan tampak pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.12.– Grafik lengkung ayakan Campuran

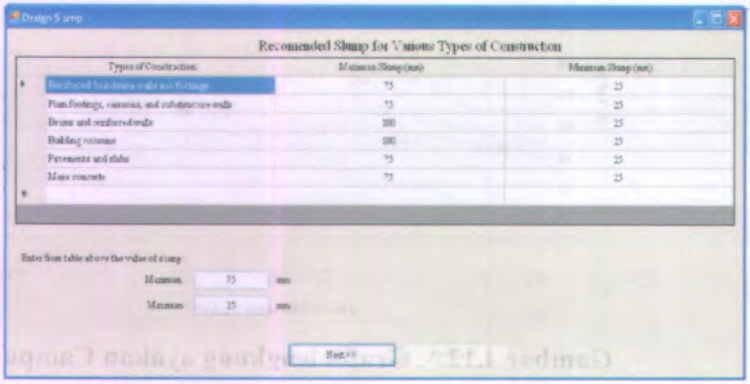
Dari grafik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa campuran agregat tersebut telah memenuhi syarat dan dapat digunakan dalam pengecoran benda uji beton.

4.7 MIX DESAIN

4.7.1 Dengan Bantuan Software

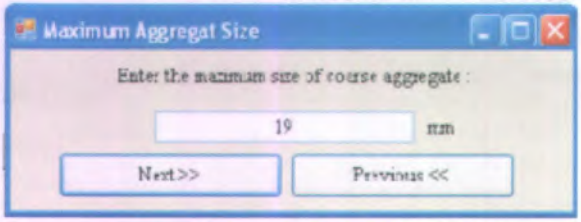
Perhitungan kebutuhan material dilakukan dengan bantuan softaware ITS Mix Desain. Adapun langkah-langkah pengerjaan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan besar slump



Gambar 4.13. – Tampilan Isian Data Batasan Slump Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

2. Menentukan besar agregat kasar maksimum

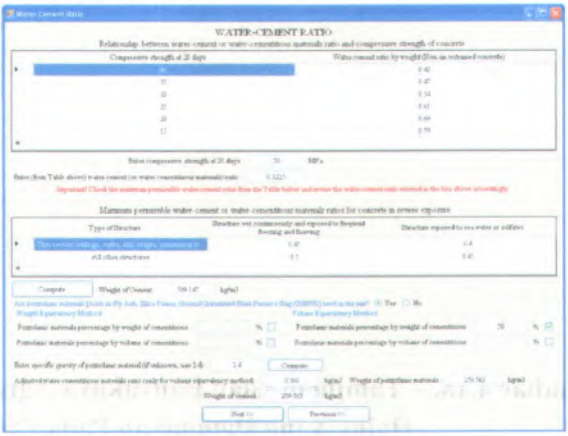


Gambar 4.14. – Tampilan Isian Data Diameter Maksimum Agregat Kasar Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

3. Menentukan banyaknya air yang ditambahkan dan kadar air

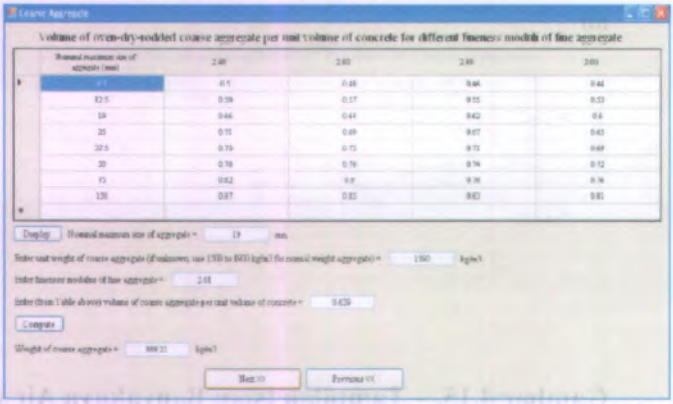
Gambar 4.15. – Tampilan Isian Banyaknya Air yang Digunakan Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

4. Menentukan jumlah perbandingan air-semen yang dibutuhkan (w/c)



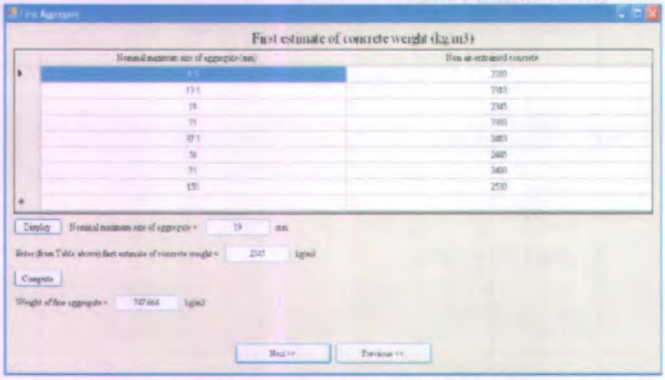
Gambar 4.16. – Tampilan Isian Banyaknya w/c yang Digunakan Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

5. Menghitung kebutuhan agregat kasar



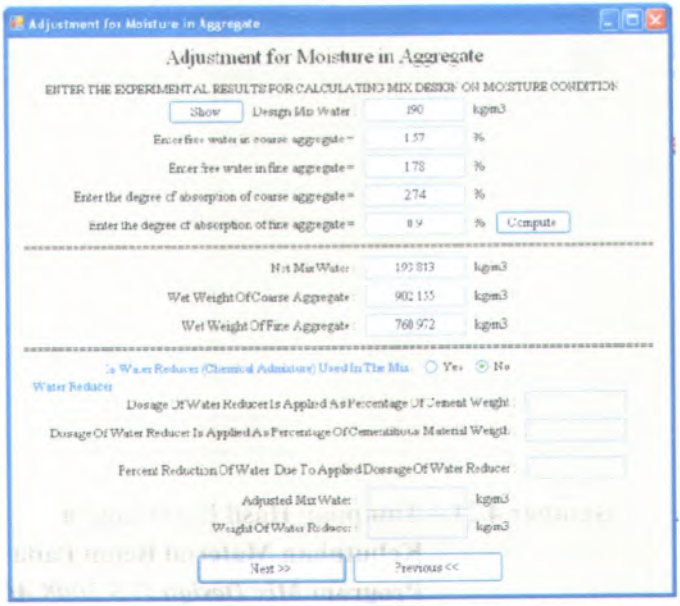
Gambar 4.17. – Tampilan Isian Banyaknya Agregat Kasar yang Digunakan Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

6. Menghitung kebutuhan agregat halus



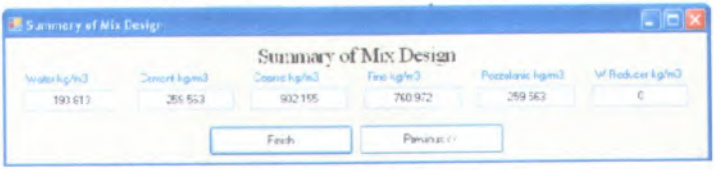
Gambar 4.18. – Tampilan Isian Banyaknya Agregat Halus yang Digunakan Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

7. Menganalisa pengaruh faktor kelembaban agregat



Gambar 4.19. – Tampilan Isian Propertis Agregat yang Digunakan Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

8. Hasil perhitungan kebutuhan material beton untuk tiap m^3



Gambar 4.20. – Tampilan Hasil Perhitungan Kebutuhan Material untuk Tiap m3 Beton Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

9. **Rekap perhitungan dan hasil akhir**

Gambar 4.21.– Tampilan Hasil Perhitungan Kebutuhan Material Beton Pada Program *Mix Design ITS 2008 ACI Method Non-Air Concrete*

4.7.2 Rekap Perhitungan Kebutuhan Material

Dari hasil perhitungan akan diperoleh data mengenai kebutuhan material, seperti tampak pada gambar di bawah ini :

Tabel 4.16.- Rekap Kebutuhan Material

Jenis	Air	Semen	BP	Pasir			FA	m^3	slump (mm)
				Total	Kasar (90%)	Halus (10%)			
45 FA 0%	12.20	32.27	54.13	41.83	37.65	4.18	0.00	0.060	0
45 FA 15%	12.09	26.37	49.12	48.14	43.33	4.81	4.66	0.060	0
45 FA 30%	13.09	22.58	53.21	53.51	48.16	5.35	9.68	0.060	20
45 FA 40%	13.08	18.84	53.21	54.39	48.95	5.44	12.56	0.065	35
45 FA 40%	13.08	18.84	53.21	54.39	48.95	5.44	12.56	0.065	50
45 FA 50%	13.07	15.25	53.21	55.29	49.76	5.53	15.25	0.065	75
50 FA 0%	15.58	47.52	63.04	53.93	48.54	5.39	0.00	0.077	0
50 FA 15%	15.57	38.88	63.04	55.72	50.15	5.57	6.86	0.077	0
50 FA 30%	15.55	30.73	63.04	57.60	51.84	5.76	13.17	0.077	40
50 FA 40%	15.55	25.61	63.21	58.66	58.66	0.00	17.08	0.077	55
50 FA 50%	15.54	20.77	63.21	59.84	59.84	0.00	20.77	0.065	70
Jumlah	154.40	297.66	631.63	593.30			112.59	0.748	

4.8 TES TEKAN BETON

Pengujian terhadap tes tekan dilakukan untuk memstikan bahwa benda uji yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan desain dalam batasan masalah. Dalam batasan masalah ditetapkan menggunakan dua kuat tekan, yaitu 45 MPa dan 50 MPa pada hari ke-28. Dari hasil pengujian tes tekan, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.17 dan 4.18 dibawah ini :

Tabel 4.17. Hasil Tes Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Benda Uji	Berat (kg)	Mutu (Mpa)	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Slump (mm)	Hari Ke-n	Beban (kg)	Luas (cm2)	Konversi Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
1	45 - 0	13.32	45	29-Apr-08	13-May-08	0	14	79,000	176.79	88%	50.8	45.62
2	45 - 0	13.43	45	29-Apr-08	27-May-08	0	28	81,200	176.79	100%	45.9	
3	45 - 0	12.85	45	29-Apr-08	27-May-08	0	28	71,000	176.79	100%	40.2	
4	45 - 15	13.31	45	30-Apr-08	14-May-08	0	14	70,800	176.79	88%	45.5	45.8
5	45 - 15	13.28	45	30-Apr-08	28-May-08	0	28	82,000	176.79	100%	46.4	
6	45 - 15	12.95	45	30-Apr-08	28-May-08	0	28	80200	176.79	100%	45.4	
7	45 - 30	13.32	45	3-May-08	31-May-08	40	28	79200	176.79	100%	44.8	46.0
8	45 - 30	12.85	45	3-May-08	31-May-08	40	28	80800	176.79	100%	45.7	
9	45 - 30	13.35	45	3-May-08	31-May-08	40	28	83800	176.79	100%	47.4	
10	45 - 40(a)	13.22	45	4-May-08	8-May-08	20	3	46,400	176.79	55%	47.7	46.2
11	45 - 40(a)	13.01	45	4-May-08	1-Jun-08	20	28	84,000	176.79	100%	47.5	
12	45 - 40(a)	13.42	45	4-May-08	1-Jun-08	20	28	76,400	176.79	100%	43.2	
13	45 - 40	13.13	45	6-May-08	3-Jun-08	50	28	87,400	176.79	100%	49.4	47.5
14	45 - 40	13.00	45	6-May-08	3-Jun-08	50	28	85,200	176.79	100%	48.2	
15	45 - 40	12.98	45	6-May-08	3-Jun-08	50	28	79,400	176.79	100%	44.9	
16	45 - 50	13.27	45	7-May-08	4-Jun-08	75	28	80,200	176.79	100%	45.4	45.3
17	45 - 50	13.35	45	7-May-08	4-Jun-08	75	28	81,400	176.79	100%	46.0	
18	45 - 50	13.10	45	7-May-08	4-Jun-08	75	28	78,800	176.79	100%	44.6	

Tabel 4.18. Hasil Tes Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Benda Uji	Berat (kg)	Mutu (Mpa)	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Slump (mm)	Hari Ke-n	Beban (kg)	Luas (cm2)	Konversi Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
19	50 - 0	13.55	50	11-May-08	8-Jun-08	0	28	89,800	176.79	100%	50.8	50.6
20	50 - 0	13.41	50	11-May-08	8-Jun-08	0	28	88,400	176.79	100%	50.0	
21	50 - 0	12.90	50	11-May-08	8-Jun-08	0	28	90,200	176.79	100%	51.0	
22	50 - 15	12.94	50	11-May-08	8-Jun-08	0	28	86,200	176.79	100%	48.8	50.1
23	50 - 15	13.45	50	11-May-08	8-Jun-08	0	28	86,000	176.79	100%	48.6	
24	50 - 15	13.04	50	11-May-08	8-Jun-08	0	28	93,400	176.79	100%	52.8	
25	50 - 30	13.00	50	11-May-08	8-Jun-08	40	28	109,800	176.79	100%	62.1	55.0
26	50 - 30	13.37	50	11-May-08	8-Jun-08	40	28	105,800	176.79	100%	59.8	
27	50 - 30	13.01	50	11-May-08	8-Jun-08	40	28	76,000	176.79	100%	43.0	
28	50 - 40	13.66	50	23-May-08	20-Jun-08	45	28	94,000	176.79	100%	53.17	51.4
29	50 - 40	13.48	50	23-May-08	20-Jun-08	45	28	90,800	176.79	100%	51.36	
30	50 - 40	13.55	50	23-May-08	20-Jun-08	45	28	88,000	176.79	100%	49.8	
32	50 - 50	13.70	50	23-May-08	20-Jun-08	60	28	90,000	176.79	100%	50.9	50.0
33	50 - 50	13.38	50	23-May-08	20-Jun-08	60	28	87,000	176.79	100%	49.2	
34	50 - 50	13.55	50	23-May-08	20-Jun-08	60	28	88,400	176.79	100%	50.0	

4.9 TES ABRASI BETON

Pengujian ini dilakukan sesuai umur beton yang telah ditentukan, yaitu benda uji dengan perawatan curing pada hari ke-14, 21, dan 28. Benda uji menggunakan beton silinder 15 cm dengan tinggi 30 cm, yang kemudian dipotong menjadi tiga bagian. Dari tiga potongan silinder beton tersebut akan diperoleh 6 buah permukaan sebagai bidang abrasi dengan penggerusan selama dua menit untuk tiap pengujian.

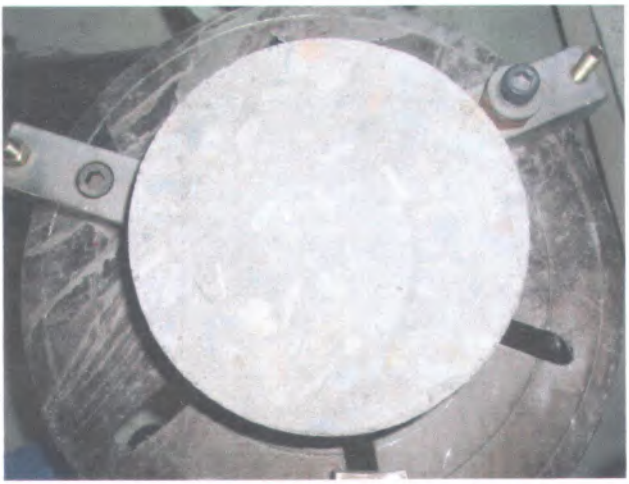
Sesuai dengan ASTM C 944, setiap variasi dilakukan dua pengujian, yaitu beban tunggal (10 kg) dan beban ganda (20 kg). Kemudian tiap beban tersebut dilakukan pengujian sebanyak tiga kali. Data pengujian diperoleh dari lima kali uji abrasi.

Gambar 4.22. – Pengujian Abrasi dengan Beban Tunggal

Sebelum diuji abrasi, benda uji dipasang pada alat dengan cara dijepit oleh tiga penjepit agar benda uji tidak bergeser selama pengujian. Kemudian harus dipastikan bidang yang akan diuji abrasi merupakan bagian tengah (*center*) dari permukaan benda uji.

Gambar 4.23. – Pemasangan Benda Uji pada Alat Abrasi

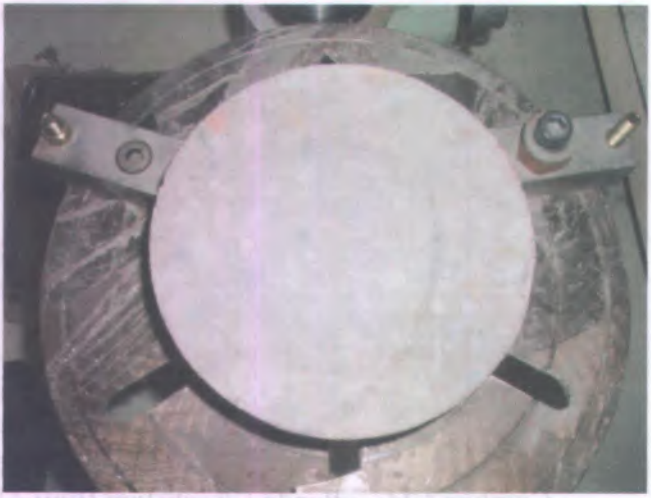
Kemudian, dilakukan pengamatan terhadap kondisi permukaan yang berupa distribusi agregat kasar terhadap pasta semen. Selain itu, juga dilakukan pengukuran terhadap diameter dan tinggi benda uji untuk mendapatkan volume benda uji. Setelah mendapatkan data volume benda uji, dilanjutkan dengan menimbang berat benda uji sebelum diuji abrasi untuk mendapatkan besar densitanya.



Gambar 4.24. – Benda Uji sebelum Diuji Abrasi

Setelah dilakukan pengujian abrasi, debu (debris) dibersihkan dari permukaan benda uji. Kemudian, dilakukan pengamatan terhadap perubahan kondisi permukaan benda uji. Biasanya tampak garis alur rottating cutter pada permukaan benda uji.

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada titik yang sama. Semakin banyak pengujian yang dilakukan pada suatu titik, maka gerusan/alur yang terjadi akan semakin jelas dan dalam. Secara umum, pada pengujian pertama hanya pasta semen yang tergerus. Kemudian, pada pengujian kedua agregat kasar yang berwarna putih/coklat tampak tergerus tipis. Pada pengujian berikutnya, agregat yang berwarna abu-abu muda mulai tergerus. Apabila pengujian dilanjutkan, maka agregat yang berwarna abu-abu tua tergerus.



Gambar 4.25. – Benda Uji setelah Diuji Abrasi

Setelah dilakukan pengujian, benda uji ditimbang untuk mendapatkan selisih berat sebelum dan sesudah uji abrasi. Parameter ini yang akan menjadi tolok ukur tingkat abrasi yang terjadi pada masing-masing benda uji.

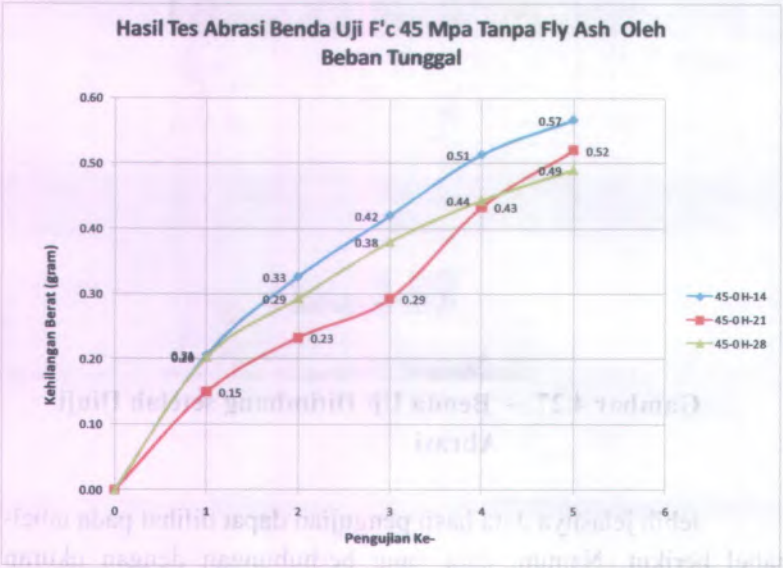
Gambar 4.26. – Benda Uji Ditimbang sebelum Diuji Abrasi

Gambar 4.27. – Benda Uji Ditimbang setelah Diuji Abrasi

lebih jelasnya data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel-tabel berikut. Namun, data yang berhubungan dengan ukuran benda uji dan deskripsi permukaan benda uji dapat dilihat pada bagian lampiran.

4.9.1 Pengaruh Peningkatan Umur Benda Uji terhadap Kehilangan Berat dan Besar Pembebanan

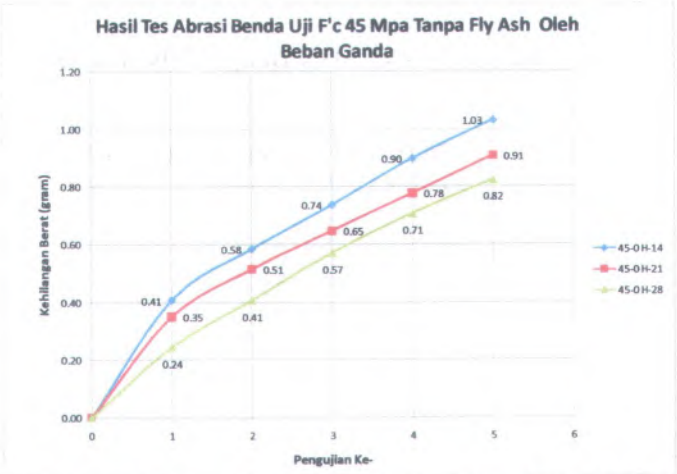
4.9.1.1 Tes Abrasi Beton f'c = 45 MPa Tanpa Fly Ash



Gambar 4.28. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa Tanpa Fly Ash dengan Beban Tunggal

Dari gambar 4.28 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-14 mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-14 beton belum mengeras dengan sempurna. Sedangkan benda uji pada hari ke-21 dan 28 terjadi penurunan kehilangan berat yang berarti kepadatan beton lebih tinggi sehingga memiliki ketahanan abrasi lebih tinggi. Hal ini disebabkan benda uji pada

hari ke-21 dan 28 sudah mulai mengeras dengan sempurna, walaupun peningkatan kekerasan beton dari hari ke-21 ke beton hari ke-28 tidak mengalami perubahan yang signifikan. Pada grafik diatas tampak ketahanan abrasi benda uji hari ke-21 lebih tinggi bila dibandingkan dengan ketahanan abrasi benda uji hari ke-28. Hal tersebut disebabkan juga oleh distribusi agregat yang lebih rapat dan merata pada benda uji hari ke-21, sehingga ketahanan abrasinya lebih besar dari pada ketahanan abrasi benda uji hari ke-28.



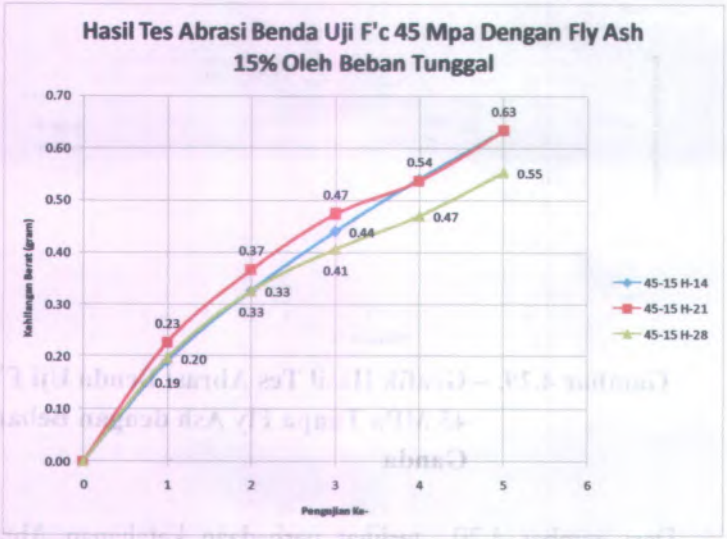
Gambar 4.29. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa Tanpa Fly Ash dengan Beban Ganda

Dari gambar 4.29 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Bila dibandingkan dengan kehilangan berat dengan pengujian beban tunggal,

kehilangan pengujian dengan beban ganda mencapai hampir dua kali lipatnya.

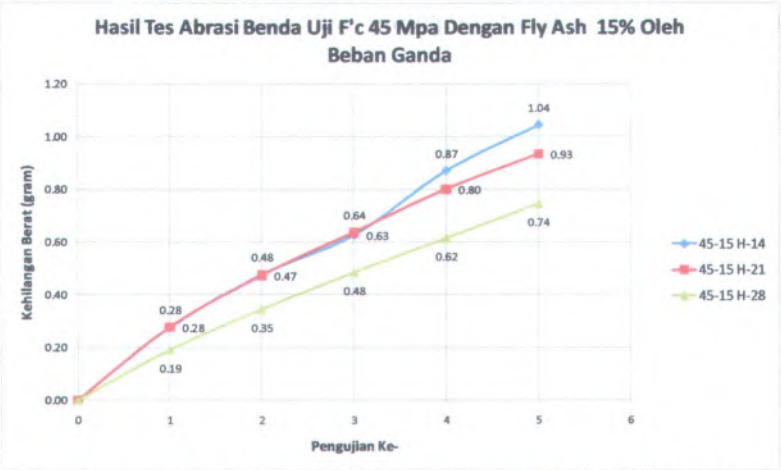
Benda uji pada umur ke-14 mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-14 kepadatan beton masih rendah dan belum mengeras dengan sempurna. Kemudian pada hari ke-28 kepadatan dan kekerasan beton meningkat yang ditandai dengan penurunan kehilangan berat benda uji. Pada gambar 4.29 diatas tampak bahwa kurva benda uji f'c 45 MPa pada hari ke-28 mengalami kehilangan berat paling kecil/minimum.

4.9.1.2 Abrasi Beton f'c = 45 MPa Dengan Fly Ash 15%



Gambar 4.30. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 15% Oleh Beban Tunggal

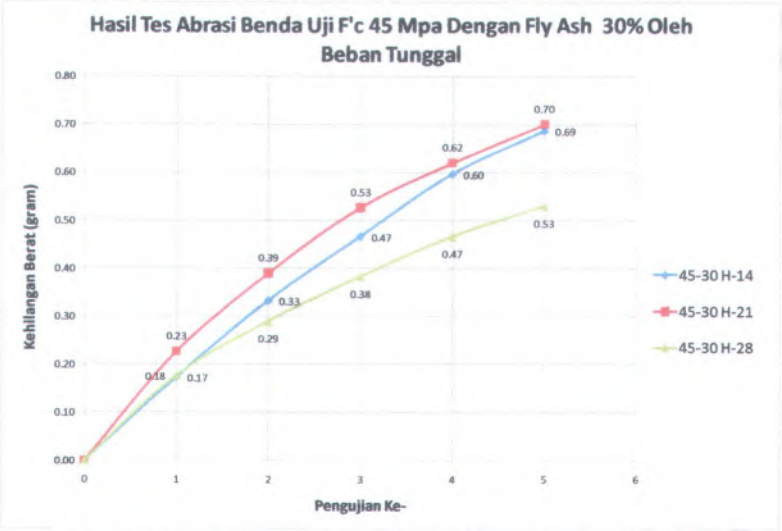
Dari gambar 4.30 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-28 mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji hari ke-14, dan benda uji hari ke-21 mengalami kehilangan berat paling besar. Hal ini berbeda dengan perilaku benda uji tanpa fly ash. Kondisi ini dapat disebabkan oleh keadaan benda uji yang diabrasi. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap abrasi adalah kekerasan agregat kasar dan distribusi agregat. Dalam hal ini benda uji pada hari ke-14 memiliki banyak agregat kasar pada permukaannya, sehingga lebih tahan terhadap abrasi bila dibandingkan dengan ketahanan abrasi benda uji hari ke-21 yang memiliki lebih sedikit agregat kasar yang tersebar di permukaannya atau bidang ausnya.



Gambar 4.31. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 15% Oleh Beban Ganda

Dari gambar 4.31 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat dari pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-14 mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-14 kepadatan beton masih rendah dan belum mengeras dengan sempurna. Benda uji pada umur ke-21 juga tidak terjadi penambahan kepadatan dan kekerasan yang signifikan bila dibandingkan dengan benda uji hari ke-14. Hal ini tampak pada gambar 4.31 yang mana kurva abrasi benda uji hari ke-14 dan benda uji hari ke-21 hampir berhimpit. Kemudian pada hari ke-28 kepadatan dan kekerasan beton mulai meningkat dengan sempurna yang ditandai dengan penurunan kehilangan berat benda uji. Pada gambar 4.31 diatas tampak bahwa kurva benda uji f'c 45 MPa pada hari ke-28 mengalami kehilangan berat paling kecil/minimum.

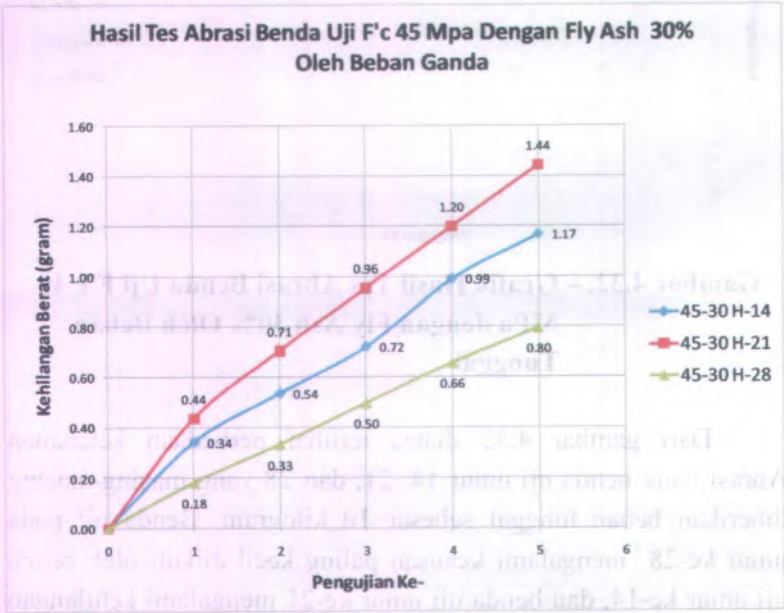
4.9.1.3 Tes Abrasi Beton f'c = 45 MPa Dengan Fly Ash 30%



Gambar 4.32. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 30% Oleh Beban Tunggal

Dari gambar 4.32 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-28 mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji umur ke-14, dan benda uji umur ke-21 mengalami kehilangan berat paling besar. Hal ini berbeda dengan perilaku benda uji sebelumnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh keadaan benda uji yang diabrasi. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap abrasi adalah tingkat kepadatan yang terjadi, kekerasan agregat kasar, dan distribusi agregat. Dalam hal ini benda uji pada hari ke-14 memiliki lebih banyak agregat kasar pada permukaannya bila

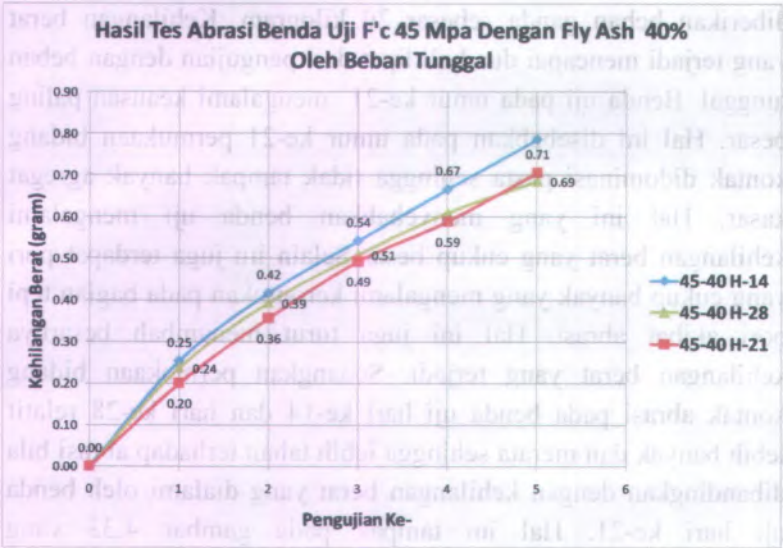
dibandingkan dengan benda uji pada hari ke-21, sehingga lebih tahan terhadap abrasi bila dibandingkan dengan ketahanan abrasi benda uji hari ke-21 yang memiliki lebih sedikit agregat kasar yang tersebar di permukaannya atau bidang ausnya dan terdapat pori yang tampak pada permukaan yang juga memperlemah ketahanan abrasi, karena saat pengujian tepi pori rontok yang menambah kehilangan berat yang terjadi.



