

LAMPIRAN A

FOTO MATERIAL BETON



Agregat Kasar dan Agregat Halus



Semen Portland Pozolan dan Semen Portland

LAMPIRAN B

FOTO PERALATAN UJI SEMEN DAN AGREGAT



Bejana Le Chatelier Flash untuk Uji Berat Jenis Semen



Kerucut Terpancung untuk Menentukan Keadaan SSD Agregat Halus



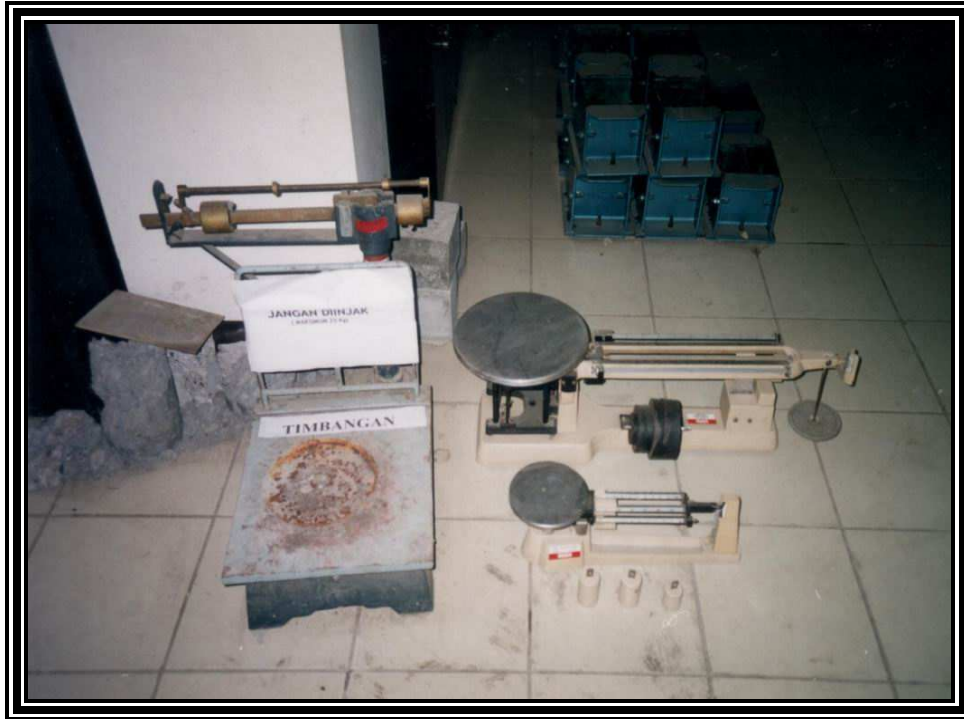
1 set Saringan dan Mesin Penggetarnya



Bejana dan Stemper Uji Kekerasan Agregat Kasar



Berbagai Gelas Ukur



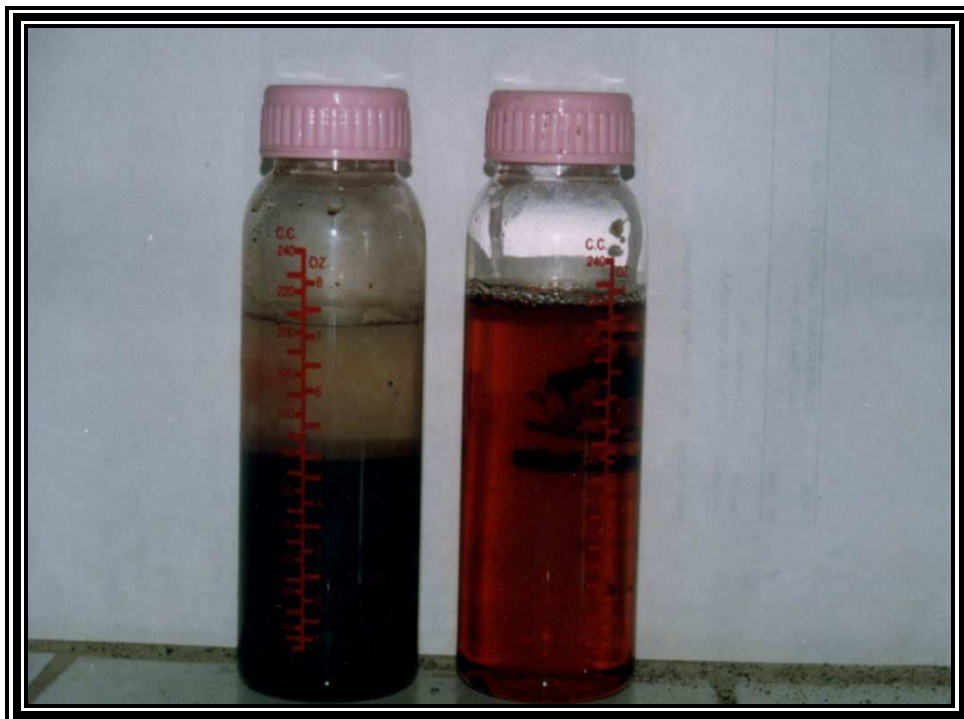
Timbangan dengan Berbagai Ketelitian



Mesin Oven



Desikator



Hasil Uji Kadar Organik Agregat Halus dan Cairan Pembanding

LAMPIRAN C

FOTO PERALATAN DAN BENDA UJI BETON



Alat Pengaduk Beton (Beton Mixer)



Alat Uji Slump Beton (Kerucut Abrams)



