

# PENGARUH KADAR ABU TERBANG KELAS-F TERHADAP KUAT TEKAN BETON

TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Derajat Sarjana (S-1)



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR  
2016

4. Bapak DR. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.sc selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini
5. Bapak Ir. Amiruddin Rana, MT selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini
6. Bapak Paulus Ala, ST., MT selaku Dosen Pembimbing pada Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang.
7. Seluruh Dosen dan Asisten serta staf pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
8. Seluruh keluarga yang telah memberikan dorongan baik secara moril maupun materil selama penyelesaian tugas akhir ini
9. Seluruh teman - teman Mahasiswa Universitas Bosowa Makassar yang turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sebagai masukan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat.

Makassar, 1 Juli 2016



Penulis

## ABSTRAK

### “Pengaruh Abu Terbang Kelas-F Terhadap Kuat Tekan beton”

Tofan (1),

Dr.Ir.H. Darwis Panguriseng,M.sc(2),Ir. Amiruddin Rana,Mt(3)

---

*Sehubungan dengan meningkatnya jumlah pembangunan PLTU berbahan bakar batubara di Indonesia khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan terdapat pabrik PLTU Jeneponto Bosowa Energi berkapasitas 2 x 125 MW, yang telah selesai pembangunannya di tahun 2012, maka jumlah limbah abu terbang (Fly Ash) akan terus meningkat, abu terbang (Fly Ash) sebagai limbah PLTU berbahan bakar batubara dikategorikan oleh Bapedal sebagai limbah berbahaya (B3), Jika pencemaran dari hasil limbah PLTU berbahan bakar batubara tidak dimanfaatkan, akan menjadi masalah pencemaran lingkungan disekitar pabrik PLTU tersebut*

*Perancangan campuran beton menggunakan metode D0E dengan ketentuan kuat tekan rencana K 350, nilai slump rencana 60 – 100 mm, abu terbang (Fly Ash) yang digunakan sebagai bahan tambah sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Jumlah benda uji pada masing-masing umur dari masing-masing kadar adalah 3 buah, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14, 28, 42, dan 56 hari bertujuan untuk mencari titik kelemahan variasi pada Fly Ash*

*Hasil dari penelitian ini menunjukkan kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah Fly Ash sebesar 504,000 kg/cm<sup>2</sup> dan beton dengan tidak menggunakan Fly Ash sebesar 426,089 kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga beton dengan bahan tambah Fly Ash memiliki kuat tekan lebih besar dari beton normal.*

Kata kunci : Fly Ash, Kuat tekan.

---

- 1) Mahasiswa Universitas Bosowa Makassar
- 2) Pembimbing I
- 3) Pembimbing II

## DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Judul .....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir.....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Abstrak .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Grafik .....	x
Daftar Notasi .....	xi
Daftar Lampiran .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I - 1
1.2 Rumusan Masalah .....	I - 2
1.3 Tujuan Penelitian .....	I - 3
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	I - 3
1.4.1 Ruang Lingkup .....	I - 3
1.4.2 Batasan Masalah .....	I - 3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian dan Jenis Beton.....	II - 1
2.2 Komponen Campuran Beton.....	II - 4
2.2.1 Faktor Air Semen.....	II - 5
2.2.2 Kualitas Agregat Halus .....	II - 6

2.2.3 Kualitas Agregat Kasar .....	II - 9
2.2.4 Sampel dan Umur pengujian .....	II - 11
2.3 Mix Design .....	II - 11
2.3.1 Metode ACI .....	II - 12
2.3.2 Metode Road Note No. 4.....	II - 12
2.3.3 Metode DOE.....	II - 12
2.3.4 Metode Campuran Coba – Coba .....	II - 12
2.4 Kuat Tekan Beton.....	II - 13
2.5 Eksistensi Abu Terbang.....	II - 14
2.5.1 Proses Pembentukan Abu Terbang.....	II - 14
2.5.2 Jenis dan Klasifikasi Abu Terbang .....	II - 15
2.5.3 Sifat Kimia Abu Terbang.....	II - 18
2.5.4 Sifat Fisik Abu Terbang .....	II - 19
2.5.5 Sifat Mekanis Abu Terbang.....	II - 20
2.6 Penelitian Sebelumnya Tentang Abu Terbang.....	II - 20

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Jenis Penelitian .....	III - 1
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	III - 2
3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel .....	III - 2
3.2.2 Lokasi Penelitian .....	III - 3
3.2.3 Waktu Penelitian.....	III - 3
3.3 Metode Penelitian .....	III - 4
3.3.1 Tahap Studi Pendahuluan .....	III - 4

3.3.2 Alat dan Bahan .....	III - 4
3.3.3 Prosedur Penelitian .....	III - 6
3.4 Flowchart Penelitian.....	III - 7

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

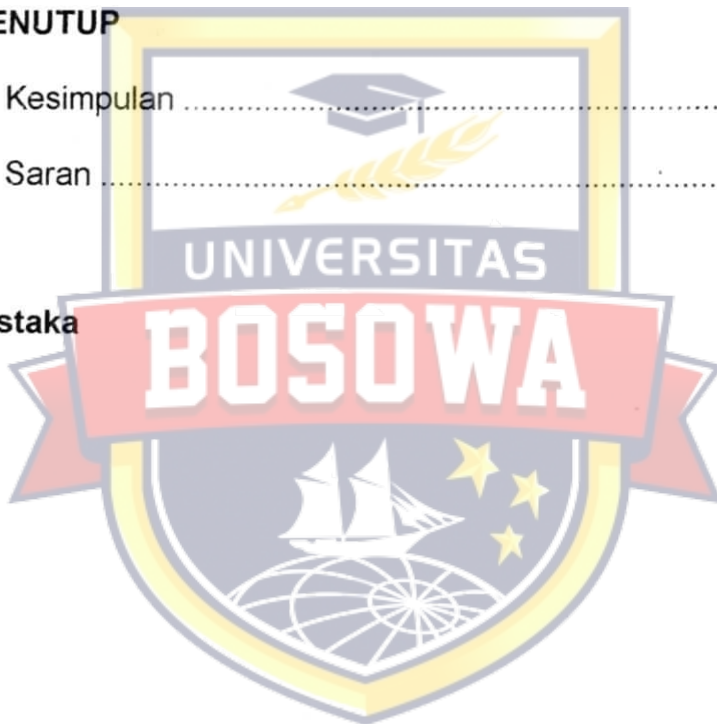
4.1 Hasil Pengujian Karakteristik .....	IV - 1
4.1.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat.....	IV - 1
4.2 Rencana Campuran .....	IV - 7
4.3 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton.....	IV - 9
4.4 Pembahasan Hasil Penelitian.....	IV - 16

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	V - 1
5.2 Saran .....	V - 2

**Daftar Pustaka**

**Lampiran**



## DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1 Hubungan antara persentase lolos dengan no. saringan (pasir)
- Grafik 4.2 Hubungan antara persentase lolos dengan no. saringan (batu pecah)
- Grafik 4.3 Hubungan antara persentase lolos dengan no. saringan (*Fly Ash*)
- Grafik 4.4 Penggabungan agregat
- Grafik 4.5 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton dan variasi *Fly Ash*
- Grafik 4.6 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan penggabungan variasi *Fly Ash*
- Grafik 4.7 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 0% *Fly Ash*
- Grafik 4.8 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 5% *Fly Ash*
- Grafik 4.9 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 10% *Fly Ash*
- Grafik 4.10 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 15% *Fly Ash*
- Grafik 4.11 Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 20% *Fly Ash*

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Karakteristik Agregat

Lampiran 2. Penggabungan Agregat

Lampiran 3. Mix Design

Lampiran 4. Hasil Kuat Tekan Beton

Lampiran 5. Dokumentasi





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sehubungan dengan meningkatnya jumlah pembangunan PLTU berbahan bakar batubara di Indonesia khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan terdapat pabrik PLTU Jeneponto Bosowa Energi berkapasitas 2 x 125 MW, yang telah selesai pembangunannya di tahun 2012, maka jumlah limbah abu terbang (*Fly Ash*) akan terus meningkat, abu terbang (*Fly Ash*) sebagai limbah PLTU berbahan bakar batubara dikategorikan oleh Bapedal sebagai limbah berbahaya (B3). Jika pencemaran dari hasil limbah PLTU berbahan bakar batubara tidak dimanfaatkan, akan menjadi masalah pencemaran lingkungan disekitar pabrik PLTU tersebut.

Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan oleh Badan Geologi, Kementerian ESDM tahun 2009, total sumber daya batubara yang dimiliki Indonesia mencapai 104,94 Milyar ton dengan total cadangan sebesar 21,13 Milyar ton yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Hal tersebut yang menyebabkan banyaknya industri pembangkit listrik di Indonesia yang menggunakan bahan bakar batubara karena jumlahnya banyak dan harganya yang relatif murah jika dibandingkan dengan minyak diesel. Namun sebagai dampak dari penggunaan batubara tersebut adalah meningkatnya kuantitas *Fly Ash* dalam jumlah yang besar pula.

Pemakaian abu terbang (*Fly Ash*) pada beton telah banyak dilakukan baik untuk beton berkekuatan tekan tinggi (*high strength concrete*) maupun untuk beton ringan (*light weight concrete*). Pengguna *Fly Ash* masih terbatas pada perusahaan dan industri besar. Hal ini disebabkan oleh riset-riset yang dilakukan baru sebatas pada penggunaan dalam beton, sementara penelitian tentang mortar masih jarang. Sehingga nilai ekonomis dari pemakaian *Fly Ash* belum bisa dinikmati oleh masyarakat biasa. Mereka biasanya masih menggunakan semen murni untuk pasangan batu, plesteran dan elemen non struktur (mortar). (Agus Maryoto, 2008)

Berbagai penelitian dan percobaan dilakukan untuk meningkatkan kualitas beton itu sendiri. Salah satu alternatif untuk meningkatkan mutu beton yakni dengan menggunakan bahan ganti atau bahan tambah.

Dalam penelitian ini, penulis akan mengidentifikasi ***Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap Kuat Tekan Beton.***

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah *Fly Ash* memenuhi kriteria sebagai agregat halus untuk pada campuran beton?
2. Apakah kandungan *Fly Ash* dalam beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui sifat-sifat *Fly Ash* Kelas-F yang disesuaikan kriteria agregat halus.
2. Untuk mengetahui pengaruh *Fly Ash* terhadap kuat tekan beton.

### 1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

#### 1.4.1 Ruang Lingkup

- a. Melakukan pemeriksaan karakteristik material campuran beton dan *Fly Ash*.
- b. Merancang komposisi campuran beton (*Mix Design*)
- c. Melakukan penelitian untuk masing-masing kadar *Fly Ash* yang direncanakan.
- d. Melakukan analisis data hasil percobaan.

#### 1.4.2 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan abu terbang (*Fly Ash*) berasal dari limbah sisa pembakaran batu bara PLTU Jeneponto 2 x 125 Mw.
2. Agregat halus yang digunakan berasal dari Bilibili (Sungai Jeneberang)
3. Material semen dari produk PT. Semen Tonasa yang berada di Kabupaten Pangkep.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian dan Jenis Beton

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di Indonesia dalam pembangunan fisik. Karena sifatnya yang unik maka diperlukan pengetahuan yang cukup luas, antara lain mengenai sifat bahan dasarnya, cara pembuatannya, cara evaluasinya, dan variasi bahan tambahannya (W. Samekto, 2001)

Dalam bidang bangunan yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan itu adalah semen, air dan agregat. Agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, sisa bahan mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir, atau bahan sejenis lainnya. Agregat, semen, dan air dalam perbandingan tertentu dicampur bersama-sama sampai campuran menjadi homogen dan bersifat plastis sehingga mudah untuk dikerjakan (W. Samekto, 2001)

Menurut Tri Mulyono (2004), ada bermacam jenis beton antara lain :

**a. Beton Siklop**

Beton ini sama dengan beton normal biasa, perbedaannya ialah pada beton ini digunakan ukuran agregat yang relative besar. Beton ini digunakan pada pembuatan bendungan, pangkal jembatan dan sebagainya. Ukuran agregat kasar dapat sampai 20 cm, batasannya tidak lebih dari 20% dari agregat seluruhnya.

**b. Beton Ringan**

Beton jenis ini sama dengan beton biasa, perbedaannya hanya agregat kasarnya diganti dengan agregat ringan. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu-bara, dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik.

**c. Beton Non Pasir**

Beton jenis ini dibuat tanpa pasir, jadi hanya air semen tanpa pasir, karena tanpa pasir maka tidak dibutuhkan pasta-pasta untuk menyelimuti butiran-butiran pasir sehingga kebutuhan semen relative lebih sedikit.

**d. Beton Bertulang**

Jenis beton ini lemah terhadap gaya tarik, namun sangat kuat terhadap gaya tekan, batang baja dapat dimasukkan pada bagian beton yang tertarik untuk membantu beton. Beton yang dimasuki batang baja pada bagian tariknya disebut beton bertulang.

#### e. Beton Prategang

Jenis beton ini sama dengan beton bertulang, perbedaannya adalah batang baja yang dimasukkan kedalam beton di tegangkan, batang baja ini tetap mempunyai tegangan sampai beton yang dituang mengeras.

#### f. Beton Pracetak

Jenis beton ini dicetak / dituang ditempat, namun dapat pula dicetak ditempat lain. Fungsinya dicetak ditempat lain agar memperoleh mutu yang lebih baik, selain itu dipakai jika tempat pembuatan beton terbatas.

#### g. Beton Hampa (*vacuum concrete*)

Jenis beton ini adalah beton yang air sisa dari proses hidrasinya (sekitar 50%), disedot keluar setelah beton mengeras. Penyedotan ini dinamakan *vacuum method*. Dengan demikian air yang tertinggal hanya air yang digunakan untuk reaksi dengan semen, sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.

#### h. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m<sup>3</sup>. Beton yang mempunyai berat yang tinggi ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

### **i. Beton Massa ( Mass concrete)**

Jenis betoon ini digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, jembatan dan lain-lain. Batuan yang digunakan dapat lebih besar dari yang disyaratkan sampai 150 mm, dengan slump rendah yang akan mengurangi jumlah semen, kebutuhan semen yang dipakai 5 zak/kubiknya, pelaksanaan membutuhkan tenaga yang banyak (*manpower*).

### **j. Beton Serat**

Merupakan campuran beton yang ditambahkan serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5-500  $\mu\text{m}$ , dengan panjang sekitar 25 mm. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (*polypropylene*), atau potongan kawat baja. Kelamáhannya sulit dikerjakan, namun lebih banyak kelebihannya antara lain kemungkinan terjadi segregasi kecil, daktil dan tahan benturan.

## **2.2 Komponen Campuran Beton**

Untuk mendapatkan mutu beton yang direncanakan maka komponen campuran beton tidaklah sembarangan, tapi harus melalui beberapa kriteria yang telah di syartkan. Ada beberapa standar persyaratan yang dapat dipakai sebagai acuan misalnya : SII (Standar industri indonesia) 0013-1981 tentang material bahan bangunan, BS (*British Standard*) 812-1976 tentang pengujian material bahan bangunan, ASTM (*American Standard for Testing and Materials*) tentang material bahan bangunan.