Gambar 4.33.– Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 30% Oleh Beban Ganda

Dari gambar 4.33 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat dari pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-21 mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-21 permukaan bidang kontak didominasi pasta sehingga tidak tampak banyak agregat kasar. Hal ini yang menyebabkan benda uji mengalami kehilangan berat yang cukup besar Selain itu juga terdapat pori yang cukup banyak yang mengalami kerontokan pada bagian tepi pori akibat abrasi. Hal ini juga turut menambah besarnya kehilangan berat yang terjadi. Sedangkan permukaan bidang kontak abrasi pada benda uji hari ke-14 dan hari ke-28 relatif lebih banyak dan merata sehingga lebih tahan terhadap abrasi bila dibandingkan dengan kehilangan berat yang dialami oleh benda uji hari ke-21. Hal ini tampak pada gambar 4.33 yang menunjukkan kurva abrasi benda uji hari ke-21 menempati posisi teratas dari benda uji hari ke-14 dan benda uji hari ke-28.

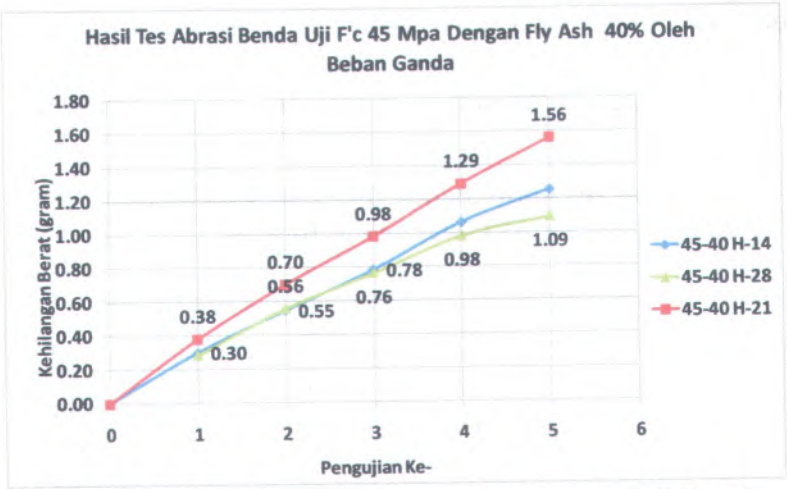
4.9.1.4 Tes Abrasi Beton f'c = 45 MPa Dengan Fly Ash 40%



Gambar 4.34. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 40% Oleh Beban Tunggal

Dari gambar 4.34 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-21 mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji umur ke-28, dan benda uji umur ke-14 mengalami kehilangan berat paling besar. Hal ini berbeda dengan perilaku benda uji sebelumnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh keadaan benda uji yang diabrasi. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap abrasi adalah tingkat kepadatan yang terjadi, kekerasan agregat kasar, dan distribusi agregat. Dalam hal ini benda uji pada hari ke-21 memiliki banyak agregat kasar pada permukaannya, sehingga

lebih tahan terhadap abrasi bila dibandingkan dengan ketahanan abrasi benda uji hari ke-28 yang memiliki lebih sedikit agregat kasar yang tersebar di permukaannya atau bidang ausnya. Selain itu benda uji pada hari ke-14 juga terdapat pori yang cukup besar pada permukaan bidang kontak yang tepi porinya ikut tergerus, hal ini juga ikut menambah kehilangan berat yang terjadi.

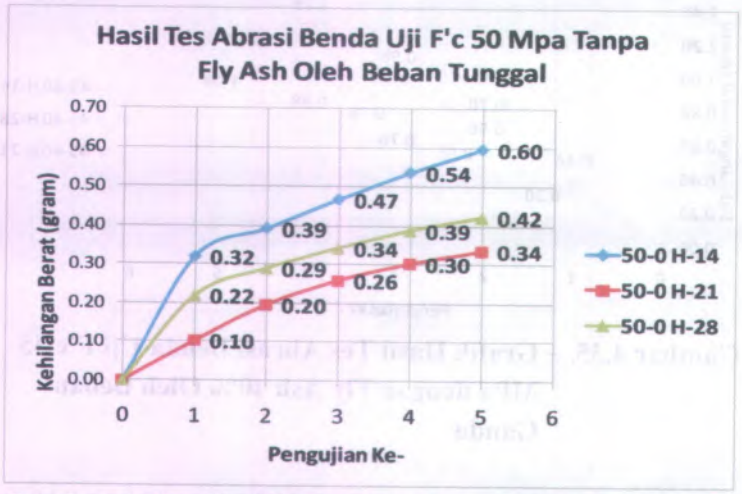


Gambar 4.35. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 40% Oleh Beban Ganda

Dari gambar 4.35 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat dari pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-21 mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-21 permukaan bidang kontak didominasi pasta sehingga tidak tampak banyak agregat kasar. Hal ini yang menyebabkan benda uji mengalami

kehilangan berat yang cukup besar Selain itu juga terdapat pori yang cukup banyak yang mengalami kerontokan pada bagian tepi pori akibat abrasi. Hal ini juga turut menambah besarnya kehilangan berat yang terjadi. Sedangkan agregat kasar yang tersebar pada permukaan bidang kontak abrasi pada benda uji hari ke-14 dan hari ke-28 relatif lebih banyak dan merata sehingga lebih tahan terhadap abrasi bila dibandingkan dengan kehilangan berat yang dialami oleh benda uji hari ke-21.

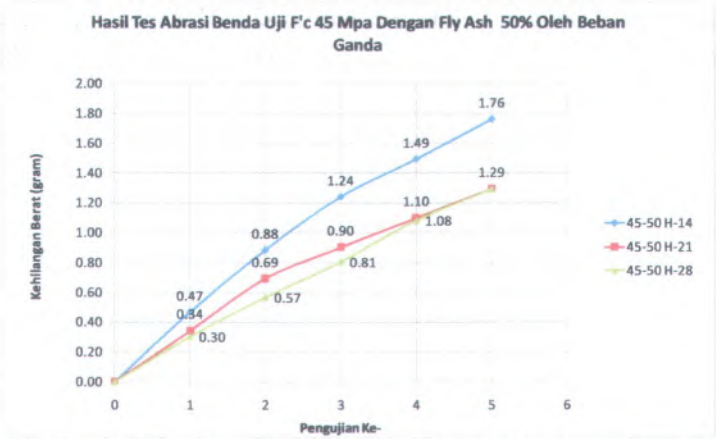
4.9.1.5 Tes Abrasi Beton f'c = 45 MPa Dengan Fly Ash 50%



Gambar 4.36. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 50% Oleh Beban Tunggal

Dari gambar 4.36 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-14

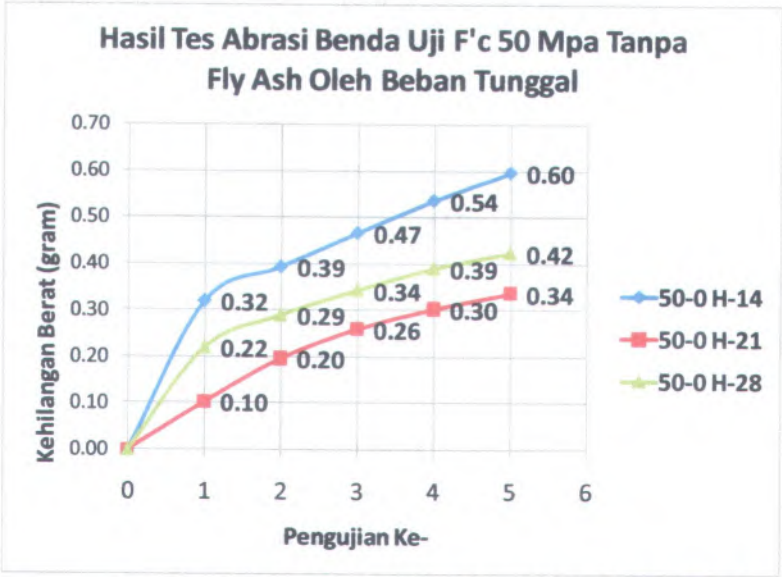
mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-14 kepadatan dan kekerasan beton (pasta) belum sempurna. Namun, terdapat faktor lain yang perlu dipertimbangkan sehubungan dengan terjadinya abrasi, diantaranya adalah distribusi agregat kasar, kerapatan benda uji, dan kekerasan agregat kasar. Seperti yang terjadi pada benda uji hari ke 21 dan benda uji hari ke-28. Benda uji hari ke-21 memiliki distribusi agregat yang lebih rapat sehingga tingkat abrasi yang terjadi lebih rendah dari benda uji hari ke-28.



Gambar 4.37. – Grafik Hasil Tes Abrasi Benda Uji F'c 45 MPa dengan Fly Ash 50% Oleh Beban Ganda

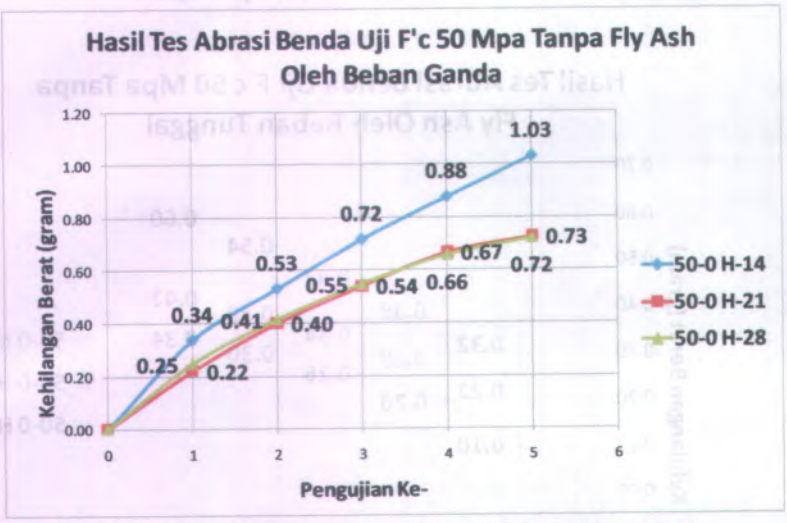
Dari gambar 4.37 terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat kehilangan berat akibat pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-14 mengalami keausan paling besar. Hal ini disebabkan pada umur ke-14 beton (pasta) belum mengeras dengan sempurna, selain itu jumlah pori yang tampak di permukaan bidang abrasi lebih banyak. Benda uji pada umur ke-28 juga tidak mengalami pengerasan yang signifikan bila dibandingkan dengan benda uji hari ke-21. Hal ini tampak pada gambar 4.25, kurva abrasi benda uji hari ke-28 dan benda uji hari ke-21 hampir berhimpit.

4.9.1.6 Tes Abrasi Beton f'c = 50 Tanpa Fly Ash



Gambar 4.38. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 MPa Oleh Beban Tunggal

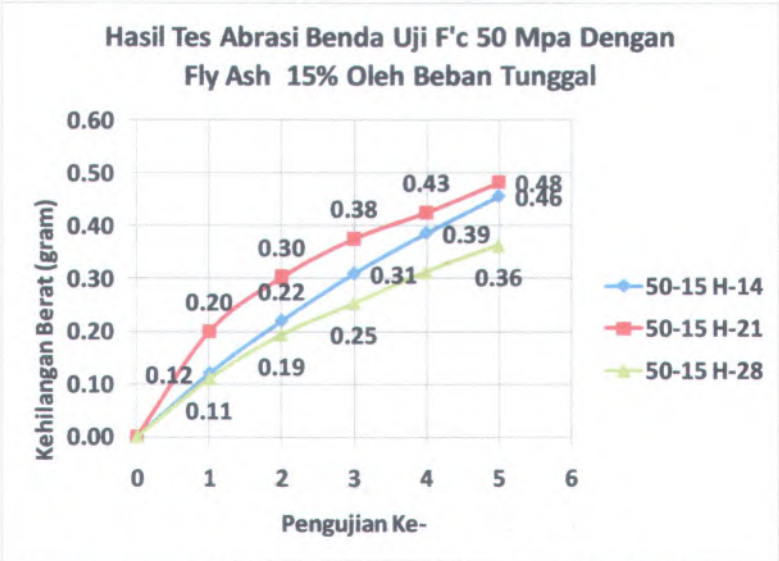
Dari gambar 4.38 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-21 mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji umur ke-28 dan benda uji umur ke-14 mengalami kehilangan berat paling besar. Dari gambar 4.38 diatas tampak bahwa telah terjadi peningkatan ketahanan abrasi dari umur ke-14 menuju ke umur 28 hari. Namun, kondisi permukaan pada benda uji hari ke-21 tampak lebih banyak memiliki agregat kasar bila dibandingkan dengan benda uji hari ke-28, Sehingga besar kehilangan berat yang terjadi lebih kecil.



Gambar 4.39. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 MPa Oleh Beban Ganda

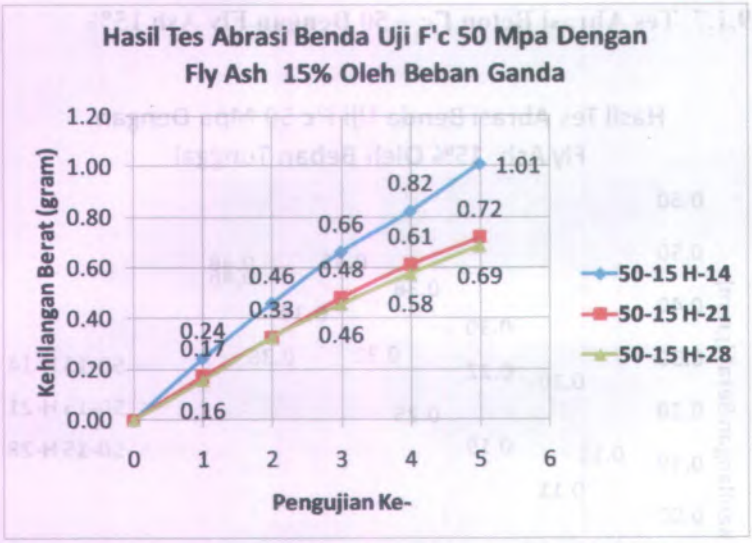
Dari gambar 4.39 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-28 dan benda uji hari ke-21mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji umur ke-14. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji umur 28 terjadi penyebaran yang tidak merata sehigga tampak renggang. Sehingga peningkatan ketahanan abrasi yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak berbeda dengan kehilangan berat yang dialami benda uji hari ke-21.

4.9.1.7 Tes Abrasi Beton f'c = 50 Dengan Fly Ash 15%



Gambar 4.40. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 15% Fly Ash MPa Oleh Beban Tunggal

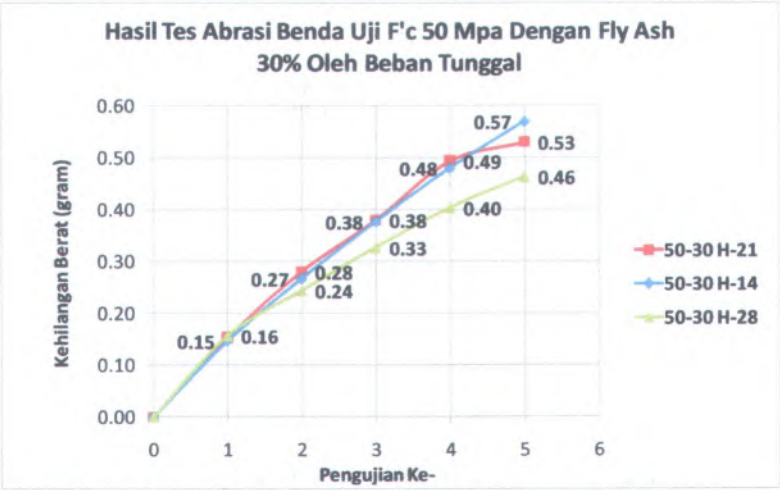
Dari gambar 4.40 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-28 mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji umur ke-14 dan benda uji umur ke-21 mengalami kehilangan berat paling besar. Dari gambar 4.40 diatas tampak bahwa telah terjadi peningkatan ketahanan abrasi dari umur ke-14 menuju ke umur 28 hari.Namun, kondisi permukaan pada benda uji hari ke-21 tampak lebih sedikit memiliki agregat kasar bila dibandingkan dengan benda uji hari ke-14, Sehingga besar kehilangan berat yang terjadi lebih besar.



Gambar 4.41. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 15% Fly Ash MPa Oleh Beban Ganda

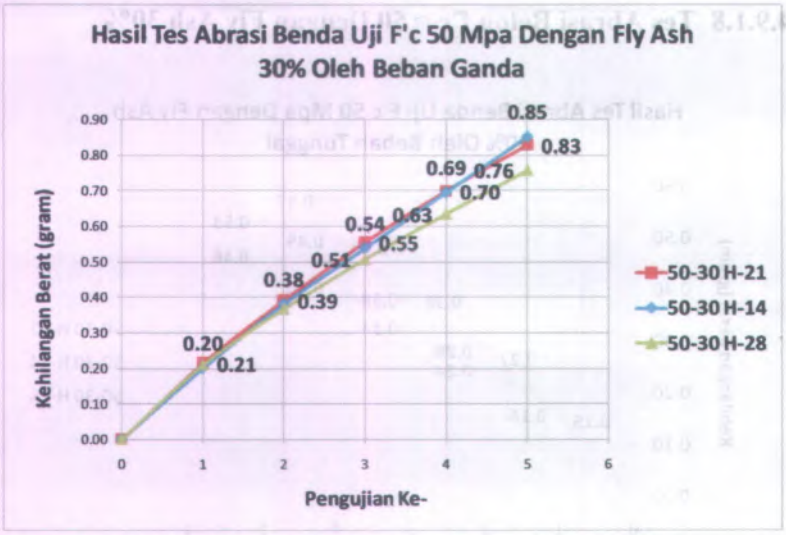
Dari gambar 4.41 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-28 dan benda uji hari ke-21mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji umur ke-14. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji umur 28 terjadi penyebaran yang tidak merata sehigga tampak renggang. Sehingga peningkatan ketahanan abrasi yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak banyak berkurang banyak bila dibandingkan dengan kehilangan berat yang terjadi pada benda uji hari ke-21. Hal ini tampak pada gambar 4.41 diatas, kurva pengujian hari ke-28 berhimpit dengan kurva pengujian hari ke-21.

4.9.1.8 Tes Abrasi Beton f'c = 50 Dengan Fly Ash 30%



Gambar 4.42. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 30% Fly Ash MPa Oleh Beban Tunggal

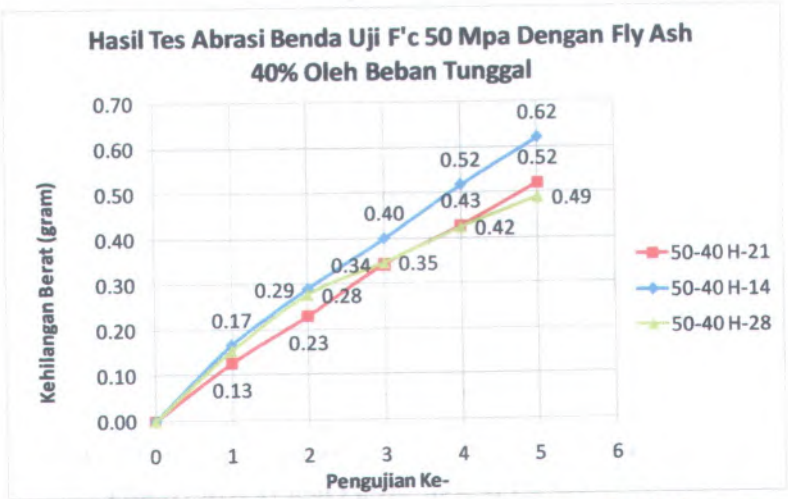
Dari gambar 4.42 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-28 mengalami kehilangan berat paling kecil diikuti oleh benda uji hari ke-21 dan benda uji hari ke-14 mengalami kehilangan berat terbesar. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji hari ke-21 terjadi penyebaran yang tidak merata sehingga tampak renggang. Hal tersebut menyebabkan peningkatan ketahanan abrasi dari hari ke-14 ke hari ke-21 yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak. Hal ini tampak pada gambar 4.42 diatas, kurva pengujian hari ke-21 berhimpit dengan kurva pengujian hari ke-14.



Gambar 4.43. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 30% Fly Ash MPa Oleh Beban Ganda

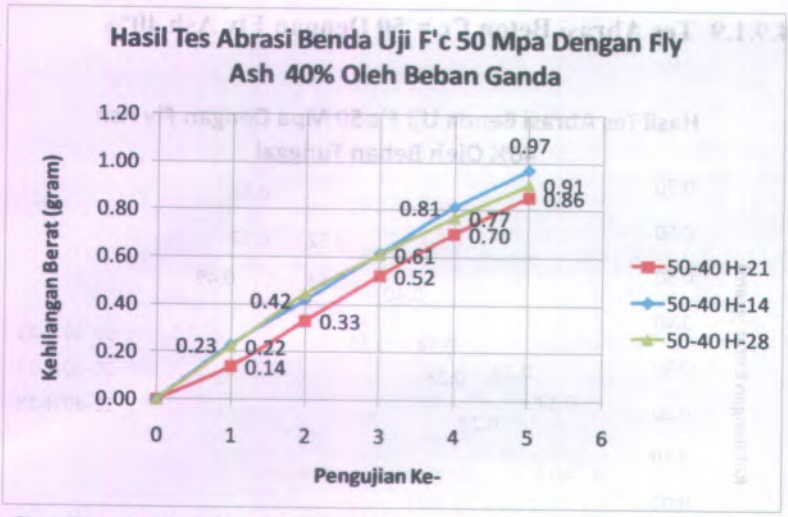
Kondisi yang sama terjadi pada pengujian dengan beban ganda. Dari gambar 4.43 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-28 mengalami keausan paling kecil diikuti oleh benda uji hari ke-21 dan benda uji hari ke-14 yang tampak berhimpit. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji umur 21 terjadi penyebaran yang tidak merata sehigga tampak renggang. Hal tersebut menyebabkan peningkatan ketahanan abrasi yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak. Hal ini tampak pada gambar 4.43, kurva pengujian hari ke-14 berhimpit dengan kurva pengujian hari ke-21.

4.9.1.9 Tes Abrasi Beton f'c = 50 Dengan Fly Ash 40%



Gambar 4.44. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 40% Fly Ash MPa Oleh Beban Tunggal

Dari gambar 4.44 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-28 dan benda uji hari ke-21 mengalami kehilangan berat paling kecil diikuti oleh benda uji hari ke-14 mengalami kehilangan berat terbesar. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji hari ke-28 terjadi penyebaran yang tidak merata sehingga tampak renggang. Hal tersebut menyebabkan peningkatan ketahanan abrasi dari hari ke-21 ke hari ke-28 yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak. Hal ini tampak pada gambar 4.44, kurva pengujian hari ke-21 berhimpit dengan kurva pengujian hari ke-28.



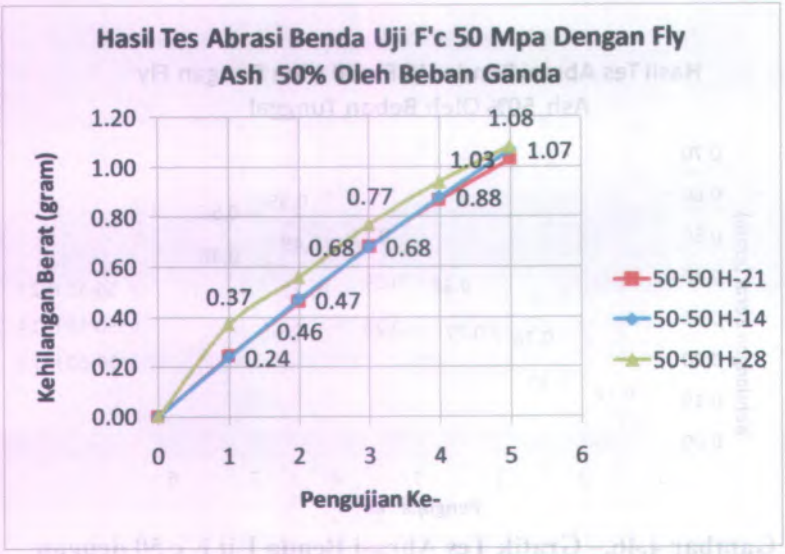
Gambar 4.45. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 40% Fly Ash MPa Oleh Beban Ganda

Dari gambar 4.45 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-28 dan benda uji hari ke-14 mengalami kehilangan berat paling besar diikuti oleh benda uji hari ke-21 mengalami kehilangan berat terkecil. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji hari ke-28 terjadi penyebaran yang tidak merata sehingga tampak renggang. Sehingga peningkatan ketahanan abrasi dari hari ke-21 ke hari ke-28 yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak. Hal ini tampak pada gambar 4.45 diatas, kurva pengujian hari ke-28 berhimpit dengan kurva pengujian hari ke-14.

4.9.1.10 Tes Abrasi Beton f'c = 50 Dengan Fly Ash 50%

Gambar 4.46.– Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 50% Fly Ash MPa Oleh Beban Tunggal

Dari gambar 4.46 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi Pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban tunggal sebesar 10 kilogram. Benda uji pada umur ke-14 dan benda uji hari ke-21 mengalami kehilangan berat paling besar diikuti oleh benda uji hari ke-28 mengalami kehilangan berat terkecil. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji hari ke-21 terjadi penyebaran yang tidak merata sehigga tampak renggang. Hal tersebut menyebabkan peningkatan ketahanan abrasi dari hari ke-14 ke hari ke-21 yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak terjadi secara signifikan. Hal ini tampak pada gambar 4.46, kurva pengujian hari ke-21 berhimpit dengan kurva pengujian hari ke-14.



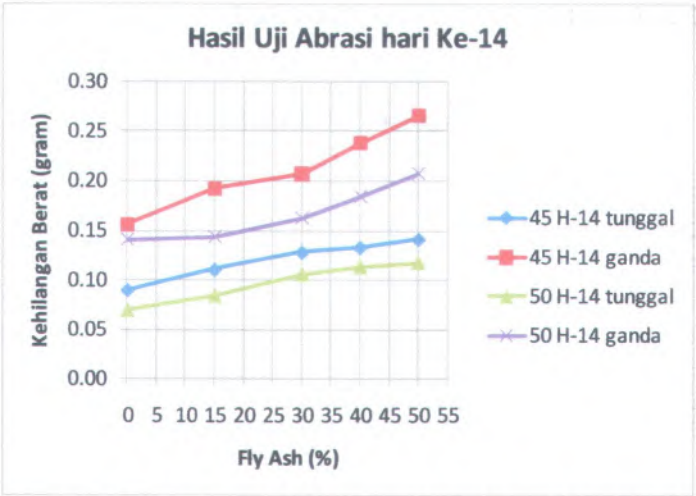
Gambar 4.47. – Grafik Tes Abrasi Benda Uji F'c 50 dengan 50% Fly Ash MPa Oleh Beban Ganda

Dari gambar 4.47 diatas terlihat perbedaan ketahanan Abrasi pada benda uji umur 14, 21, dan 28 yang masing-masing diberikan beban ganda sebesar 20 kilogram. Kehilangan berat yang terjadi mencapai dua kali lipat pengujian dengan beban tunggal. Benda uji pada umur ke-28 mengalami kehilangan berat paling besar diikuti oleh benda uji hari ke-21 dan benda uji hari ke-14 mengalami kehilangan berat yang lebih sedikit. Bila diperhatikan dari kondisi permukaan bidang kontak, distribusi agregat pada benda uji hari ke-28 terjadi penyebaran yang tidak merata sehingga tampak renggang. Sehingga peningkatan ketahanan abrasi dari hari ke-21 ke hari ke-28 yang berupa pengurangan kehilangan berat tidak tampak. Selain itu distribusi agregat benda uji hari ke-14 tampak lebih rapat bila dibandingkan

benda uji hari ke-21 dan benda uji hari ke-28. Sehingga kehilangan berat yang terjadi juga lebih kecil.

4.9.2 Pengaruh Peningkatan Penggunaan Variasi Fly Ash terhadap Kehilangan Berat Benda Uji

4.9.2.1 Tes Abrasi Beton pada Hari Ke-14

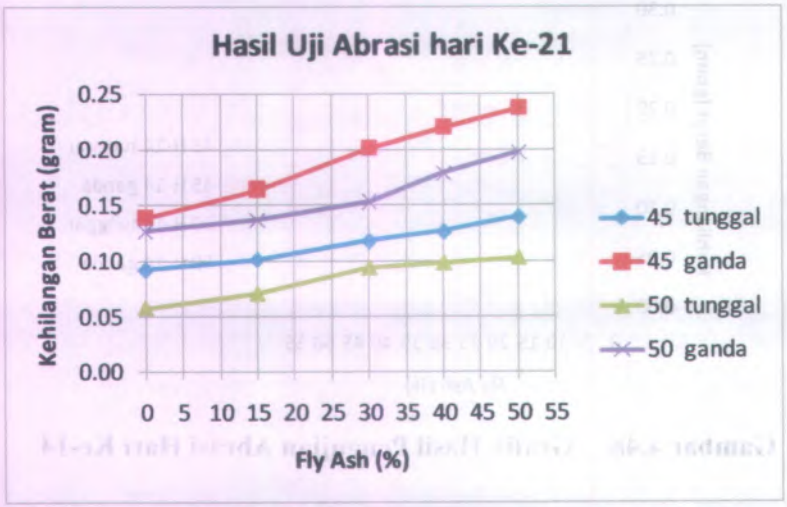


Gambar 4.48. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Hari Ke-14

Dari gambar 4.48, dapat disimpulkan bahwa pembebanan berpengaruh terhadap besar kecilnya abrasi yang terjadi. Pengujian dengan menggunakan beban ganda menghasilkan tingkat abrasi yang lebih besar dari pengujian dengan mengunakan beban tunggal. Selain itu peningkatan kuat tekan beton akan menghasilkan tingkat abrasi yang semakin kecil. Hal lain yang dapat disimpulkan adalah penggunaan fly ash lebih besar dari 30% akan terjadi peningkatan tingkat abrasi yang cukup signifikan pada pembebanan ganda, sehingga menurunkan

ketahanan abrasi beton. Sedangkan pada pembebanan tunggal peningkatan penggunaan fly ash tidak terlalu berpengaruh terhadap tingkat abrasi. Hal ini tampak pada gambar 4.48 pada pembebanan ganda pada benda uji dengan penggunaan fly ash diatas 30% terjadi peningkatan kehilangan berat yang cukup tajam.

4.9.2.2 Tes Abrasi Beton pada Hari Ke-21

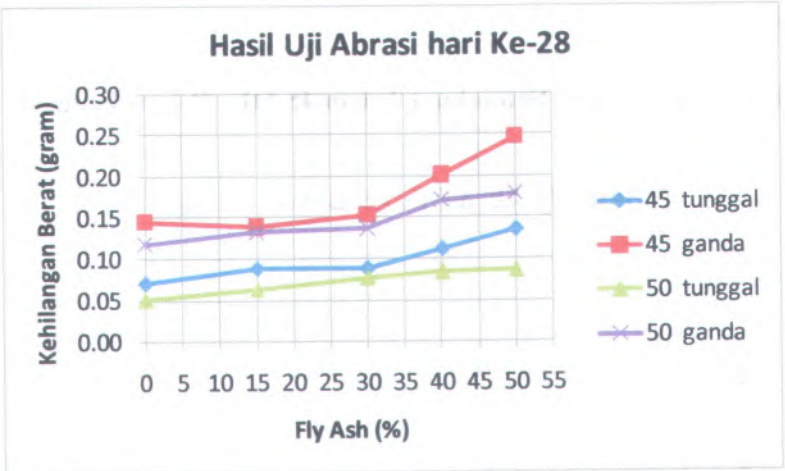


Gambar 4.49. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Hari Ke-21

Dari gambar 4.49 dapat disimpulkan bahwa pembebanan berpengaruh terhadap besar kecilnya abrasi yang terjadi. Pengujian dengan menggunakan beban ganda menghasilkan tingkat abrasi yang lebih besar dari pengujian dengan mengunakan beban tunggal. Selain itu peningkatan kuat tekan beton akan menghasilkan tingkat abrasi yang semakin kecil. Hal lain yang dapat disimpulkan adalah penggunaan fly ash lebih

besar dari 30% akan terjadi peningkatan tingkat abrasi yang cukup signifikan pada pembebanan ganda, sehingga menurunkan ketahanan abrasi beton. Sedangkan pada pembebanan tunggal peningkatan penggunaan fly ash tidak terlalu berpengaruh terhadap tingkat abrasi. Hal ini tampak pada gambar 4.48 pada pembebanan ganda pada benda uji dengan penggunaan fly ash diatas 30% terjadi peningkatan kehilangan berat yang cukup tajam.