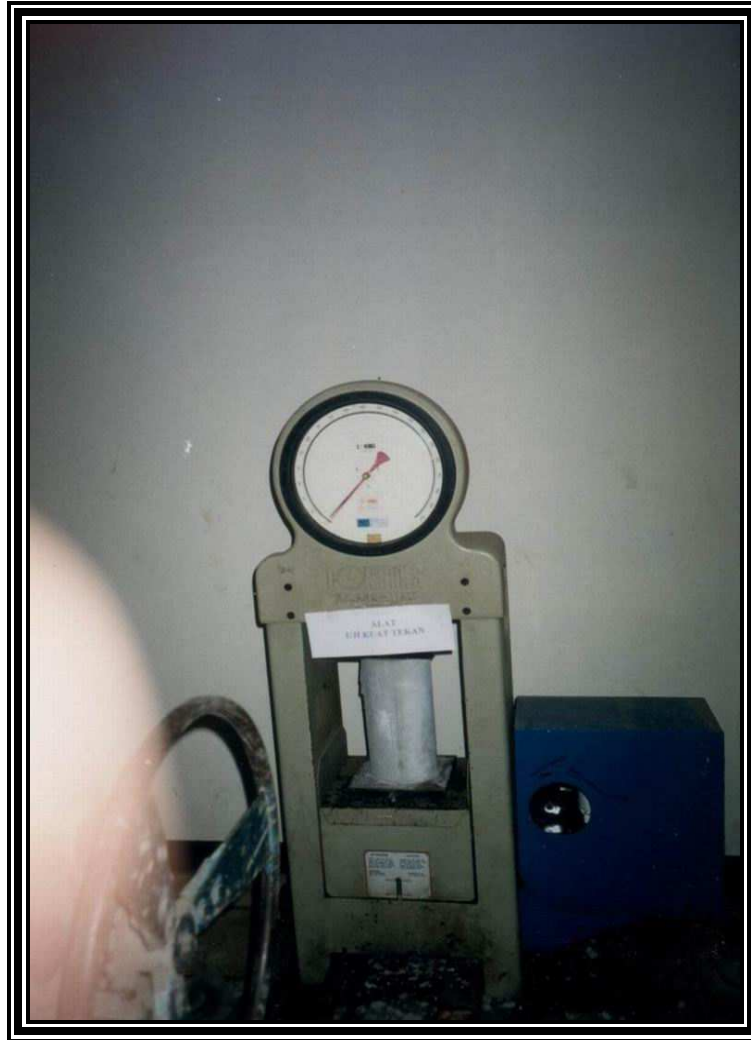
Cetakan Beton Silinder



Benda Uji Beton Silinder



Tempat Perendaman Perawatan Beton

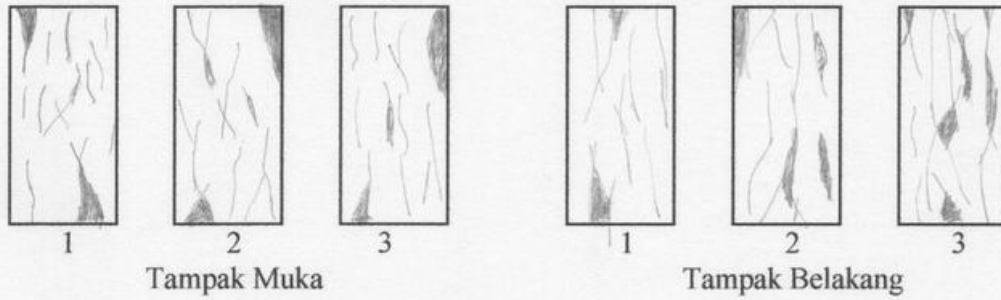


Alat Uji Kuat Tekan Beton dan Benda Uji Beton Silinder

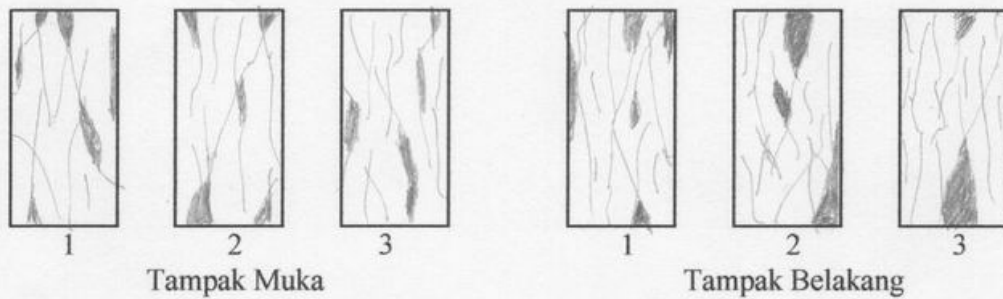
LAMPIRAN D

POLA RETAK BENDA UJI BETON SILINDER

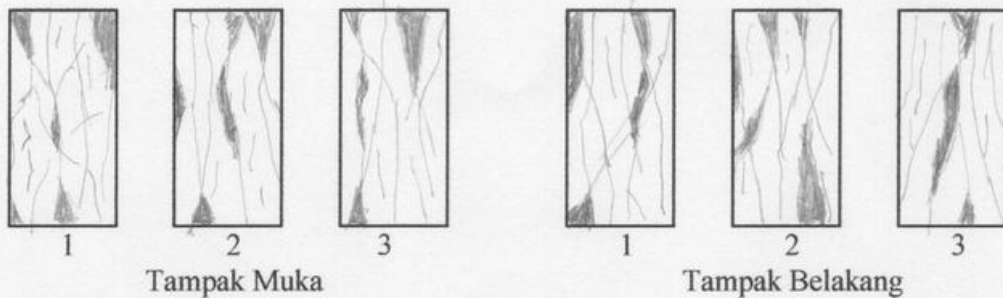
1. Benda Uji Campuran Percobaan Faktor Air Semen 0,50 PC usia 28 hari



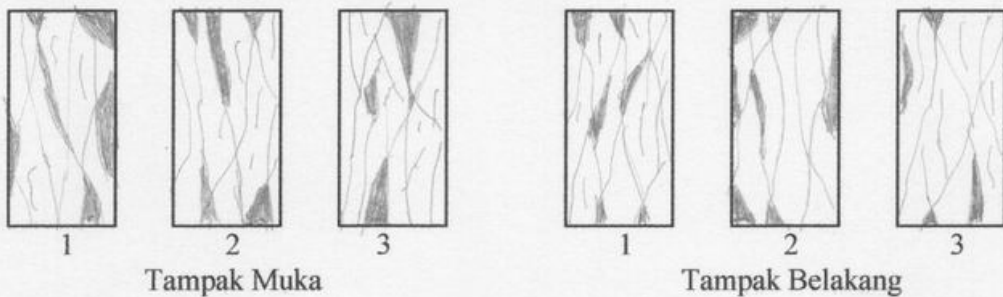
2. Benda Uji Campuran Percobaan Faktor Air Semen 0,55 PC usia 28 hari



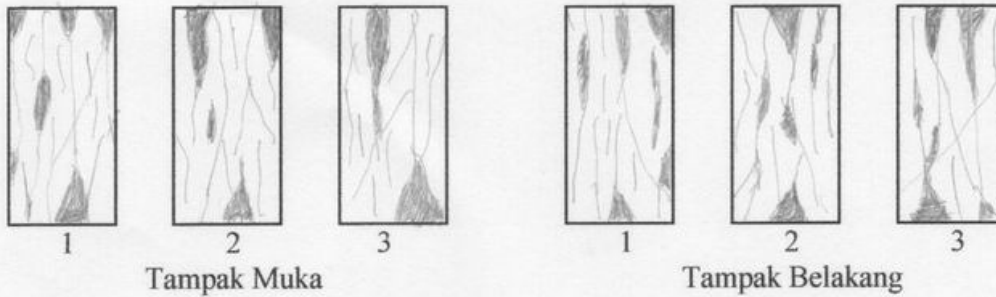
3. Benda Uji Campuran Percobaan Faktor Air Semen 0,60 PC usia 28 hari



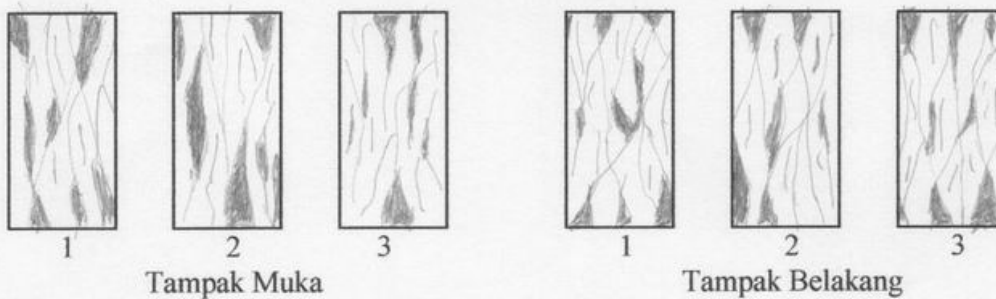
4. Benda Uji Campuran Percobaan Faktor Air Semen 0,50 PPC usia 28 hari