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam komponen campuran beton, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia), maupun aditif (mineral). (Tri Mulyono, 2004)

### 2.2.1 Faktor Air Semen

Secara umum, diketahui semakin tinggi nilai FAS (Faktor Air Semen) semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan pada akhirnya. (Tri Mulyono, 2004)

Umumnya nilai FAS minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan nilai maksimumnya 0,65 sedangkan untuk beton mutu tinggi nilai FAS 0,35-0,40. Tujuan pengurangan FAS ini adalah untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi. Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, FAS dapat diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap berat total semen dan aditif *comentious* yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi (Supartono, 1998). Pada penelitian ini digunakan Semen Portland Komposit/Portland Composite Cement (PCC), Semen portland komposit (SNI 15-7064-2004) adalah Bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips



dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. bahan-bahan utama penyusun semen portland adalah kapur ( $\text{CaO}$ ) sekitar 60%-65%, silika ( $\text{SiO}_2$ ) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta alumina ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sekitar 7%-12%. Sedangkan Bahan anorganik tersebut antara lain:

- Terak tanur tinggi (Blast Furnace Slag),
- Pozolan,
- Senyawa silikat,
- Batu kapur

Kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit.

### 2.2.2 Kualitas Agregat Halus

Bentuk agregat halus akan mempengaruhi kualitas mutu beton yang dibuat. Agregat berbentuk bulat mempunyai rongga udara minimum 33% lebih kecil dari rongga udara yang dipunyai oleh agregat berbentuk lainnya, dengan semakin berkurangnya rongga udara yang terbentuk, beton yang dihasilkan akan mempunyai rongga udara yang lebih sedikit. Tekstur permukaan agregat halus yang berbentuk halus akan lebih sedikit membutuhkan air dibanding dengan agregat dengan permukaan kasar. Agregat ini terbentuk akibat pengikisan oleh air atau akibat patahnya batuan berbutir halus atau batuan yang berlapis-lapis. Dengan semakin sedikitnya air yang dibutuhkan kemungkinan menghasilkan beton yang bermutu tinggi lebih besar. (Tri Mulyono, 2004)

Modulus Halus Butir (*finnes modulud*) atau yang biasa disingkat MHB ialah suatu indek yang dipakai untuk mengukur kehalusan dan kekasaran butir-butir agregat. MHB didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan kemudian nilai tersebut dibagi 100, semakin besar nilai MHB suatu agregat, semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai MHB sekitar 1.50-3.8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MHB  $1.5 < \text{MHB} < 3.0$  umumnya menghasilkan beton mutu tinggi dengan FAS yang rendah dan mempunyai kekuatan tekan dan kelecakan yang optimal (Tri Mulyono, 2004).

Gradasi yang baik dan teratur dari agregat halus besar kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan agregat yang bergradasi grap atau seragam. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya. Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi dari mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras. (Tri Mulyono, 2004)

**Tabel 2.1 Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus**

No	Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	ASTM
1	Kadar lumpur	0,2% - 6%	C117
2	Kadar organik	< No. 3	C40
3	Kadar air	3% - 5%	C556
4	Berat volume	1,4 – 1,9 kg/ltr	C29
5	Penyerapan	0.2% - 2%	C128
6	Berat jenis spesifik	1,6 – 3,2	C128
7	Modulus kehalusan	2,2 – 3,1	C136

Sumber : Buku Teknologi beton, Tri Mulyono, 2004.

**Tabel 2.2 Batas gradasi pasir**

Lubang ayakan (mm)	Persen Butir yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Buku Teknologi beton, Tri Mulyono, 2004.

- Keterangan :
- Daerah Gradasi I = Pasir kasar
  - Daerah Gradasi II = Pasir agak kasar
  - Daerah Gradasi III = Pasir halus
  - Daerah Gradasi IV = Pasir agak halus

### 2.2.3 Kualitas Agregat Kasar

Kekuatan agregat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal. Pertama, karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan (*interlocking*). Granite misalnya, terdiri dari bahan yang kuat dan keras yaitu kristal *quartz* dan *feldspar*, tetapi bersifat kurang kuat. Kedua, porositas yang besar akan mempengaruhi keuletan atau ketahanan terhadap beban kejut. Dalam pemilihan agregat kasar, porositas yang rendah merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menghasilkan suatu adukan beton yang seragam, dalam artian mempunyai keteraturan dan keseragaman yang baik pada mutu maupun parameter lain yang dibutuhkan. Akan sangat baik jika akan digunakan untuk membentuk beton mutu tinggi daya serap air tidak lebih dari satu persen.

Kekerasan atau kekuatan dari butir-butir agregat bergantung pada bahannya dan tidak dipengaruhi oleh lekatan antara butir satu dengan lainnya. Agregat yang lebih kuat biasanya mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi. Butir-butir yang lemah tidak dapat menghasilkan kekuatan beton yang dapat diandalkan. Jadi dalam membentuk beton yang akan mempunyai mutu yang tinggi kualitas kekuatan tekannya harus perlu menjadi perhatian, dalam hal ini ditentukan dengan pengujian kuat tekan dan ketahanan akan abrasinya. (Tri Mulyono, 2004)

Ukuran butir maksimum agregat juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Hasil penelitian Larrard (1990) dalam buku menyatakan

bahwa butiran maksimum yang memberikan arti nyata untuk membuat beton mutu tinggi tidak boleh lebih dari 15 mm. Namun demikian pemakaian butiran agregat sampai dengan 25 mm masih memungkinkan diperolehnya beton mutu tinggi dalam proses produksinya.

**Tabel 2.3** Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

No	Karakteristik Agregat kasar	Interval batas	ASTM
1	Kadar lumpur	0,2% - 1,0%	C117
2	Kadar air	0,5% - 2,0%	C556
3	Berat volume	1,6 - 1,9 kg/ltr	C29
4	Resapan	0,2% - 4,0%	C127
5	Berat jenis spesifik	1,6 - 3,2	C127
6	Modulus kehalusan	5,5 - 8,5	C104
7	Keausan	15% - 50%	C131

Sumber : Buku Teknologi beton, Tri Mulyono, 2004.

**Tabel 2.4** Batas Gradasi Batu Pecah

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan (butir maksimum 20 mm)
40	100
20	95-100
10	25-55
4.8	0-10

Sumber : Buku Teknologi beton, Tri Mulyono, 2004.

#### 2.2.4 Sampel dan Umur Pengujian

Dalam penentuan jumlah sampel ( SK SNI 03 2002 Beton ) Suatu uji kuat tekan beton harus merupakan nilai kuat tekan rata – rata dari minimal 2 sampel yang berasal dari adukan yang sama.

Waktu *curing* paling *crucial* adalah setelah beton mencapai *final setting* (beton telah mengeras) sampai dengan minimal 7 hari (*initial curing*). Hal ini karena selama waktu itu ( *time of initial curing* ) material-material pembentuk beton mengalami proses hidrasi secara aktif. M.N. Haque dalam penelitiannya yang dimuat dalam jurnal *International Concrete* (9-1998), menyimpulkan bahwa beton harus dirawat minimal selama 7 hari "*give it a week seven days initial curing*". Karena dengan perawatan minimal tersebut, maka beton akan memiliki kekuatan dan absorpsi yang relatif sama dengan beton yang mendapatkan perawatan yang menerus selama 28 hari.

#### 2.3 Mix Design

Mix design dapat didefinisikan sebagai proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu dan seekonomis mungkin.

Desain campuran beton membutuhkan pengetahuan lengkap dari berbagai properti bahan penyusunnya, desain campuran beton tidak hanya membutuhkan pengetahuan tentang sifat material dan sifat beton dalam kondisi plastik tetapi juga membutuhkan pengetahuan yang lebih luas dan pengalaman dari perkerasan.

Menurut Tri Mulyono (2004), ada beberapa metode dalam perancangan beton :

### **2.3.1 Metode ACI ( American Concrete Institute ),**

Mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan dilapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan dan kekuatan pekerjaan beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan.

### **2.3.2 Metode Road Note No.4.**

Metode perancangan ini ditekankan pada pengaruh gradasi agegat terhadap kemudahan pengerjaan.

### **2.3.3 Metode SK.SNI T-15-1990-03./ Current British Method ( DOE ).**

Metode DOE disusun oleh British Departement of Environment pada tahun 1975 untuk menggantikan Note.4 di Inggris. Untuk kondisi di Indonesia telah diadakan penyesuaian pada besarnya variasi kuat tekan beton.