4.9.2.3 Tes Abrasi Beton pada Hari Ke-28

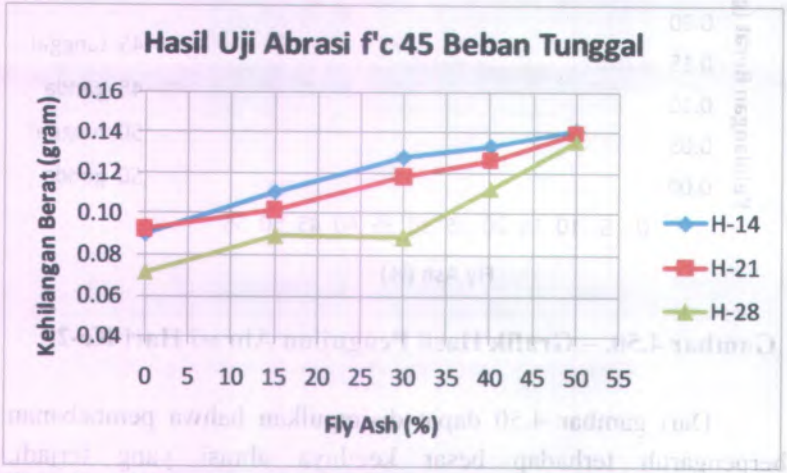


Gambar 4.50. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Hari Ke-28

Dari gambar 4.50 dapat disimpulkan bahwa pembebanan berpengaruh terhadap besar kecilnya abrasi yang terjadi. Pengujian dengan menggunakan beban ganda menghasilkan tingkat abrasi yang lebih besar dari pengujian dengan mengunakan beban tunggal. Selain itu peningkatan kuat tekan beton akan menghasilkan tingkat abrasi yang semakin kecil. Hal

lain yang dapat disimpulkan adalah penggunaan fly ash lebih besar dari 30% akan terjadi peningkatan tingkat abrasi yang cukup signifikan pada pembebanan ganda, sehingga menurunkan ketahanan abrasi beton. Sedangkan pada pembebanan tunggal benda uji dengan kuat tekan yang lebih rendah, yaitu 45 MPa, penggunaan fly ash yang lebih besar dari 30% juga terjadi peningkatan tingkat abrasi. Hal ini tidak terjadi pada benda uji dengan kuat tekan 50 MPa, sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan kuat tekan beton, maka akan meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan penggunaan fly ash juga dapat ditingkatkan tanpa terjadi peningkatan tingkat abrasi yang signifikan.

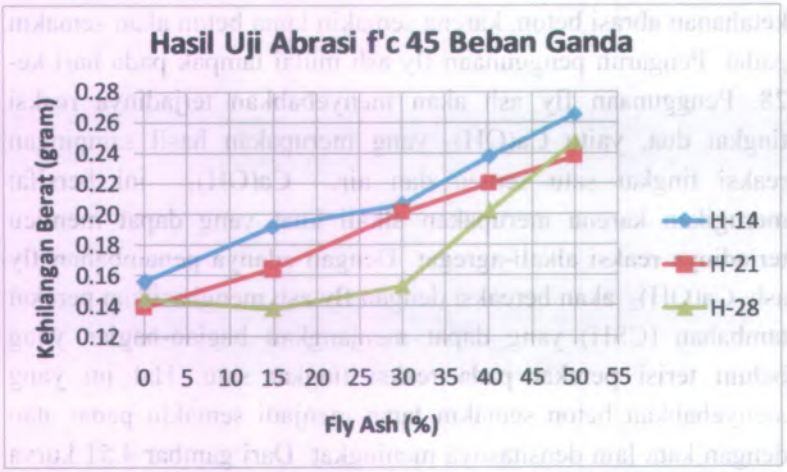
4.9.2.4 Tes Abrasi Beton kuat Tekan 45 MPa Beban Tunggal



Gambar 4.51. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan Beban Tunggal

Berdasarkan gambar 4.51, dapat disimpulkan bahwa peningkatan umur beton akan berpengaruh terhadap peningkatan ketahanan abrasi beton, karena semakin lama beton akan semakin padat. Pengaruh penggunaan fly ash mulai tampak pada hari ke-28. Penggunaan fly ash akan menyebabkan terjadinya reaksi tingkat dua, yaitu $Ca(OH)_2$ yang merupakan hasil sampingan reaksi tingkat satu semen dan air. $Ca(OH)_2$ ini bersifat merugikan karena merupakan alkali kuat yang dapat memicu terjadinya reaksi alkali-agregat. Dengan adanya penambahan fly ash, $Ca(OH)_2$ akan bereaksi dengan fly ash menghasilkan perekat tambahan (CSH) yang dapat menjangkau bagian-bagian yang belum terisi perekat pada reaksi tingkat satu. Hal ini yang menyebabkan beton semakin lama menjadi semakin padat atau dengan kata lain densitasnya meningkat. Dari gambar 4.51 kurva pengujian abrasi pada hari ke-28 mengalami penurunan kehilangan berat akibat pengujian abrasi. Selain itu, penggunaan lebih dari 30% fly ash kehilangan berat akibat uji abrasi akan meningkat tajam.

4.9.2.5 Tes Abrasi Beton kuat Tekan 45 MPa Beban Ganda

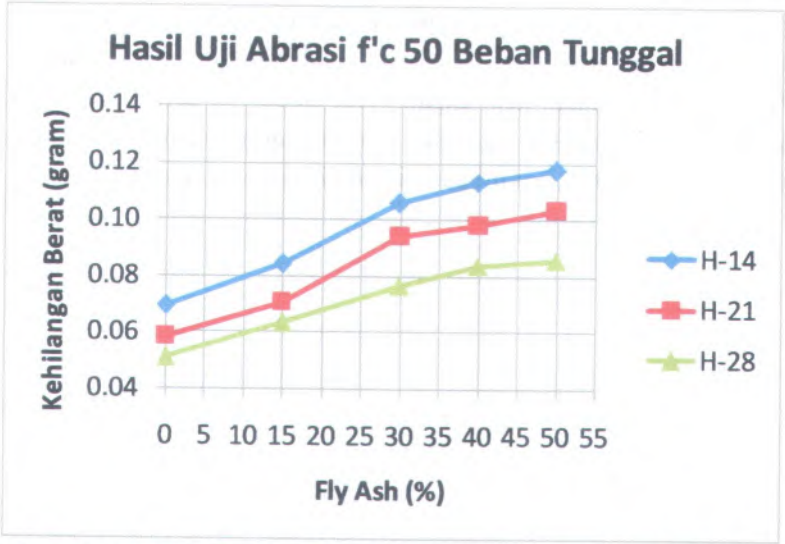


Gambar 4.52. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan Beban Ganda

Berdasarkan gambar 4.52, dapat disimpulkan bahwa peningkatan umur beton akan berpengaruh terhadap peningkatan ketahanan abrasi beton, karena semakin lama beton akan semakin padat. Pengaruh penggunaan fly ash mulai tampak pada hari ke-28. Penggunaan fly ash akan menyebabkan terjadinya reaksi tingkat dua, yaitu $Ca(OH)_2$ yang merupakan hasil sampingan reaksi tingkat satu semen dan air. $Ca(OH)_2$ ini bersifat merugikan karena merupakan alkali kuat yang dapat memicu terjadinya reaksi alkali-agregat. Dengan adanya penambahan fly ash, $Ca(OH)_2$ akan bereaksi dengan fly ash menghasilkan perekat tambahan (CSH) yang dapat menjangkau bagian-bagian yang belum terisi perekat pada reaksi tingkat satu. Hal ini yang menyebabkan beton semakin lama menjadi semakin padat atau dengan kata lain densitasnya meningkat. Dari gambar 4.52 kurva

pengujian abrasi pada hari ke-28 mengalami penurunan kehilangan berat akibat pengujian abrasi. Selain itu, penggunaan lebih dari 30% fly ash kehilangan berat akibat uji abrasi akan meningkat tajam.

4.9.2.6 Tes Abrasi Beton kuat Tekan 50 MPa Beban Tunggal

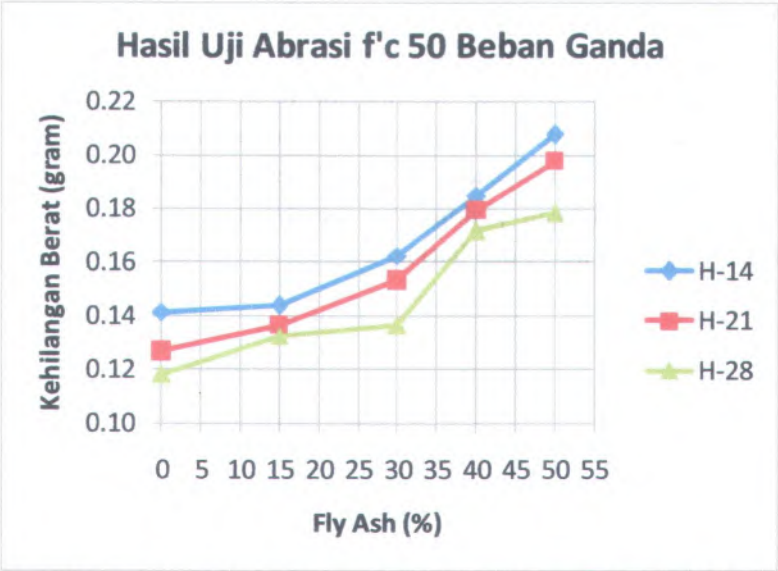


Gambar 4.53. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan Beban Tunggal

Berdasarkan gambar 4.53, dapat disimpulkan bahwa peningkatan umur beton akan berpengaruh terhadap peningkatan ketahanan abrasi beton, karena semakin lama beton akan semakin padat. Pengaruh penggunaan fly ash mulai tampak pada hari ke-28. Penggunaan fly ash akan menyebabkan terjadinya reaksi tingkat dua, yaitu $Ca(OH)_2$ yang merupakan hasil sampingan reaksi tingkat satu semen dan air. $Ca(OH)_2$ ini bersifat

merugikan karena merupakan alkali kuat yang dapat memicu terjadinya reaksi alkali-agregat. Dengan adanya penambahan fly ash, $Ca(OH)_2$ akan bereaksi dengan fly ash menghasilkan perekat tambahan (CSH) yang dapat menjangkau bagian-bagian yang belum terisi perekat pada reaksi tingkat satu. Hal ini yang menyebabkan beton semakin lama menjadi semakin padat atau dengan kata lain densitasnya meningkat. Dari gambar 4.53, menunjukkan bahwa penggunaan lebih dari 15% fly ash, kehilangan berat akibat uji abrasi cenderung meningkat tajam. Namun, peningkatan kehilangan berat akibat uji abrasi pada hari ke-28 terjadi lebih sedikit bila dibandingkan dengan peningkatan kehilangan berat akibat uji abrasi pada hari ke-14 dan hari ke-21.

4.9.2.7 Tes Abrasi Beton kuat Tekan 50 MPa Beban Ganda



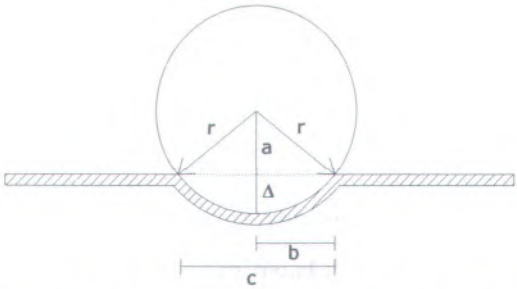
Gambar 4.54. – Grafik Hasil Pengujian Abrasi Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan Beban Ganda

Berdasarkan gambar 4.54, pada pengujian beban ganda, dapat disimpulkan bahwa peningkatan umur beton akan berpengaruh terhadap peningkatan ketahanan abrasi beton, karena semakin lama beton akan semakin padat. Pengaruh penggunaan fly ash mulai tampak pada hari ke-28. Penggunaan fly ash akan mnyebabkan terjadinya reaksi tingkat dua, yaitu $Ca(OH)_2$ yang merupakan hasil sampingan reaksi tingkat satu semen dan air. $Ca(OH)_2$ ini bersifat merugikan karena merupakan alkali kuat yang dapat memicu terjadinya reaksi alkali-agregat. Dengan adanya penambahan fly ash, $Ca(OH)_2$ akan bereaksi dengan fly ash menghasilkan perekat tambahan (CSH) yang dapat

menjangkau bagian-bagian yang belum terisi perekat pada reaksi tingkat satu. Hal ini yang menyebabkan beton semakin lama menjadi semakin padat atau dengan kata lain densitasnya meningkat. Dari gambar 4.54, menunjukkan bahwa penggunaan lebih dari 30% fly ash, kehilangan berat akibat uji abrasi cenderung meningkat tajam. Namun, peningkatan kehilangan berat akibat uji abrasi pada hari ke-28 terjadi lebih sedikit bila dibandingkan dengan peningkatan kehilangan berat akibat uji abrasi pada hari ke-14 dan hari ke-21.

4.10 TES TUMBUKAN BETON

Tes ini lebih dikenal dengan Drop Weight Test yang menggunakan bola besi diameter 7.325 cm dengan berat 1650.5 gram. Bola ini dijatuhkan secara bebas dari mulai ketinggian 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, dan 2.5 m. kemudian dilakukan pencacatan terhadap diameter luka/cekungan yang ada pada permukaan benda uji untuk mendapatkan besarnya desakan yang terjadi pada masing-masing benda uji dengan variasi penggunaan fly ash.



Gambar 4.55. – Gambar Cekungan yang Terbentuk pada Pengujian Tumbukan

Untuk dapat menganalisa hasil uji tumbukan, data-data dituliskan pada tabel, kemudian digambarkan pada grafik.

4.10.1 Pengaruh Peningkatan Umur Beton terhadap Besar Desakan dan Gaya yang Bekerja

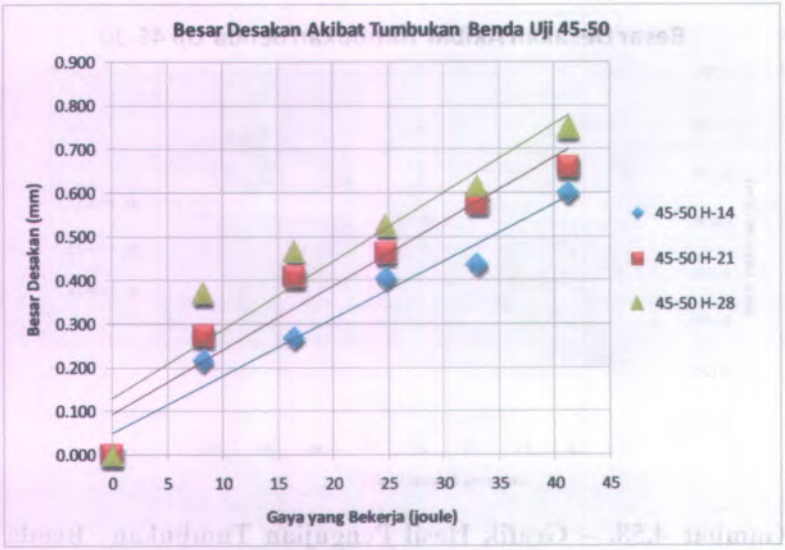
4.10.1.1 Tes Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa

Gambar 4.56. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa Tanpa Fly Ash

Gambar 4.57. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 15% Fly Ash

Gambar 4.58. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 30% Fly Ash

Gambar 4.59. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 40% Fly Ash

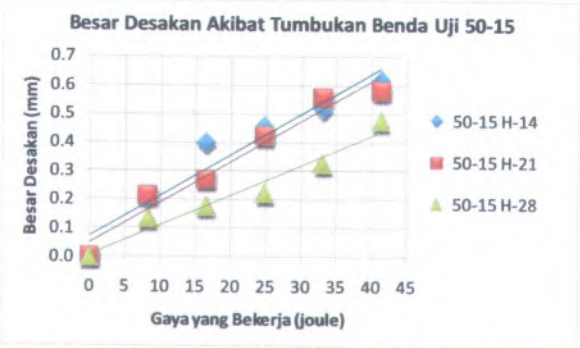


Gambar 4.60. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 45 MPa dengan 50% Fly Ash

Secara garis besar, dari gambar 4.56 sampai dengan 4.60 dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan kuat tekan 45 MPa belum menunjukkan ketahanan terhadap tumbukan yang cukup baik. Peningkatan umur benda uji beton juga belum menunjukkan peningkatan terhadap ketahanan tumbukan.

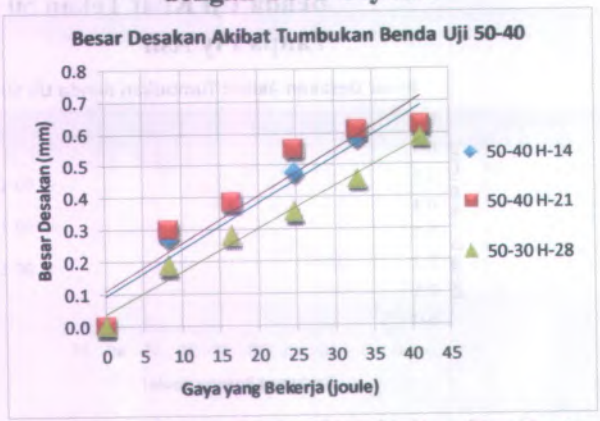
4.10.1.2 Tes Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa

Gambar 4.61.– Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa Tanpa Fly Ash

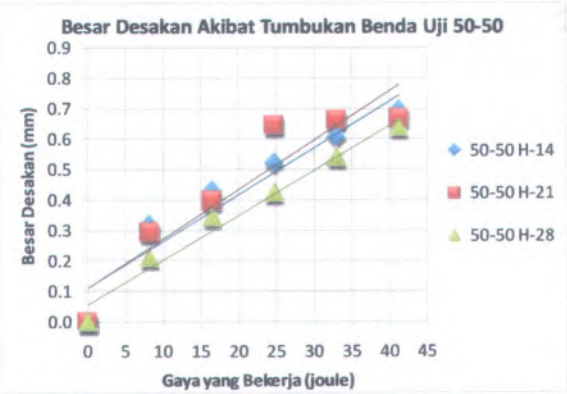


Gambar 4.62. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 15% Fly Ash

Gambar 4.63. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 30% Fly Ash



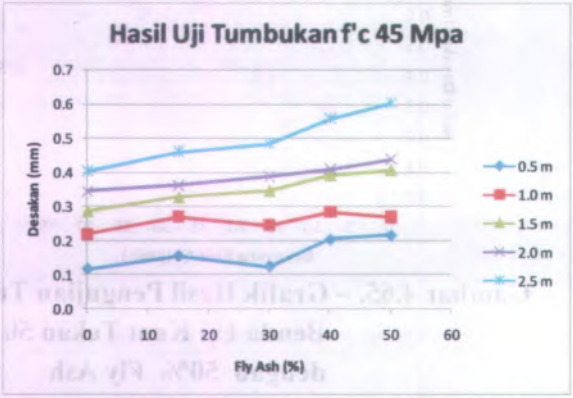
Gambar 4.64. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 40% Fly Ash



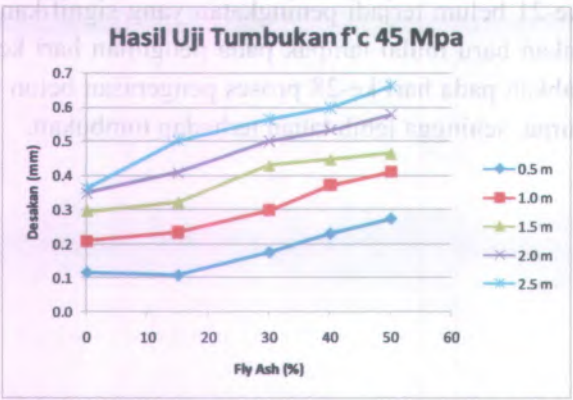
Gambar 4.65. – Grafik Hasil Pengujian Tumbukan Benda Uji Kuat Tekan 50 MPa dengan 50% Fly Ash

Dari gambar 4.61 sampai dengan 4,65 dapat disimpulkan bahwa peningkatan ketahanan tumbukan dari hari ke-14 sampai hari ke-21 belum terjadi peningkatan yang signifikan. Ketahanan tumbukan baru mulai tampak pada pengujian hari ke-28. Hal ini disebabkan pada hari ke-28 proses pengerasan beton sudah mulai sempurna, sehingga lebih tahan terhadap tumbukan.

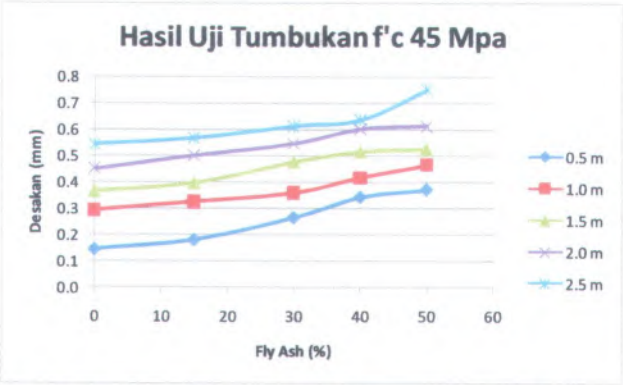
4.10.2 Pengaruh Penggunaan Variasi Fly Ash terhadap Besar Desakan



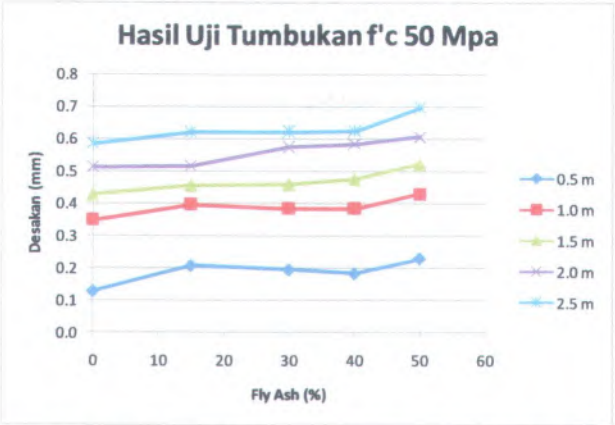
Gambar 4.66. - Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 45 MPa Hari Ke-14



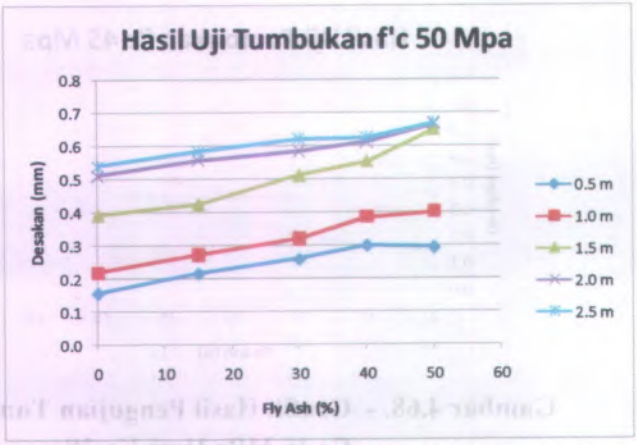
Gambar 4.67. - Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 45 MPa Hari Ke-21



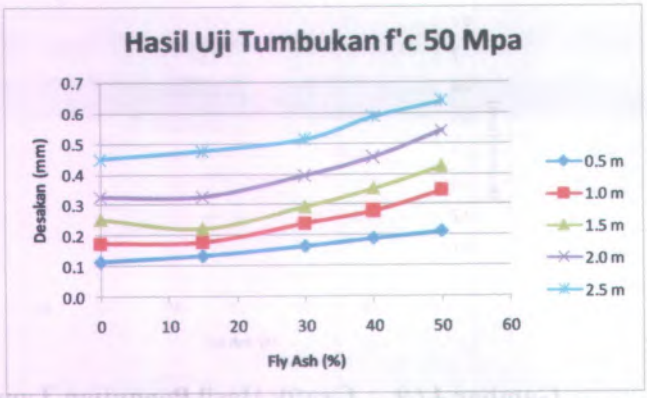
Gambar 4.68. - Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 45 MPa Hari Ke-28



Gambar 4.69. - Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 50 MPa Hari Ke-14



Gambar 4.70.- Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 50 MPa Hari Ke-21



Gambar 4.71.- Grafik Hasil Pengujian Tumbukan f'c 50 MPa Hari Ke-28

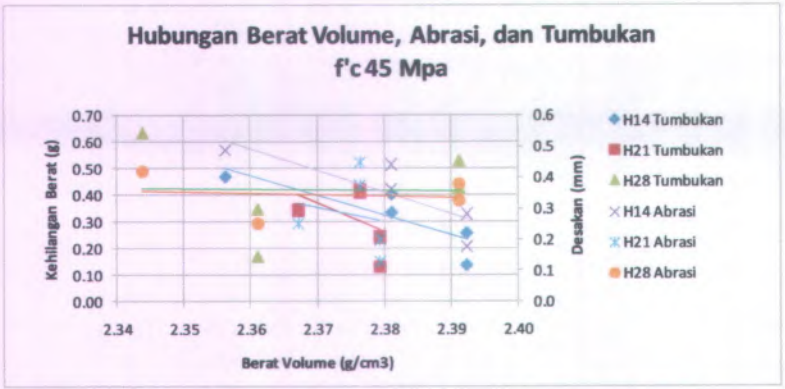
Dari gambar 4.66 sampai dengan 4.71 dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penggunaan fly ash akan semakin besar tumbukan yang terjadi. Namun, secara garis besar penggunaan fly

ash sampai dengan 15% tingkat kerusakan akibat tumbukan yang terjadi relative sama dengan benda uji tanpa fly ash. Namun, bila penggunaan fly ash ditingkatkan sampai melebihi 30%, maka besar desakan yang terjadi akan meningkat tajam. Hal ini tampak pada pengujian hari ke-28 yaitu pada gambar 4.68 dan gambar 4.71. Selain itu tingkat kerusakan akibat tumbukan juga dipengaruhi oleh tinggi jatuh bola. Semakin tinggi bola jatuh, maka energy potensial akan semakin besar. Hal ini dinyatakan oleh persamaan (4).

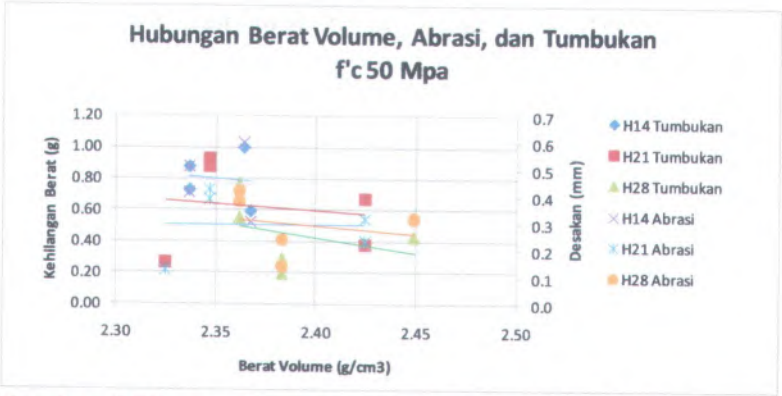
Kuat tekan juga berpengaruh terhadap ketahanan tumbukan beton. Semakin tinggi kuat tekan, maka ketahanan tumbukan juga akan meningkat.

4.11 PENGARUH DENSITAS TERHADAP ABRASI DAN TUMBUKAN

Dari hasil uji abrasi dan tumbukan, dapat dilakukan suatu analisa yang dihitung berdasarkan kedua pengujian tersebut. Hasil-hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa uji abrasi dan tumbukan mempunyai hubungan berbanding lurus terhadap densitas (berat volume). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar densitas, maka tingkat abrasi dan tumbukan yang terjadi akan semakin kecil. Bila densitas besar yang berarti beton cukup padat, maka ketahanan terhadap abrasi dan tumbukan beton akan meningkat. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.72 dan 4.73.



Gambar 4.72. - Grafik Hubungan Densitas, Abrasi, dan Tumbukan Benda Uji f'c 45 MPa



Gambar 4.73.- Grafik Hubungan Densitas, Abrasi, dan Tumbukan Benda Uji f'c 50 MPa

Dari gambar 4.72 dan 4.73 dapat disimpulkan bahwa densitas berkaitan erat dengan abrasi dan tumbukan. Semakin besar densitas, maka abrasi dan tumbukan yang terjadi akan semakin kecil. Semakin padatnya beton berarti semakin rendah permeabilitasnya, Sehingga akan meningkatkan kuat tekannya maupun ketahanan abrasi dan tumbukannya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V
PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

1. Pengaruh perbedaan komposisi fly ash pada beton dengan mutu yang sama yaitu 45 MPa dan 50 MPa terhadap ketahanan abrasi beton adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1.- Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 45 MPa Pada Hari Ke-14

FA (%)	abrasi tunggal (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat	abrasi ganda (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat
0	0.090	-	0.156	
15	0.111	23.15%	0.192	22.99%
30	0.128	15.79%	0.207	7.83%
40	0.133	3.90%	0.237	14.92%
50	0.142	6.25%	0.265	11.58%

Tabel 5.2.- Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 45 MPa Pada Hari Ke-21

FA (%)	abrasi tunggal (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat	abrasi ganda (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat
0	0.093	-	0.139	
15	0.102	9.91%	0.164	17.96%
30	0.118	16.39%	0.201	22.59%
40	0.127	7.04%	0.220	9.32%
50	0.140	10.53%	0.237	7.95%

Tabel 5.3.- Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 45 MPa Pada Hari Ke-28

FA (%)	abrasi tunggal (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat	abrasi ganda (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat
0	0.072	-	0.145	
15	0.089	24.42%	0.139	-4.31%
30	0.088	-0.93%	0.153	10.51%
40	0.112	27.36%	0.202	31.52%
50	0.136	20.74%	0.247	22.73%

Tabel 5.4.- Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 50 MPa Pada Hari Ke-14

FA (%)	abrasi tunggal (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat	abrasi ganda (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat
0	0.069	-	0.141	
15	0.084	21.69%	0.144	1.77%
30	0.106	25.74%	0.163	13.04%
40	0.113	7.09%	0.185	13.85%
50	0.117	3.68%	0.208	12.16%

Tabel 5.5.- Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 50 MPa Pada Hari Ke-21

FA (%)	abrasi tunggal (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat	abrasi ganda (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat
0	0.058	-	0.127	
15	0.071	21.43%	0.137	7.89%
30	0.094	32.94%	0.153	12.20%
40	0.098	4.42%	0.179	16.85%
50	0.103	5.08%	0.198	10.23%

Tabel 5.6.- Rekap Hasil Uji Abrasi f'c 50 MPa Pada Hari Ke-28

FA (%)	abrasi tunggal (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat	abrasi ganda (gram)	Peningkatan Kehilangan Berat
0	0.051	-	0.118	
15	0.063	24.59%	0.132	11.97%
30	0.077	21.05%	0.137	3.14%
40	0.084	9.40%	0.172	25.61%
50	0.086	2.33%	0.178	3.88%

Dari tabel 5.1 sampai dengan tabel 5.6 terlihat bahwa peningkatan kehilangan berat akibat pengujian abrasi relatif semakin kecil dengan penambahan fly ash. Benda uji dalam pengujian ini seluruhnya memenuhi persyaratan abrasi yang diberikan oleh ASTM C936 untuk batasan abrasi beton adalah 15 cm3/50 cm2 atau sebesar 38.2 gram. Dari tabel 5.1 sampai tabel 5.5 juga dapat disimpulkan bahwa penggunaan fly ash sampai dengan 30%kehilangan berat yang terjadi relatif lebih stabil terutama pada pembebanan dengan beban ganda. Kemudian apabila penggunaan fly ash ditingkatkan lebih dari 30%, maka prosentase kehilangan berat akibat abrasi akan meningkat secara tajam. Sehingga dalam aplikasinya lebih disarankan menggunakan fly ash 30%.