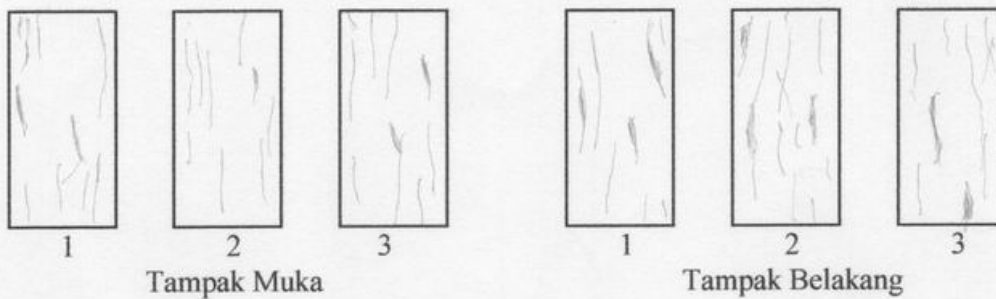
5. Benda Uji Campuran Percobaan Faktor Air Semen 0,55 PPC usia 28 hari



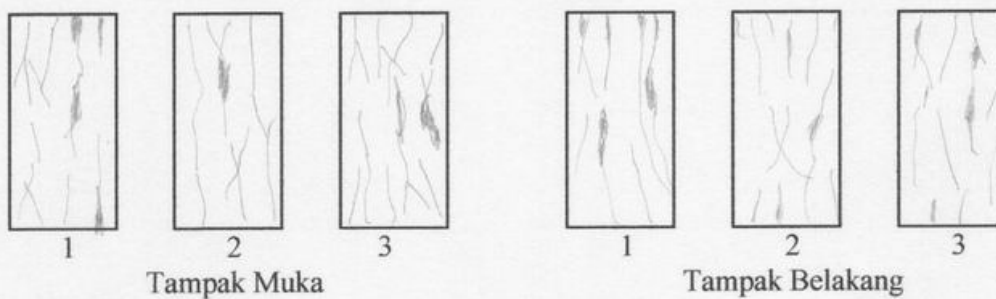
6. Benda Uji Campuran Percobaan Faktor Air Semen 0,60 PPC usia 28 hari



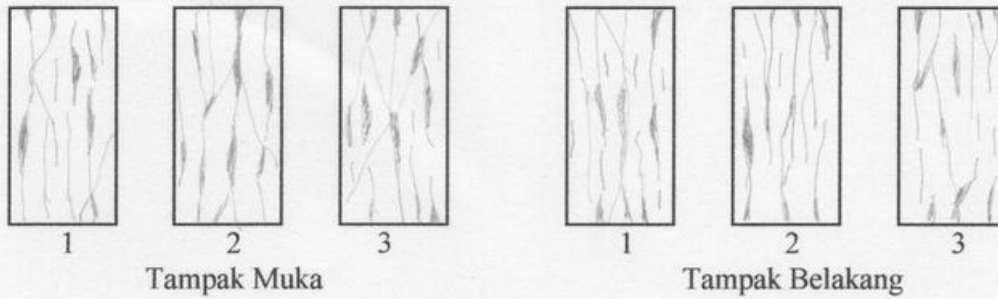
7. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PC usia 3 hari



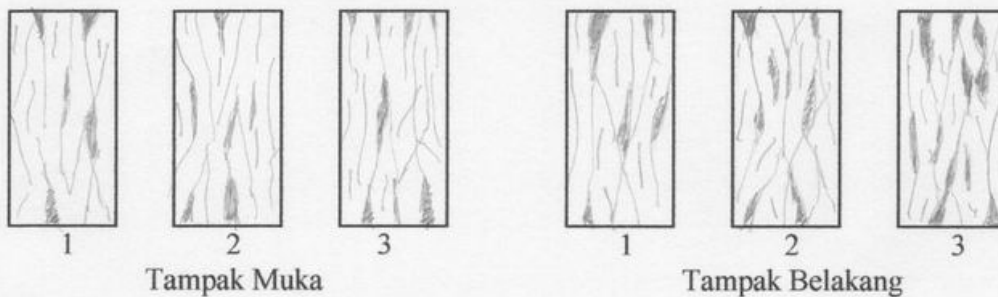
8. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PC usia 7 hari



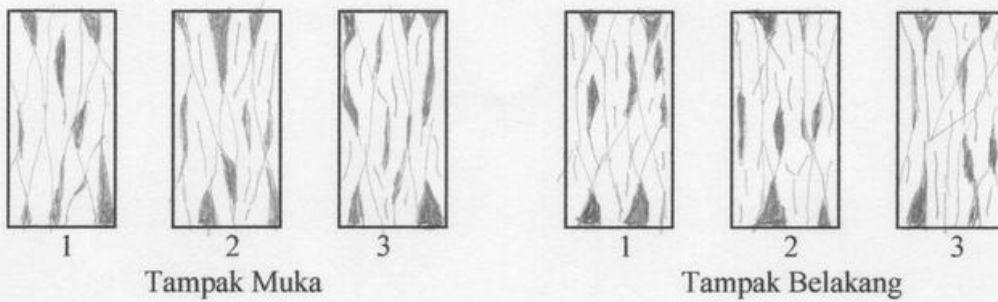
9. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PC usia 14 hari



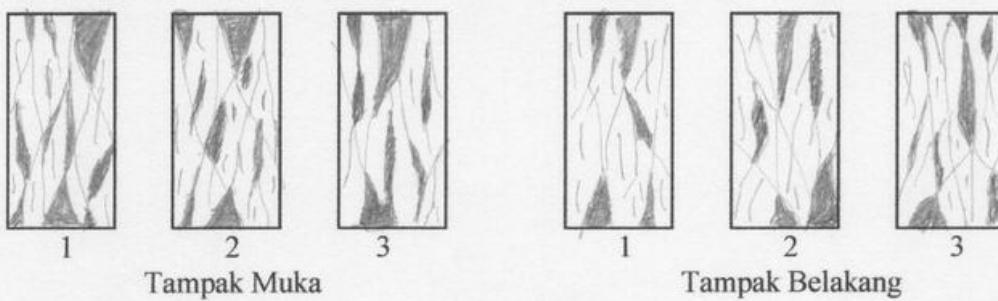
10. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PC usia 21 hari



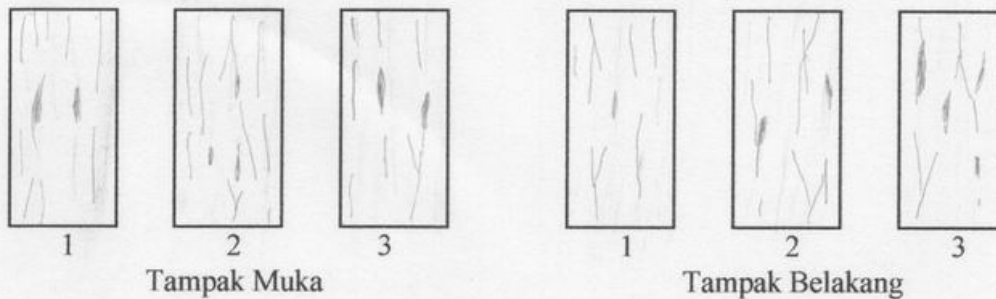
11. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PC usia 28 hari



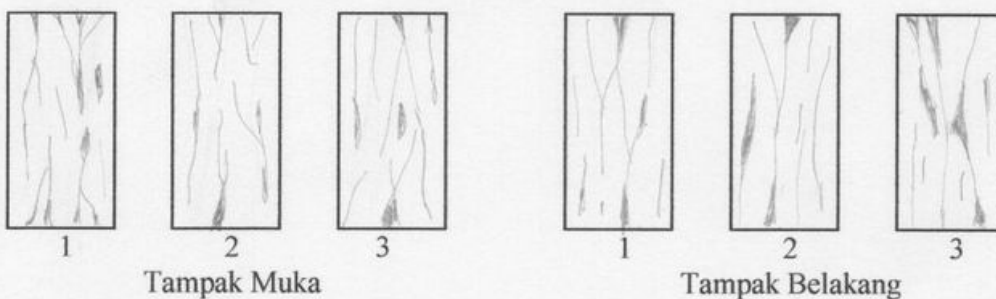
12. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PC usia 60 hari