### **2.3.4 Metode Campuran Coba-Coba,**

Metode coba-coba dikembangkan berdasarkan cara metode ACI, Road Note No.4 dan SK.SNI T-15-1990-03, setelah dilakukan pelaksanaan dan evaluasi. Cara ini berusaha mendapatkan pori-pori yang minimum atau

kepadatan beton yang maksimum artinya bahwa kebutuhan agregat halus maksimum untuk mendapatkan kebutuhan semen minimum.

## 2.4 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, air, dan agregat halus, serta beberapa jenis campuran lain yang mungkin ditambahkan. Kuat tekan adalah kemampuan untuk menahan tekanan hingga suatu batas maksimum. Kuat tekan diwakili oleh tegangan tekan maksimum  $N/m^2$  atau MPa. Nilai kuat tekan ini didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan dengan kecepatan peningkatan beban tertentu terhadap benda uji sampai hancur. Pembebanan pada pengujian kuat tekan termasuk pembebanan statik monotonik dengan menggunakan mesin *compressive test*. Beban yang bekerja akan terdistribusi secara kontinyu melalui titik berat yang dihitung.

$$\text{Kuat Tekan} = P/A \quad \dots\dots\dots (2,1)$$

$$\text{Kuat Tekan Rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Kuat Tekan}}{n} \quad \dots\dots\dots (2,2)$$

Keterangan :

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji ( $cm^2$ )

n = Jumlah benda uji



## 2.5 Eksistensi Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu Terbang (*Fly Ash*) batubara adalah material yang memiliki ukuran butiran yang halus berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara (Wardani, 2008). Pada pembakaran batubara dalam PLTU, terdapat limbah padat yaitu abu layang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut *fly ash*, sedangkan abu yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku disebut *bottom ash*. Di Indonesia, produksi limbah abu dasar dan abu layang dari tahun ke tahun meningkat sebanding dengan konsumsi penggunaan batubara sebagai bahan baku pada industri PLTU (Harijono D, 2006)

### 2.5.1 Proses Pembentukan Abu Terbang

Sistem pembakaran batubara umumnya terbagi 2 yakni sistem unggun terfluidakan (*fluidized bed system*) dan unggun tetap (*fixed bed system* atau *grate system*). Disamping itu terdapat system ke-3 yakni *spouted bed system* atau yang dikenal dengan unggun pancar. *Fluidized bed system* adalah sistem dimana udara ditiup dari bawah menggunakan blower sehingga benda padat di atasnya berkelakuan mirip fluida. Teknik fluidisasi dalam pembakaran batubara adalah teknik yang paling efisien dalam menghasilkan energi. Pasir atau *corundum* yang berlaku sebagai medium pemanas dipanaskan terlebih dahulu. Pemanasan biasanya dilakukan dengan minyak bakar. Setelah temperatur pasir mencapai temperatur bakar batubara (300°C) maka diumpankanlah batubara.

Sistem ini menghasilkan abu terbang dan abu yang turun di bawah alat. Abu-abu tersebut disebut dengan *fly ash* dan *bottom ash*. Teknologi *fluidized bed* biasanya digunakan di PLTU (Ardha, 2003).

Komposisi *fly ash* dan *bottom ash* yang terbentuk dalam perbandingan berat adalah : (80-90%) berbanding (10-20%). *Fixed bed system* atau *Grate system* adalah teknik pembakaran dimana batubara berada di atas *conveyor* yang berjalan atau *grate*. Sistem ini kurang efisien karena batubara yang terbakar kurang sempurna atau dengan perkataan lain masih ada karbon yang tersisa.

Abu yang terbentuk terutama *bottom ash* masih memiliki kandungan kalori sekitar 3000 kkal/kg. Di China, *bottom ash* digunakan sebagai bahan bakar untuk kerajinan besi (pandai besi). Teknologi *Fixed bed system* banyak digunakan pada industri tekstil sebagai pembangkit uap (*steam generator*). Komposisi *fly ash* dan *bottom ash* yang terbentuk dalam perbandingan berat adalah : (15-25%) berbanding (75-85%) (Ardha, 2003).

### 2.5.2 Jenis dan Klasifikasi Abu Terbang

Bahan bangunan abu terbang dapat digunakan sebagai bahan baik untuk pembuatan agregat buatan dalam campuran beton, bahan tambahan paving blok, mortar, batako, bahan tambah beton aspal, beton ringan dan sebagainya.

Sebagai bahan tambah beton, abu terbang dinilai dapat meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan, kedap air, ketahanan terhadap sulfat dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) beton (Sofwan Hadi, 2000). Penggunaan abu terbang membantu menjaga kelestarian lingkungan.

Abu terbang sepertinya cukup baik untuk digunakan sebagai bahan ikat karena bahan penyusun utamanya adalah silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan Ferrum oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Oksida-oksida tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air.

Dalam SNI 03-6863-2002 (2002: 146) spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambah untuk campuran beton disebutkan ada 3 jenis abu terbang, yaitu :

- a. Abu terbang jenis N, ialah abu terbang hasil kalsinasi dari pozolan alam, misalnya tanah diatomite, shale, tuft dan batu apung baik yang diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran.
- b. Abu terbang jenis F, ialah abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis antrasit pada suhu kurang lebih  $1560^\circ \text{C}$ , mengandung kadar kapur  $\text{CaO}$  lebih kecil dari 10%. Fly ash tipe F mempunyai kadar  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 70 \%$  (ACI Manual of concrete practice 1993 part I).
- c. Abu terbang jenis C, ialah abu terbang hasil pembakaran lignit batubara dengan kadar karbon sekitar 60%. Abu terbang jenis ini

mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur CaO di atas 10%. Fly Ash tipe C  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 50\%$  (ACI Manual of concrete practice 1993 part I).

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi dalam kandungan mineral abu terbang (*fly ash*) dari batu bara adalah :

- Komposisi kimia batu bara.
- Proses pembakaran batu bara.
- Bahan tambahan yang digunakan termasuk bahan tambahan minyak untuk stabilisasi nyala api dan bahan tambahan untuk pengendalian korosi

Dari sejumlah abu yang dihasilkan dalam proses pembakaran batu bara maka sebanyak 55% - 85% berupa abu terbang (*Fly Ash*) dan sisanya berupa abu dasar (*bottom ash*). Biasanya untuk abu terbang (*fly ash*) banyak dimanfaatkan dalam perusahaan industri karena abu terbang ini mempunyai sifat pozolanik, sedangkan untuk abu dasar sangat sedikit pemanfaatannya dan biasanya digunakan sebagai material pengisi (Aziz1, 2006).

### 2.5.3 Sifat Kimia Abu Terbang

Komponen utama dari abu terbang batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium dan belerang, Sifat kimia batubara dipengaharui oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batu bara lignit dan sub/bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak daripada bituminus. Namun memiliki kandungan silika, alumina dan karbon yang lebih sedikit dari pada bituminous. Abu terbang (*Fly Ash*) terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat dan berongga. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batu bara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 – 3000  $\text{kg/m}^3$  dan luas area spesifiknya antara 170 – 1000  $\text{m}^2/\text{kg}$  (Aziz1,2006)

**Tabel 2.5** Komposisi Kimia Abu Terbang Batubara

Komponen	Bituminous	Sub-bituminous	Lignite
$\text{SiO}_2$	20-60%	40-60%	15-45%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	5-35%	20-30%	10-25%
$\text{FeO}_3$	10-40%	4-10%	4-15%
$\text{CaO}$	1-12%	5-30%	15-40%
$\text{MgO}$	0-5%	1-6%	3-10%

SO <sub>3</sub>	0-4%	0-2%	0-10%
Na <sub>2</sub> O	0-4%	0-2%	0-6%
K <sub>2</sub> O	0-3%	0-4%	0-4%
LOI	0-15%	0-3%	0-5%

(Sumber : *SPR Wardani, 2008*),

#### 2.5.4 Sifat Fisik Abu Terbang

Abu terbang merupakan material yang dihasilkan dari proses pembakaran batu bara pada alat pembangkit listrik, sehingga semua sifat-sifatnya juga ditentukan oleh komposisi dan sifat-sifat mineral pengotor dalam batubara serta proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran batubara ini titik leleh abu batubara lebih tinggi dari temperatur pembakarannya. Dan kondisi ini menghasilkan abu yang memiliki tekstur butiran yang sangat halus, abu terbang terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil 0,075 mm. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m<sup>3</sup> dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara *Blaine*) antara 170 sampai 1000 m<sup>2</sup>/kg (Aziz1, 2006)

Adapun sifat-sifat fisiknya antara lain :

- a) Warna : Abu-abu keputihan.
- b) Ukuran butir : Sangat halus yaitu sekitar 88%.