2. Pengaruh perbedaan komposisi fly ash pada beton dengan mutu yang sama yaitu 45 MPa dan 50 MPa terhadap ketahanan tumbukan beton adalah sebagai berikut :

Tabel 5.7.- Rekap Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa

45 Mpa	Perubahan Besar Desakan Akibat Umur	
FA (%)	H-14/H-21	H-21/H-28
0	4.1%	33.7%
15	13.5%	33.6%
30	25.8%	20.5%
40	18.9%	22.5%
50	27.0%	24.6%

Tabel 5.8.- Rekap Hasil Uji Tumbukan f'c 50MPa

50 Mpa	Perubahan Besar Desakan Akibat Umur	
FA (%)	H-14/H-21	H-21/H-28
0	15.1%	27.2%
15	11.3%	33.3%
30	6.3%	30.8%
40	7.9%	31.6%
50	10.4%	31.3%

Dari hasil analisa terhadap pengujian tumbukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan fly ash 30% dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap tumbukan. Hal ini tampak pada data penunjang pada tabel 5.7 dan tabel 5.8.yang menunjukkan pada variasi 30% fly ash terjadi penurunan besar desakan yang terjadi akibat pengujian tumbukan.

3. Prosentase optimum untuk f'c 45 MPa dan 50 MPa adalah 30%. Hal ini tampak dari kesimpulan pada poin 1 dan 2.
4. Pengaruh peningkatan mutu beton dari 45 MPa ke 50 MPa terhadap ketahanan abrasi beton adalah semakin besar kuat tekan, maka ketahanan abrasinya akan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 5.9 sampai dengan tabel 5.11, penurunan kehilangan berat semuanya menunjukkan angka positif yang berarti terjadi peningkatan ketahanan abrasi.

Tabel 5.9.- Penurunan Kehilangan Berat Hari Ke-14

H - 14	Pengurangan Kehilangan Berat Dari 45 Mpa ke 50 Mpa	
FA (%)	Beban Tunggal	Beban Ganda
0	23.15%	9.36%
15	24.06%	25.00%
30	17.53%	21.37%
40	15.00%	22.11%
50	17.06%	21.70%

Tabel 5.10.- Penurunan Kehilangan Berat Hari Ke-21

H - 21	Pengurangan Kehilangan Berat Dari 45 Mpa ke 50 Mpa	
FA (%)	Beban Tunggal	Beban Ganda
0	36.94%	8.98%
15	30.33%	16.75%
30	20.42%	23.81%
40	22.37%	18.56%
50	26.19%	16.84%

Tabel 5.11.- Penurunan Kehilangan Berat Hari Ke-28

H - 28	Pengurangan Kehilangan Berat Dari 45 Mpa ke 50 Mpa	
FA (%)	Beban Tunggal	Beban Ganda
0	29.07%	18.39%
15	28.97%	4.50%
30	13.21%	10.87%
40	25.44%	14.88%
50	36.81%	27.95%

5. Pengaruh peningkatan mutu beton dari 45 MPa ke 50 MPa terhadap ketahanan tumbukan beton adalah semakin besar kuat tekan, maka ketahanan tumbukannya akan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 5.12 sampai dengan tabel 5.16, penurunan kehilangan berat pada hari ke-14 dan hari ke-21 belum menunjukkan peningkatan ketahanan

terhadap tumbukan. Namun, pada hari ke-28 mulai terjadi peningkatan ketahanan terhadap tumbukan. Pada tabel penurunan besar desakan pada hari ke-28 semuanya menunjukkan angka positif yang berarti terjadi peningkatan ketahanan tumbukan.

Tabel 5.12.- Penurunan Besar desakan Pada Tinggi Jatuh 0.5 m

h = 0.5 m	Penurunan Besar Desakan dari 45 Mpa		
FA (%)	H-14	H-21	H-28
0	-8.74%	-33.41%	21.32%
15	-32.48%	-100.15%	26.86%
30	-110.37%	-47.09%	38.61%
40	-34.07%	-29.67%	45.11%
50	-47.04%	-6.84%	43.34%

Tabel 5.13.- Penurunan Besar desakan Pada Tinggi Jatuh 1.0 m

h =1.0 m	Penurunan Besar Desakan dari 45 Mpa		
FA (%)	H-14	H-21	H-28
0	-57.83%	-4.31%	42.09%
15	-46.14%	-15.50%	46.45%
30	-55.32%	-6.93%	34.23%
40	-34.95%	-3.24%	33.54%
50	-59.91%	2.44%	25.95%

Tabel 5.14.- Penurunan Besar desakan Pada Tinggi Jatuh 1.5 m

h =1.5 m	Penurunan Besar Desakan dari 45 Mpa		
FA (%)	H-14	H-21	H-28
0	-48.78%	-32.20%	30.75%
15	-39.29%	-31.58%	44.06%
30	-32.28%	-18.84%	38.53%
40	-21.83%	-23.64%	31.73%
50	-28.67%	-39.43%	19.31%

Tabel 5.15.- Penurunan Besar desakan Pada Tinggi Jatuh 2.0 m

h = 2.0 m	Penurunan Besar Desakan dari 45 Mpa		
FA (%)	H-14	H-21	H-28
0	-48.60%	-45.83%	28.07%
15	-42.60%	-36.39%	35.05%
30	-48.32%	-16.50%	27.78%
40	-42.44%	-14.53%	24.54%
50	-38.57%	-14.79%	11.95%

Tabel 5.16.- Penurunan Besar desakan Pada Tinggi Jatuh 2.5 m

h = 2.5 m	Penurunan Besar Desakan dari 45 Mpa		
FA (%)	H-14	H-21	H-28
0	-45.10%	-49.00%	17.09%
15	-34.84%	-16.20%	16.04%
30	-28.39%	-10.52%	16.16%
40	-12.25%	-4.91%	7.52%
50	-15.58%	-1.22%	14.91%

6. Pengaruh peningkatan umur beton terhadap ketahanan abrasi dapat dilihat pada tabel 5.17 dan 5.18. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketahanan abrasi meningkat seiring dengan umur beton. Hal ini tampak pada tabel 5.17 dan 5.18 dominan nilai positif. Dari tabel 5.17 terlihat bahwa penambahan fly ash berkontribusi meningkatkan ketahanan abrasi beton, terutama dari hari ke-21 menuju hari ke-28. Dan tampak pula penggunaan 30% fly ash pada beban ganda mengalami peningkatan ketahanan abrasi terbesar, yaitu 25.35% dan 23.81%.

Tabel 5.17.- Peningkatan Ketahanan abrasi Benda Uji Beton Kuat Tekan 45 MPa

45 Mpa	Tunggal		Ganda	
FA (%)	H-14/H-21	H-21/H-28	H-14/H-21	H-21/H-28
0	-2.78%	22.52%	10.70%	-4.19%
15	8.27%	12.30%	14.35%	15.48%
30	7.79%	25.35%	2.62%	23.81%
40	5.00%	11.18%	7.37%	8.33%
50	1.18%	2.98%	10.38%	-4.21%

Tabel 5.18.- Peningkatan Ketahanan abrasi Benda Uji Beton Kuat Tekan 50 MPa

50 Mpa	Tunggal		Ganda	
FA (%)	H-14/H-21	H-21/H-28	H-14/H-21	H-21/H-28
0	15.66%	12.86%	10.32%	6.58%
15	15.84%	10.59%	4.93%	3.05%
30	11.02%	18.58%	5.64%	10.87%
40	13.24%	14.70%	3.15%	4.19%
50	12.06%	16.94%	4.82%	9.70%

7. Pengaruh peningkatan umur beton terhadap ketahanan abrasi dapat dilihat pada tabel 5.19 dan 5.20. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketahanan abrasi meningkat seiring dengan umur beton.Hal ini tampak pada tabel 5.19dan 5.20, seluruhnya bernilai positif. Peningkatan terhadap ketahanan tumbukan terjadi cukup signifikan pada hari ke 21 menuju hari ke-28.

Tabel 5.19.- Peningkatan Ketahanan Tumbukan Benda Uji Beton Kuat Tekan 45 MPa

45 Mpa	Perubahan Besar Desakan Akibat Umur	
FA (%)	H-14/H-21	H-21/H-28
0	4.1%	33.7%
15	13.5%	33.6%
30	25.8%	20.5%
40	18.9%	22.5%
50	27.0%	24.6%

Tabel 5.20.- Peningkatan Ketahanan Tumbukan Benda Uji Beton Kuat Tekan 50 MPa

50 Mpa	Perubahan Besar Desakan Akibat Umur	
FA (%)	H-14/H-21	H-21/H-28
0	15.1%	27.2%
15	11.3%	33.3%
30	6.3%	30.8%
40	7.9%	31.6%
50	10.4%	31.3%

5.2. SARAN

1. Faktor durabilitas penting untuk diperhitungkan dalam perencanaan perkerasan kaku.
   Sehingga perkerasan jalan mampu bahkan melampaui umur rencananya.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk mencakup lebih banyak faktor durabilitas tidak hanya abrasi dan tumbukan (kondisi beku&cair, serangan sulfat, dsb)
3. Perlunya sosialisasi penggunaan fly ash yang lebih luas (pemanfaatan limbah → green concrete)
4. Masih diperlukan analisa yang lebih mendetail mengenai penggunaan fly ash (mempersempit rentang variasi penggantian semen dengan fly ash)
5. Perlunya sosialisasi penggunaan perkerasan kaku yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 232.2R-03, **Use of Fly Ash in Concrete**. Detroit
- ACI 211.4R-93, **Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash**. Detroit
- ASTM C-779/C 779M-00 prosedur C, **Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces**.
- ASTM C-944-99, **Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by The Rotating-Cutter Method**.
- Ekaputri, Januarti J. dan Triwulan. 2006.**"Study on Porong Mud-Based Geopolymer Concrete".**
- J.,Mat., June 2002. "**Abrasion resistance of Concrete with Fly Ash**". ASCE 4, 3:274-277.
- Kumar, Binod.1997. **High Volume Fly Ash concrete For Pavements**, <URL:http://www.yahoo.com>
- Naik, T.R., Singh, S.S., and Hossain, M.M.,1993, "**Abrasion Resistance of High-Strength Concrete Made with Clacc C Fly Ash**", Center for by-Products Utilization, University of Wisconsin, Milwaukee
- Sadji. Juli 2007. "**Kursus Aplikasi Material dan Perhitungan struktur Beton Bertulang Sesuai dengan SNI – 2002, Paket A, Materi II : Material Beton dan Persyaratannya**". Surabaya.
- Subakti, Aman. 1995. **Teknologi Beton Dalam Praktek**. Surabaya

- Subakti, Aman. 1995. **Mixed Desain Beton Normal dengan metode DOE dan ACI**. Surabaya
- Widayanto, Erno. 2006. **Penelitian Pemanfaatan Material Styrofoam, Sponge dan Pulverized Fly Ash sebagai Bahan Pengisi pada Pembuatan Elemen Dnding Beton Ringan**. Surabaya.
- www.encyclopedia.com
- www.google.com
- www.pa.pavement.com
- www.wikipedia.com
- www.yahoo.com

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	3375.85	bbrp pori kecil dan aggregat kasar		0.00
H -14		I	finish - start	3375.52	Pasta tergerus	0.33	0.33
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	3375.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus	0.13	0.46
Tinggi BU (cm)	7.64	III	finish - start	3375.28	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + abu2 muda tergerus	0.11	0.57
Volume BU (cm3)	1392.38	IV	finish - start	3374.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + abu2 muda tergerus,P yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.68
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3374.15	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + abu2 muda tergerus,P yang berwarna abu2 tua tergerus	0.07	0.75
45 - 0		Beban Ganda	start	2832.13	agregat kasar cukup banyak, pori kecil merata		0.00
H -14		I	finish - start	2831.75	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.38	0.38
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2831.60	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.15	0.53
Tinggi BU (cm)	6.49	III	finish	2831.46	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.67
Volume BU (cm3)	1185.13	IV	finish - start	2830.08	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus dan tampak cekung dibidang permukanan, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.15	0.82
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	2829.97	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus dan tampak cekung dibidang permukanan, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.93

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	3375.28	bbrp pori kecil dan aggregat kasar		0.00
H -14		I	finish - start	3375.14	Pasta tergerus	0.14	0.14
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	3375.02	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus	0.12	0.26
Tinggi BU (cm)	7.64	III	finish - start	3374.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.34
Volume BU (cm3)	1392.38	IV	finish - start	3373.99	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis, tepi pori rontok	0.09	0.43
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3373.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis, tepi pori rontok	0.05	0.48
45 - 0		Beban Ganda	start	3359.54	perm rata,hampir tdk ada pori yg tampak(bbrp pori kecil),cukup banyak batu pecah		0.00
H -14		I	finish - start	3358.96	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.58	0.58
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	3358.78	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.18	0.76
Tinggi BU (cm)	7.64	III	finish	3358.62	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.16	0.92
Volume BU (cm3)	1391.47	IV	finish - start	3357.36	Pasta + BP yang berwarna coklat + putih + abu2 muda tergerus	0.14	1.06
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	3357.22	Pasta + BP yang berwarna coklat + putih + abu2 muda tergerus	0.14	1.20

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	2832.48	bbrp pori kecil dan aggregat kasar		0.00
H -14		I	finish - start	2832.33	Pasta tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2832.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus	0.11	0.26
Tinggi BU (cm)	6.49	III	finish - start	2832.13	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + abu2 muda tergerus tipis	0.09	0.35
Volume BU (cm3)	1185.13	IV	finish - start	2830.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + abu2 muda tergerus tipis	0.08	0.43
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	2830.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + abu2 muda tergerus tipis	0.04	0.47
45 - 0		Beban Ganda	start	3358.62	agregat kasar cukup banyak, pori kecil merata		0.00
H -14		I	finish - start	3358.36	Pasta + BP yang berwarna putih tergerus	0.26	0.26
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	3358.16	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.20	0.46
Tinggi BU (cm)	7.64	III	finish	3358.00	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.62
Volume BU (cm3)	1391.47	IV	finish - start	3356.88	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.19	0.81
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	3356.73	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.15	0.96

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 0	0	0.00
H -14	I	0.33	0.14	0.15	0.21	H -14	1	0.21
	II	0.46	0.26	0.26	0.12		2	0.33
	III	0.57	0.34	0.35	0.09		3	0.42
	IV	0.68	0.43	0.43	0.09		4	0.51
	V	0.75	0.48	0.47	0.05		5	0.57
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.38	0.58	0.26	0.41		1	0.41
	II	0.53	0.76	0.46	0.18		2	0.58
	III	0.67	0.92	0.62	0.15		3	0.74
	IV	0.82	1.06	0.81	0.16		4	0.90
	V	0.93	1.20	0.96	0.13		5	1.03

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	3258.57	bbrp pori kecil dan cukup banyak aggregat kasar		0.00
H -21		I	finish - start	3258.41	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3258.33	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.08	0.24
Tinggi BU (cm)	7.72	III	finish	3258.27	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.30
Volume BU (cm3)	1374.81	IV	finish - start	2920.82	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.30	0.60
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish - start	2920.74	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.08	0.68
45 - 0		Beban Ganda	start	2785.88	Beberapa pori kecil dan satu pori besar, terdpt bbrp agregat kasar		0.00
H -21		I	finish - start	2785.44	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, tepi pori rontok	0.44	0.44
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2785.24	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.20	0.64
Tinggi BU (cm)	6.49	III	finish	2785.07	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.17	0.81
Volume BU (cm3)	1147.34	IV	finish - start	2783.63	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.97
Berat Volume (g/cm3)	2.43	V	finish - start	2783.45	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	1.15

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	2997.31	bbrp pori kecil dan cukup banyak aggregat kasar		0.00
H -21		I	finish - start	2997.15	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	2997.06	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.09	0.25
Tinggi BU (cm)	7.03	III	finish	2996.99	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.32
Volume BU (cm3)	1251.10	IV	finish - start	2920.44	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis, BP "mencuat" di bidang permukaan	0.08	0.40
Berat Volume (g/cm3)	2.60	V	finish - start	2920.32	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus, BP "mencuat" di bidang permukaan	0.12	0.52
45 - 0		Beban Ganda	start	2785.07	perm rata,hampir tdk ada pori yg tampak(bbrp pori kecil),cukup banyak batu pecah		0.00
H -21		I	finish - start	2784.92	Pasta + BP yang berwarna putih tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2784.78	Pasta + BP yang berwarna putih tergerus	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	6.49	III	finish	2784.68	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.39
Volume BU (cm3)	1147.34	IV	finish - start	2783.10	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.49
Berat Volume (g/cm3)	2.43	V	finish - start	2783.00	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.59

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	2996.99	pori kecil merata di bidang aus, banyak aggregat kasar		0.00
H -21		I	finish - start	2996.86	Pasta + BP yang berwarna coklat tergerus	0.13	0.13
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	2996.78	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.08	0.21
Tinggi BU (cm)	7.03	III	finish	2996.73	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.05	0.26
Volume BU (cm3)	1251.10	IV	finish - start	2995.08	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.04	0.30
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish - start	2995.02	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus dan tampak cekung, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.06	0.36
45 - 0		Beban Ganda	start	3259.24	agregat kasar cukup banyak, pori kecil merata,		0.00
H -21		I	finish - start	3258.78	Pasta + BP yang berwarna putih tergerus, tepi pori rontok	0.46	0.46
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3258.63	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.15	0.61
Tinggi BU (cm)	7.72	III	finish	3258.50	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.74
Volume BU (cm3)	1374.81	IV	finish - start	2994.77	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.87
Berat Volume (g/cm3)	2.03	V	finish - start	2994.66	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.98

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 0	0	0.00
H -21	I	0.16	0.16	0.13	0.15	H -21	1	0.15
	II	0.24	0.25	0.21	0.08		2	0.23
	III	0.30	0.32	0.26	0.06		3	0.29
	IV	0.60	0.40	0.30	0.14		4	0.43
	V	0.68	0.52	0.36	0.09		5	0.52
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.44	0.15	0.46	0.35		1	0.35
	II	0.64	0.29	0.61	0.16		2	0.51
	III	0.81	0.39	0.74	0.13		3	0.65
	IV	0.97	0.49	0.87	0.13		4	0.78
	V	1.15	0.59	0.98	0.13		5	0.91

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	3875.02	terdapat pori kecil dan cukup banyak aggregat kasar		0.00
H -28		I	finish - start	3874.83	Pasta tergerus	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3874.74	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.09	0.28
Tinggi BU (cm)	8.82	III	finish	3874.62	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.12	0.40
Volume BU (cm3)	1609.69	IV	finish - start	3873.02	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.09	0.49
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	3872.96	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus	0.06	0.55
45 - 0		Beban Ganda	start	2886.42	perm banyak agregat kasar 1-2 pori besar diam. 0.7 cm. pori kecil menyebar.		0.00
H -28		I	finish - start	2886.24	tepi pori rontok	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	2886.10	debu saja	0.14	0.32
Tinggi BU (cm)	6.43	III	finish	2886.00	debu saja	0.10	0.42
Volume BU (cm3)	1171.09	IV	finish - start	2884.63	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.53
Berat Volume (g/cm3)	2.46	V	finish - start	2884.51	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.12	0.65

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	3874.62	lebih banyak pasta semen, tdk ada pori yg tampak, tdk tampak agregat kasar		0.00
H -28		I	finish - start	3874.42	Pasta tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3874.33	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus	0.09	0.29
Tinggi BU (cm)	8.82	III	finish	3874.25	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.37
Volume BU (cm3)	1609.69	IV	finish - start	3872.85	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.44
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	3872.80	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.05	0.49
45 - 0		Beban Ganda	start	3237.48	banyak agregat kasar 4 pori diam. 0.3 cm, pori kecil merata,		0.00
H -28		I	finish - start	3237.27	debu+tepi pori rontok, bagian tengah lingkaran tergerus lebih dalam	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	3237.09	debu+tepi pori rontok	0.18	0.39
Tinggi BU (cm)	7.45	III	finish	3236.92	bagian tengah lingkara n tergerus lebih dalam	0.17	0.56
Volume BU (cm3)	1355.95	IV	finish - start	3234.31	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.13	0.69
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	3234.23	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.08	0.77

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 0		Beban Tunggal	start	2886.79	perm banyak agregat kasar 1-2 pori besar.pori kecil menyebar.		0.00
H -28		I	finish - start	2886.57	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, tepi pori rontok	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	2886.48	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.31
Tinggi BU (cm)	6.43	III	finish	2886.42	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.37
Volume BU (cm3)	1171.09	IV	finish - start	2884.72	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.03	0.40
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish - start	2884.69	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.03	0.43
45 - 0		Beban Ganda	start	3236.92	Bagian perm terdapat 2 pori besar diam. 0.4 cm, cukup banyak agregat kasar, pori kecil merata		0.00
H -28		I	finish - start	3236.58	debu+tepi pori rontok	0.34	0.34
Diameter BU (cm)	15.23	II	finish - start	3236.41	beberapa tempat tergerus --> perm tidak rata, debu + tepi pori rontok lebih banyak, pasta dan batu tergerus	0.17	0.51
Tinggi BU (cm)	7.45	III	finish	3236.19	tepi pori rontok lebih banyak ,	0.22	0.73
Volume BU (cm3)	1355.95	IV	finish - start	3233.93	beberapa tempat tergerus --> perm tidak rata, debu + tepi pori rontok lebih banyak, pasta dan batu tergerus	0.17	0.90
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	3233.78	beberapa tempat tergerus --> perm tidak rata, debu + tepi pori rontok lebih banyak, pasta dan batu tergerus	0.15	1.05

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 0	0	0.00
H -28	I	0.19	0.20	0.22	0.20	H -28	1	0.20
	II	0.28	0.29	0.31	0.09		2	0.29
	III	0.40	0.37	0.37	0.09		3	0.38
	IV	0.49	0.44	0.40	0.06		4	0.44
	V	0.55	0.49	0.43	0.05		5	0.49
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.18	0.21	0.34	0.24		1	0.24
	II	0.32	0.39	0.51	0.16		2	0.41
	III	0.42	0.56	0.73	0.16		3	0.57
	IV	0.53	0.69	0.90	0.14		4	0.71
	V	0.65	0.77	1.05	0.12		5	0.82

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 15% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	3113.05	terdapat pori besar dan kecil.agreagat kasar tampak		0.00
H -14		I	finish - start	3112.88	pasta mulai tergerus, tepi pori mulai rontok	0.17	0.17
Diameter BU (cm)	15.02	II	finish - start	3112.77	agregat mulai tergerus, tepi pori rontok	0.11	0.28
Tinggi BU (cm)	7.20	III	finish	3112.67	agregat kasar semakin tampak jelas tergerus, tepi pori rontok	0.10	0.38
Volume BU (cm3)	1275.40	IV	finish - start	3111.00	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.47
Berat Volume (g/cm3)	2.44	V	finish - start	3110.91	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.56
45 - 15		Beban Ganda	start	2624.13	agregat kasar cukup banyak, pori kecil merata,		0.00
H -14		I	finish - start	2623.77	agregat kasar blm tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.36	0.36
Diameter BU (cm)	15.07	II	finish - start	2623.50	debu, agregat mulai tergerus	0.27	0.63
Tinggi BU (cm)	6.10	III	finish	2623.34	debu, agregat yg tergerus smakin banyak	0.16	0.79
Volume BU (cm3)	1087.76	IV	finish - start	2621.71	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.19	0.98
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	2621.52	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.19	1.17

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	3649.58	agregat kasar merata, pori merata (besar dan kecil)		0.00
H -14		I	finish - start	3649.36	Pasta tergerus	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	3649.20	garis cutter makin jelas pada pasta, agregat mulai tergerus	0.16	0.38
Tinggi BU (cm)	8.57	III	finish	3649.08	garis cutter pada agregat semakin tegas, tepi pori rontok	0.12	0.50
Volume BU (cm3)	1525.17	IV	finish - start	3648.23	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.60
Berat Volume (g/cm3)	2.04	V	finish - start	3648.14	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.69
45 - 15		Beban Ganda	start	2623.34	agregat kasar cukup banyak dan rata, pori kecil merata		0.00
H -14		I	finish - start	2623.12	agregat kasar mulai tergerus, tepi pori rontok	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.07	II	finish - start	2622.95	rontokan tepi pori berkurang, pasta tergerus smakin dalam	0.17	0.39
Tinggi BU (cm)	6.10	III	finish	2622.80	rontokan tepi pori sedikit, pasta yang tergerus semakin rata	0.15	0.54
Volume BU (cm3)	1087.76	IV	finish - start	2621.08	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.27	0.81
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	2620.90	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.99

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	3649.08	pori lebih banyak di tepi, agregat kasar tampak lebih rapat pada bagian separuh lingkaran		0.00
H -14		I	finish - start	3648.90	garis cutter tampak pada pasta, debu	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	3648.76	garis cutter lebih tegas, terdapat rontokan tepi pori	0.14	0.32
Tinggi BU (cm)	8.57	III	finish	3648.64	agregat kasar mulai tampak tergerus.	0.12	0.44
Volume BU (cm3)	1525.17	IV	finish - start	3648.07	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.55
Berat Volume (g/cm3)	2.04	V	finish - start	3647.97	Pasta + BP yang berwarna coklat dan putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.65
45 - 15		Beban Ganda	start	3113.60	agregat kasar cukup banyak dan merata, permukaan tampak tidak rata, pori kecil menyebar tidak banyak		0.00
H -14		I	finish - start	3113.35	pasta sudah tergerus	0.25	0.25
Diameter BU (cm)	15.02	II	finish - start	3113.19	pasta semakin tergerus, garis rottationg cutter lbh tegas	0.16	0.41
Tinggi BU (cm)	7.20	III	finish	3113.05	pasta tergerus semakin dalam, agregat kasar mulai tergerus	0.14	0.55
Volume BU (cm3)	1275.40	IV	finish - start	3111.98	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.27	0.82
Berat Volume (g/cm3)	2.44	V	finish - start	3111.83	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.15	0.97

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 15	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 15	0	0.00
H -14	I	0.17	0.22	0.18	0.19	H -14	1	0.19
	II	0.28	0.38	0.32	0.14		2	0.33
	III	0.38	0.50	0.44	0.11		3	0.44
	IV	0.47	0.60	0.55	0.10		4	0.54
	V	0.56	0.69	0.65	0.09		5	0.63
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.36	0.22	0.25	0.28		1	0.28
	II	0.63	0.39	0.41	0.20		2	0.48
	III	0.79	0.54	0.55	0.15		3	0.63
	IV	0.98	0.81	0.82	0.24		4	0.87
	V	1.17	0.99	0.97	0.17		5	1.04

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 15% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	2834.51	BP dan pori menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	2834.30	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2834.18	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.12	0.33
Tinggi BU (cm)	6.80	III	finish	2834.11	BP abu2 muda tergerus, pasta tergerus	0.07	0.40
Volume BU (cm3)	1201.26	IV	finish - start	2833.53	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.05	0.45
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	2833.49	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.04	0.49
45 - 15		Beban Ganda	start	2886.31	Terdapat pori besar menyebar, agregat kasar menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	2886.00	pasta tergerus	0.31	0.31
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2885.85	agreagat mulai tergerus, tepi pori rontok	0.15	0.46
Tinggi BU (cm)	6.92	III	finish	2885.70	tepi pori rontok,	0.15	0.61
Volume BU (cm3)	1223.36	IV	finish - start	2884.59	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.79
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	2884.50	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.09	0.88

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	3504.94	pori dan agregat kasar tidak menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	3504.66	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, tepi pori rontok	0.28	0.28
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3504.48	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, tepi pori rontok	0.18	0.46
Tinggi BU (cm)	8.39	III	finish	3504.34	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda teregerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.14	0.60
Volume BU (cm3)	1483.23	IV	finish - start	3503.44	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda teregerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.11	0.71
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3503.28	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda teregerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.16	0.87
45 - 15		Beban Ganda	start	2885.70	agreagat kasar dominan di tengah, pori menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	2885.48	agragt kasar yang berwarna putih tergerus, pasta tergerus, tepi pori rontok	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2885.30	agregat kasar yg berwarna coklat tergrus, pasta tergerus	0.18	0.40
Tinggi BU (cm)	6.92	III	finish	2885.14	pasta tergerus, BP abu2 muda tergerus	0.16	0.56
Volume BU (cm3)	1223.36	IV	finish - start	2884.17	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.19	0.75
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	2884.03	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.89

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	3504.34	BP merata/menyebar, pori terkonsentrasi di bagian tepi permukaan		0.00
H -21		I	finish - start	3504.15	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu putih tergerus	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3504.03	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu putih tergerus, batu abu2 muda teregerus	0.12	0.31
Tinggi BU (cm)	8.39	III	finish	3503.92	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu putih tergerus	0.11	0.42
Volume BU (cm3)	1483.23	IV	finish - start	3503.13	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda teregerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.03	0.45
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3503.04	pasta tergerus, batu putih dan coklat tergerus, batu abu2 muda teregerus, tepi pori rontok, batu abu2 tua tergerus	0.09	0.54
45 - 15		Beban Ganda	start	2835.36	pori besar dan kecil menyebar, BP menyebat,		0.00
H -21		I	finish - start	2835.06	pasta tergerus, tepi pori rontok, agregat kasar berwarna coklat dan putih tergerus	0.30	0.30
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2834.80	agregat abu2 muda tergerus. Pasta tergerus, agregat coklat tergeru, agregat putih tergerus	0.26	0.56
Tinggi BU (cm)	6.80	III	finish	2834.62	agregat abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.18	0.74
Volume BU (cm3)	1201.26	IV	finish - start	3111.42	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.12	0.86
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3111.25	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.17	1.03

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 15	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 15	0	0.00
H -21	I	0.21	0.28	0.19	0.23	H -21	1	0.23
	II	0.33	0.46	0.31	0.14		2	0.37
	III	0.40	0.60	0.42	0.11		3	0.47
	IV	0.45	0.71	0.45	0.06		4	0.54
	V	0.49	0.87	0.54	0.10		5	0.63
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.31	0.22	0.30	0.28		1	0.28
	II	0.46	0.40	0.56	0.20		2	0.47
	III	0.61	0.56	0.74	0.16		3	0.64
	IV	0.79	0.75	0.86	0.16		4	0.80
	V	0.88	0.89	1.03	0.13		5	0.93

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 15% Fly Ash
Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	3888.61	agregat kasar terkonsentrasi di separuh bidang permukaan, pori kecil menyebar		0.00
H -28		I	finish - start	3888.50	agregat putih tergerus,agregat, pasta tergerus	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	3888.36	agregat putih tergerus,agregat, pasta tergerus	0.14	0.25
Tinggi BU (cm)	8.74	III	finish	3888.28	agregat putih tergerus,agregat, pasta tergerus	0.08	0.33
Volume BU (cm3)	1576.16	IV	finish - start	3886.27	agregat putih tergerus,agregat, pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.08	0.41
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3886.15	agregat putih tergerus,agregat, pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.12	0.53
45 - 15		Beban Ganda	start	3058.39	agreagat kasar menyebar merata, pori menyebar		0.00
H -28		I	finish - start	3058.21	pasta tergerus, batu gerusan batu putih lebih tegas	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	3058.06	pasta tergerus, batu gerusan batu putih lebih tegas	0.15	0.33
Tinggi BU (cm)	7.15	III	finish	3057.91	agtregat kasar berwarna abu2 tua tergerus namun garis tampak samar	0.15	0.48
Volume BU (cm3)	1288.52	IV	finish - start	3056.41	agtregat kasar berwarna abu2 tua tergerus namun garis tampak samar	0.14	0.62
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	3056.27	agtregat kasar berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.76

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	2695.79	agregat kasar dan pori terkonsentrasi pada bagian tengah permukaan dengan jarak renggang		0.00
H -28		I	finish - start	2695.45	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus	0.34	0.34
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	2695.31	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus	0.14	0.48
Tinggi BU (cm)	6.33	III	finish	2695.23	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus	0.08	0.56
Volume BU (cm3)	1141.55	IV	finish - start	2693.10	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.63
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2693.03	pasta tergerus, batu abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.07	0.70
45 - 15		Beban Ganda	start	3057.60	pori dan agregat kasar merata/menyebar		0.00
H -28		I	finish - start	3057.40	pasta + agregat abu2 muda tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	3057.24	pasta + agregat abu2 muda tergerus	0.16	0.36
Tinggi BU (cm)	7.15	III	finish	3057.11	agregat abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.13	0.49
Volume BU (cm3)	1288.52	IV	finish - start	3056.15	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	3056.03	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	0.73

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 15		Beban Tunggal	start	2695.23	agregat kasar dan pori menyebar		0.00
H -28		I	finish - start	2695.09	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, batu abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.14
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	2694.98	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, batu abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.25
Tinggi BU (cm)	6.33	III	finish	2694.90	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, batu abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.33
Volume BU (cm3)	1141.55	IV	finish - start	2692.99	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, batu abu2 tua tergerus	0.04	0.37
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2692.93	pasta tergerus, batu coklat tergerus, batu abu2 muda tergerus, batu abu2 tua tergerus	0.06	0.43
45 - 15		Beban Ganda	start	3892.12	tampak hanya pasta		0.00
H -28		I	finish - start	3890.44	pasta tergerus	1.68	1.68
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	3889.56	pasta tergerus	0.88	2.56
Tinggi BU (cm)	8.74	III	finish	3888.91	pasta tergerus	0.65	3.21
Volume BU (cm3)	1576.16	IV	finish - start	3886.91	pasta tergerus	0.63	3.84
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3886.35	pasta tergerus	0.56	4.40