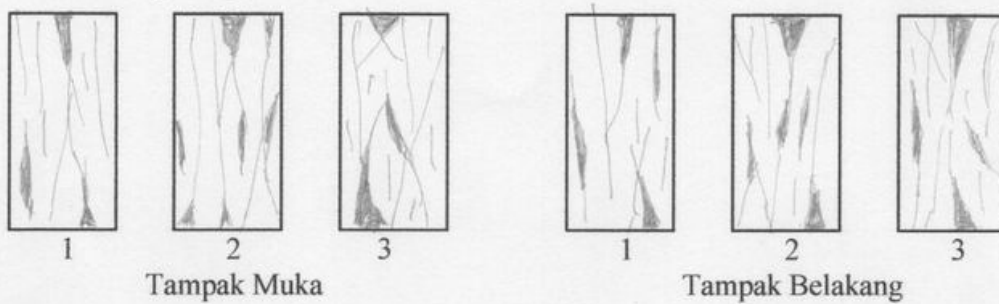
13. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PPC usia 3 hari



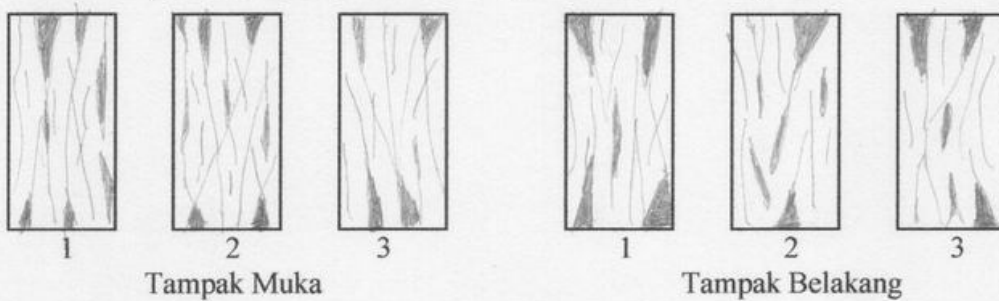
14. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PPC usia 7 hari



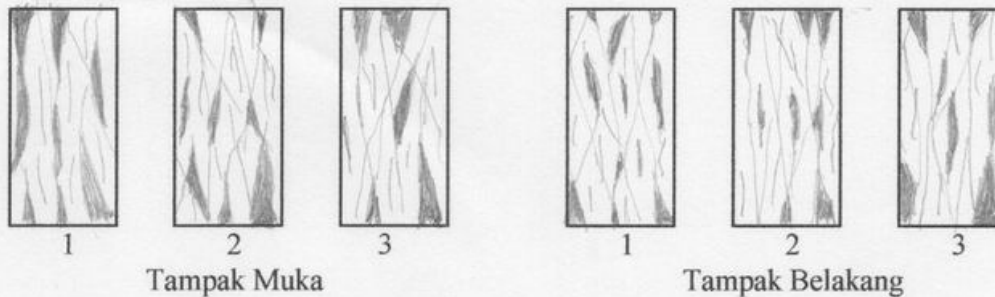
15. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PPC usia 14 hari



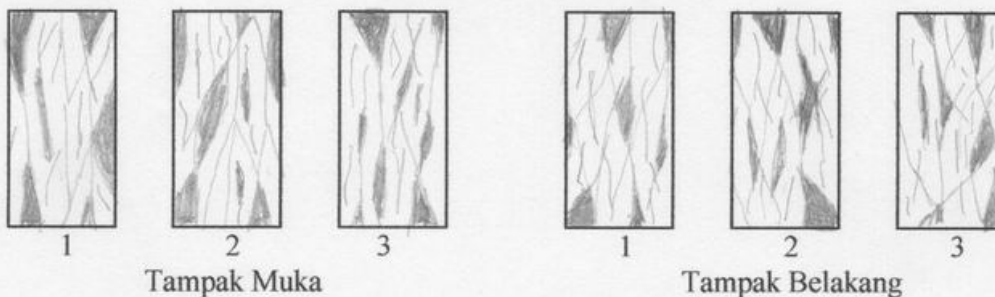
16. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PPC usia 21 hari



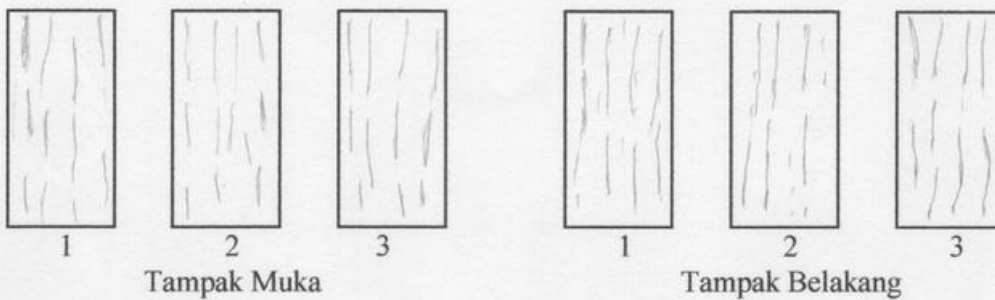
17. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PPC usia 28 hari



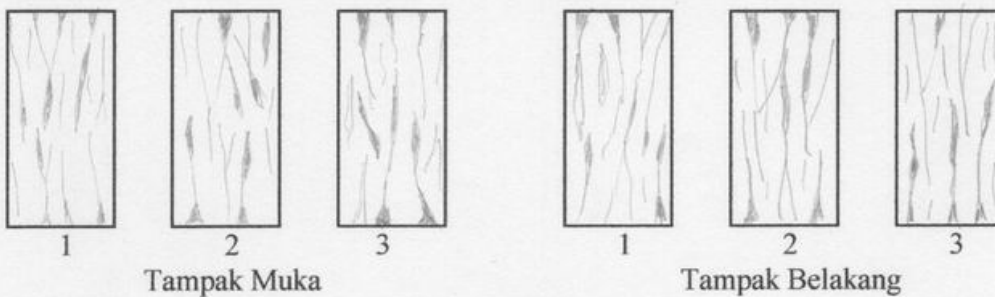
18. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 PPC usia 60 hari



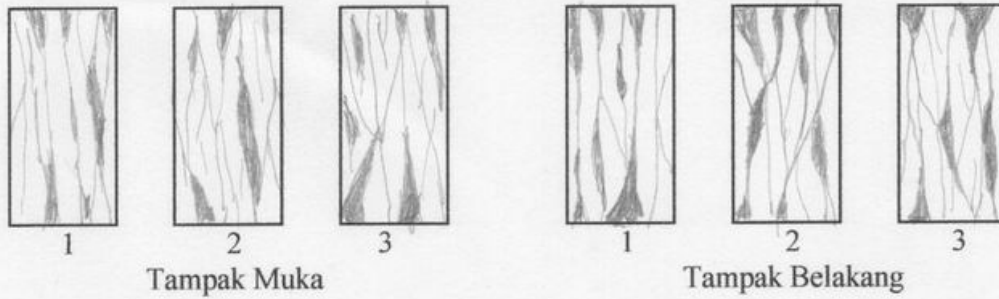
19. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 PPC usia 3 hari