### 2.5.5 Sifat Mekanis Abu Terbang

Abu terbang adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik (SNI 03-6414-2002 (2002: 145) Bahan bangunan abu terbang dapat digunakan sebagai bahan baik untuk pembuatan agregat buatan dalam campuran beton, bahan tambahan paving blok, mortar, batako, bahan tambah beton aspal, beton ringan dan sebagainya.

Sebagai bahan tambah beton, abu terbang dinilai dapat meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan, kedap air, ketahanan terhadap sulfat dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) beton. Penggunaan abu terbang juga dapat mengurangi penggunaan semen dan sekaligus sebagai bentuk pemanfaatan limbah yang akan membantu menjaga kelestarian lingkungan. (Sofwan Hadi, 2000)

## 2.6 Penelitian Sebelumnya Tentang Abu Terbang Sebagai Bahan Campuran Beton

### 2.6.1 Andoyo, (Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Mortar) (2006)

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa penambahan abu terbang dengan prosentase tertentu dari berat semen ternyata dapat meningkatkan kuat tekan mortar. Peningkatan kuat tekan terjadi pada prosentase abu terbang sebesar 10% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 100,72 kg/cm<sup>2</sup> dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada

umur 28 hari ( $f_c'$ ) = 66,69 kg/cm<sup>2</sup>, pada presentase abu terbang sebesar 20% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 93,96 kg/cm<sup>2</sup> dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari ( $f_c'$ ) = 62,16 kg/cm<sup>2</sup>, pada prosentase abu terbang sebesar 30% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 83,41 kg/cm<sup>2</sup> dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari ( $f_c'$ ) = 55,17 kg/cm<sup>2</sup> dan pada prosentase abu terbang sebesar 40% pada umur 56 hari sebesar 70,12 kg/cm<sup>2</sup> dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari ( $f_c'$ ) = 46,42 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada mortar dengan kadar abu terbang 0% didapatkan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 59,89 kg/cm<sup>2</sup> dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari ( $f_c'$ ) = 42,34kg/cm<sup>2</sup>

### 2.6.2 Widodo Kushartomo, (Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur *Reactive Powder Concrete*) (2013)

Tujuan penelitian ini adalah penggunaan *silica fume* menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih tinggi dari pada penggunaan abu terbang, sehingga penggunaan abu terbang belum mampu menggantikan *silica fume*. Penambahan abu terbang dalam pembuatan RPC mempengaruhi nilai kuat tekan dan kuat lentur, penggunaan abu terbang sebesar 30% terhadap berat semen menghasilkan kuat tekan paling optimum yaitu sebesar 59,697 MPa, bila dibandingkan dengan jumlah penggunaan abu terbang lainnya. Demikian juga penggunaan abu terbang



sebesar 10% terhadap berat semen dapat menghasilkan *modulus of rupture* optimum. Dengan nilai sebesar 8,919 N/mm<sup>2</sup> dibandingkan dengan jumlah penggunaan abu terbang lainnya. Penambahan serat baja dalam RPC mempengaruhi nilai kuat tekan dan kuat lentur beton dimana terjadi peningkatan kuat tekan beton sebesar 30,45 % dan *modulus of rupture* sebesar 65,27%, bila dibandingkan RPC tanpa menggunakan serat baja. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan slag sebagai agregat kasar dengan proporsi campuran variasi slag 0%. 10%. 30%. 50%. Dan 70%. dari hasil penelitian didapat kuat tekan beton meningkat seiring dengan penambahan prosentasi slag dalam campuran beton, penambahan slag memberikan kontribusi positif dari segi ekonominya.

### **2.6.3 Gunaedi dan Irfan Hidayat, (Pengaruh Fly Ash Pada Kuat Tekan Campuran Beton Menggunakan Expanded Polystyrene Sebagai Substitusi Parsial Pasir (2011))**

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *Fly Ash* pada kuat tekan campuran beton menggunakan *expanded polystyrene* (EPS) sebagai substitusi parsial pasir. Metode perancangan campuran beton yang digunakan yaitu SNI 03-2834-2000. Persentase EPS yang digunakan sebagai substitusi parsial pasir sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dari berat agregat halus. Persentase *fly ash* yang digunakan sebagai *filler* sebesar 0%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5% dari berat semen. Nilai kuat

tekan tertinggi yaitu beton EPS 0% dengan *fly ash* 15% yang memiliki hasil kuat tekan 25,86 MPa dan berat jenis 2237,95 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.6.4 Agus Maryoto, (Pengaruh Penggunaan *High Volume Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Mortar) (2012)**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu terbang (*Fly Ash*) terhadap kuat tekan dan efisiensi biaya pada pasangan batu dan plesteran (mortar). Benda uji kuat tekan berbentuk kubus ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat mortar berumur 7 dan 28 hari dengan kadar penambahan *fly ash* sebesar 30 %, 40 % dan 50 %. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 6, 1 : 8 dan 1:10.

Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan mortar dengan perbandingan semen dan pasir sebesar 1 : 6 memenuhi kuat tekan standar mortar tipe N. Mortar dengan perbandingan semen : pasir = 1 : 8 dan 1 : 10 tidak memenuhi standar kuat tekan standar mortar tipe N. Mortar dengan perbandingan semen dan pasir = 1 : 6 dengan kadar *fly ash* 50 % mempunyai efisiensi biaya Rp 58.030,- atau sekitar 32% dari harga mortar tanpa *Fly Ash*.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah metode experimental dengan pendekatan kuantitatif melalui desain pengujian laboratorium, menurut Vebby (2007) yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat – syarat yang ada. Penyelidikan eksperimen dapat dilaksanakan di dalam maupun diluar laboratorium.

Perancangan campuran beton menggunakan metode DOE dengan ketentuan kuat tekan rencana K 350, nilai slump rencana 60 – 100 mm, abu terbang (*Fly Ash*) yang digunakan sebagai bahan tambah sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Jumlah benda uji pada masing-masing umur dari masing-masing kadar adalah 3 buah.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14, 28, 42, dan 56 hari bertujuan untuk mencari titik kelemahan variasi pada *Fly Ash* (seperti terlihat pada tabel 3.1), benda uji yang telah dibuka dari cetakan, kemudian dirawat dengan cara perendaman sesuai masing-masing umur sebelum benda uji diuji kuat tekannya.