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 15	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 15	0	0.00
H-28	I	0.11	0.34	0.14	0.20	H-28	1	0.20
	II	0.25	0.48	0.25	0.13		2	0.33
	III	0.33	0.56	0.33	0.08		3	0.41
	IV	0.41	0.63	0.37	0.06		4	0.47
	V	0.53	0.70	0.43	0.08		5	0.55
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.18	0.20	1.68	0.19		1	0.19
	II	0.33	0.36	2.56	0.16		2	0.35
	III	0.48	0.49	3.21	0.14		3	0.48
	IV	0.62	0.61	3.84	0.13		4	0.62
	V	0.76	0.73	4.40	0.13		5	0.74

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 30% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	3065.34	BP dan pori menyebar dan merata		0.00
H -14		I	finish - start	3065.13	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3064.97	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.37
Tinggi BU (cm)	7.26	III	finish	3064.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.51
Volume BU (cm3)	1283.46	IV	finish - start	3064.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.15	0.66
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	3063.90	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.76
45 - 30		Beban Ganda	start	2857.90	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	2857.66	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2857.48	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.42
Tinggi BU (cm)	6.78	III	finish	2857.30	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.60
Volume BU (cm3)	1197.72	IV	finish - start	2856.23	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.21	0.81
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	2856.12	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.92

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	3064.83	BP menyebar dan merata, pori terkonsentrasi di tengah		0.00
H -14		I	finish - start	3064.73	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.10
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3064.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.15	0.25
Tinggi BU (cm)	7.26	III	finish	3064.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.14	0.39
Volume BU (cm3)	1283.46	IV	finish - start	3063.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.13	0.52
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	3063.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.65
45 - 30		Beban Ganda	start	3912.50	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	3912.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat, abu2 muda, putih tergerus (garis gerusan tegas)	0.36	0.36
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	3911.98	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat, abu2 muda, putih tergerus (garis gerusan tegas), tepi pori rontok	0.16	0.52
Tinggi BU (cm)	9.33	III	finish	3911.81	Pasta tergerus	0.17	0.69
Volume BU (cm3)	1660.43	IV	finish - start	3910.34	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.80
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3910.21	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.93

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	2858.40	BP dan pori menyebar dan merata		0.00
H -14		I	finish - start	2858.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2858.02	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok	0.17	0.38
Tinggi BU (cm)	6.78	III	finish	2857.90	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok	0.12	0.50
Volume BU (cm3)	1197.72	IV	finish - start	2856.77	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish - start	2856.73	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.04	0.65
45 - 30		Beban Ganda	start	3911.81	BP dan pori tersebar merata, tapi jumlah sedikit		0.00
H -14		I	finish - start	3911.38	Pasta tergerus, tepi pori rontok	0.43	0.43
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	3911.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.24	0.67
Tinggi BU (cm)	9.33	III	finish	3910.93	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.21	0.88
Volume BU (cm3)	1660.43	IV	finish - start	3909.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.49	1.37
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3909.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.29	1.66

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 30	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 30	0	0.00
H -14	I	0.21	0.10	0.21	0.17	H -14	1	0.17
	II	0.37	0.25	0.38	0.16		2	0.33
	III	0.51	0.39	0.50	0.13		3	0.47
	IV	0.66	0.52	0.61	0.13		4	0.60
	V	0.76	0.65	0.65	0.09		5	0.69
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.24	0.36	0.43	0.34		1	0.34
	II	0.42	0.52	0.67	0.19		2	0.54
	III	0.60	0.69	0.88	0.19		3	0.72
	IV	0.81	0.80	1.37	0.27		4	0.99
	V	0.92	0.93	1.66	0.18		5	1.17

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 30% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	2905.36	BP + pori terkonsentrasi di tiga perempat lingkaran bidang permukaan,		0.00
H -21		I	finish - start	2905.14	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2904.96	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.40
Tinggi BU (cm)	6.75	III	finish	2904.82	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.54
Volume BU (cm3)	1233.41	IV	finish - start	2903.85	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.09	0.63
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2903.80	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.05	0.68
45 - 30		Beban Ganda	start	3521.43	Tampak pasta dengan BP tidak merata dan samar		0.00
H -21		I	finish - start	3520.67	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat tergerus	0.76	0.76
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3520.30	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat tergerus	0.37	1.13
Tinggi BU (cm)	8.27	III	finish	3519.94	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat tergerus	0.36	1.49
Volume BU (cm3)	1511.16	IV	finish - start	3518.36	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat tergerus dan tampak cekung	0.34	1.83
Berat Volume (g/cm3)	2.33	V	finish	3518.02	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat tergerus dan tampak cekung	0.34	2.17

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	2904.82	BP tersebar merata, pori terkonsentrasi di tepi lingkaran bidang permukaan		0.00
H -21		I	finish - start	2904.60	Pasta tergerus, B P yang berwarna abu2 muda tergerus,	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2904.47	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.13	0.35
Tinggi BU (cm)	6.75	III	finish	2904.36	BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.46
Volume BU (cm3)	1233.41	IV	finish - start	2903.73	BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.07	0.53
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2903.66	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.07	0.60
45 - 30		Beban Ganda	start	3519.94	BP dan pori tersebar merata (tidak banyak)		0.00
H -21		I	finish - start	3519.66	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat + putih tergerus	0.28	0.28
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3519.45	Pasta tergerus, satu BP yang berwarna coklat + putih tergerus	0.21	0.49
Tinggi BU (cm)	8.27	III	finish	3519.24	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.21	0.70
Volume BU (cm3)	1511.16	IV	finish - start	3517.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.20	0.90
Berat Volume (g/cm3)	2.33	V	finish	3517.34	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.17	1.07

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	3289.95	Beberapa BP dan pori tersebar tidak merata		0.00
H -21		I	finish - start	3289.71	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3289.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.18	0.42
Tinggi BU (cm)	7.79	III	finish	3289.37	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.16	0.58
Volume BU (cm3)	1422.53	IV	finish - start	3287.77	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.12	0.70
Berat Volume (g/cm3)	2.31	V	finish	3287.65	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	0.82
45 - 30		Beban Ganda	start	3290.91	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3290.64	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.27	0.27
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3290.41	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.23	0.50
Tinggi BU (cm)	7.79	III	finish	3290.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.68
Volume BU (cm3)	1422.53	IV	finish - start	3288.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.19	0.87
Berat Volume (g/cm3)	2.31	V	finish	3288.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.22	1.09

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 30	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 30	0	0.00
H -21	I	0.22	0.22	0.24	0.23	H -21	1	0.23
	II	0.40	0.35	0.42	0.16		2	0.39
	III	0.54	0.46	0.58	0.14		3	0.53
	IV	0.63	0.53	0.70	0.09		4	0.62
	V	0.68	0.60	0.82	0.08		5	0.70
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.76	0.28	0.27	0.28		1	0.44
	II	1.13	0.49	0.50	0.22		2	0.71
	III	1.49	0.70	0.68	0.19		3	0.96
	IV	1.83	0.90	0.87	0.19		4	1.20
	V	2.17	1.07	1.09	0.19		5	1.44

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	3454.53	BP dan pori tersebar merata jarak renggang		0.00
H -28		I	finish - start	3454.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	14.93	II	finish - start	3454.24	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.11	0.29
TInggi BU (cm)	8.01	III	finish	3454.15	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.38
Volume BU (cm3)	1401.93	IV	finish - start	3452.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.46
Berat Volume (g/cm3)	2.46	V	finish	3452.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.54
45 - 30		Beban Ganda	start	2960.76	BP dan pori tersebar merata (tidak banyak)		0.00
H -28		I	finish - start	2960.56	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	2960.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.17	0.37
Tinggi BU (cm)	6.94	III	finish	2960.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.17	0.54
Volume BU (cm3)	1232.56	IV	finish - start	2958.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.17	0.71
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2958.62	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.84

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	3133.18	BP dan pori tersebar merata jarak renggang		0.00
H -28		I	finish - start	3133.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.16	II	finish - start	3132.88	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.12	0.30
Tinggi BU (cm)	7.75	III	finish	3132.78	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.1	0.40
Volume BU (cm3)	1397.65	IV	finish - start	3131.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.09	0.49
Berat Volume (g/cm3)	2.24	V	finish	3131.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.06	0.55
45 - 30		Beban Ganda	start	2960.22	BP terkonsentrasi paba bagian setengah lingkaran bidang permukaan, pori tidak terlalu banyak dan tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	2960.04	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	2959.92	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus lebih dalam	0.12	0.30
Tinggi BU (cm)	6.94	III	finish	2959.76	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus lebih dalam	0.16	0.46
Volume BU (cm3)	1232.56	IV	finish - start	2958.31	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus lebih dalam	0.15	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2958.16	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus lebih dalam	0.15	0.76

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 30		Beban Tunggal	start	3132.78	BP dan pori tersebar merata jarak renggang		0.00
H -28		I	finish - start	3132.61	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.17	0.17
Diameter BU (cm)	15.16	II	finish - start	3132.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.11	0.28
Tinggi BU (cm)	7.75	III	finish	3132.41	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.37
Volume BU (cm3)	1397.65	IV	finish - start	3131.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.08	0.45
Berat Volume (g/cm3)	2.24	V	finish	3130.95	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.05	0.50
45 - 30		Beban Ganda	start	3456.33	BP tersebar merata (jumlah tidak banyak), pori terkonsentrasi di setengah lingkaran bidang permukaan		0.00
H -28		I	finish - start	3456.16	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok	0.17	0.17
Diameter BU (cm)	14.93	II	finish - start	3456.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.33
Tinggi BU (cm)	8.01	III	finish	3455.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.49
Volume BU (cm3)	1401.93	IV	finish - start	3453.09	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.65
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3452.95	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.79

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 30	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 30	0	0.00
H -28	I	0.18	0.18	0.17	0.18	H -28	1	0.18
	II	0.29	0.30	0.28	0.11		2	0.29
	III	0.38	0.40	0.37	0.09		3	0.38
	IV	0.46	0.49	0.45	0.08		4	0.47
	V	0.54	0.55	0.50	0.06		5	0.53
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.20	0.18	0.17	0.18		1	0.18
	II	0.37	0.30	0.33	0.15		2	0.33
	III	0.54	0.46	0.49	0.16		3	0.50
	IV	0.71	0.61	0.65	0.16		4	0.66
	V	0.84	0.76	0.79	0.14		5	0.80

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 40% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	2999.04	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	2998.85	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2998.68	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.17	0.36
Tinggi BU (cm)	7.08	III	finish	2998.56	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.48
Volume BU (cm3)	1260.79	IV	finish - start	2996.24	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.59
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	2996.14	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.69
45 - 40		Beban Ganda	start	3128.62	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	3128.27	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.35	0.35
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3128.03	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.24	0.59
Tinggi BU (cm)	7.14	III	finish	3127.81	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.22	0.81
Volume BU (cm3)	1272.37	IV	finish - start	3126.80	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.36	1.17
Berat Volume (g/cm3)	2.24	V	finish	3126.61	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.19	1.36

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	2998.07	BP dan pori tersebar merata (terdapat satu pori berukuran ← 0.3 cm di tengah)		0.00
H -14		I	finish - start	2997.88	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2997.74	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.33
Tinggi BU (cm)	7.08	III	finish	2997.62	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.45
Volume BU (cm3)	1260.79	IV	finish - start	2996.49	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.59
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	2996.35	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.73
45 - 40		Beban Ganda	start	3398.53	BP tersebar merata, pori terkonsentrasi di tengah lingkaran bidang permukaan		0.00
H -14		I	finish - start	3398.25	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.28	0.28
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	3398.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.25	0.53
Tinggi BU (cm)	7.96	III	finish	3397.76	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.24	0.77
Volume BU (cm3)	1413.79	IV	finish - start	3396.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.24	1.01
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3396.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.18	1.19

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	3129.32	BP dan pori tersebar merata (jumlah cukup banyak)		0.00
H -14		I	finish - start	3128.94	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.38	0.38
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3128.76	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.18	0.56
Tinggi BU (cm)	7.14	III	finish	3128.62	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.14	0.70
Volume BU (cm3)	1272.37	IV	finish - start	3127.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.12	0.82
Berat Volume (g/cm3)	2.46	V	finish	3127.11	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.12	0.94
45 - 40		Beban Ganda	start	3397.76	BP (tidak terlalu banyak/jarang2) dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	3397.49	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.27	0.27
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	3397.24	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.25	0.52
Tinggi BU (cm)	7.96	III	finish	3396.99	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.25	0.77
Volume BU (cm3)	1413.79	IV	finish - start	3395.85	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.23	1.00
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3395.65	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.20	1.20

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 40	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 40(b)	0	0.00
H -14	I	0.19	0.19	0.38	0.25	H -14	1	0.25
	II	0.36	0.33	0.56	0.16		2	0.42
	III	0.48	0.45	0.70	0.13		3	0.54
	IV	0.59	0.59	0.82	0.12		4	0.67
	V	0.69	0.73	0.94	0.12		5	0.79
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.35	0.28	0.27	0.30		1	0.30
	II	0.59	0.53	0.52	0.25		2	0.55
	III	0.81	0.77	0.77	0.24		3	0.78
	IV	1.17	1.01	1.00	0.28		4	1.06
	V	1.36	1.19	1.20	0.19		5	1.25

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 40% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	2874.96	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2874.80	Pasta tergerus	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2874.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus tipis	0.15	0.31
Tinggi BU (cm)	6.80	III	finish - start	2874.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus	0.12	0.43
Volume BU (cm3)	1201.26	IV	finish - start	2874.45	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.51
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2874.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.61
45 - 40		Beban Ganda	start	3753.05	Pasta		0.00
H -21		I	finish - start	3752.50	Pasta tergerus	0.55	0.55
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3751.98	pasta tergerus, pori tampak, tepi pori rontok	0.52	1.07
Tinggi BU (cm)	8.89	III	finish - start	3751.60	pasta tergerus, pori tampak, tepi pori rontok	0.38	1.45
Volume BU (cm3)	1571.63	IV	finish - start	3751.12	pasta tergerus, pori tampak, tepi pori rontok	0.48	1.93
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	3750.73	pasta tergerus, pori tampak, tepi pori rontok	0.39	2.32

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	3028.97	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3028.68	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.29	0.29
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3028.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.47
Tinggi BU (cm)	7.33	III	finish - start	3028.33	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.17	0.64
Volume BU (cm3)	1305.34	IV	finish - start	3028.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.75
Berat Volume (g/cm3)	2.32	V	finish	3028.06	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.91
45 - 40		Beban Ganda	start	3750.73	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3750.41	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.32	0.32
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3750.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok	0.19	0.51
Tinggi BU (cm)	8.89	III	finish - start	3750.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.22	0.73
Volume BU (cm3)	1571.63	IV	finish - start	3749.77	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.23	0.96
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	3749.56	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.21	1.17

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	3028.06	BP dan pori terkonsentrasi di tengah dengan jumlah tdk terlalu banyak		0.00
H -21		I	finish - start	3027.91	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3027.77	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	7.33	III	finish - start	3027.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.41
Volume BU (cm3)	1305.34	IV	finish - start	3027.55	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.10	0.51
Berat Volume (g/cm3)	2.32	V	finish	3027.46	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.09	0.60
45 - 40		Beban Ganda	start	2876.01	BP tersebar merata dengan jarak renggang, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2875.74	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.27	0.27
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2875.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.25	0.52
Tinggi BU (cm)	6.80	III	finish - start	2875.25	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.24	0.76
Volume BU (cm3)	1201.26	IV	finish - start	2875.03	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.22	0.98
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2874.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.20	1.18

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 40	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 40(b)	0	0.00
H -21	I	0.16	0.29	0.15	0.20	H -21	1	0.20
	II	0.31	0.47	0.29	0.16		2	0.36
	III	0.43	0.64	0.41	0.14		3	0.49
	IV	0.51	0.75	0.51	0.10		4	0.59
	V	0.61	0.91	0.60	0.12		5	0.71
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.55	0.32	0.27	0.30		1	0.38
	II	1.07	0.51	0.52	0.22		2	0.70
	III	1.45	0.73	0.76	0.23		3	0.98
	IV	1.93	0.96	0.98	0.22		4	1.29
	V	2.32	1.17	1.18	0.21		5	1.56

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 40% Fly Ash
Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	3188.07	BP tersebar merata, pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	3187.89	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.28	II	finish - start	3187.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.14	0.32
Tinggi BU (cm)	7.30	III	finish - start	3187.64	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.11	0.43
Volume BU (cm3)	1338.29	IV	finish - start	3187.09	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.09	0.52
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3187.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.09	0.61
H -28		I	finish - start	3541.87	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.27	0.27
Diameter BU (cm)	15.28	II	finish - start	3541.59	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.28	0.55
Tinggi BU (cm)	8.17	III	finish - start	3541.40	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.19	0.74
Volume BU (cm3)	1497.78	IV	finish - start	3539.64	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.19	0.93
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3539.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	1.04

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	3068.22	BP tersebar merata namun jumlah tidak terlalu banyak, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3067.97	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.25	0.25
Diameter BU (cm)	15.28	II	finish - start	3067.79	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.18	0.43
Tinggi BU (cm)	7.16	III	finish - start	3067.67	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	0.55
Volume BU (cm3)	1312.62	IV	finish - start	3066.54	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.66
Berat Volume (g/cm3)	2.34	V	finish	3066.46	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.08	0.74
H -28		I	finish - start	3541.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, tepi pori rontok	0.26	0.26
Diameter BU (cm)	15.28	II	finish - start	3540.87	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, tepi pori rontok	0.27	0.53
Tinggi BU (cm)	8.17	III	finish - start	3540.64	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.23	0.76
Volume BU (cm3)	1497.78	IV	finish - start	3539.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.30	1.06
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	3539.11	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis, Bp yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	1.18

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 40		Beban Tunggal	start	3067.67	Bp tersebar merata dengan jarak antar agregat tidak rapat terkonsentrasi di tengah, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3067.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda + coklat tergerus	0.28	0.28
Diameter BU (cm)	15.28	II	finish - start	3067.24	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.15	0.43
Tinggi BU (cm)	7.16	III	finish - start	3067.12	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar, tepi pori rontok	0.12	0.55
Volume BU (cm3)	1312.62	IV	finish - start	3066.32	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar, tepi pori rontok	0.10	0.65
Berat Volume (g/cm3)	2.34	V	finish	3066.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar, tepi pori rontok	0.06	0.71
H -28		I	finish - start	3188.54	Pasta tergerus, BP coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tergerus tipis, tepi pori rontok	0.32	0.32
Diameter BU (cm)	15.28	II	finish - start	3188.27	Pasta tergerus, BP coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tergerus tipis	0.27	0.59
Tinggi BU (cm)	7.30	III	finish - start	3188.07	Pasta tergerus, BP coklat + putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tergerus tipis, tepi pori rontok	0.20	0.79
Volume BU (cm3)	1338.29	IV	finish - start	3186.78	Pasta tergerus, BP coklat + putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.95
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish - start	3186.68	Pasta tergerus, BP coklat + putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	1.05

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 40	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 40(b)	0	0.00
H -28	I	0.18	0.25	0.28	0.24	H -28	1	0.24
	II	0.32	0.43	0.43	0.16		2	0.39
	III	0.43	0.55	0.55	0.12		3	0.51
	IV	0.52	0.66	0.65	0.10		4	0.61
	V	0.61	0.74	0.71	0.08		5	0.69
	I	0.27	0.26	0.32	0.28		1	0.28
	II	0.55	0.53	0.59	0.27		2	0.56
	III	0.74	0.76	0.79	0.21		3	0.76
	IV	0.93	1.06	0.95	0.22		4	0.98
	V	1.04	1.18	1.05	0.11		5	1.09

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 50% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	2969.40	BP dan pori tersebar merata namun jumlah tidak terlalu banyak		0.00
H -14		I	finish - start	2969.05	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.35	0.35
Diameter BU (cm)	15.08	II	finish - start	2968.89	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus samar	0.16	0.51
Tinggi BU (cm)	7.03	III	finish - start	2968.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.14	0.65
Volume BU (cm3)	1254.37	IV	finish - start	2967.77	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.08	0.73
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2967.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.12	0.85
45 - 50		Beban Ganda	start	2794.80	BP (tidak terlalu banyak/jarang2) dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	2794.01	Pasta tergerus	0.79	0.79
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	2793.31	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus	0.70	1.49
Tinggi BU (cm)	6.90	III	finish - start	2792.79	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.52	2.01
Volume BU (cm3)	1226.34	IV	finish - start	2789.05	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.24	2.25
Berat Volume (g/cm3)	2.28	V	finish	2788.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.30	2.55

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	3395.25	BP dan pori tersebar merata namun jumlah tidak terlalu banyak		0.00
H -14		I	finish - start	3395.04	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.02	II	finish - start	3394.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.21	0.42
Tinggi BU (cm)	8.16	III	finish - start	3394.63	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.2	0.62
Volume BU (cm3)	1445.46	IV	finish - start	3392.98	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.15	0.77
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	3392.89	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.09	0.86
45 - 50		Beban Ganda	start	2792.79	BP tersebar merata, pori terkonsentrasi di tengah lingkaran bidang permukaan		0.00
H -14		I	finish - start	2792.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus	0.3	0.30
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	2792.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.27	0.57
Tinggi BU (cm)	6.90	III	finish - start	2791.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.28	0.85
Volume BU (cm3)	1226.34	IV	finish - start	2788.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.26	1.11
Berat Volume (g/cm3)	2.28	V	finish	2788.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.26	1.37

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	3394.63	BP dan pori tersebar merata namun jumlah tidak terlalu banyak		0.00
H -14		I	finish - start	3394.39	Pasta tergerus	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.02	II	finish - start	3394.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus samar	0.20	0.44
Tinggi BU (cm)	8.16	III	finish - start	3394.05	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus samar	0.14	0.58
Volume BU (cm3)	1445.46	IV	finish - start	3392.76	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus samar	0.13	0.71
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	3392.68	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.08	0.79
45 - 50		Beban Ganda	start	2970.26	BP (tidak terlalu banyak/jarang2) dan pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	2969.95	Pasta tergerus	0.31	0.31
Diameter BU (cm)	15.08	II	finish - start	2969.67	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus samar	0.28	0.59
Tinggi BU (cm)	7.03	III	finish - start	2969.40	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.27	0.86
Volume BU (cm3)	1254.37	IV	finish - start	2967.18	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.26	1.12
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2966.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.24	1.36

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 50	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 50	0	0.00
H -14	I	0.35	0.21	0.24	0.27	H -14	1	0.27
	II	0.51	0.42	0.44	0.19		2	0.46
	III	0.65	0.62	0.58	0.16		3	0.62
	IV	0.73	0.77	0.71	0.12		4	0.74
	V	0.85	0.86	0.79	0.10		5	0.83
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.79	0.30	0.31	0.31		1	0.47
	II	1.49	0.57	0.59	0.27		2	0.88
	III	2.01	0.85	0.86	0.27		3	1.24
	IV	2.25	1.11	1.12	0.26		4	1.49
	V	2.55	1.37	1.36	0.25		5	1.76

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 50% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	2922.54	BP dan pori tersebar merata namun jumlah tidak terlalu banyak		0.00
H -21		I	finish - start	2922.33	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2922.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.14	0.35
Tinggi BU (cm)	6.64	III	finish - start	2922.07	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.12	0.47
Volume BU (cm3)	1211.60	IV	finish - start	2921.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.13	0.60
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish	2921.82	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.12	0.72
45 - 50		Beban Ganda	start	3226.20	BP tersebar merata, hampir tidak ada pori		0.00
H -21		I	finish - start	3225.90	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.30	0.30
Diameter BU (cm)	15.29	II	finish - start	3225.66	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.24	0.54
Tinggi BU (cm)	7.39	III	finish - start	3225.47	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.19	0.73
Volume BU (cm3)	1355.65	IV	finish - start	3225.25	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.22	0.95
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3225.07	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	1.13

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	2921.82	BP tersebar merata, hampir tdk ada pori		0.00
H -21		I	finish - start	2921.69	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.13	0.13
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2921.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.19	0.32
Tinggi BU (cm)	6.64	III	finish - start	2921.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.15	0.47
Volume BU (cm3)	1211.60	IV	finish - start	2921.20	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus samar	0.15	0.62
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish	2921.06	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda dan abu2 tua tergerus	0.14	0.76
45 - 50		Beban Ganda	start	3710.13	BP + pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3709.88	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.25	0.25
Diameter BU (cm)	15.27	II	finish - start	3709.67	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.21	0.46
Tinggi BU (cm)	8.63	III	finish	3709.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.64
Volume BU (cm3)	1580.04	IV	finish - start	3709.32	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.17	0.81
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	3709.12	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.20	1.01

BU		Tes Abrasi	€				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	3227.09	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3226.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.26	0.26
Diameter BU (cm)	15.29	II	finish - start	3226.66	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.17	0.43
Tinggi BU (cm)	7.39	III	finish - start	3226.52	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.14	0.57
Volume BU (cm3)	1355.65	IV	finish - start	3226.40	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.12	0.69
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3226.29	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, Bp yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.80
45 - 50		Beban Ganda	start	3709.12	BP tersebar merata jumlah tdk terlalu banyak, hampir tidak ada pori		0.00
H -21		I	finish - start	3708.64	Pasta tergerus	0.48	0.48
Diameter BU (cm)	15.27	II	finish - start	3708.04	Pasta tergerus	0.60	1.08
Tinggi BU (cm)	8.63	III	finish	3707.78	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.26	1.34
Volume BU (cm3)	1580.04	IV	finish - start	3707.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.20	1.54
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	3707.38	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.20	1.74

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 50	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 50	0	0.00
H -21	I	0.21	0.13	0.26	0.20	H -21	1	0.20
	II	0.35	0.32	0.43	0.17		2	0.37
	III	0.47	0.47	0.57	0.14		3	0.50
	IV	0.60	0.62	0.69	0.13		4	0.64
	V	0.72	0.76	0.80	0.12		5	0.76
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.30	0.25	0.48	0.34		1	0.34
	II	0.54	0.46	1.08	0.35		2	0.69
	III	0.73	0.64	1.34	0.21		3	0.90
	IV	0.95	0.81	1.54	0.20		4	1.10
	V	1.13	1.01	1.74	0.19		5	1.29

Hasil Pengujian Abrasi f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	3243.31	BP tersebar merata dengan jarak renggang dan pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3243.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.23	0.23
Diameter BU (cm)	15.26	II	finish - start	3242.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.14	0.37
Tinggi BU (cm)	7.60	III	finish - start	3242.80	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.14	0.51
Volume BU (cm3)	1389.64	IV	finish - start	3242.66	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.65
Berat Volume (g/cm3)	2.34	V	finish	3242.54	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.77
45 - 50		Beban Ganda	start	3185.03	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	3184.71	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.32	0.32
Diameter BU (cm)	15.19	II	finish - start	3184.48	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.23	0.55
Tinggi BU (cm)	7.35	III	finish - start	3184.25	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.23	0.78
Volume BU (cm3)	1331.59	IV	finish - start	3183.97	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.28	1.06
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	3183.78	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.19	1.25

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	3161.39	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3161.17	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus samar	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.19	II	finish - start	3160.99	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.18	0.40
Tinggi BU (cm)	7.34	III	finish - start	3160.82	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.17	0.57
Volume BU (cm3)	1328.91	IV	finish - start	3160.67	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.15	0.72
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3160.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.88
45 - 50		Beban Ganda	start	3183.78	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3183.48	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.30	0.30
Diameter BU (cm)	15.19	II	finish - start	3183.21	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.27	0.57
Tinggi BU (cm)	7.35	III	finish - start	3183.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.21	0.78
Volume BU (cm3)	1331.59	IV	finish - start	3182.78	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.22	1.00
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	3182.57	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.21	1.21

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
45 - 50		Beban Tunggal	start	3160.51	BP dan pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3160.39	pasta tergerus	0.12	0.12
Diameter BU (cm)	15.19	II	finish - start	3160.28	pasta tergerus	0.11	0.23
Tinggi BU (cm)	7.34	III	finish - start	3160.17	pasta tergerus	0.11	0.34
Volume BU (cm3)	1328.91	IV	finish - start	3160.07	pasta tergerus	0.10	0.44
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3159.96	pasta tergerus	0.11	0.55
45 - 50		Beban Ganda	start	3245.77	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata terdapat 2 pori berukuran diameter +- 0.3 mm		0.00
H -28		I	finish - start	3245.48	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.29	0.29
Diameter BU (cm)	15.26	II	finish - start	3245.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.29	0.58
Tinggi BU (cm)	7.60	III	finish - start	3244.91	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.28	0.86
Volume BU (cm3)	1389.64	IV	finish - start	3244.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.33	1.19
Berat Volume (g/cm3)	2.34	V	finish	3244.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.23	1.42

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
45 - 50	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		45 - 50	0	0.00
H -28	I	0.23	0.22	0.12	0.19	H -28	1	0.19
	II	0.37	0.40	0.23	0.14		2	0.33
	III	0.51	0.57	0.34	0.14		3	0.47
	IV	0.65	0.72	0.44	0.13		4	0.60
	V	0.77	0.88	0.55	0.13		5	0.73
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.32	0.30	0.29	0.30		1	0.30
	II	0.55	0.57	0.58	0.26		2	0.57
	III	0.78	0.78	0.86	0.24		3	0.81
	IV	1.06	1.00	1.19	0.28		4	1.08
	V	1.25	1.21	1.42	0.21		5	1.29

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	2855.33	BP tampak samar, BP tersebar namun tidak terlalu banyak		0.00
H -14		I	finish - start	2854.94	Pasta tergerus	0.39	0.39
Diameter BU (cm)	15.07	II	finish - start	2854.86	Pasta tergerus	0.08	0.47
Tinggi BU (cm)	6.66	III	finish	2854.77	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.09	0.56
Volume BU (cm3)	1187.62	IV	finish - start	2852.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok	0.10	0.66
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish - start	2852.55	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.05	0.71
50 - 0		Beban Ganda	start	3228.45	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata. Terdapat 1 pori besar +_ diameter 0.8 cm		0.00
H -14		I	finish - start	3228.30	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus tipis	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3228.13	tepi lubang ada yg rontok	0.17	0.32
Tinggi BU (cm)	7.50	III	finish	3227.96	tepi lubang rontok (lubang +- diam.0.6 cm)	0.17	0.49
Volume BU (cm3)	1336.52	IV	finish - start	3226.02	tepi lubang rontok (lubang +- diam.0.6 cm)	0.13	0.62
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3225.85	tepi lubang rontok (lubang +- diam.0.6 cm)	0.17	0.79

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	2854.77	BP tersebar merata , jarak antar angrepermugat rapat, pori terkonsentrasi di tepi lingkaran bidang permukaan		0.00
H -14		I	finish - start	2854.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.07	0.07
Diameter BU (cm)	15.07	II	finish - start	2854.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.05	0.12
Tinggi BU (cm)	6.66	III	finish	2854.59	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.06	0.18
Volume BU (cm3)	1187.62	IV	finish - start	2852.49	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.06	0.24
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish - start	2852.42	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.07	0.31
50 - 0		Beban Ganda	start	3617.17	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	3616.49	permukaan sedikit agregat kasar,lebih banyak pasta semen.perm sedikit lubang(pori)	0.68	0.68
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	3616.22	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok, BP abu2 tua tergerus tipis	0.27	0.95
Tinggi BU (cm)	8.43	III	finish	3615.97	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.25	1.20
Volume BU (cm3)	1499.26	IV	finish - start	3613.64	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.25	1.45
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	3613.46	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.18	1.63

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	3229.38	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -14		I	finish - start	3228.88	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.50	0.50
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3228.79	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus	0.09	0.59
Tinggi BU (cm)	7.50	III	finish	3228.72	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.66
Volume BU (cm3)	1336.52	IV	finish - start	3225.72	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.05	0.71
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3225.66	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.06	0.77
50 - 0		Beban Ganda	start	3615.97	terdapat beberapa pori kecil di permukaan.permukaan terdapat banyak agregat kasar		0.00
H -14		I	finish - start	3615.79	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.05	II	finish - start	3615.65	pasta tergerus, BP putih tergerusBP abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.32
Tinggi BU (cm)	8.43	III	finish	3615.51	pasta tergerus, BP putih tergerusBP abu2 tua tergerus	0.14	0.46
Volume BU (cm3)	1499.26	IV	finish - start	3613.36	pasta tergerus, BP putih tergerusBP abu2 tua tergerus	0.10	0.56
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish - start	3613.25	pasta tergerus, BP putih tergerusBP abu2 tua tergerus	0.11	0.67