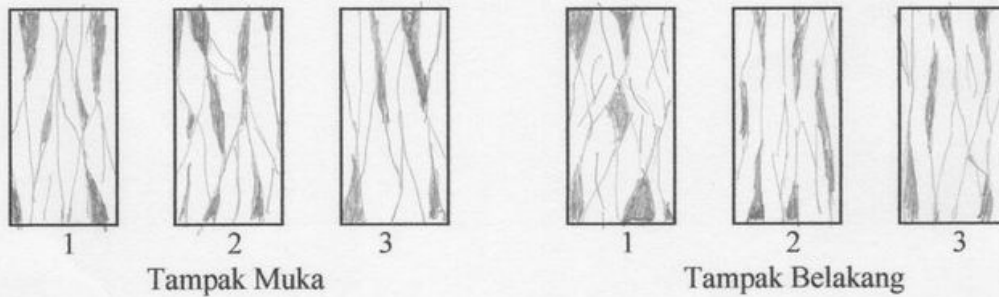
20. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 PPC usia 7 hari



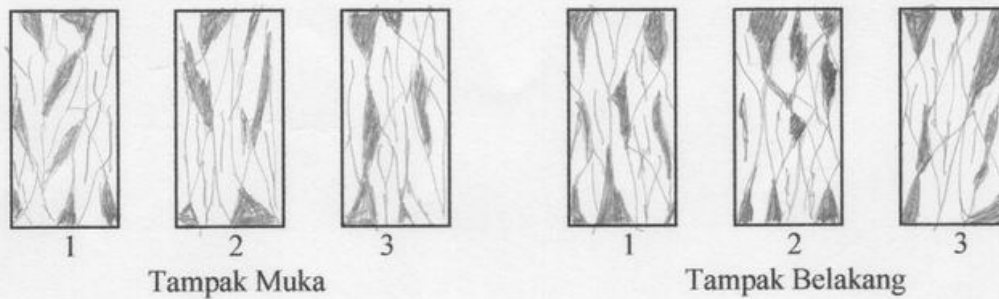
21. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 PPC usia 14 hari



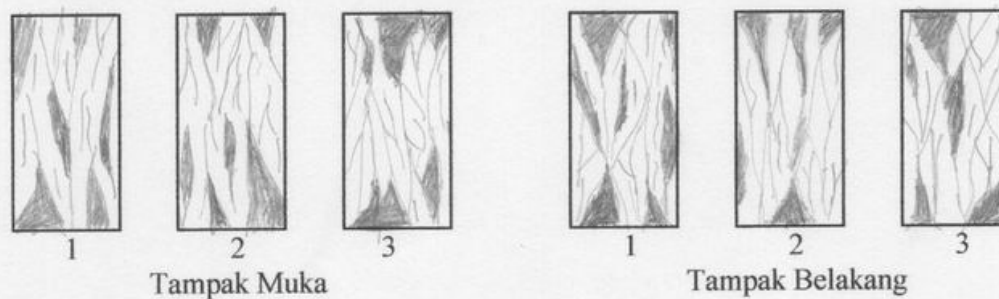
22. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 PPC usia 21 hari



23. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 PPC usia 28 hari



24. Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 PPC usia 60 hari



FLOWCHAT

STUDI PENGGUNAAN SEMEN PORTLAND POZOLAN (PPC) UNTUK PERENCANAAN BETON STRUKTURAL DENGAN $f'_c = 25 \text{ MPa}$

Disusun oleh:

TRIYONO ERWIN

9321085

41077011930312

Pembimbing :

Ny, WINARNI HADIPRATOMO, Ir,



**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG
2002**

LATAR BELAKANG MASALAH

1. Kebutuhan akan bahan bangunan yang murah, terjangkau dan bermutu tinggi semakin dibutuhkan oleh masyarakat pada saat ini, Perlu dicari suatu alternatif dan solusi untuk mewujudkan bahan bangunan yang murah, mudah didapat dan terjangkau oleh masyarakat,
2. Industri semen nasional telah mengembangkan Semen Pozolan terbaru dengan nama *Portland Pozzolan Cement* (PPC) yang memiliki keunggulan yang sekelas dengan Semen Portland tipe I dan keunggulan-keunggulan lain yang tidak dimiliki oleh Semen Portland biasa seperti lebih tahan sulfat, pengikatan semen yang lebih lambat sehingga menghasilkan lebih kedap air dan kekuatan akhir yang lebih baik,
3. Meneliti potensi Semen Portland Pozolan (PPC) sebagai bahan pengikat beton normal, Penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan data-data mengenai sifat karakteristik Semen Portland Pozolan terutama kuat tekannya apabila digunakan sebagai bahan campuran beton,

TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui kekuatan tekan beton yang terbuat dari bahan pengikat Semen Portland Pozolan (Portland Pozzolan Cement – PPC) jenis A pada umur 3, 7, 14, 21, 28 dan 60 hari,
2. Membandingkan dengan kekuatan beton yang berasal dari campuran yang menggunakan Semen Portland biasa (Ordinary Portland Cement – OPC) tipe I dengan mengikuti suatu standar acuan penggunaan yang dapat digunakan di Indonesia,

PEMBATASAN MASALAH

1. Semen yang digunakan adalah Semen Portland (PC) jenis I dan Semen Portland Pozolan (PPC) jenis A yang diproduksi oleh PT, Semen Gresik,
2. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat batu pecah (crushed) yang berasal dari daerah Lagadar, Cimahi dengan ukuran maksimum 25 mm,
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir beton I yang berasal dari daerah Cimalaka, Sumedang,
4. Beton dibuat dengan kuat tekan rencana $f_c' = 25$ MPa,
5. Perencanaan campuran beton berdasarkan metode American Concrete Institute (ACI) dengan faktor air semen diperoleh dari pengujian campuran percobaan (trial mix) baik untuk beton dengan Semen Portland (PC) maupun Semen Portland Pozolan (PPC),

Pembatasan Masalah (lanjutan)

6. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berukuran diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm,
7. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, 28, dan 60 hari,
8. Jumlah benda uji adalah 3 buah untuk setiap pengujian kuat tekan,
9. Angka slump untuk campuran beton adalah 100 ± 10 mm,
10. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konstruksi, Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung,

METODE PENULISAN

1. **Studi Pustaka; dilakukan dengan maksud mempelajari persyaratan material yang digunakan untuk campuran beton,**
2. **Uji Laboratorium; pekerjaan ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton, Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung,**
3. **Analisis data hasil penelitian,**
4. **Pembuatan kesimpulan dan saran,**