**Tabel 3.1** Jumlah benda uji pada pengujian kuat tekan

Kadar Abu Terbang (%)	Jumlah Sampel	Jumlah Benda Uji Pada Umur			
		14	28	42	56
0	12	3	3	3	3
5	12	3	3	3	3
10	12	3	3	3	3
15	12	3	3	3	3
20	12	3	3	3	3
Total	60	15	15	15	15

## 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

### 3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 lokasi yaitu :

- Agregat kasar (batu pecah), di datangkan dari Bilibili Kabupaten Gowa, yang jaraknya  $\pm 40$  km dari ibu kota Sulawesi Selatan (Makassar).
- Agregat halus (pasir), di datangkan dari Bilibili Kabupaten Gowa, yang jaraknya  $\pm 40$  km dari ibu kota Sulawesi Selatan (Makassar).
- Untuk Abu Terbang (*Fly Ash*) berasal dari hasil pembakaran pada Power Plant PLTU Jeneponto berkapasits 2 x 125 Mw, dengan Spesifikasi Kimia sebagai berikut :

**Tabel 3.2** Spesifikasi Kimia Abu Terbang PLTU Jeneponto

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>
Silikon Dioksida, SiO <sub>2</sub>	44,56 %
Alumina Oksida, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,55 %
Besi Dioksida, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,83 %
Kalsium Oksida, CaO	9,9 %
Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,55 %
Kadar Air, H <sub>2</sub> O	0,11 %
Indeks Aktiviti 28 hari,	97,22 %
Magnesium Oksida, MgO	3,34 %
Hilang Pijar, Lol	0,30 %
Residu 45 µm, R45	6,70 %

Sumber : *Laboratorium Semen Bosowa Maros*

Dari hasil spesifikasi tersebut maka Abu Terbang (Fly Ash) PLTU Jeneponto dikategorikan jenis Kelas-F yaitu nilai Kalsium Oksida (CaO) lebih kecil dari 10 %, untuk spesifikasi fly ash dapat dilihat (Bab II Tinjauan Pustaka)

### 3.2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Beton Politeknik Negeri Ujung Pandang, di Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar.

### 3.2.3 Waktu Penelitian

Penelitian ini secara total dilaksanakan selama ± 3 bulan dan perbaikan sebulan apabila ada kesalahan dalam penelitian.

**Tabel 3.3** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Bulan	Sep-15				Okt-15				Nop-15				Des-15				
Minggu	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Persiapan Alat dan Bahan		■	■														
Pemeriksaan Bahan			■	■													
Pembuatan Benda Uji				■									Perbaikan				
Perawatan Benda Uji																	
Pengujian Benda Uji																	
Analisa Data															■	■	■

### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Tahap Studi Pendahuluan

Dalam penelitian ini dimulai dengan tahap studi pendahuluan, yaitu kegiatan yang meliputi : penentuan tujuan dan lingkup penelitian kajian pustaka, serta menyusun program kerja dan pelaksanaan penelitian ini sampai pada pembahasan dan kesimpulan akhir dari hasil penelitian yang dilakukan.

#### 3.3.2 Alat dan Bahan

##### A. Alat

- a. Pengujian karakteristik agregat dengan peralatan sebagai berikut :  
saringan, timbangan digital, gelas ukur, oven dan lain-lain.

- b. Pembuatan benda uji, digunakan menggunakan kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
- c. Pengadukan dan uji beton segar digunakan alat : moulen atau mixer dan meja getar / meja pematat.
- d. Uji beton keras menggunakan alat uji tekan.

## B. Bahan

### a. Semen

Pada penelitian ini digunakan semen jenis PCC (Portland Cement Composite) yaitu semen yang diproduksi oleh PT.Semen Tonasa.

### b. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Berasal dari Limbah PLTU Jeneponto Bosowa Energi di Kabupaten Jeneponto.

### c. Agregat Halus

Agregat Halus yang digunakan pada campuran beton dalam penelitian ini adalah pasir berasal dari Bilibili Kabupaten Gowa.

### d. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton dalam penelitian ini adalah batu pecah berasal dari Bilibili Kabupaten Gowa.

### e. Air Bersih

Air yang digunakan untuk membuat campuran beton harus bersih,yaitu air PDAM. Dalam peneltian ini digunakan air yang sesuai standar.

### 3.3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pengambilan dan pengumpulan data dilakukan sebagai berikut :

#### 1. Uji laboratorium

Karakteristik agregat : berat jenis dan penyerapan, analisa saringan, kadar air, berat volume, kadar lumpur, kadar organik, dan keausan.

#### 2. Rancangan campuran beton.

Metode rancangan campuran (*mix design*) dalam penelitian ini menggunakan metode DOE.

#### 3. Pembuatan benda uji

Benda uji kubus beton dibuat dengan cara:

- a. Penakaran bahan : Portland Semen, agregat halus(pasir), agregat kasar (batu Pecah), dan penambahan abu terbang (*Fly Ash*) air, sesuai dengan komposisi dan volume beton benda uji yang akan dibuat.
- b. Pengadukan bahan beton dengan moulen (*Mixer*)
- c. Pemadatan dengan mesin meja pematat.
- d. Benda uji dibiarkan selama 24 jam dan kemudian cetakan dibuka dan di rendam dalam air

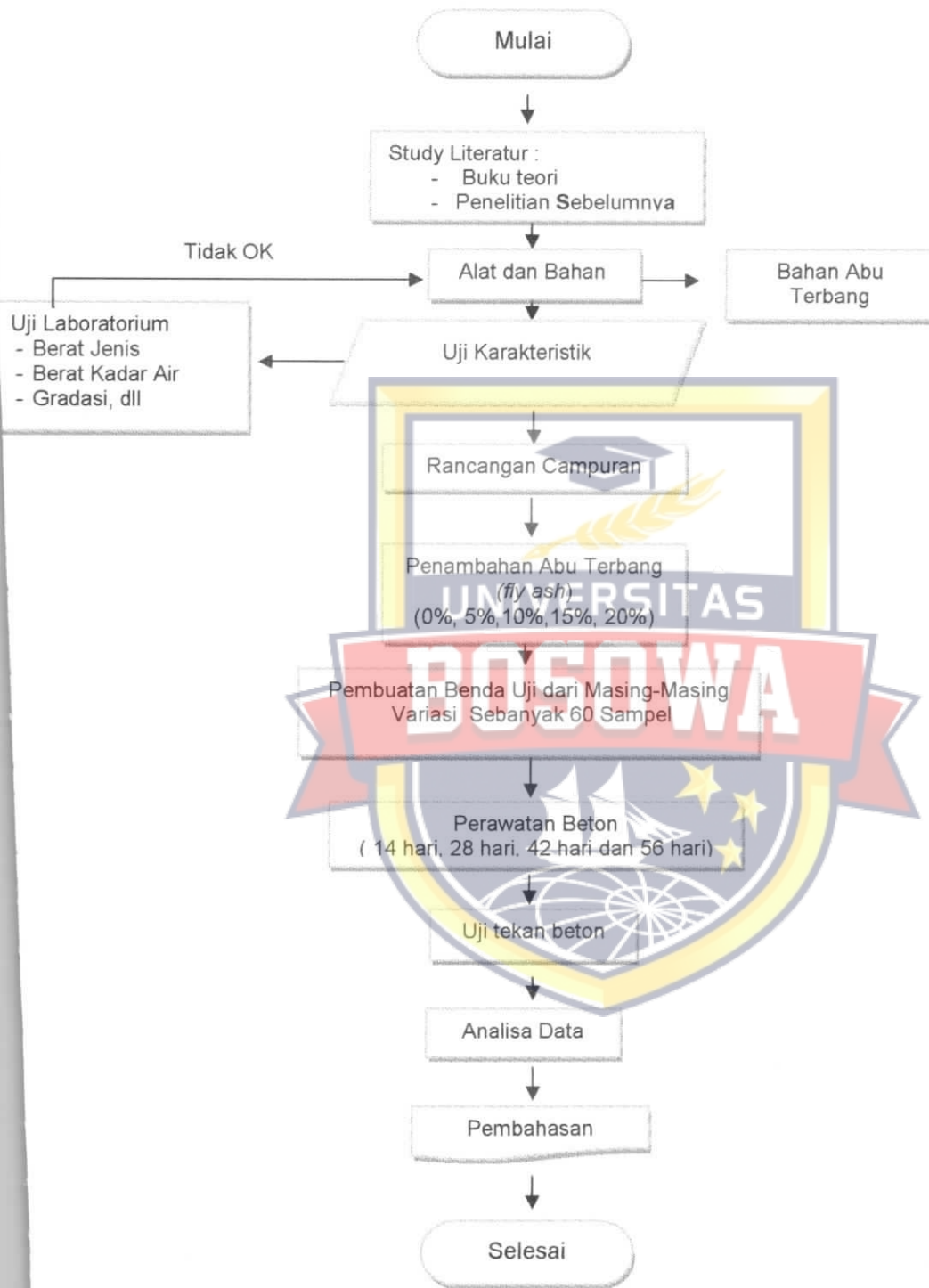
#### 4. Uji tekan kubus beton.