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 0	0	0.00
H -14	I	0.39	0.07	0.50	0.32	H -14	1	0.32
	II	0.47	0.12	0.59	0.07		2	0.39
	III	0.56	0.18	0.66	0.07		3	0.47
	IV	0.66	0.24	0.71	0.07		4	0.54
	V	0.71	0.31	0.77	0.06		5	0.60
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.15	0.68	0.18	0.16		1	0.34
	II	0.32	0.95	0.32	0.15		2	0.53
	III	0.49	1.20	0.46	0.15		3	0.72
	IV	0.62	1.45	0.56	0.12		4	0.88
	V	0.79	1.63	0.67	0.14		5	1.03

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	3629.47	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3629.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3629.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.10	0.21
Tinggi BU (cm)	8.44	III	finish	3629.21	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.05	0.26
Volume BU (cm3)	1541.21	IV	finish - start	3625.42	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.03	0.29
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish - start	3625.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.03	0.32
50 - 0		Beban Ganda	start	2379.63	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2379.41	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, tepi pori rontok	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2379.21	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.20	0.42
Tinggi BU (cm)	5.49	III	finish - start	2379.07	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.56
Volume BU (cm3)	1000.95	IV	finish - start	2376.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.69
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish - start	2376.59	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.06	0.75

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	3629.21	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -21		I	finish - start	3629.11	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.10	0.10
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3629.03	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.08	0.18
Tinggi BU (cm)	8.44	III	finish	3628.97	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.06	0.24
Volume BU (cm3)	1541.21	IV	finish - start	3625.33	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.06	0.30
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish - start	3625.29	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.04	0.34
50 - 0		Beban Ganda	start	2379.07	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar tidak merata		0.00
H -21		I	finish - start	2378.84	permukaan beton berlubang,setelah tes banyak yang rontok +debu abrasi	0.23	0.23
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2378.68	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.39
Tinggi BU (cm)	5.49	III	finish	2378.54	selisih lebih besar karena perm berlubang sehingga tepi lubang tergerus.	0.14	0.53
Volume BU (cm3)	1000.95	IV	finish - start	2376.43	selisih lebih besar karena perm berlubang sehingga tepi lubang tergerus.	0.16	0.69
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish - start	2376.38	selisih lebih besar karena perm berlubang sehingga tepi lubang tergerus.	0.05	0.74

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	2760.90	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -21		I	finish - start	2760.80	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.10	0.10
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2760.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus	0.10	0.20
Tinggi BU (cm)	6.18	III	finish	2760.62	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.08	0.28
Volume BU (cm3)	1128.52	IV	finish - start	2758.15	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.04	0.32
Berat Volume (g/cm3)	2.45	V	finish - start	2758.12	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.03	0.35
50 - 0		Beban Ganda	start	2761.79	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang terkonsentrasi di separuh lingkaran bidang permukaan, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2761.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2761.40	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.39
Tinggi BU (cm)	6.18	III	finish	2761.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.53
Volume BU (cm3)	1128.52	IV	finish - start	2759.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.09	0.62
Berat Volume (g/cm3)	2.45	V	finish - start	2759.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.69

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 0	0	0.00
H -21	I	0.11	0.10	0.10	0.10	H -21	1	0.10
	II	0.21	0.18	0.20	0.09		2	0.20
	III	0.26	0.24	0.28	0.06		3	0.26
	IV	0.29	0.30	0.32	0.04		4	0.30
	V	0.32	0.34	0.35	0.03		5	0.34
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.22	0.23	0.21	0.22		1	0.22
	II	0.42	0.39	0.39	0.18		2	0.40
	III	0.56	0.53	0.53	0.14		3	0.54
	IV	0.69	0.69	0.62	0.13		4	0.67
	V	0.75	0.74	0.69	0.06		5	0.73

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	2927.65	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	2927.55	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + tergerus	0.10	0.10
Diameter BU (cm)	15.19	II	finish - start	2927.47	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus	0.08	0.18
Tinggi BU (cm)	6.77	III	finish - start	2927.42	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus	0.05	0.23
Volume BU (cm3)	1226.44	IV	finish - start	2927.37	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus	0.05	0.28
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2927.34	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus	0.03	0.31
50 - 0		Beban Ganda	start	3026.21	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3025.97	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.20	II	finish - start	3025.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.38
Tinggi BU (cm)	7.03	III	finish - start	3025.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.51
Volume BU (cm3)	1276.17	IV	finish - start	3025.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	3025.54	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.06	0.67

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	2954.30	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori hampir tidak tampak		0.00
H -28		I	finish - start	2954.21	pasta tergerus	0.09	0.09
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2954.16	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.05	0.14
Tinggi BU (cm)	6.67	III	finish - start	2954.11	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.05	0.19
Volume BU (cm3)	1216.28	IV	finish - start	2954.07	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.04	0.23
Berat Volume (g/cm3)	2.43	V	finish	2954.04	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.03	0.26
50 - 0		Beban Ganda	start	3025.54	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar tidak merata dengan beberapa pori berukuran +- diameter 0.8 cm		0.00
H -28		I	finish - start	3025.31	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.23	0.23
Diameter BU (cm)	15.20	II	finish - start	3025.17	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.37
Tinggi BU (cm)	7.03	III	finish - start	3025.05	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	0.49
Volume BU (cm3)	1276.17	IV	finish - start	3024.95	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.10	0.59
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	3024.89	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.06	0.65

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 0		Beban Tunggal	start	2954.04	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori hampir tidak tampak		0.00
H -28		I	finish - start	2953.57	pasta tergerus	0.47	0.47
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2953.49	pasta tergerus	0.08	0.55
Tinggi BU (cm)	6.67	III	finish - start	2953.43	pasta tergerus	0.06	0.61
Volume BU (cm3)	1216.28	IV	finish - start	2953.38	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.05	0.66
Berat Volume (g/cm3)	2.43	V	finish	2953.34	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.04	0.70
50 - 0		Beban Ganda	start	2928.85	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar tidak merata dengan beberapa pori berukuran +- diameter 0.8 cm		0.00
H -28		I	finish - start	2928.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.27	0.27
Diameter BU (cm)	15.19	II	finish - start	2928.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.22	0.49
Tinggi BU (cm)	6.77	III	finish - start	2928.21	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.15	0.64
Volume BU (cm3)	1226.44	IV	finish - start	2928.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.77
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2928.01	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih + coklat + abu2 muda tergerus,tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.07	0.84

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 0	0	0.00
H -28	I	0.10	0.09	0.47	0.22	H -28	1	0.22
	II	0.18	0.14	0.55	0.07		2	0.29
	III	0.23	0.19	0.61	0.05		3	0.34
	IV	0.28	0.23	0.66	0.05		4	0.39
	V	0.31	0.26	0.70	0.03		5	0.42
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.24	0.23	0.27	0.25		1	0.25
	II	0.38	0.37	0.49	0.17		2	0.41
	III	0.51	0.49	0.64	0.13		3	0.55
	IV	0.61	0.59	0.77	0.11		4	0.66
	V	0.67	0.65	0.84	0.06		5	0.72

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2933.37	pori terkonsentrasi di tengah, BP menyebar		0.00
H -14		I	finish - start	2933.26	pasta tergerus, bp putih dan coklat tergerus, tepi pori rontok.	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2933.17	pasta tergerus, bp putih dan coklat tergerus, tepi pori rontok., BP abu2 muda tergerus	0.09	0.20
Tinggi BU (cm)	6.95	III	finish - start	2933.09	pasta tergerus, bp putih dan coklat tergerus, tepi pori rontok., BP abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus	0.08	0.28
Volume BU (cm3)	1228.66	IV	finish - start	2931.44	pasta tergerus, bp putih dan coklat tergerus, tepi pori rontok., BP abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus	0.08	0.36
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2931.37	pasta tergerus, bp putih dan coklat tergerus, tepi pori rontok., BP abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus	0.07	0.43
50 - 15		Beban Ganda	start	2986.05	BP merata dan menyebar, pori		0.00
H -14		I	finish - start	2985.89	BP merata dan menyebar, pori	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2985.75	pasta tergerus, Bp coklat dan abu2 muda tergerus lebih dalam	0.14	0.30
Tinggi BU (cm)	7.15	III	finish	2985.58	pasta tergerus, Bp coklat dan abu2 muda tergerus lebih dalam	0.17	0.47
Volume BU (cm3)	1264.02	IV	finish - start	2984.26	pasta tergerus, Bp coklat dan abu2 muda tergerus lebih dalam	0.16	0.63
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish - start	2984.12	pasta tergerus, Bp coklat dan abu2 muda tergerus lebih dalam	0.14	0.77

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2933.09	BP terkonsentrasi di separuh bidang permukaan, pori terkonsentrasi di separuh bidang lainnya.		0.00
H -14		I	finish - start	2932.96	pasta tergerus, BP coklat+abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus tipis	0.13	0.13
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2932.85	pasta tergerus, BP coklat+abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.11	0.24
Tinggi BU (cm)	6.95	III	finish - start	2932.75	pasta tergerus, BP coklat+abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.1	0.34
Volume BU (cm3)	1228.66	IV	finish - start	2931.28	pasta tergerus, BP coklat+abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.09	0.43
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2931.19	pasta tergerus, BP coklat+abu2 muda tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.09	0.52
50 - 15		Beban Ganda	start	3691.18	BP terkonsentrasi di tgh, pori terkonsentrasi di tepi (agak besar)		0.00
H -14		I	finish - start	3690.90	pasta tergerus, BP abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.28	0.28
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3690.72	pasta tergerus, BP abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus lebih dalam	0.18	0.46
Tinggi BU (cm)	8.63	III	finish	3690.56	pasta tergerus, BP abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus lebih dalam, garis gerusan lebih tegas	0.16	0.62
Volume BU (cm3)	1525.66	IV	finish - start	3687.12	pasta tergerus, BP abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus lebih dalam, garis gerusan lebih tegas	0.10	0.72
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3687.02	pasta tergerus, BP abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus lebih dalam, garis gerusan lebih tegas	0.10	0.82

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2986.51	pori merata, BP terkonsentrasi di separuh bid perm		0.00
H -14		I	finish - start	2986.39	pasta tergerus, Bp putih tergerus	0.12	0.12
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2986.29	pasta tergerus, Bp putih tergerus	0.10	0.22
Tinggi BU (cm)	7.15	III	finish - start	2986.20	pasta tergerus, Bp putih tergerus, BP abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.31
Volume BU (cm3)	1264.02	IV	finish - start	2983.93	pasta tergerus, Bp putih tergerus, BP abu2 tua tergerus	0.06	0.37
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2983.88	pasta tergerus, Bp putih tergerus, BP abu2 tua tergerus	0.05	0.42
50 - 15		Beban Ganda	start	3690.56	tampak hanya pasta dengan sedikit agregat di tepi lingkaran		0.00
H -14		I	finish - start	3690.27	pasta tergerus, tampak potongan tidak rata sehingga satu bagian teergrus lebih dalam	0.29	0.29
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3689.94	pasta terus tergerus, mulai nampak agregat yang sebelumnya tertutup lapisan pasta	0.33	0.62
Tinggi BU (cm)	8.63	III	finish	3689.66	pasta terus tergerus, agregat yang tadi nampak berwarna abu2 muda tergerus, yang abu2 tua belum tergerus	0.28	0.90
Volume BU (cm3)	1525.66	IV	finish - start	3686.80	pasta terus tergerus, agregat yang tadi nampak berwarna abu2 muda tergerus, yang abu2 tua belum tergerus	0.22	1.12
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3686.48	pasta terus tergerus, agregat yang tadi nampak berwarna abu2 muda tergerus, yang abu2 tua belum tergerus	0.32	1.44

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 15	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 15	0	0.00
H -14	I	0.11	0.13	0.12	0.12	H -14	1	0.12
	II	0.20	0.24	0.22	0.10		2	0.22
	III	0.28	0.34	0.31	0.09		3	0.31
	IV	0.36	0.43	0.37	0.08		4	0.39
	V	0.43	0.52	0.42	0.07		5	0.46
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.16	0.28	0.29	0.22		1	0.24
	II	0.30	0.46	0.62	0.16		2	0.46
	III	0.47	0.62	0.90	0.16		3	0.66
	IV	0.63	0.72	1.12	0.13		4	0.82
	V	0.77	0.82	1.44	0.12		5	1.01

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 15% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	3168.53	BP merata dan menyebar, pori menyebar yang berukuran lebih besar terkonsentrasi di separuh bidang permukaan		0.00
H -21		I	finish - start	3168.33	BP yang berwarna putih tergerus, pasta tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	3168.24	BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, pasta tergerus	0.09	0.29
Tinggi BU (cm)	7.32	III	finish	3168.15	BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus,abu2 tua tergerus tipis, pasta tergerus	0.09	0.38
Volume BU (cm3)	1319.21	IV	finish - start	3166.03	BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus,abu2 tua tergerus tipis, pasta tergerus	0.06	0.44
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3165.97	BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus,abu2 tua tergerus tipis, pasta tergerus	0.06	0.50
50 - 15		Beban Ganda	start	3086.31	pori dan Bp merata menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	3086.16	pasta tergerus, BP putih teergerus, tepi pori rontok	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.16	II	finish - start	3086.02	pasta tergerus, BP putih teergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	7.06	III	finish	3085.83	pasta tergerus, BP putih teergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus lebih tegas(dalam)	0.19	0.48
Volume BU (cm3)	1274.88	IV	finish - start	3083.63	pasta tergerus, BP putih teergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus	0.13	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3083.52	pasta tergerus, BP putih teergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus	0.11	0.72

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2987.04	BP terkonsentrasi di tengah (pusat) bidang permukaan, terdapat pori berukuran besar (+- diam 0.8 cm) di tengah		0.00
H -21		I	finish - start	2986.82	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, tepi pori rontok	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	2986.71	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, tepi pori rontok	0.11	0.33
Tinggi BU (cm)	6.94	III	finish	2986.66	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.05	0.38
Volume BU (cm3)	1251.55	IV	finish - start	2984.63	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.05	0.43
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2984.57	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.06	0.49
50 - 15		Beban Ganda	start	3085.83	BP dan pori merata di perm,pori agak besar dan agak banyak		0.00
H -21		I	finish - start	3085.64	pasta tergerus, tepi pori rontok, BP putih dan coklat tergerus	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.16	II	finish - start	3085.47	pasta tergerus, tepi pori rontok, BP putih dan coklat tergerus, BP abu2 tua tergerus tipis	0.17	0.36
Tinggi BU (cm)	7.06	III	finish	3085.33	pasta tergerus, tepi pori rontok, BP putih dan coklat tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.14	0.50
Volume BU (cm3)	1274.88	IV	finish - start	3083.4	pasta tergerus, tepi pori rontok, BP putih dan coklat tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.12	0.62
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish - start	3083.30	pasta tergerus, tepi pori rontok, BP putih dan coklat tergerus, BP abu2 tua tergerus lebih dalam	0.10	0.72

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2986.66	BP dan pori menyebar dan merata		0.00
H -21		I	finish - start	2986.48	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	2986.37	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.11	0.29
Tinggi BU (cm)	6.94	III	finish	2986.29	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergores tipis	0.08	0.37
Volume BU (cm3)	1251.55	IV	finish - start	2984.53	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergores tipis	0.04	0.41
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2984.48	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergores tipis	0.05	0.46
50 - 15		Beban Ganda	start	3169.13	BP+Pori merata/menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	3168.95	BP yang berwarna putih tergerus, pasta tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.15	II	finish - start	3168.80	BP yang berwarna putih tergerus lebih dalam, BP yang berwarna coklat tergerus, pasta tergerus	0.15	0.33
Tinggi BU (cm)	7.32	III	finish	3168.66	BP yang berwarna putih tergerus lebih dalam, BP yang berwarna coklat tergerus, pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.47
Volume BU (cm3)	1319.21	IV	finish - start	3166.34	BP yang berwarna putih tergerus lebih dalam, BP yang berwarna coklat tergerus, pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish - start	3166.23	BP yang berwarna putih tergerus lebih dalam, BP yang berwarna coklat tergerus, pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.72

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 15	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 15	0	0.00
H -21	I	0.20	0.22	0.18	0.20	H -21	1	0.20
	II	0.29	0.33	0.29	0.10		2	0.30
	III	0.38	0.38	0.37	0.07		3	0.38
	IV	0.44	0.43	0.41	0.05		4	0.43
	V	0.50	0.49	0.46	0.06		5	0.48
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.15	0.19	0.18	0.17		1	0.17
	II	0.29	0.36	0.33	0.15		2	0.33
	III	0.48	0.50	0.47	0.16		3	0.48
	IV	0.61	0.62	0.61	0.13		4	0.61
	V	0.72	0.72	0.72	0.11		5	0.72

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2367.78	BP menyebar dan merata dengan jarak renggang,pori tersebar tidak merata terdapat dua pori di tengah diameter +- 0.3 cm		0.00
H -28		I	finish - start	2367.67	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2367.58	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok	0.09	0.20
Tinggi BU (cm)	5.50	III	finish - start	2367.53	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.05	0.25
Volume BU (cm3)	980.12	IV	finish - start	2367.47	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.31
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish	2367.42	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.05	0.36
50 - 15		Beban Ganda	start	3023.38	BP tersebar tidak merata, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3023.20	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.08	II	finish - start	3023.04	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.34
Tinggi BU (cm)	6.86	III	finish - start	3022.90	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.48
Volume BU (cm3)	1224.02	IV	finish - start	3022.78	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 tua tergerus	0.12	0.60
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3022.69	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 tua tergerus	0.09	0.69

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2367.42	BP menyebar dan merata dengan jarak renggang,pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	2367.31	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2367.23	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.08	0.19
Tinggi BU (cm)	5.50	III	finish - start	2367.17	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.25
Volume BU (cm3)	980.12	IV	finish - start	2367.11	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.31
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish	2367.06	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.05	0.36
50 - 15		Beban Ganda	start	3022.69	BP dan pori tersebar tidak merata, pori terkonsentrasi di bagian tengah		0.00
H -28		I	finish - start	3022.52	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok	0.17	0.17
Diameter BU (cm)	15.08	II	finish - start	3022.35	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok	0.17	0.34
Tinggi BU (cm)	6.86	III	finish - start	3022.20	pasta tergerus, BP putih+abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.15	0.49
Volume BU (cm3)	1224.02	IV	finish - start	3022.07	pasta tergerus, BP putih+abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.13	0.62
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3021.98	pasta tergerus, BP putih+abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.09	0.71

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 15		Beban Tunggal	start	2494.79	BP menyebar dan merata dengan jarak renggang,pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	2494.68	Pasta tergerus	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2494.60	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.08	0.19
Tinggi BU (cm)	5.92	III	finish - start	2494.53	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.07	0.26
Volume BU (cm3)	1054.07	IV	finish - start	2494.47	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergores tipis	0.06	0.32
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2494.42	pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergores tipis	0.05	0.37
50 - 15		Beban Ganda	start	2495.50	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori merata dan terdapat satu pori +- diameter 0.3 cm di tengah lingkaran bidang abrasi		0.00
H -28		I	finish - start	2495.38	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 muda + abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.12
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2495.20	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 muda + abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.30
Tinggi BU (cm)	5.92	III	finish - start	2495.10	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.10	0.40
Volume BU (cm3)	1054.07	IV	finish - start	2494.99	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.11	0.51
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2494.84	pasta tergerus, BP putih tergerus, Bp abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.15	0.66

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 15	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 15	0	0.00
H -28	I	0.11	0.11	0.11	0.11	H -28	1	0.11
	II	0.20	0.19	0.19	0.08		2	0.19
	III	0.25	0.25	0.26	0.06		3	0.25
	IV	0.31	0.31	0.32	0.06		4	0.31
	V	0.36	0.36	0.37	0.05		5	0.36
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.18	0.17	0.12	0.16		1	0.16
	II	0.34	0.34	0.30	0.17		2	0.33
	III	0.48	0.49	0.40	0.13		3	0.46
	IV	0.60	0.62	0.51	0.12		4	0.58
	V	0.69	0.71	0.66	0.11		5	0.69

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 30% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2796.99	BP dan pori menyebar dan merata		0.00
H -14		I	finish - start	2796.79	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2796.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.14	0.34
Tinggi BU (cm)	6.63	III	finish - start	2796.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.12	0.46
Volume BU (cm3)	1172.09	IV	finish - start	2796.43	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.56
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2796.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.08	0.64
50 - 30		Beban Ganda	start	3909.87	pori dan Bp merata menyebar dengan jarak renggang		0.00
H -14		I	finish - start	3909.65	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 muda tergerus tipis	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	14.93	II	finish - start	3909.49	pasta tergerus, BP putih tergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 muda tergerus tipis	0.16	0.38
Tinggi BU (cm)	9.05	III	finish - start	3909.35	pasta tergerus, BP putih+abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.52
Volume BU (cm3)	1585.01	IV	finish - start	3909.21	pasta tergerus, BP putih+abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.66
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3909.08	pasta tergerus, BP putih+abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus	0.13	0.79

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2799.95	BP menyebar dan merata dengan jarak renggang, hampir tidak ada pori		0.00
H -14		I	finish - start	2799.84	Pasta tergerus	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2799.73	Pasta tergerus	0.11	0.22
Tinggi BU (cm)	6.70	III	finish - start	2799.63	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.10	0.32
Volume BU (cm3)	1184.46	IV	finish - start	2799.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.10	0.42
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2799.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.09	0.51
50 - 30		Beban Ganda	start	3909.08	BP merata menyebar dengan jarak renggang, tidak tampak ada pori		0.00
H -14		I	finish - start	3908.88	pasta tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	14.93	II	finish - start	3908.66	pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus	0.22	0.42
Tinggi BU (cm)	9.05	III	finish - start	3908.48	pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+putih tergerus	0.18	0.60
Volume BU (cm3)	1585.01	IV	finish - start	3908.29	pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+putih tergerus	0.19	0.79
Berat Volume (g/cm3)	2.47	V	finish	3908.09	pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+putih tergerus	0.20	0.99

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2799.44	BP menyebar dan merata, pori terkonsentrasi di tengah		0.00
H -14		I	finish - start	2799.31	Pasta tergerus	0.13	0.13
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2799.20	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.11	0.24
Tinggi BU (cm)	6.70	III	finish - start	2799.09	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.11	0.35
Volume BU (cm3)	1184.46	IV	finish - start	2798.98	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP abu2 muda tergerus tipis	0.11	0.46
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2798.88	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP abu2 muda tergerus tipis	0.10	0.56
50 - 30		Beban Ganda	start	2797.96	pori dan Bp merata menyebar dengan jarak rapat		0.00
H -14		I	finish - start	2797.78	pasta tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2797.62	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.16	0.34
Tinggi BU (cm)	6.63	III	finish - start	2797.47	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.15	0.49
Volume BU (cm3)	1172.09	IV	finish - start	2797.33	pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis, tepi pori rontok	0.14	0.63
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2797.19	pasta tergerus, BP putih+abu2 muda tergerus, tepi pori rontok, Bp abu2 tua tergerus	0.14	0.77

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 30	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 30	0	0.00
H -14	I	0.20	0.11	0.13	0.15	H -14	1	0.15
	II	0.34	0.22	0.24	0.12		2	0.27
	III	0.46	0.32	0.35	0.11		3	0.38
	IV	0.56	0.42	0.46	0.10		4	0.48
	V	0.64	0.51	0.56	0.09		5	0.57
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.22	0.20	0.18	0.20		1	0.20
	II	0.38	0.42	0.34	0.18		2	0.38
	III	0.52	0.60	0.49	0.16		3	0.54
	IV	0.66	0.79	0.63	0.16		4	0.69
	V	0.79	0.99	0.77	0.16		5	0.85

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 30% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	3119.52	BP dan pori menyebar dan merata		0.00
H -21		I	finish - start	3119.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3119.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.17	0.33
Tinggi BU (cm)	7.38	III	finish	3119.09	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.43
Volume BU (cm3)	1303.79		finish - start	3117.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.52
Berat Volume (g/cm3)	2.39		finish	3117.11	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.03	0.55
50 - 30		Beban Ganda	start	2969.93	BP tersebar merata pori tdk rata (membentuk huruf U - dominasi pori agak besar +- diam. 0.3 cm)		0.00
H -21		I	finish - start	2969.69	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang beerwarna abu2 muda tergerus	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2969.50	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang beerwarna abu2 muda tergerus	0.19	0.43
Tinggi BU (cm)	7.07	III	finish - start	2969.37	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang beerwarna abu2 muda tergerus	0.13	0.56
Volume BU (cm3)	1248.99	IV	finish - start	2967.93	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang beerwarna abu2 muda tergerus	0.17	0.73
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	2967.77	Pasta tergerus, tepi pori rontok, BP yang beerwarna abu2 muda tergerus	0.16	0.89

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	3119.09	BP tersebar merata, pori merata, terdapat pori yang lebih besar (2 buah) di tengah bidang permukaan lingkaran		0.00
H -21		I	finish - start	3118.95	pasta tergerus, BP yang berwarana coklat tergerus, tepi pori rontok	0.14	0.14
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	3118.86	pasta tergerus, BP yang berwarana coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.09	0.23
Tinggi BU (cm)	7.38	III	finish	3118.77	pasta tergerus, BP yang berwarana coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.32
Volume BU (cm3)	1303.79		finish - start	3116.95	pasta tergerus, BP yang berwarana coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.16	0.48
Berat Volume (g/cm3)	2.39		finish	3116.91	pasta tergerus, BP yang berwarana coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.04	0.52
50 - 30		Beban Ganda	start	2859.70	pori dan Bp merata menyebar		0.00
H -21		I	finish - start	2859.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.26	0.26
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2859.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.21	0.47
Tinggi BU (cm)	6.75	III	finish - start	2859.05	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.65
Volume BU (cm3)	1192.42	IV	finish - start	2856.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.15	0.80
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2856.56	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.94

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2970.66	BP tersebar merata, pori terkonsentrasi di tepi lingkaran		0.00
H -21		I	finish - start	2970.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2970.38	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.12	0.28
Tinggi BU (cm)	7.07	III	finish	2970.27	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.39
Volume BU (cm3)	1248.99		finish - start	2967.68	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.48
Berat Volume (g/cm3)	2.38		finish	2967.64	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.04	0.52
50 - 30		Beban Ganda	start	2859.05	BP dan pori tidak banyak dan tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2858.91	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.14
Diameter BU (cm)	15.00	II	finish - start	2858.78	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.13	0.27
Tinggi BU (cm)	6.75	III	finish - start	2858.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.45
Volume BU (cm3)	1192.42	IV	finish - start	2856.45	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.11	0.56
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2856.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.09	0.65

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 30	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 30	0	0.00
H -21	I	0.16	0.14	0.16	0.15	H -21	1	0.15
	II	0.33	0.23	0.28	0.13		2	0.28
	III	0.43	0.32	0.39	0.10		3	0.38
		0.52	0.48	0.48	0.11		4	0.49
		0.55	0.52	0.52	0.04		5	0.53
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.24	0.26	0.14	0.21		1	0.21
	II	0.43	0.47	0.27	0.18		2	0.39
	III	0.56	0.65	0.45	0.16		3	0.55
	IV	0.73	0.80	0.56	0.14		4	0.70
	V	0.89	0.94	0.65	0.13		5	0.83

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2369.59	BP tersebar merata dengan jarak, pori hampir tidak ada		0.00
H -28		I	finish - start	2369.52	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.07	0.07
Diameter BU (cm)	15.17	II	finish - start	2369.45	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.07	0.14
Tinggi BU (cm)	5.36	III	finish - start	2369.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.06	0.20
Volume BU (cm3)	968.53	IV	finish - start	2369.32	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.27
Berat Volume (g/cm3)	2.45	V	finish	2369.28	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.04	0.31
50 - 30		Beban Ganda	start	2119.40	BP tersebar merata pori tdk rata terdapat dua pori dalam diameter +- 0.5 cm di tengah bidang abrasi		0.00
H -28		I	finish - start	2119.10	Pasta tergerus, tepi pori rontok	0.30	0.30
Diameter BU (cm)	15.18	II	finish - start	2118.92	Pasta tergerus, tepi pori rontok	0.18	0.48
Tinggi BU (cm)	4.87	III	finish - start	2118.74	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.18	0.66
Volume BU (cm3)	880.25	IV	finish - start	2118.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.82
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish	2118.43	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.15	0.97

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2369.28	BP tersebar merata dengan jarak, pori hampir tidak ada		0.00
H -28		I	finish - start	2369.03	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.25	0.25
Diameter BU (cm)	15.17	II	finish - start	2368.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.34
Tinggi BU (cm)	5.36	III	finish - start	2368.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.44
Volume BU (cm3)	968.53	IV	finish - start	2368.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.53
Berat Volume (g/cm3)	2.45	V	finish	2368.68	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.07	0.60
50 - 30		Beban Ganda	start	2890.13	BP tersebar tidak merata, hampir tidak tampak adanya pori		0.00
H -28		I	finish - start	2889.98	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.26	II	finish - start	2889.82	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.31
Tinggi BU (cm)	6.67	III	finish - start	2889.69	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.13	0.44
Volume BU (cm3)	1220.39	IV	finish - start	2889.57	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.12	0.56
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2889.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.13	0.69

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 30		Beban Tunggal	start	2119.88	BP tersebar merata dengan jarak, pori hampir tidak ada		0.00
H -28		I	finish - start	2119.73	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.18	II	finish - start	2119.63	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.25
Tinggi BU (cm)	4.87	III	finish - start	2119.54	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.34
Volume BU (cm3)	880.25	IV	finish - start	2119.47	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.07	0.41
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish	2119.40	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.07	0.48
50 - 30		Beban Ganda	start	2889.44	BP tersebar merata jarak renggang, hampir tidak tampak adanya pori		0.00
H -28		I	finish - start	2889.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.26	II	finish - start	2889.13	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.13	0.31
Tinggi BU (cm)	6.67	III	finish - start	2889.02	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.42
Volume BU (cm3)	1220.39	IV	finish - start	2888.92	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.52
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2888.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.09	0.61

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 30	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 30	0	0.00
H -28	I	0.07	0.25	0.15	0.16	H -28	1	0.16
	II	0.14	0.34	0.25	0.09		2	0.24
	III	0.20	0.44	0.34	0.08		3	0.33
	IV	0.27	0.53	0.41	0.08		4	0.40
	V	0.31	0.60	0.48	0.06		5	0.46
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.30	0.15	0.18	0.21		1	0.21
	II	0.48	0.31	0.31	0.16		2	0.37
	III	0.66	0.44	0.42	0.14		3	0.51
	IV	0.82	0.56	0.52	0.13		4	0.63
	V	0.97	0.69	0.61	0.12		5	0.76

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 40% Fly Ash
Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	3086.36	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata dengan jarak renggang dan terdapat dua pori diameter 0.6 cm di tepi		0.00
H -14		I	finish - start	3086.21	Pasta tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3086.07	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	7.20	III	finish - start	3085.95	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.12	0.41
Volume BU (cm3)	1314.78	IV	finish - start	3085.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.52
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	3085.74	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.62
50 - 40		Beban Ganda	start	2778.86	BP tersebar merata jarak renggang, hampir tidak tampak adanya pori		0.00
H -14		I	finish - start	2778.57	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus, tepi pori rontok	0.29	0.29
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2778.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus	0.22	0.51
Tinggi BU (cm)	6.38	III	finish - start	2778.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.21	0.72
Volume BU (cm3)	1164.27	IV	finish - start	2777.90	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.24	0.96
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2777.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.15	1.11

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	3085.74	BP tersebar merata dengan jarak rapat, pori hanya terdiri dari kurang dari 5 pori diameter 0.3 cm di tengah bidang abrasi		0.00
H -14		I	finish - start	3085.54	Pasta tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	3085.45	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.09	0.29
Tinggi BU (cm)	7.20	III	finish - start	3085.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.38
Volume BU (cm3)	1314.78	IV	finish - start	3085.24	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.50
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	3085.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.60
50 - 40		Beban Ganda	start	2777.75	BP tersebar merata jarak renggang, hampir tidak tampak adanya pori		0.00
H -14		I	finish - start	2777.55	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, tepi pori rontok	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2777.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.16	0.36
Tinggi BU (cm)	6.38	III	finish - start	2777.20	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus, tepi pori rontok	0.19	0.55
Volume BU (cm3)	1164.27	IV	finish - start	2777.03	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.17	0.72
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2776.86	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.17	0.89