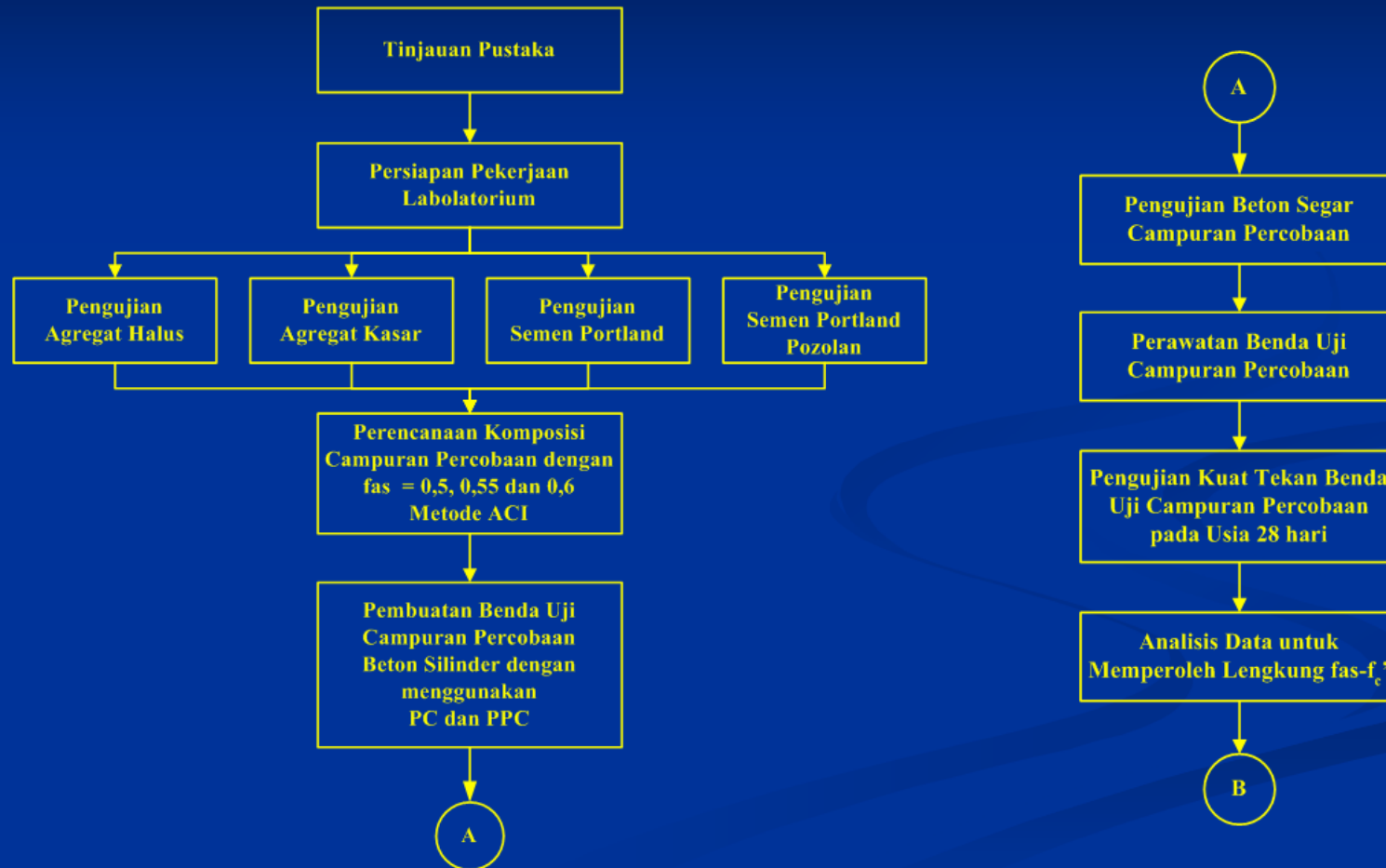
TINJAUAN PUSTAKA

1. Beton adalah campuran antara semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (admixture) berupa mineral alam atau bahan kimia,
2. Agregat adalah bahan pengisi beton yang berupa material butir yang tidak reaktif (inert granular material) seperti pasir, kerikil, ataupun batu pecah,
3. Air pengaduk adalah bahan yang memungkinkan campuran agregat dan semen menjadi pasta beton sehingga mudah dikerjakan dan dicetak, serta untuk memungkinkan terjadinya reaksi hidrolis sehingga terjadi pengikatan,
4. Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak Semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk senyawa kalsium sulfat dan dapat ditambah bahan lainnya

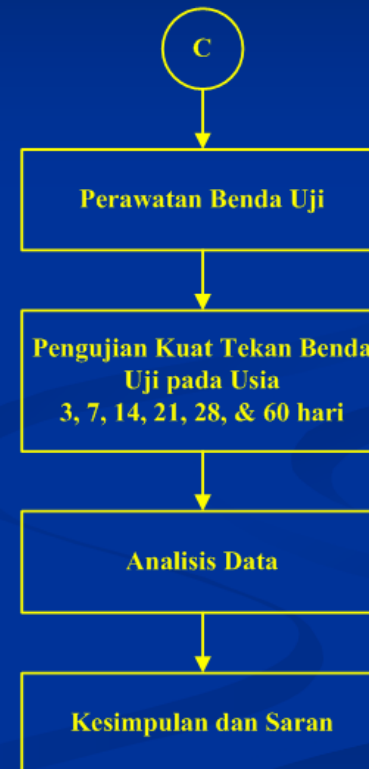
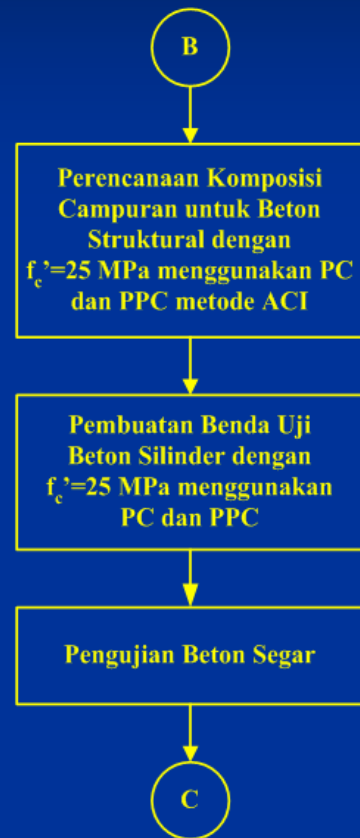
Tinjauan Pustaka (lanjutan)

5. Pozolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika dan alumina, di mana bahan pozolan itu sendiri tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu normal untuk membentuk senyawa yang memiliki sifat-sifat semen (kalsium silikat dan kalsium aluminat hidrat)
6. Semen Portland Pozolan adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling bersama-sama terak Semen Portland dan bahan yang mempunyai sifat pozolan, atau mencampur secara merata bubuk Semen Portland dengan bubuk bahan yang mempunyai sifat pozolan, Selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambah bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutu,

BAGAN ALIR PENELITIAN



Bagan Alir Penelitian (lanjutan)



PENGUJIAN AGREGAT HALUS

1. Berat jenis kering oven 2,39 gr/cm³, berat jenis SSD 2,51 gr/cm³, penyerapan 4,75%,
2. Gradasi agregat halus berada dalam batas gradasi ideal menurut ASTM C-33 dengan modulus kehalusan 2,80,
3. Kadar air 1,13 %,
4. Kadar lumpur 4,2 %,
5. Kadar organik tidak melampaui persyaratan,