#### 5. Analisis data hasil uji beton dalam bentuk grafik.

#### 6. Kesimpulan dan Saran.



### 3.4 Flowchart Penelitian



Gambar 3.2 Flowchart Pelaksanaan Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik

##### 4.1.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat

Hasil penelitian yang diperoleh melalui pengujian meliputi pengujian karakteristik agregat. Dari pengujian beton diperoleh hasil berupa nilai kuat tekan normal dengan variasi agregat *Fly Ash*.

Hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini :

**Tabel 4.1** Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,06	$\leq 1,0$	%	Memenuhi
2	Kadar air	0,85	0,5 – 2,0	%	Memenuhi
3	Berat Volume	1,6	1,6 – 1,9	Kg/ltr	Memenuhi
4	Penyerapan	1,52	0,2 – 4,6	%	Memenuhi
5	Berat jenis SSD/JPK	2,65	1,6 – 3,2	-	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	7,39	5,5 – 8,5	%	Memenuhi
7	Keausan	12,55	15 - 50	%	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

**Tabel 4.2** Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus ( Pasir )

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,61	3,0 – 5,0	%	Memenuhi
2	Kadar Organik	No.2	≤ No. 3	%	Memenuhi
3	Kadar Air	3,94	3,0 – 5,0	%	Memenuhi
4	Berat Volume	1,51	1,4 – 1,9	Kg/ltr	Memenuhi
5	Penyerapan	3,39	0,2 – 2,0	-	Tidak Memenuhi
6	Berat Jenis SSD/JPK	2,58	1,6 – 3,2	%	Memenuhi
7	Modulus Keausan	2,5	2,2 – 3,1	-	Memenuhi Zone 2

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

**Tabel 4.3** Pemeriksaan Karakteristik Abu Terbang ( Fly Ash )

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Kadar Air	0,01	3	%	Memenuhi
2	Berat Volume	1,44	-	Kg/ltr	-
3	Kadar Lumpur	-	-	%	-
4	Berat Jenis SSD/JPK	-	-	%	-
5	Modulus Kehalusan	30,68	5 - 27	%	Sangat Halus

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian karakteristik agregat abu terbang (*Fly Ash*), berat volume relatif memenuhi spesifikasi standar. Selain itu, kadar air yang dihasilkan sangat kering, sehingga tidak perlu dilakukan pengujian berat jenis, kadar lumpur dan kadar organik tdk ditemukan karena sifatnya sebagai perekat.

Hasil gradasi agregat kasar dan halus dapat di lihat pada tabel 4.4, tabel 4.5, tabel 4.6 dan 4.7 sebagai berikut:

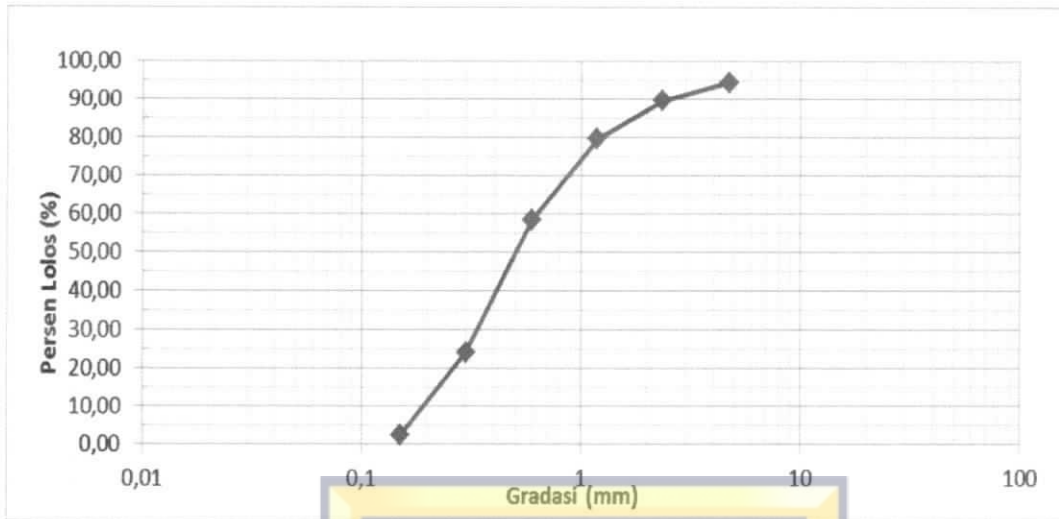
**Tabel 4.4** Gradasi Agregat Halus (Pasir)

No saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Persentase Lolos (#)
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	100
No. 4	4,75	109,8	5,49	5,49	94,51
No. 8	2,36	97,1	4,85	10,34	89,66
No.16	1,18	199,3	9,96	20,30	79,70
No.30	0,6	423,3	21,16	41,46	58,54
No.50	0,3	688,8	34,42	75,88	24,12
No.100	0,15	434,6	21,72	97,60	2,40
Pan	-	48	2,40	100,00	0

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel 4.4 dapat di hitung modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 FM_{\text{pasir}} &= \frac{\text{Komulatif \% tertahan no. 100 keatas}}{100} \\
 &= \frac{97,60 + 75,88 + 41,46 + 20,30 + 10,34 + 5,488}{100} \\
 &= 2,5
 \end{aligned}$$



Sumber: Hasil Perhitungan laboratorium

**Grafik 4.1** Hubungan antara persentase lolos dengan No.saringan zona 2 agregat halus (pasir)

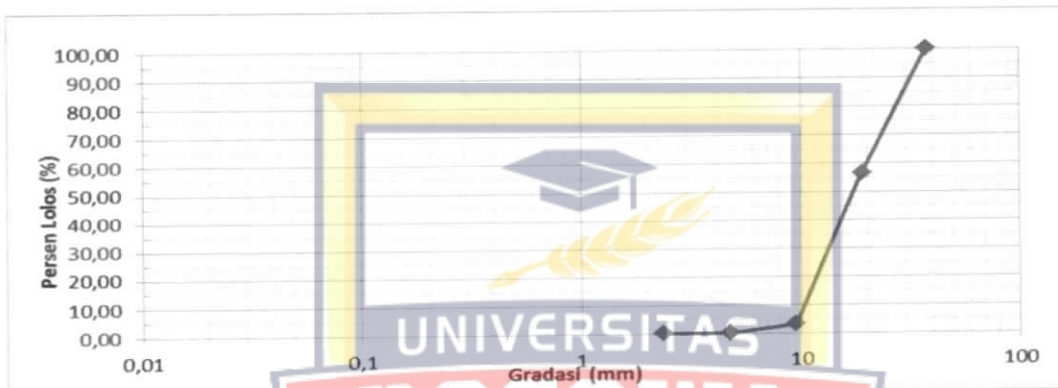
**Tabel 4.5** Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Nomor Saringan	Berat Tertahan (%)	Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Persentase lolos (#)
1 ½"	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	1085,3	43,41	43,41	56,59
⅜"	1335,3	53,41	96,81	3,19
No.4	73,3	2,93	99,74	0,26
No.8	0,4	0,02	99,76	0,24
No.16	0,00	0	99,76	0,24
No.30	0,00	0	99,76	0,24
No.50	0,00	0	99,76	0,24
No.100	0,00	0	99,76	0,24
PAN	35	100	100,00	0,00

Sumber: Hasil uji laboratorium

Dari tabel 4.5 dapat di hitung modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 FM_{\text{krikil}} &= \frac{\text{Kumulatif \% tertahan no. 8 keatas}}{100} \\
 &= \frac{5 \times (99,76) + 96,81 + 43,41 + 0}{100} \\
 &= 7,39
 \end{aligned}$$