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2921.47	BP tersebar merata dengan jarak, pori hampir tidak ada		0.00
H -14		I	finish - start	2921.32	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus (karena potongan tidak rata, BP abu2 muda cembung di permukaan sehingga tergerus)	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2921.18	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+putih+coklat tergerus	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	6.68	III	finish - start	2921.06	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+putih+coklat tergerus	0.12	0.41
Volume BU (cm3)	1217.31	IV	finish - start	2920.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+putih+coklat tergerus	0.12	0.53
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2920.83	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+putih+coklat tergerus	0.11	0.64
50 - 40		Beban Ganda	start	2920.83	BP tersebar merata jarak rapat, hampir tidak tampak adanya pori		0.00
H -14		I	finish - start	2920.63	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	2920.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus	0.19	0.39
Tinggi BU (cm)	6.68	III	finish - start	2920.25	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.19	0.58
Volume BU (cm3)	1217.31	IV	finish - start	2920.07	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.18	0.76
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2919.92	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+abu2 tua tergerus	0.15	0.91

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 40	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 40	0	0.00
H -14	I	0.15	0.20	0.15	0.17	H -14	1	0.17
	II	0.29	0.29	0.29	0.12		2	0.29
	III	0.41	0.38	0.41	0.11		3	0.40
	IV	0.52	0.50	0.53	0.12		4	0.52
	V	0.62	0.60	0.64	0.10		5	0.62
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.29	0.20	0.20	0.23		1	0.23
	II	0.51	0.36	0.39	0.19		2	0.42
	III	0.72	0.55	0.58	0.20		3	0.62
	IV	0.96	0.72	0.76	0.20		4	0.81
	V	1.11	0.89	0.91	0.16		5	0.97

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 40% Fly Ash
Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2849.70	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata dengan jarak renggang dan terdapat sato pori diameter 0.4 cm di tengah		0.00
H -21		I	finish - start	2849.58	Pasta tergerus	0.12	0.12
Diameter BU (cm)	15.21	II	finish - start	2849.48	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.22
Tinggi BU (cm)	6.58	III	finish - start	2849.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.13	0.35
Volume BU (cm3)	1195.26	IV	finish - start	2849.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.44
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2849.17	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.53
50 - 40		Beban Ganda	start	2628.90	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2628.69	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.14	II	finish - start	2628.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus	0.18	0.39
Tinggi BU (cm)	6.10	III	finish - start	2628.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.55
Volume BU (cm3)	1097.89	IV	finish - start	2628.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.16	0.71
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2628.05	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus	0.14	0.85

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2931.63	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2931.48	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.13	II	finish - start	2931.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.12	0.27
Tinggi BU (cm)	6.92	III	finish - start	2931.27	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.09	0.36
Volume BU (cm3)	1243.75	IV	finish - start	2931.17	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.46
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2931.07	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.10	0.56
50 - 40		Beban Ganda	start	2628.05	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2628.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus	-0.03	-0.03
Diameter BU (cm)	15.14	II	finish - start	2627.89	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus	0.19	0.16
Tinggi BU (cm)	6.10	III	finish - start	2627.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus	0.19	0.35
Volume BU (cm3)	1097.89	IV	finish - start	2627.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.20	0.55
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2627.33	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.17	0.72

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2931.07	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar tidak merata		0.00
H -21		I	finish - start	2930.96	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.11	0.11
Diameter BU (cm)	15.13	II	finish - start	2930.87	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.09	0.20
Tinggi BU (cm)	6.92	III	finish - start	2930.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.12	0.32
Volume BU (cm3)	1243.75	IV	finish - start	2930.69	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.38
Berat Volume (g/cm3)	2.36	V	finish	2930.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.47
50 - 40		Beban Ganda	start	2851.08	BP tersebar merata dengan jarak antar agregatrapat, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	2850.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.21	II	finish - start	2850.63	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat tergerus	0.21	0.45
Tinggi BU (cm)	6.58	III	finish - start	2850.41	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.22	0.67
Volume BU (cm3)	1195.26	IV	finish - start	2850.24	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.17	0.84
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2850.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+ putih+coklat+abu2 tua tergerus	0.16	1.00

BU	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 40	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 40	0	0.00
H -21	I	0.12	0.15	0.11	0.13	H -21	1	0.13
	II	0.22	0.27	0.20	0.10		2	0.23
	III	0.35	0.36	0.32	0.11		3	0.34
	IV	0.44	0.46	0.38	0.08		4	0.43
	V	0.53	0.56	0.47	0.09		5	0.52
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.21	-0.03	0.24	0.14		1	0.14
	II	0.39	0.16	0.45	0.19		2	0.33
	III	0.55	0.35	0.67	0.19		3	0.52
	IV	0.71	0.55	0.84	0.18		4	0.70
	V	0.85	0.72	1.00	0.16		5	0.86

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 40% Fly Ash
Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2870.25	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	2870.17	Pasta tergerus	0.08	0.08
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	2870.04	Pasta tergerus	0.13	0.21
Tinggi BU (cm)	6.61	III	finish - start	2869.98	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.06	0.27
Volume BU (cm3)	1174.01	IV	finish - start	2869.91	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.07	0.34
Berat Volume (g/cm3)	2.44	V	finish	2869.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.07	0.41
50 - 40		Beban Ganda	start	2582.82	BP tidak merata, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	2582.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.33	0.33
Diameter BU (cm)	15.03	II	finish - start	2582.10	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, satu BP yang berwarna coklat terlepas	0.39	0.72
Tinggi BU (cm)	6.12	III	finish - start	2581.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, Bp yang berwarna abu2 muda tergerus	0.16	0.88
Volume BU (cm3)	1085.54	IV	finish - start	2581.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, Bp yang berwarna abu2 muda tergerus	0.19	1.07
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	2581.61	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, Bp yang berwarna abu2 muda tergerus	0.14	1.21

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2869.84	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat renggang, pori tersebar merata namun jarang		0.00
H -28		I	finish - start	2869.66	Pasta tergerus	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.04	II	finish - start	2869.57	Pasta tergerus, tepi pori rontok	0.09	0.27
Tinggi BU (cm)	6.61	III	finish - start	2869.49	Pasta tergerus, tepi pori rontok	0.08	0.35
Volume BU (cm3)	1174.01	IV	finish - start	2869.40	Pasta tergerus, tepi pori rontok	0.09	0.44
Berat Volume (g/cm3)	2.44	V	finish	2869.33	Pasta tergerus	0.07	0.51
50 - 40		Beban Ganda	start	3006.21	BP + pori tersebar merata dengan jarak renggang		0.00
H -28		I	finish - start	3006.06	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3005.91	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.15	0.30
Tinggi BU (cm)	7.01	III	finish - start	3005.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.16	0.46
Volume BU (cm3)	1247.48	IV	finish - start	3005.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.15	0.61
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish	3005.47	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.13	0.74

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 40		Beban Tunggal	start	2583.37	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata namun jarang		0.00
H -28		I	finish - start	2583.17	Pasta tergerus	0.20	0.20
Diameter BU (cm)	15.03	II	finish - start	2583.02	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.15	0.35
Tinggi BU (cm)	6.12	III	finish - start	2582.95	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.07	0.42
Volume BU (cm3)	1085.54	IV	finish - start	2582.88	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus	0.07	0.49
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	2582.82	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.06	0.55
50 - 40		Beban Ganda	start	3005.47	BP tersebar merata dengan jarak renggang, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3005.28	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	3005.15	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.13	0.32
Tinggi BU (cm)	7.01	III	finish - start	3004.97	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.18	0.50
Volume BU (cm3)	1247.48	IV	finish - start	3004.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.13	0.63
Berat Volume (g/cm3)	2.41	V	finish	3004.69	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.15	0.78

BU	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 40	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 40	0	0.00
H -28	I	0.08	0.18	0.20	0.15	H -28	1	0.15
	II	0.21	0.27	0.35	0.12		2	0.28
	III	0.27	0.35	0.42	0.07		3	0.35
	IV	0.34	0.44	0.49	0.08		4	0.42
	V	0.41	0.51	0.55	0.07		5	0.49
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.33	0.15	0.19	0.22		1	0.22
	II	0.72	0.30	0.32	0.22		2	0.45
	III	0.88	0.46	0.50	0.17		3	0.61
	IV	1.07	0.61	0.63	0.16		4	0.77
	V	1.21	0.74	0.78	0.14		5	0.91

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	2648.76	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -14		I	finish - start	2648.62	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.14	0.14
Diameter BU (cm)	15.30	II	finish - start	2648.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.13	0.27
Tinggi BU (cm)	6.09	III	finish - start	2648.36	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.13	0.40
Volume BU (cm3)	1119.20	IV	finish - start	2648.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.13	0.53
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2648.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.09	0.62
50 - 50		Beban Ganda	start	3096.11	BP + pori tersebar merata dengan jarak renggang		0.00
H -14		I	finish - start	3095.87	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.24	0.24
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	3095.65	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.22	0.46
Tinggi BU (cm)	7.14	III	finish - start	3095.43	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.22	0.68
Volume BU (cm3)	1302.11	IV	finish - start	3095.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.21	0.89
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3095.03	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.19	1.08

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	2648.14	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -14		I	finish - start	2647.99	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.30	II	finish - start	2647.85	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	6.09	III	finish - start	2647.72	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.13	0.42
Volume BU (cm3)	1119.20	IV	finish - start	2647.60	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.12	0.54
Berat Volume (g/cm3)	2.37	V	finish	2647.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.09	0.63
50 - 50		Beban Ganda	start	3095.03	BP + pori tersebar merata dengan jarak renggang		0.00
H -14		I	finish - start	3094.80	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.23	0.23
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	3094.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.22	0.45
Tinggi BU (cm)	7.14	III	finish - start	3094.37	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus	0.21	0.66
Volume BU (cm3)	1302.11	IV	finish - start	3094.18	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.19	0.85
Berat Volume (g/cm3)	2.38	V	finish	3093.99	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.19	1.04

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	2975.54	BP tersebar merata dengan jarak rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -14		I	finish - start	2975.47	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.07	0.07
Diameter BU (cm)	15.30	II	finish - start	2975.33	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.14	0.21
Tinggi BU (cm)	6.88	III	finish - start	2975.21	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.12	0.33
Volume BU (cm3)	1264.50	IV	finish - start	2975.09	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.12	0.45
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	2975.02	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.07	0.52
50 - 50		Beban Ganda	start	2976.63	BP tersebar merata dengan jarak rapat, terdapat dua pori diameter +- 0.4 cm di tengah dan di tepi		0.00
H -14		I	finish - start	2976.38	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda tergerus	0.25	0.25
Diameter BU (cm)	15.30	II	finish - start	2976.13	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.25	0.50
Tinggi BU (cm)	6.88	III	finish - start	2975.93	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.20	0.70
Volume BU (cm3)	1264.50	IV	finish - start	2975.73	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.20	0.90
Berat Volume (g/cm3)	2.35	V	finish	2975.54	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda+abu2 tua tergerus	0.19	1.09

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
S0 - S0	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		S0 - S0	0	0.00
H -14	I	0.14	0.15	0.07	0.12	H -14	1	0.12
	II	0.27	0.29	0.21	0.14		2	0.26
	III	0.40	0.42	0.33	0.13		3	0.38
	IV	0.53	0.54	0.45	0.12		4	0.51
	V	0.62	0.63	0.52	0.08		5	0.59
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.24	0.23	0.25	0.24		1	0.24
	II	0.46	0.45	0.50	0.23		2	0.47
	III	0.68	0.66	0.70	0.21		3	0.68
	IV	0.89	0.85	0.90	0.20		4	0.88
	V	1.08	1.04	1.09	0.19		5	1.07

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	3053.48	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3053.30	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.18	0.18
Diameter BU (cm)	15.10	II	finish - start	3053.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.11	0.29
Tinggi BU (cm)	7.10	III	finish - start	3053.08	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.40
Volume BU (cm3)	1271.97	IV	finish - start	3053.00	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.48
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3052.96	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.04	0.52
50 - 50		Beban Ganda	start	3104.45	BP + pori tersebar merata dengan jarak renggang		0.00
H -21		I	finish - start	3104.26	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.19	0.19
Diameter BU (cm)	15.10	II	finish - start	3104.09	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.17	0.36
Tinggi BU (cm)	7.25	III	finish - start	3103.87	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.22	0.58
Volume BU (cm3)	1298.84	IV	finish - start	3103.67	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.20	0.78
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	3103.50	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.17	0.95

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	3052.96	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -21		I	finish - start	3052.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.12
Diameter BU (cm)	15.10	II	finish - start	3052.73	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.23
Tinggi BU (cm)	7.10	III	finish - start	3052.61	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.12	0.35
Volume BU (cm3)	1271.97	IV	finish - start	3052.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.45
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3052.43	Pasta tergerus, BP yang berwarna coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.08	0.53
50 - 50		Beban Ganda	start	3103.50	BP + pori tersebar merata dengan jarak rapat		0.00
H -21		I	finish - start	3103.18	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.32	0.32
Diameter BU (cm)	15.10	II	finish - start	3102.94	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.24	0.56
Tinggi BU (cm)	7.25	III	finish - start	3102.72	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.22	0.78
Volume BU (cm3)	1298.84	IV	finish - start	3102.52	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.20	0.98
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	3102.35	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.17	1.15

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	2345.66	BP dan pori tersebar merata, jarak rapat		0.00
H -21		I	finish - start	2345.51	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.15	0.15
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2345.37	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.29
Tinggi BU (cm)	5.50	III	finish - start	2345.23	~~Pasta tergerus, BP yang berwarna~~ putih+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.43
Volume BU (cm3)	980.12	IV	finish - start	2345.13	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.53
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2345.02	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.64
50 - 50		Beban Ganda	start	2346.66	BP dan pori tersebar merata, jarak rapat		0.00
H -21		I	finish - start	2346.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.22	0.22
Diameter BU (cm)	15.06	II	finish - start	2346.19	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.25	0.47
Tinggi BU (cm)	5.50	III	finish - start	2345.97	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.22	0.69
Volume BU (cm3)	980.12	IV	finish - start	2345.81	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.85
Berat Volume (g/cm3)	2.39	V	finish	2345.66	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat +abu2 muda tergerus, abu2 tua tergerus tipis	0.15	1.00

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 50	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 50	0	0.00
H -21	I	0.18	0.12	0.15	0.15	H -21	1	0.15
	II	0.29	0.23	0.29	0.12		2	0.27
	III	0.40	0.35	0.43	0.12		3	0.39
	IV	0.48	0.45	0.53	0.09		4	0.49
	V	0.52	0.53	0.64	0.08		5	0.56
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.19	0.32	0.22	0.24		1	0.24
	II	0.36	0.56	0.47	0.22		2	0.46
	III	0.58	0.78	0.69	0.22		3	0.68
	IV	0.78	0.98	0.85	0.19		4	0.87
	V	0.95	1.15	1.00	0.16		5	1.03

Hasil Pengujian Abrasi f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

BU		Tes Abrasi	I				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	2906.06	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	2905.98	Pasta tergerus	0.08	0.08
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2905.91	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.07	0.15
Tinggi BU (cm)	6.62	III	finish - start	2905.84	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.07	0.22
Volume BU (cm3)	1209.66	IV	finish - start	2905.78	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.06	0.28
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2905.73	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.05	0.33
50 - 50		Beban Ganda	start	3242.28	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	3241.95	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.33	0.33
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	3241.75	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus	0.20	0.53
Tinggi BU (cm)	7.41	III	finish - start	3241.55	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.20	0.73
Volume BU (cm3)	1350.44	IV	finish - start	3241.38	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.17	0.90
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3241.22	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.16	1.06

BU		Tes Abrasi	II				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	2905.73	BP tersebar tidak merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	2905.63	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.10	0.10
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2905.53	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.10	0.20
Tinggi BU (cm)	6.62	III	finish - start	2905.43	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.10	0.30
Volume BU (cm3)	1209.66	IV	finish - start	2905.33	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.40
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	2905.23	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.50
50 - 50		Beban Ganda	start	2855.33	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	2855.12	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.21	0.21
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2854.92	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.20	0.41
Tinggi BU (cm)	6.47	III	finish - start	2854.74	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.18	0.59
Volume BU (cm3)	1182.25	IV	finish - start	2854.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.16	0.75
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish	2854.44	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.14	0.89

BU		Tes Abrasi	III				Selisih kumulatif
				Berat	Keterangan	Selisih	
50 - 50		Beban Tunggal	start	3242.82	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat, pori tersebar tidak merata		0.00
H -28		I	finish - start	3242.66	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus	0.16	0.16
Diameter BU (cm)	15.24	II	finish - start	3242.58	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat tergerus, BP yang berwarna abu2 muda tergerus tipis	0.08	0.24
Tinggi BU (cm)	7.41	III	finish - start	3242.49	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.09	0.33
Volume BU (cm3)	1350.44	IV	finish - start	3242.39	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.10	0.43
Berat Volume (g/cm3)	2.40	V	finish	3242.28	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.11	0.54
50 - 50		Beban Ganda	start	2854.44	BP tersebar merata dengan jarak antar agregat rapat terkonsentrasi ditengah, pori tersebar merata		0.00
H -28		I	finish - start	2853.87	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.57	0.57
Diameter BU (cm)	15.25	II	finish - start	2853.70	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.17	0.74
Tinggi BU (cm)	6.47	III	finish - start	2853.45	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda tergerus, BP yang berwarna abu2 tua tergerus tipis	0.25	0.99
Volume BU (cm3)	1182.25	IV	finish - start	2853.27	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.18	1.17
Berat Volume (g/cm3)	2.42	V	finish	2853.14	Pasta tergerus, BP yang berwarna putih+coklat+abu2 muda + abu2 tua tergerus	0.13	1.30

Mutu	Tes Abrasi	Selisih kumulatif I	Selisih kumulatif II	Selisih kumulatif III	Rata2 Selisih	Mutu		Rata2 Selisih Kumulatif
50 - 50	Beban Tunggal	0.00	0.00	0.00		50 - 50	0	0.00
H -28	I	0.08	0.10	0.16	0.11	H -28	1	0.11
	II	0.15	0.20	0.24	0.08		2	0.20
	III	0.22	0.30	0.33	0.09		3	0.28
	IV	0.28	0.40	0.43	0.09		4	0.37
	V	0.33	0.50	0.54	0.09		5	0.46
	Beban Ganda	0.00	0.00	0.00			0	0.00
	I	0.33	0.21	0.57	0.37		1	0.37
	II	0.53	0.41	0.74	0.19		2	0.56
	III	0.73	0.59	0.99	0.21		3	0.77
	IV	0.90	0.75	1.17	0.17		4	0.94
	V	1.06	0.89	1.30	0.14		5	1.08

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-14

Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
						0				0
BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,957.5	15.050	7.53	9.295	1,654.2	2.39	0.5	10	1650.5	8.25
BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,957.5	15.050	7.53	9.295	1,654.2	2.39	1.0	10	1650.5	16.51
BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,905.0	15.120	7.56	9.130	1,640.0	2.38	1.5	10	1650.5	24.76
BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,905.0	15.120	7.56	9.130	1,640.0	2.38	2.0	10	1650.5	33.01
BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,847.5	15.100	7.55	9.115	1,633.0	2.36	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 0 (H - 14)	0.555	BP	0.595	pasta&BP	0.605	pasta&BP	0.59
	0.730	pasta&BP	0.775	pasta&BP, beton (pasta retak)	0.905	pasta&BP	0.80
	1.100	pasta&BP, pasta retak, pasta dan BP lepas (terlempar)	0.685	BP	0.960	pasta&BP	0.92
	1.140	pasta&BP	0.880	pasta&BP	0.990	pasta&BP	1.00
	0.990	pasta&BP, pasta retak, pasta dan BP lepas (terlempar)	1.025	pasta&BP, beton (pasta retak terangkat)	1.235	pasta&BP	1.08

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0	
45 - 0 (H - 14)	0.59	0.29	7.325	3.66	3.65	0.5	0.117	0.275
	0.80	0.40	7.325	3.66	3.64	1.0	0.221	
	0.92	0.46	7.325	3.66	3.63	1.5	0.287	
	1.00	0.50	7.325	3.66	3.63	2.0	0.345	
	1.08	0.54	7.325	3.66	3.62	2.5	0.403	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 0 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,320.0	15.100	7.55	10.135	1,815.7	2.38	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,320.0	15.100	7.55	10.135	1,815.7	2.38	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,158.0	15.260	7.63	9.600	1,756.5	2.37	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,037.5	15.220	7.61	9.335	1,699.1	2.38	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,037.5	15.220	7.61	9.335	1,699.1	2.38	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 0 (H - 21)	0.745	pasta&BP	0.475	BP	0.525	BP	0.58
	0.850	pasta&BP, beton (pasta retak terangkat)	0.800	pasta&BP	0.700	pasta&BP	0.78
	0.945	pasta&BP	0.945	pasta&BP, pasta retak, pasta dan BP lepas (terlempar)	0.895	pasta&BP, pasta retak, pasta dan BP lepas (terlempar)	0.93
	1.065	pasta&BP	1.040	pasta&BP	0.925	pasta&BP	1.01
	1.085	pasta&BP	1.055	pasta&BP, beton (pasta retak)	0.94	pasta&BP	1.03

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 0 (H - 21)	0.58	0.29	7.325	3.66	3.65	0.5	0.116	0.266
	0.78	0.39	7.325	3.66	3.64	1.0	0.210	
	0.93	0.46	7.325	3.66	3.63	1.5	0.295	
	1.01	0.51	7.325	3.66	3.63	2.0	0.350	
	1.03	0.51	7.325	3.66	3.63	2.5	0.362	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 0 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,165.5	15.015	7.51	9.960	1,764.3	2.36	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,165.5	15.015	7.51	9.960	1,764.3	2.36	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,252.0	15.135	7.57	9.880	1,778.2	2.39	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,252.0	15.135	7.57	9.880	1,778.2	2.39	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,751.0	15.065	7.53	8.975	1,600.4	2.34	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 0 (H - 28)	0.625	pasta&BP	0.545	pasta&BP	0.780	pasta&BP, pasta retak dan lepas	0.65
	0.870	pasta&BP	0.955	pasta&BP	0.965	pasta&BP, gaerah yg tertumbuk pastanya terkelupas	0.93
	0.925	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.097	pasta&BP, pasta retak, pasta dan BP lepas (terlempar)	1.070	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.03
	1.275	pasta&BP	1.010	pasta&BP, pasta retak	1.155	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.15
	1.275	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.145	pasta&BP, beton (pasta retak), tepi benda uji terkoyak	1.350	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.26

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 0 (H - 28)	0.65	0.33	7.325	3.66	3.65	0.5	0.144	0.360
	0.93	0.47	7.325	3.66	3.63	1.0	0.296	
	1.03	0.52	7.325	3.66	3.63	1.5	0.364	
	1.15	0.57	7.325	3.66	3.62	2.0	0.452	
	1.26	0.63	7.325	3.66	3.61	2.5	0.543	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 15 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,048.0	15.075	7.54	9.815	1,752.5	2.31	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,048.0	15.075	7.54	9.815	1,752.5	2.31	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang, bbrp pori berukuran +- diameter 0.3 cm agak di tepi bidang	4,109.5	15.000	7.50	9.735	1,721.0	2.39	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang, bbrp pori berukuran +- diameter 0.3 cm agak di tepi bidang	4,109.5	15.000	7.50	9.735	1,721.0	2.39	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,356.0	15.000	7.50	8.020	1,417.8	2.37	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 15 (H - 14)	0.645	pasta&BP	0.715	pasta&BP	0.665	pasta&BP	0.68
	0.965	pasta&BP	0.880	pasta&BP	0.825	pasta&BP	0.89
	0.955	pasta&BP, pasta retak dan lepas	0.925	pasta&BP	1.050	pasta&BP	0.98
	1.075	pasta&BP	0.980	pasta&BP	1.030	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.03
	1.110	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.195	pasta&BP, karena terdapat pori dan ikatan BP dan pasta tidak kuat, tepi pori (pasta)dan BP terlepas(terlempar)	1.165	pasta&BP, beton (pasta retak terangkat)	1.16

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 15 (H - 14)	0.68	0.34	7.325	3.66	3.65	0.5	0.156	0.315
	0.89	0.45	7.325	3.66	3.64	1.0	0.271	
	0.98	0.49	7.325	3.66	3.63	1.5	0.327	
	1.03	0.51	7.325	3.66	3.63	2.0	0.363	
	1.16	0.58	7.325	3.66	3.62	2.5	0.459	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 15 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,101.0	15.250	7.63	9.485	1,733.2	2.37	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,101.0	15.250	7.63	9.485	1,733.2	2.37	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,087.5	15.105	7.55	9.490	1,701.3	2.40	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,087.5	15.105	7.55	9.490	1,701.3	2.40	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang, bbrp pori berukuran +- diameter 0.3 cm agak di tepi bidang	3,838.0	15.165	7.58	8.845	1,598.3	2.40	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 15 (H - 21)	0.625	pasta&BP	0.655	pasta&BP	0.400	BP	0.56
	0.845	pasta&BP	0.835	pasta&BP	0.805	pasta&BP, beton (pasta retak)	0.83
	0.975	pasta&BP, pasta retak dan lepas	0.990	pasta&BP	0.940	pasta&BP, pasta retak dan lepas	0.97
	1.110	pasta&BP, beton (pasta retak) hampir terkoyak	1.075	pasta&BP, beton (pasta retak) hampir terkoyak	1.085	pasta&BP, pasta di daerah yang tertumbuk terkoyak	1.09
	1.260	pasta&BP, beton (pasta retak terangkat)	1.185	pasta&BP	1.175	pasta&BP	1.21

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 15 (H - 21)	0.56	0.28	7.325	3.66	3.65	0.5	0.107	0.314
	0.83	0.41	7.325	3.66	3.64	1.0	0.235	
	0.97	0.48	7.325	3.66	3.63	1.5	0.321	
	1.09	0.55	7.325	3.66	3.62	2.0	0.408	
	1.21	0.60	7.325	3.66	3.61	2.5	0.500	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 15 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,216.0	15.100	7.55	9.960	1,784.3	2.36	0.5	10	1650.5	8.25
	Pasta	4,216.0	15.100	7.55	9.960	1,784.3	2.36	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,896.0	15.045	7.52	9.555	1,699.3	2.29	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang, bbrp pori berukuran +- diameter 0.4 cm agak di tengah bidang	3,896.0	15.045	7.52	9.555	1,699.3	2.29	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,913.0	15.065	7.53	9.270	1,653.0	2.37	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 15 (H - 28)	0.760	pasta&BP, pasta lepas di daerah yang tertumbuk	0.900	pasta&BP	0.520	BP	0.73
	1.005	Pasta	1.040	pasta	0.890	pasta	0.98
	1.080	pasta&BP	1.150	pasta&BP	0.995	pasta&BP	1.08
	1.110	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.220	pasta&BP, pasta lepas	1.295	pasta&BP, pasta retak, Bp terpental	1.21
	1.265	pasta&BP, pasta retak	1.270	pasta&BP, pasta retak pada no.1 terlepas	1.315	pasta&BP, tepi terkoyak	1.28

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 15 (H - 28)	0.73	0.36	7.325	3.66	3.64	0.5	0.181	0.395
	0.98	0.49	7.325	3.66	3.63	1.0	0.328	
	1.08	0.54	7.325	3.66	3.62	1.5	0.397	
	1.21	0.60	7.325	3.66	3.61	2.0	0.502	
	1.28	0.64	7.325	3.66	3.61	2.5	0.566	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 30 (H - 14)	BP dan pori tersebar	3,669.5	15.220	7.61	8.435	1,535.2	2.39	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,669.5	15.220	7.61	8.435	1,535.2	2.39	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,704.0	15.225	7.61	8.685	1,581.8	2.34	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,704.0	15.225	7.61	8.685	1,581.8	2.34	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,404.0	15.200	7.60	10.325	1,874.3	2.35	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 30 (H - 14)	0.555	BP	0.575	BP	0.685	pasta&BP	0.61
	0.850	pasta&BP	0.750	pasta&BP	0.950	pasta	0.85
	0.995	pasta&BP	0.980	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.040	pasta&BP	1.01
	1.110	pasta&BP	1.065	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.015	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.06
	1.235	pasta&BP	1.145	pasta&BP	1.180	pasta&BP	1.19

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 30 (H - 14)	0.61	0.30	7.325	3.66	3.65	0.5	0.125	0.318
	0.85	0.43	7.325	3.66	3.64	1.0	0.247	
	1.01	0.50	7.325	3.66	3.63	1.5	0.346	
	1.06	0.53	7.325	3.66	3.62	2.0	0.388	
	1.19	0.59	7.325	3.66	3.61	2.5	0.484	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 30 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,967.5	15.000	7.50	9.520	1,683.0	2.36	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,967.5	15.000	7.50	9.520	1,683.0	2.36	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,874.5	15.000	7.50	9.310	1,645.9	2.35	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,874.5	15.000	7.50	9.310	1,645.9	2.35	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,177.5	15.000	7.50	9.845	1,740.5	2.40	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 30 (H - 21)	0.740	pasta&BP	0.670	Pasta	0.735	Pasta	0.72
	0.885	pasta&BP	0.930	pasta&BP, tapi yang cacat hanya	0.985	Pasta	0.93
	0.930	BP	1.135	Pasta	1.285	pasta&BP	1.12
	0.985	Pasta, pasta lepas	1.270	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.365	Pasta	1.21
	1.050	pasta&BP	1.350	pasta&BP	1.435	pasta&BP	1.28

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 30 (H - 21)	0.72	0.36	7.325	3.66	3.65	0.5	0.175	0.393
	0.93	0.47	7.325	3.66	3.63	1.0	0.299	
	1.12	0.56	7.325	3.66	3.62	1.5	0.428	
	1.21	0.60	7.325	3.66	3.61	2.0	0.500	
	1.28	0.64	7.325	3.66	3.61	2.5	0.562	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 30 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,973.0	15.210	7.61	9.285	1,687.7	2.35	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,973.0	15.210	7.61	9.285	1,687.7	2.35	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,890.5	15.225	7.61	8.925	1,625.5	2.39	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,890.5	15.225	7.61	8.925	1,625.5	2.39	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,705.0	15.215	7.61	8.910	1,620.6	2.29	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 30 (H - 28)	1.080	Pasta	0.815	pasta&BP	0.745	Pasta	0.88
	1.150	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.000	pasta&BP	0.930	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.03
	1.250	pasta&BP	1.025	pasta&BP	1.260	pasta	1.18
	1.325	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.325	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.135	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.26
	1.375	pasta&BP	1.455	pasta&BP	1.170	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.33

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 30 (H - 28)	0.88	0.44	7.325	3.66	3.64	0.5	0.265	0.453
	1.03	0.51	7.325	3.66	3.63	1.0	0.362	
	1.18	0.59	7.325	3.66	3.61	1.5	0.477	
	1.26	0.63	7.325	3.66	3.61	2.0	0.547	
	1.33	0.67	7.325	3.66	3.60	2.5	0.612	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 40 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,062.0	15.245	7.62	9.610	1,754.9	2.31	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,062.0	15.245	7.62	9.610	1,754.9	2.31	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,864.0	15.225	7.61	9.260	1,686.5	2.29	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,864.0	15.225	7.61	9.260	1,686.5	2.29	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,221.0	15.240	7.62	9.730	1,775.6	2.38	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 40 (H - 14)	0.500	BP	0.955	pasta	0.865	pasta&BP	0.77
	0.880	pasta&BP	0.965	pasta&BP	0.890	pasta&BP	0.91
	0.955	pasta	1.070	pasta	1.175	pasta	1.07
	0.965	pasta&BP	1.065	pasta&BP	1.250	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.09
	1.250	pasta&BP	1.260	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.305	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.27

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 40 (H - 14)	0.77	0.39	7.325	3.66	3.64	0.5	0.205	0.369
	0.91	0.46	7.325	3.66	3.63	1.0	0.285	
	1.07	0.53	7.325	3.66	3.62	1.5	0.390	
	1.09	0.55	7.325	3.66	3.62	2.0	0.410	
	1.27	0.64	7.325	3.66	3.61	2.5	0.556	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 40 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,782.0	15.060	7.53	8.965	1,597.6	2.37	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,782.0	15.060	7.53	8.965	1,597.6	2.37	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,245.5	15.120	7.56	10.020	1,799.8	2.36	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,242.5	15.025	7.51	10.120	1,795.0	2.36	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,242.5	15.025	7.51	10.120	1,795.0	2.36	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 40 (H - 21)	0.760	BP	0.830	pasta&BP	0.870	pasta&BP	0.82
	0.880	BP	1.120	pasta&BP, pasta retak	1.125	pasta&BP	1.04
	1.005	pasta	1.105	pasta&BP, tepi benda uji terkoyak	1.310	pasta&BP, pasta retak	1.14
	1.340	pasta&BP	1.140	pasta&BP	1.255	pasta&BP	1.25
	1.365	pasta&BP, karena terdapat pori dan ikatan BP dan pasta tidak kuat, tepi pori (pasta)dan BP terlepas(terlempar)	1.285	pasta&BP, karena terdapat pori dan ikatan BP dan pasta tidak kuat, tepi pori (pasta)dan BP terlepas(terlempar)	1.300	pasta&BP	1.32