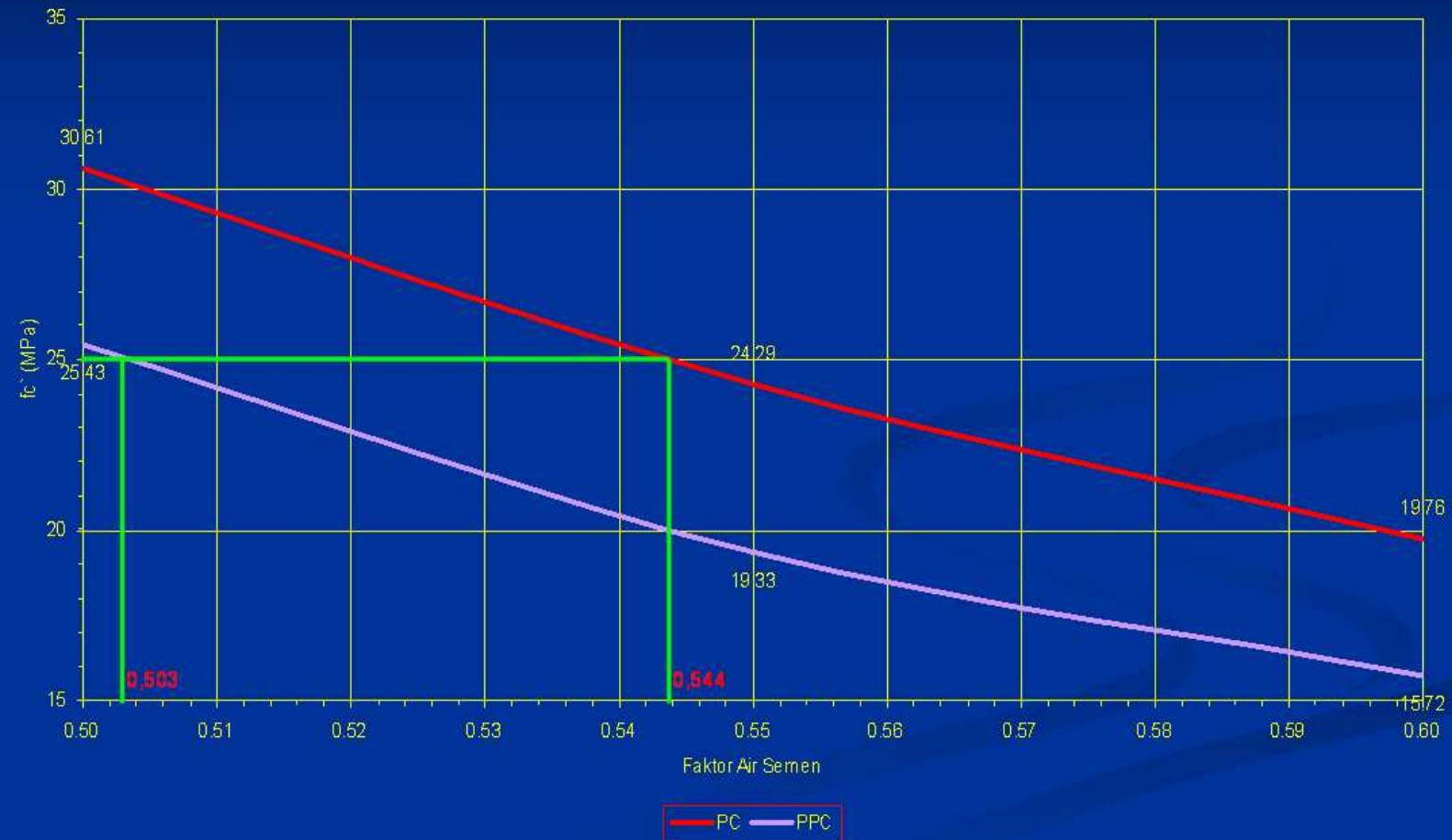
PENGUJIAN AGREGAT KASAR

1. Berat jenis kering oven $2,57 \text{ gr/cm}^3$, berat jenis SSD $2,63 \text{ gr/cm}^3$, penyerapan 1,98%,
2. Berat isi $1,81 \text{ gr/cm}^3$,
3. Kadar air 0,77 %,
4. Kekerasan agregat kasar 8,38 %,

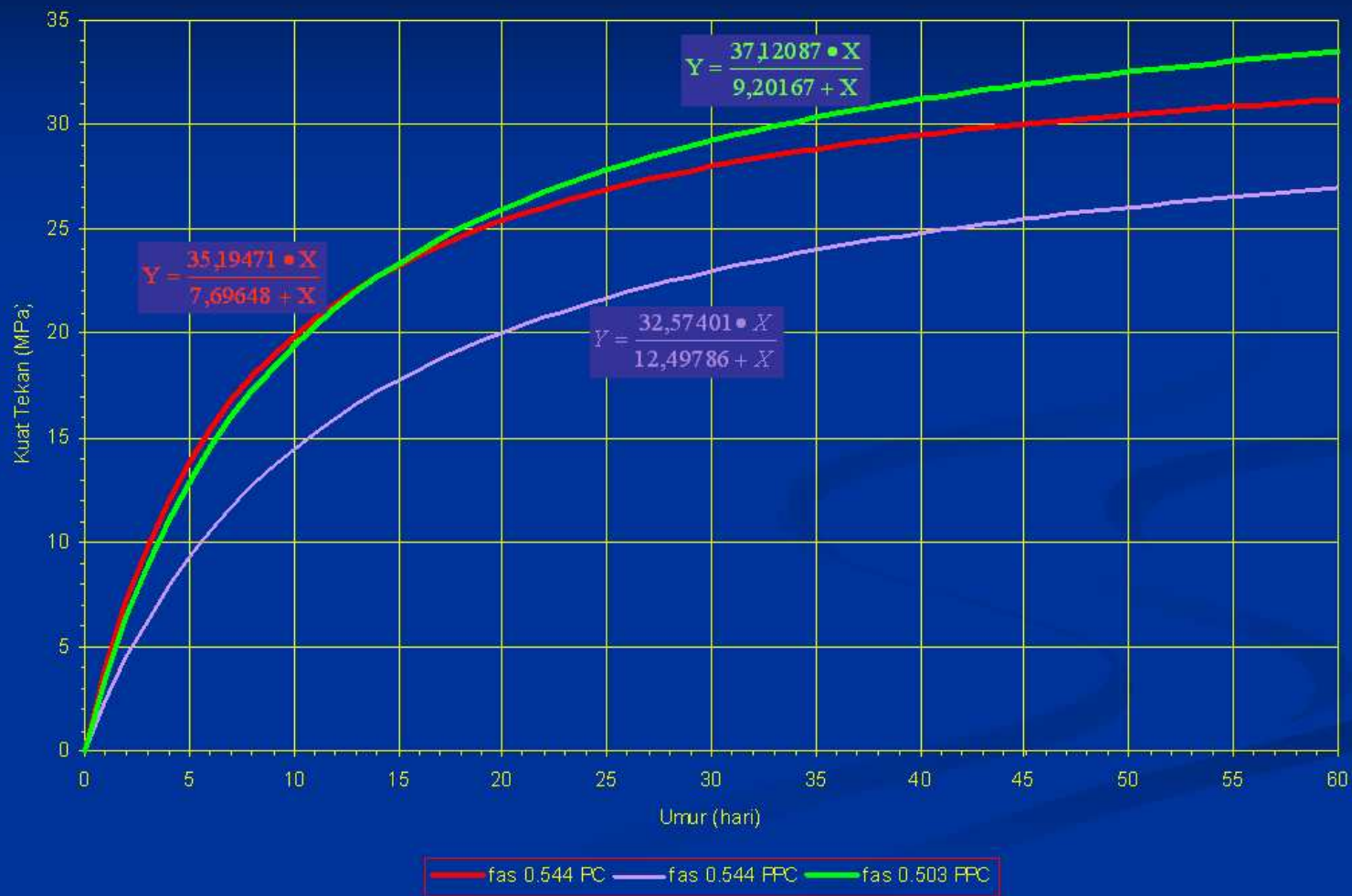
PENGUJIAN SEMEN

1. Berat jenis Semen Portland 3,155 gr/cm³,
2. Berat jenis Semen Portland Pozolan 3,055 gr/cm³,

KUAT TEKAN KARAKTERISTIK CAMPURAN PERCOBAAN



HASIL UJI KUAT TEKAN



FAKTOR KONVERSI

Umur (hari)	Faktor Konversi			
	PBI 1971	fas 0,544 PC	fas 0,544 PPC	fas 0,503 PPC
3	0,40	0,358	0,280	0,311
7	0,65	0,607	0,519	0,556
14	0,88	0,823	0,764	0,790
21	0,95	0,933	0,907	0,919
28	1,00	1,000	1,000	1,000
60	1,14	1,130	1,197	1,165