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 40 (H - 21)	0.82	0.41	7.325	3.66	3.64	0.5	0.230	0.436
	1.04	0.52	7.325	3.66	3.63	1.0	0.372	
	1.14	0.57	7.325	3.66	3.62	1.5	0.446	
	1.25	0.62	7.325	3.66	3.61	2.0	0.533	
	1.32	0.66	7.325	3.66	3.60	2.5	0.597	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 40 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,827.0	15.225	7.61	9.000	1,639.2	2.33	0.5	9.8	1650.5	8.09
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,827.0	15.225	7.61	9.000	1,639.2	2.33	1.0	9.8	1650.5	16.17
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,632.0	15.220	7.61	8.470	1,541.6	2.36	1.5	9.8	1650.5	24.26
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,632.0	15.220	7.61	8.470	1,541.6	2.36	2.0	9.8	1650.5	32.35
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,122.0	15.200	7.60	9.665	1,754.5	2.35	2.5	9.8	1650.5	40.44

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 40 (H - 28)	1.095	pasta&BP	1.025	pasta&BP	0.880	pasta&BP	1.00
	1.090	pasta&BP	1.145	pasta&BP	1.080	pasta&BP	1.11
	1.190	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.160	pasta&BP	1.325	pasta&BP	1.23
	1.205	pasta&BP, beton terkoyak karena letak di tepi	1.500	pasta&BP	1.440	pasta&BP, beton terkoyak karena letak di tepi	1.32
	1.255	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.365	pasta&BP, pasta lepas	1.455	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.36

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 40 (H - 28)	1.00	0.50	7.325	3.66	3.63	0.5	0.343	0.503
	1.11	0.55	7.325	3.66	3.62	1.0	0.419	
	1.23	0.61	7.325	3.66	3.61	1.5	0.516	
	1.32	0.66	7.325	3.66	3.60	2.0	0.602	
	1.36	0.68	7.325	3.66	3.60	2.5	0.635	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 50 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,050.0	15.000	7.50	9.630	1,702.4	2.38	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,050.0	15.000	7.50	9.630	1,702.4	2.38	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,074.0	15.090	7.55	9.985	1,786.5	2.28	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,074.0	15.090	7.55	9.985	1,786.5	2.28	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,511.5	15.000	7.50	8.315	1,470.0	2.39	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 50 (H - 14)	0.880	pasta&BP	0.805	pasta&BP	0.700	pasta&BP	0.80
	0.860	pasta&BP	0.880	pasta&BP	0.920	pasta&BP	0.89
	1.115	pasta&BP	1.205	pasta&BP	0.940	pasta&BP, beton (pasta retak) benda uji hampir terkoyak	1.09
	1.250	pasta&BP, beton (pasta retak) benda uji hampir terkoyak	1.150	pasta&BP	0.985	pasta	1.13
	1.295	pasta&BP	1.330	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.340	pasta&BP	1.32

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 50 (H - 14)	0.80	0.40	7.325	3.66	3.64	0.5	0.216	0.386
	0.89	0.44	7.325	3.66	3.64	1.0	0.269	
	1.09	0.54	7.325	3.66	3.62	1.5	0.405	
	1.13	0.56	7.325	3.66	3.62	2.0	0.437	
	1.32	0.66	7.325	3.66	3.60	2.5	0.601	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
45 - 50 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,170.0	15.225	7.61	9.895	1,802.2	2.31	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,170.0	15.225	7.61	9.895	1,802.2	2.31	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,094.5	15.220	7.61	9.520	1,732.7	2.36	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,094.5	15.220	7.61	9.520	1,732.7	2.36	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,420.0	15.200	7.60	10.245	1,859.8	2.38	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 50 (H - 21)	0.860	pasta&BP	0.875	pasta&BP	0.950	pasta&BP	0.90
	0.980	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.150	pasta&BP, pasta retak dan lepas, tampak BP yang berwarna coklat pecah	1.145	pasta&BP	1.09
	1.120	pasta&BP	1.135	pasta&BP	1.230	Pasta, pasta retak	1.16
	1.155	pasta&BP, beton (pasta retak) benda uji hampir terkoyak	1.375	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.355	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.30
	1.575	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.170	pasta&BP	1.410	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.39

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 50 (H - 21)	0.90	0.45	7.325	3.66	3.64	0.5	0.274	0.477
	1.09	0.55	7.325	3.66	3.62	1.0	0.409	
	1.16	0.58	7.325	3.66	3.62	1.5	0.464	
	1.30	0.65	7.325	3.66	3.60	2.0	0.577	
	1.39	0.69	7.325	3.66	3.60	2.5	0.661	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0.00				0.00
45 - 50 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,441.5	15.000	7.50	8.255	1,459.4	2.36	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,441.5	15.000	7.50	8.255	1,459.4	2.36	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,735.5	15.045	7.52	8.900	1,582.8	2.36	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,735.5	15.045	7.52	8.900	1,582.8	2.36	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,457.5	15.000	7.50	8.300	1,467.3	2.36	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
45 - 50 (H - 28)	0.950	pasta&BP	1.120	Pasta	1.050	pasta&BP	1.04
	1.225	pasta&BP	1.170	Pasta	1.100	Pasta	1.17
	1.330	Pasta	1.235	Pasta	1.145	pasta&BP	1.24
	1.225	pasta&BP	1.455	Pasta	1.325	pasta&BP, pasta lepas	1.34
	1.325	Pasta	1.540	pasta&BP, beton cuil di tepi akibat pantulan bola	1.560	pasta&BP, beton cuil di tepi akibat pantulan bola	1.48

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 45 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
45 - 50 (H - 28)	1.04	0.52	7.325	3.66	3.63	0.5	0.371	0.545
	1.17	0.58	7.325	3.66	3.62	1.0	0.466	
	1.24	0.62	7.325	3.66	3.61	1.5	0.526	
	1.34	0.67	7.325	3.66	3.60	2.0	0.613	
	1.48	0.74	7.325	3.66	3.59	2.5	0.750	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 0 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, bbrp pori berukuran +-	3,904.0	15.040	7.52	9.280	1,649.3	2.37	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, bbrp pori berukuran +-	3,904.5	15.040	7.52	9.280	1,649.3	2.37	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,056.0	15.000	7.50	9.820	1,736.0	2.34	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang, bbrp pori berukuran +-	4,056.0	15.000	7.50	9.820	1,736.0	2.34	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,281.5	15.000	7.50	10.245	1,811.2	2.36	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash
Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 0 (H - 14)	0.550	pasta&BP	0.610	pasta&BP	0.670	pasta&BP	0.61
	0.810	Pasta	0.965	pasta&BP	1.250	pasta&BP	1.01
	1.130	pasta&BP	1.030	pasta&BP, pasta +BP lepas	1.185	pasta&BP	1.12
	1.075	pasta&BP, tepi beton terkoyak	1.260	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.330	pasta&BP	1.22
	1.290	pasta&BP	1.295	Pasta	1.325	pasta&BP	1.30

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 0 (H - 14)	0.61	0.31	7.325	3.66	3.65	0.5	0.127	0.400
	1.01	0.50	7.325	3.66	3.63	1.0	0.349	
	1.12	0.56	7.325	3.66	3.62	1.5	0.427	
	1.22	0.61	7.325	3.66	3.61	2.0	0.513	
	1.30	0.65	7.325	3.66	3.60	2.5	0.584	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 0 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, terdapat pori berdiameter +_ 0.3 cm terkonsentrasi	3,758.5	15.000	7.50	9.145	1,616.7	2.32	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,900.0	15.025	7.51	9.070	1,608.8	2.42	1.0	10	1650.5	16.51
	BP tersebar merata dengan jarak renggang, pori tersebar terkonsentrasi di	3,900.0	15.025	7.51	9.070	1,608.8	2.42	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,957.0	15.090	7.55	9.425	1,686.3	2.35	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,957.0	15.090	7.55	9.425	1,686.3	2.35	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 0 (H - 21)	0.665	pasta&BP	0.705	pasta&BP	0.645	pasta&BP	0.67
	0.725	pasta&BP	0.845	pasta&BP	0.830	pasta&BP, beton (pasta retak)	0.80
	0.850	pasta&BP	1.200	pasta&BP	1.150	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.07
	1.245	pasta&BP	1.060	pasta&BP	1.350	pasta&BP, pasta lepas	1.22
	1.270	pasta&BP, pasta lepas di daerah yang tertumbuk	1.155	pasta&BP, pasta lepas	1.330	pasta&BP, beton retak karena tertumbuk di tepi	1.25

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 0 (H - 21)	0.67	0.34	7.325	3.66	3.65	0.5	0.154	0.363
	0.80	0.40	7.325	3.66	3.64	1.0	0.219	
	1.07	0.53	7.325	3.66	3.62	1.5	0.390	
	1.22	0.61	7.325	3.66	3.61	2.0	0.510	
	1.25	0.63	7.325	3.66	3.61	2.5	0.539	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 0 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,062.5	15.270	7.64	9.305	1,704.7	2.38	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,062.5	15.270	7.64	9.305	1,704.7	2.38	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,902.5	15.225	7.61	8.750	1,593.6	2.45	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,330.0	15.260	7.63	10.020	1,833.3	2.36	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,330.0	15.260	7.63	10.020	1,833.3	2.36	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 0 (H - 28)	0.610	pasta&BP, terdapat pori di dalam, pasta pecah tampak lubang	0.560	pasta&BP	0.560	pasta&BP	0.58
	0.750	pasta&BP	0.675	pasta&BP	0.700	pasta&BP	0.71
	0.790	pasta&BP	0.835	pasta&BP, terdapat pori shg pasta terlempar	0.950	pasta&BP, beton (pasta retak) benda uji hampir terkoyak	0.86
	0.830	pasta&BP, beton (pasta retak)	0.895	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.195	pasta&BP, beton (pasta retak), tepi benda uji terkoyak	0.97
	0.995	pasta&BP, pasta lepas	1.120	pasta&BP, pasta lepas	1.320	pasta&BP, pasta lepas	1.15

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 0% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 0 (H - 28)	0.58	0.29	7.325	3.66	3.65	0.5	0.114	0.263
	0.71	0.35	7.325	3.66	3.65	1.0	0.172	
	0.86	0.43	7.325	3.66	3.64	1.5	0.252	
	0.97	0.49	7.325	3.66	3.63	2.0	0.325	
	1.15	0.57	7.325	3.66	3.62	2.5	0.450	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 15 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,307.0	15.000	7.50	10.280	1,817.4	2.37	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,307.0	15.000	7.50	10.280	1,817.4	2.37	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, terdapat pori berdiameter +_ 0.3 cm terkonsentrasi	3,801.5	15.050	7.53	8.835	1,572.3	2.42	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,801.5	15.050	7.53	8.835	1,572.3	2.42	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,081.5	15.030	7.52	9.580	1,700.4	2.40	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 15 (H - 14)	0.660	pasta&BP	0.945	pasta&BP, BP retak	0.725	pasta&BP	0.78
	0.995	pasta&BP	1.050	pasta&BP	1.180	pasta&BP	1.08
	1.125	pasta&BP	1.205	pasta&BP	1.125	pasta&BP, BP retak	1.15
	1.260	pasta&BP, pasta lepas	1.200	pasta&BP	1.220	pasta&BP	1.23
	1.385	pasta&BP	1.340	pasta&BP	1.300	pasta&BP	1.34

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 15 (H - 14)	0.78	0.39	7.325	3.66	3.64	0.5	0.206	0.439
	1.08	0.54	7.325	3.66	3.62	1.0	0.397	
	1.15	0.58	7.325	3.66	3.62	1.5	0.456	
	1.23	0.61	7.325	3.66	3.61	2.0	0.517	
	1.34	0.67	7.325	3.66	3.60	2.5	0.620	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 15 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,636.5	15.070	7.54	8.550	1,525.7	2.38	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, terdapat pori berdiameter +_ 0.4 cm 2 buah di	3,636.5	15.070	7.54	8.550	1,525.7	2.38	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, terdapat pori berdiameter +_ 0.3 cm terkonsentrasi	4,165.5	15.160	7.58	9.630	1,739.0	2.40	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat, terdapat pori berdiameter +_ 0.3 cm terletak agak di tengah bidang	4,165.5	15.160	7.58	9.630	1,739.0	2.40	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,091.5	15.165	7.58	9.465	1,710.3	2.39	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 15 (H - 21)	0.885	pasta&BP, beton (pasta retak)	0.715	pasta&BP, pasta yg retak pada no.1 terlepas	0.775	pasta&BP	0.79
	0.925	pasta, mengikuti alur BP, BP tdk tertumbuk	0.840	pasta&BP	0.905	Pasta, pori tertumbuk, shg ada pasta terlepas	0.89
	0.995	pasta&BP	1.150	pasta&BP	1.185	pasta&BP, BP hampir terlepas	1.11
	1.330	pasta&BP, karena terdapat pori, tepi pori (pasta) terlepas	1.275	pasta&BP	1.210	pasta&BP, karena terdapat pori, tepi pori (pasta+BP) terlepas	1.27
	1.260	pasta&BP, pasta lepas	1.200	pasta&BP, pasta retak	1.440	pasta&BP, pasta lepas	1.30

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 15 (H - 21)	0.79	0.40	7.325	3.66	3.64	0.5	0.215	0.409
	0.89	0.45	7.325	3.66	3.64	1.0	0.271	
	1.11	0.56	7.325	3.66	3.62	1.5	0.423	
	1.27	0.64	7.325	3.66	3.61	2.0	0.556	
	1.30	0.65	7.325	3.66	3.60	2.5	0.581	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 15 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,532.5	15.185	7.59	8.185	1,482.9	2.38	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,110.5	15.135	7.57	9.535	1,716.1	2.40	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,532.5	15.185	7.59	8.185	1,482.9	2.38	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,110.5	15.135	7.57	9.535	1,716.1	2.40	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,339.5	15.130	7.57	10.040	1,805.8	2.40	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 15 (H - 28)	0.645	BP	0.645	pasta&BP	0.575	pasta&BP	0.62
	0.740	pasta&BP	0.530	pasta&BP	0.880	pasta&BP	0.72
	0.765	pasta&BP	0.660	pasta&BP	0.990	pasta&BP	0.81
	0.915	pasta&BP, pasta lepas	1.010	pasta&BP, pasta lepas	1.000	pasta&BP, pasta lepas	0.98
	1.115	pasta&BP	1.250	pasta&BP, pasta retak, tepi benda uji hampir terkoyak	1.165	pasta&BP, pasta lepas	1.18

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 15% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 15 (H - 28)	0.62	0.31	7.325	3.66	3.65	0.5	0.132	0.266
	0.72	0.36	7.325	3.66	3.64	1.0	0.176	
	0.81	0.40	7.325	3.66	3.64	1.5	0.222	
	0.98	0.49	7.325	3.66	3.63	2.0	0.326	
	1.18	0.59	7.325	3.66	3.61	2.5	0.476	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 30 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,000.5	15.055	7.53	9.390	1,672.2	2.39	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	4,000.5	15.055	7.53	9.390	1,672.2	2.39	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,019.5	15.085	7.52	9.665	1,716.6	2.34	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,019.5	15.085	7.52	9.665	1,716.6	2.34	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,041.0	15.085	7.52	9.335	1,658.0	2.44	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 30 (H - 14)	0.760	pasta&BP	0.885	BP	0.985	pasta&BP	0.88
	1.220	pasta&BP	0.995	pasta&BP	0.960	pasta&BP	1.06
	1.320	pasta&BP, pasta retak	1.120	pasta&BP, pasta retak	1.025	pasta&BP, beton (pasta) retak, letak di tepi	1.16
	1.290	pasta&BP, karena terdapat pori dan ikatan BP dan pasta tidak kuat, tepi pori (pasta)dan BP terlepas(terlempar)	1.275	pasta&BP	1.315	pasta&BP	1.29
	1.355	pasta&BP, pasta retak	1.305	pasta&BP	1.370	pasta&BP	1.34

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 30 (H - 14)	0.88	0.44	7.325	3.66	3.64	0.5	0.263	0.460
	1.06	0.53	7.325	3.66	3.62	1.0	0.384	
	1.16	0.58	7.325	3.66	3.62	1.5	0.458	
	1.29	0.65	7.325	3.66	3.60	2.0	0.575	
	1.34	0.67	7.325	3.66	3.60	2.5	0.621	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, τ (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 30 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,405.5	15.125	7.56	10.230	1,838.8	2.40	0.5	9.8	1650.5	8.09
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,750.5	15.070	7.54	8.845	1,578.3	2.38	1.0	9.8	1650.5	16.17
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,750.5	15.070	7.54	8.845	1,578.3	2.38	1.5	9.8	1650.5	24.26
	BP tersebar dg jarak renggang, pori tdk rata	3,969.5	15.135	7.57	9.355	1,683.7	2.36	2.0	9.8	1650.5	32.35
	BP tersebar dg jarak renggang, pori tdk rata	3,969.5	15.135	7.57	9.355	1,683.7	2.36	2.5	9.8	1650.5	40.44

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 30 (H - 21)	0.905	pasta	0.880	pasta	0.815	pasta	0.87
	0.995	pasta&BP	0.890	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.010	pasta	0.97
	1.085	pasta	1.295	pasta&BP, beton (pasta retak). Jatuh pada bagian tepi	1.270	pasta&BP	1.22
	1.310	pasta&BP	1.235	pasta&BP, beton (pasta retak)	1.360	pasta&BP	1.30
	1.355	pasta&BP	1.390	pasta&BP, ada BP terlepas	1.285	pasta&BP, ada BP terlepas	1.34

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 30 (H - 21)	0.87	0.43	7.325	3.66	3.64	0.5	0.257	0.458
	0.97	0.48	7.325	3.66	3.63	1.0	0.319	
	1.22	0.61	7.325	3.66	3.61	1.5	0.509	
	1.30	0.65	7.325	3.66	3.60	2.0	0.583	
	1.34	0.67	7.325	3.66	3.60	2.5	0.621	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 30 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,453.0	15.150	7.58	10.585	1,908.9	2.33	0.5	10	1650.5	8.25
	pasta	4,453.0	15.150	7.58	10.585	1,908.9	2.33	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,318.5	15.220	7.61	9.850	1,792.8	2.41	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,972.0	15.225	7.61	9.185	1,672.9	2.37	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,972.0	15.225	7.61	9.185	1,672.9	2.37	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 30 (H - 28)	0.725	pasta&BP	0.705	pasta&BP	0.640	BP	0.69
	0.860	pasta	0.890	pasta	0.750	pasta	0.83
	0.975	pasta&BP	0.905	pasta	0.895	pasta&BP, tepi benda uji terkoyak	0.93
	1.115	pasta&BP, tepi benda uji terkoyak	1.120	pasta&BP	0.985	pasta&BP, tepi benda uji terkoyak	1.07
	1.180	pasta&BP, beton (pasta retak terangkat)	1.255	pasta&BP	1.230	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.22

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 30 (H - 28)	0.69	0.35	7.325	3.66	3.65	0.5	0.163	0.320
	0.83	0.42	7.325	3.66	3.64	1.0	0.238	
	0.93	0.46	7.325	3.66	3.63	1.5	0.293	
	1.07	0.54	7.325	3.66	3.62	2.0	0.395	
	1.22	0.61	7.325	3.66	3.61	2.5	0.513	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 40 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,323.0	15.270	7.64	9.850	1,804.6	2.40	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,168.5	15.250	7.63	9.675	1,767.9	2.36	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,168.5	15.250	7.63	9.675	1,767.9	2.36	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,126.5	15.245	7.62	9.800	1,789.6	2.31	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,126.5	15.245	7.62	9.800	1,789.6	2.31	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 40 (H - 14)	0.835	pasta&BP	0.995	pasta&BP	0.855	pasta&BP	0.90
	0.920	pasta&BP, pasta retak	1.110	pasta&BP	1.145	pasta&BP	1.06
	1.225	pasta&BP	1.175	pasta&BP	1.130	pasta&BP	1.18
	1.330	pasta&BP	1.295	pasta&BP	1.285	pasta&BP	1.30
	1.385	pasta	1.360	pasta&BP	1.295	pasta&BP, pasta lepas	1.35

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 40 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 40 (H - 14)	0.90	0.45	7.325	3.66	3.64	0.5	0.274	0.469
	1.06	0.53	7.325	3.66	3.62	1.0	0.384	
	1.18	0.59	7.325	3.66	3.61	1.5	0.476	
	1.30	0.65	7.325	3.66	3.60	2.0	0.584	
	1.35	0.67	7.325	3.66	3.60	2.5	0.624	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 40 (H - 21)	pasta	4,868.0	15.170	7.59	11.285	2,040.5	2.39	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,868.0	15.170	7.59	11.285	2,040.5	2.39	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,697.0	15.170	7.59	8.650	1,564.1	2.36	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,094.0	15.165	7.58	9.555	1,726.6	2.37	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,094.0	15.165	7.58	9.555	1,726.6	2.37	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 40 (H - 21)	0.995	pasta	0.880	pasta	0.925	pasta	0.93
	0.950	pasta&BP, pasta retak	1.015	pasta&BP, pasta retak, BP terangkat	1.210	pasta&BP	1.06
	1.235	pasta&BP	1.280	pasta&BP	1.285	pasta&BP	1.27
	1.370	pasta&BP, pasta retak	1.315	pasta&BP, pasta retak, tepi benda uji hampir terkoyak	1.310	pasta&BP	1.33
	1.405	pasta	1.340	pasta&BP	1.300	pasta&BP	1.35

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 40 MPa 30% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 40 (H - 21)	0.93	0.47	7.325	3.66	3.63	0.5	0.299	0.494
	1.06	0.53	7.325	3.66	3.62	1.0	0.384	
	1.27	0.63	7.325	3.66	3.61	1.5	0.552	
	1.33	0.67	7.325	3.66	3.60	2.0	0.610	
	1.35	0.67	7.325	3.66	3.60	2.5	0.626	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 40 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,859.0	15.260	7.63	11.130	2,036.4	2.39	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,933.5	15.250	7.63	9.130	1,668.3	2.36	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,933.5	15.250	7.63	9.130	1,668.3	2.36	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,022.0	15.235	7.62	9.275	1,691.5	2.38	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,859.0	15.260	7.63	11.130	2,036.4	2.39	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 40 (H - 28)	0.670	pasta	0.925	pasta	0.630	pasta	0.74
	0.885	pasta&BP	0.995	pasta&BP, pasta retak, tepi benda uji hampir terkoyak	0.825	pasta&BP	0.90
	0.900	pasta&BP	0.975	pasta&BP	1.165	pasta	1.01
	1.145	pasta&BP, BP terangkat	1.180	pasta&BP, pasta retak	1.125	pasta&BP, pasta retak	1.15
	1.135	pasta&BP, pasta retak	1.285	pasta&BP, pasta retak	1.500	pasta&BP, tepi benda uji terkoyak	1.31

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 40% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 40 (H - 28)	0.74	0.37	7.325	3.66	3.64	0.5	0.188	0.372
	0.90	0.45	7.325	3.66	3.63	1.0	0.279	
	1.01	0.51	7.325	3.66	3.63	1.5	0.352	
	1.15	0.58	7.325	3.66	3.62	2.0	0.454	
	1.31	0.65	7.325	3.66	3.60	2.5	0.587	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 50 (H - 28)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,344.0	15.235	7.62	10.000	1,823.7	2.38	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,344.0	15.235	7.62	10.000	1,823.7	2.38	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,015.0	15.170	7.59	9.330	1,687.0	2.38	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,560.0	15.235	7.62	10.320	1,882.0	2.42	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,560.0	15.235	7.62	10.320	1,882.0	2.42	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-28

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 50 (H - 28)	0.800	pasta&BP	0.616	pasta&BP	0.935	pasta	0.78
	1.130	pasta&BP	0.975	pasta&BP	0.905	BP	1.00
	1.165	pasta	0.995	pasta	1.175	pasta&BP	1.11
	1.220	pasta retak, terangkat	1.180	pasta retak, terangkat	1.360	pasta	1.25
	1.365	pasta&BP, pasta retak	1.335	pasta&BP, pasta retak	1.385	pasta&BP, pasta retak	1.36

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 50 (H - 28)	0.78	0.39	7.325	3.66	3.64	0.5	0.210	0.432
	1.00	0.50	7.325	3.66	3.63	1.0	0.345	
	1.11	0.56	7.325	3.66	3.62	1.5	0.424	
	1.25	0.63	7.325	3.66	3.61	2.0	0.540	
	1.36	0.68	7.325	3.66	3.60	2.5	0.638	

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA PEMBIMBING : Ir. MUDJI IRMAWAN, MS

NAMA MAHASISWA : ANNISA MAULINA .M. NRP : 3104. 100. 121

JUDUL TUGAS AKHIR : KETAHANAN BETON KUAT TEKAN TINGGI DENGAN KANDUNGAN FLY ASH KELAS C TERHADAP ABRASI DAN TUMBUKAN

TANGGAL PROPOSAL : 24 JANUARI 2008

NO.	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	5 Maret 2008	- Pengajuan surat permohonan Material ke PT Semen Gresik - Pengajuan surat permohonan material dan kerjasama Penelitian ke PT Varia Usaha Beton Surabaya	- Pelaksanaan Analisa material di PT Varia Usaha Beton	
2.	10 Maret 2008	Pelaksanaan Uji material di PT Varia Usaha Beton	- Analisa hasil Praktikum Material - Pencarian Alat Bor - Abstrak TA	
3	25 Maret 2008	- Abstrak TA - Pencarian Alat Bor	- Analisa Hasil Praktikum - Mix Desain	
4	2 April 2008	- Analisa Hasil Praktikum - Mix Desain	- Pembelian Alat Bor dan modifikasi - Trial Mix	
5	9 April 2008	- Mengulang Analisa Air Resapan Pasir - Mengulang Analisa Kelembapan Pasir	- Mengulang Mix Desain	

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA PEMBIMBING : .....

NAMA MAHASISWA : ..... NRP : .....

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

TANGGAL PROPOSAL : .....

NO.	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
6	13 April 2008	Mengulang Analisa Ayakan Pasir Rencana Mix Desain Hasil Analisa Air Resapan dan kelembapan Pasir	- Mix Desain Fixed - Hasil Analisa Ayakan Pasir	
7	17 April 2008	Mencari Timbangan ketelitian 0,01 gram Fix → Desain Alat Ber.	Diperoleh Timbangan Analitis	
8	23 April 2008	Perubahan Mutu (f'c) dr 41 → 45 MPa dan 50MPa	Mix Desain	
9.	1 Mei 2008	Mix Desain Fixed	Batching (Cor Beton)	
10.	10 Mei 2008	Hasil Tes Slump 45-0 ; 45-15 ; 45-30 ; 45-40(a) ; 45-40(b) ; 45-50	Dicoba tes tekan H-3	
11.	12 Mei 2008	Pengambilan Alat Ber di Trosobo	- Uji Abrasi - Pemotongan Beton → 3 dan 4 Bagian.	
12.	14 Mei 2008	Asistensi Prosedur Abrasi ASTM C944 dan Tumbukan		
13	19 Mei 2008	Asistensi Hasil Uji Abrasi dan Tumbukan yg telah dilakukan	- Melanjutkan Uji Abrasi dan Tumbukan	
14	11 Juni 2008	Asistensi Progres Penelitian & Hasil Tes Tekan H-28	- Melanjutkan Uji Abrasi dan Impact.	
15.	20 Juni 2008	Panas Hidrasi		

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 50 (H - 14)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,901.5	15.230	7.62	11.340	2,066.7	2.37	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,625.5	15.215	7.61	8.370	1,522.4	2.38	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,625.5	15.215	7.61	8.370	1,522.4	2.38	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,183.0	15.225	7.61	9.940	1,810.4	2.31	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,183.0	15.225	7.61	9.940	1,810.4	2.31	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 50 (H - 14)	1.115	pasta&BP	0.945	pasta&BP	0.830	pasta&BP	0.96
	1.245	pasta&BP, pasta retak	1.130	pasta&BP	0.985	pasta&BP	1.12
	1.145	pasta&BP	1.280	pasta&BP	1.270	pasta&BP	1.23
	1.330	pasta	1.375	pasta	1.275	pasta, tepi benda uji terkoyak	1.33
	1.445	pasta&BP	1.430	pasta&BP, pasta retak	1.385	pasta&BP, tepi benda uji terkoyak	1.42

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-14

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 50 (H - 14)	0.96	0.48	7.325	3.66	3.63	0.5	0.318	0.514
	1.12	0.56	7.325	3.66	3.62	1.0	0.431	
	1.23	0.62	7.325	3.66	3.61	1.5	0.521	
	1.33	0.66	7.325	3.66	3.60	2.0	0.606	
	1.42	0.71	7.325	3.66	3.59	2.5	0.695	

Data Benda Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	Deskripsi Permukaan Bidang Tumbukan	massa BU, M (g)	Diameter BU, D (cm)	Jari-jari BU, R (cm)	Tinggi BU, t (cm)	Volume, V (cm3)	BV (g/cm3)	Tinggi Jatuh, h (m)	perc. Gravitasi, g (m/s2)	Berat bola (g)	Gaya, W = mgh (joule)
							0				0.00
50 - 50 (H - 21)	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	3,837.5	15.055	7.53	9.085	1,617.9	2.37	0.5	10	1650.5	8.25
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,837.5	15.055	7.53	9.085	1,617.9	2.37	1.0	10	1650.5	16.51
	BP dan pori tersebar merata dg jarak renggang	3,664.5	15.085	7.54	8.955	1,601.1	2.29	1.5	10	1650.5	24.76
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,833.5	15.195	7.60	11.430	2,073.5	2.33	2.0	10	1650.5	33.01
	BP dan pori tersebar merata dg jarak rapat	4,833.5	15.195	7.60	11.430	2,073.5	2.33	2.5	10	1650.5	41.26

Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d I (cm)	Deskripsi I	d II (cm)	Deskripsi II	d III (cm)	Deskripsi III	d rata2, D2 (cm)
50 - 50 (H - 21)	0.995	pasta&BP	0.895	pasta	0.885	pasta&BP	0.93
	1.215	pasta&BP, BP terangkat	1.050	pasta	0.970	pasta	1.08
	1.375	pasta	1.285	pasta&BP	1.450	pasta&BP, BP terangkat	1.37
	1.380	pasta retak, terangkat	1.310	pasta, tepi benda uji terkoyak	1.470	pasta retak, terangkat	1.39
	1.400	pasta&BP, pasta retak	1.295	pasta&BP, pasta retak dan lepas	1.485	pasta&BP, pasta retak	1.39

Analisa Hasil Uji Tumbukan f'c 50 MPa 50% Fly Ash Hari Ke-21

Benda Uji	d rata2, D2 (cm)	Jari-jari, R2 (cm)	D Bola, D3	Jari-jari Bola, R3 (cm)	a (cm)	Tinggi Jatuh, h (m)	Desakan, Δ (mm)	Desakan rata-rata, Δrata2 (mm)
							0.000	
50 - 50 (H - 21)	0.93	0.46	7.325	3.66	3.63	0.5	0.293	0.534
	1.08	0.54	7.325	3.66	3.62	1.0	0.399	
	1.37	0.69	7.325	3.66	3.60	1.5	0.646	
	1.39	0.69	7.325	3.66	3.60	2.0	0.662	
	1.39	0.70	7.325	3.66	3.60	2.5	0.669	

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Jakarta, pada tanggal 4 Desember 1985, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al Falah Surabaya, SD Al Falah Surabaya, SLTP Negeri 12 Surabaya, dan SMA Negeri 16 Surabaya. Setelah lulus SMA pada tahun 2004, penulis mengikuti SPMB di ITS yang kemudian diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS Surabaya dan terdaftar dengan NRP 3104.100.121.

Di Jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil konsentrasi bidang studi struktur – material. Penulis pernah mengikuti beberapa kegiatan seminar maupun pelatihan singkat atau kursus yang diselenggarakan oleh Jurusan maupun Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan (LB3) Teknik Sipil – ITS.