KUAT TEKAN KARAKTERISTIK

1. Kuat tekan karakteristik (f_c') untuk benda uji dengan fas 0,544 Semen Portland adalah 26,309 MPa,
2. Kuat tekan karakteristik (f_c') untuk benda uji dengan fas 0,544 Semen Portland Pozolan adalah 21,114 Mpa,
3. Kuat tekan karakteristik (f_c') untuk benda uji dengan fas 0,503 Semen Portland Pozolan adalah 27,634 Mpa,

ANALISIS BIAYA

Material	Volume	Harga Satuan	Harga
Semen PC (kg)	376,84	510,00	192.188,40
Agregat kasar (m ³)	0,62	80.000,00	49.600,00
Agregat halus (m ³)	0,26	80.000,00	20.800,00
Total (dengan pembulatan)			263.000,00

Material	Volume	Harga Satuan	Harga
Semen PPC (kg)	407,55	512,50	208.869,38
Agregat kasar (m ³)	0,62	80.000,00	49.600,00
Agregat halus (m ³)	0,25	80.000,00	20.000,00
Total (dengan pembulatan)			278.500,00

KESIMPULAN

1. Kebutuhan semen untuk pembuatan beton dengan $f_c' = 25$ MPa baik menggunakan Semen Portland maupun Semen Portland Pozolan lebih besar dari pada yang ditentukan oleh ACI. Faktor air semen yang disarankan oleh ACI adalah 0,61, sedangkan menggunakan Semen Portland faktor air semen yang diperlukan adalah 0,544 dan Semen Portland Pozolan 0,503.
2. Beton segar yang menggunakan Semen Portland Pozolan lebih encer dibandingkan dengan yang menggunakan Semen Portland. Angka slump rata-rata untuk beton dengan faktor air semen 0,544 Semen Portland adalah 96 mm, 0,544 Semen Portland Pozolan 107,5 mm dan 0,503 Semen Portland Pozolan 101,5 mm. Ini berarti beton yang Semen Portland Pozolan lebih workable. Ini memberikan keuntungan pada proyek yang memerlukan beton dengan faktor air semen sangat rendah atau workability tinggi sehingga penggunaan bahan aditif superplastisator dapat dikurangi bahkan dihilangkan.
3. Proses hidrasi beton yang menggunakan Semen Portland Pozolan lebih lambat dibanding dengan yang menggunakan Semen Portland. Walaupun demikian, proses hidrasinya mempunyai rentang waktu yang lebih panjang, sehingga kenaikan kuat tekan pada umur yang lama cukup signifikan.

Kesimpulan (lanjutan)

4. Benda uji dengan faktor air semen 0,544 Semen Portland mendekati syarat peningkatan kekuatan tekan beton yang ditetapkan oleh PBI 1971. Sedangkan untuk benda uji dengan faktor air semen 0,544 Semen Portland Pozolan dan 0,503 Semen Portland Pozolan pada umur kurang dari 28 hari lebih rendah dari pada yang disyaratkan. Sedangkan pada umur lebih dari 28 hari, lebih dari yang disyaratkan. Jadi benda uji yang menggunakan Semen Portland Pozolan mempunyai kekuatan awal yang lebih rendah dari pada yang menggunakan Semen Portland, tetapi kekuatan akhirnya lebih tinggi.
5. Kuat tekan karakteristik (f_c') beton dengan faktor air semen 0,544 Semen Portland adalah 26,309 MPa, 0,544 Semen Portland Pozolan adalah 21,114 MPa dan 0,503 Semen Portland Pozolan adalah 27,634 MPa.
6. Biaya pembuatan 1 m³ beton dengan $f_c' = 25$ MPa menggunakan Semen Portland Pozolan lebih mahal sekitar Rp 15.5000,00 per m³ dibanding dengan menggunakan Semen Portland Tipe I. Walaupun demikian, konsumen akan mendapat beberapa keuntungan seperti kuat tekan akhir yang lebih tinggi, proses hidrasi yang lambat, panas hidrasi rendah, lebih kedap air dan lebih tahan sulfat. Keuntungan-keuntungan tadi biasanya hanya dapat diperoleh jika menggunakan Semen Portland Tipe II yang tidak dijual bebas atau jika menggunakan bahan aditif.

SARAN

Semen Portland Pozolan mempunyai keunggulan proses hidrasi yang lambat, panas hidrasi rendah. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui sifat Semen Portland Pozolan yang lain seperti kekedap-airan dan ketahanan terhadap sulfat.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Concrete Institute (1999), **ACI Manual of Concrete Practice 1999 Part 1 : Material and General Properties of Concrete**, ACI International. Farmington Hills
2. American Concrete Institute (1999), **ACI Manual of Concrete Practice 1999 Part 2 : Construction Practices and Inspection Pavements**, ACI International. Farmington Hills
3. American Society for Testing Materials (1996), **1996 Annual Book of ASTM Standards Volume 04.02**, ASTM, Pennsylvania
4. Dajan, Anto, (1986), **Pengantar Metode Statistik**, Lembaga Penelitian, Pendidikan, dan Penerangan Ekonomi dan Sosial (LP3S), Jakarta
5. Departemen Pekerjaan Umum (1989), **Metode Pengujian untuk Menentukan Slump Beton, SK. SNI M-12-1989-F**, Yayasan LPMB, Bandung
6. Departemen Pekerjaan Umum (1989), **Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SK. SNI M-14-1989-F**, Yayasan LPMB, Bandung
7. Departemen Pekerjaan Umum (1990), **Metode Pengujian dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, SK. SNI M-62-1990-03**, Yayasan LPMB, Bandung
8. Departemen Pekerjaan Umum (1971), **Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971, N. I. – 2**, Cetakan Keempat, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, Bandung

DAFTAR PUSTAKA (lanjutan)

9. Departemen Pekerjaan Umum (1990), ***Pernyaratan Mutu Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Dalam Campuran Beton***, SK. SNI S-15-1990-F, Yayasan LPMB, Bandung
10. Departemen Pekerjaan Umum (1989), ***Spesifikasi Bahan Bangunan bagian A (Bahan Bangunan Bukan logam)***, SK. SNI S-04-1989-F, Yayasan LPMB, Bandung
11. Departemen Perindustrian dan Perdagangan (1994), ***Semen Portland***, SK. SNI 15-2049-1994, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Jakarta
12. Departemen Perindustrian dan Perdagangan (1994), ***Semen Portland Pozolan***, SK. SNI 15-0302-1994, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Jakarta
13. Murdoch, L. J., (1979), ***Concrete Materials and Practice***, Six Edition, Thompson Learning, London, England
14. Semen Gresik, PT., (2001), ***Penjelasan Teknis tentang Penggunaan Semen***, PT Semen Gresik (Persero) Tbk., Gresik
15. Semen Gresik, PT., (2001), ***Petunjuk Praktis Penggunaan Portland Cement Jenis I dan Portland Pozolan Cement (PPC)***, PT Semen Gresik (Persero) Tbk., Gresik