Sumber: Hasil Perhitungan Laboratorium

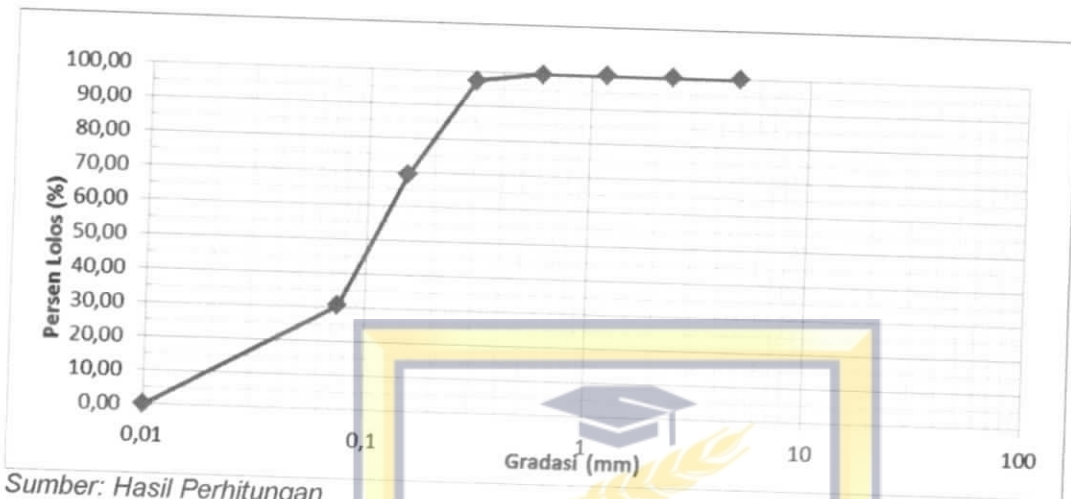
**Grafik 4.2** Grafik hubungan antara persentase lolos dengan No saringan agregat kasar (batu pecah)

**Tabel 4.6** Gradasi Agregat Abu Terbang ( Fly Ash )

Nomor Saringan	Berat Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Persentase lolos (#)
No. 4	0	0,00	0,00	100,00
No. 8	0	0,00	0,00	100,00
No. 16	0	0,00	0,00	100,00
No. 30	3,8	0,22	0,22	99,78
No. 50	40,5	2,38	2,60	97,40
No.100	479,3	28,14	30,74	69,26
No.200	657	38,56	69,32	30,68
PAN	522,5	30,68	100,00	0,00

Sumber: Hasil uji laboratorium

Dari tabel 4.6 disimpulkan bahwa modulus kehalusan pada fly ash pada saringan No. 200 dan PAN mendominasi, sehingga perhitungan pada agregat *Fly ash* tidak perlu karena sangat halus.



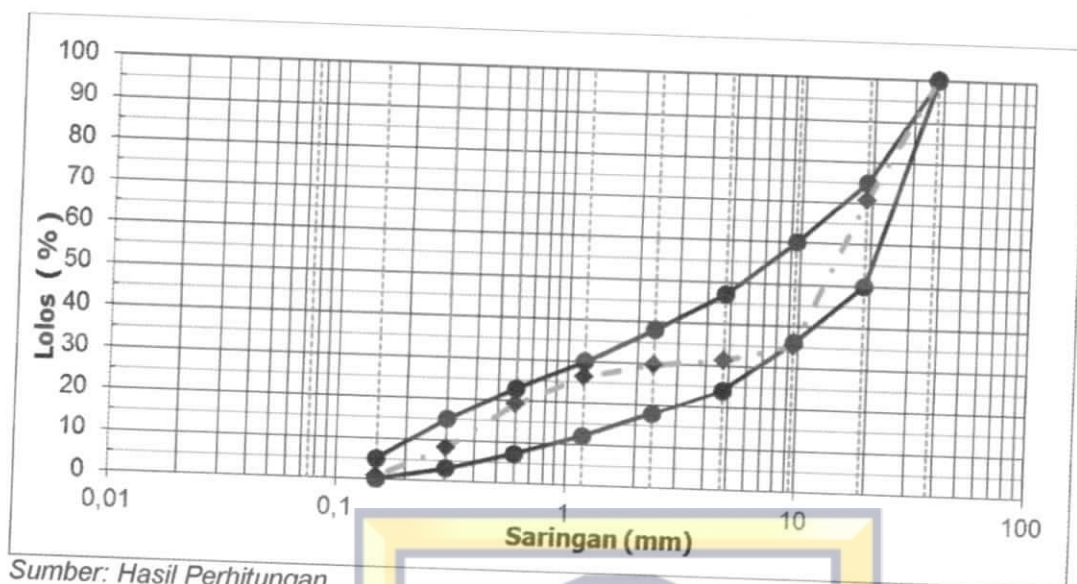
Sumber: Hasil Perhitungan

**Grafik 4.3** Hubungan antara persentase lolos dengan No saringan abu terbang (*Fly Ash*)

Penggabungan agregat halus dan agregat kasar untuk perencanaan campuran pada tabel 4.7 sebagai berikut :

**Tabel 4.7** Hasil Perhitungan Penggabungan Agregat

No. Saringan	Ukuran Saringan	Komulatif Lolos (%)		Jenis Agregat		Kombinasi	Spesifikasi Ukuran Maks. Agg. 20mm
		Halus ( $Y_a$ )	Kasar ( $Y_b$ )	37 % Halus	63 % Kasar		Y1 – Y2
1 1/2	37,5	100	100	37	63	100	100 – 100
3/4	19	100	56,59	37	36	72,65	50 – 75
3/8	9,5	100	3,19	37	2	39,01	36 – 60
4	4,75	94,51	0,26	35	0	35,13	24 – 47
8	2,36	89,66	0,24	33	0	33,33	18 – 38
16	1,18	79,70	0,00	29	0	29,49	12 – 30
30	0,60	58,54	0,00	22	0	21,66	7 – 23
50	0,30	24,12	0,00	9	0	8,92	3 – 15
100	0,15	2,40	0,00	1	0	0,89	0 – 5



Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 4.4 Penggabungan Agregat

## 4.2 Rencana Campuran

Analisis perhitungan rancangan campuran (*Mix Design*) terdapat pada lampiran dan hasil rancangan campuran di peroleh pada tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Rancangan Campuran (*Mix Design*)

No	Uraian	Nilai	Referensi
1	Kuat tekan yang direncanakan	350 Kg/cm <sup>2</sup>	Kubus 15x15x15
2	Deviasi standar (S)	65 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabel PBI 71
3	Nilai tambah margin (M)	131,6 Kg/cm <sup>2</sup>	2,64 Sr - 4
4	Kuat tekan rata-rata	482 Kg/cm <sup>2</sup>	(1) + (3)
5	Jenis Semen	PCC	Tonasa 50 kg



6	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah		Ditetapkan
7	Jenis Agregat Halus	Alami		Ditetapkan
8	Faktor Air Semen	0.48		Tabel dan Grafik
9	Faktor Air Semen Maksimum	0,55		Tabel
10	Slump	65-100	mm	Direncanakan
11	Ukuran Agregat Maksimum	37,5	mm	Hasil Gradasi
12	Kadar Air bebas	200	Kg/m <sup>3</sup>	Tabel
13	Kadar Semen	417	Kg/m <sup>3</sup>	(12) / (9)
14	Kadar Semen Maksimum			Tidak ditetapkan
15	Kadar Semen Minimum	325	Kg/m <sup>3</sup>	Tabel
16	F.a.s yang disesuaikan		Kg/m <sup>3</sup>	Tidak ditetapkan
17	Susunan besar butir agregat halus	Zone 2		Analisa saringan
18	Persentase Agregat Halus	37	%	Gabungan
19	Persentase Agregat Kasar	63	%	Gabungan
20	Berat Jenis SSD/JPK	2,62	-	Perhitungan
21	Berat Isi Beton Segar	2350	Kg/m <sup>3</sup>	Grafik
22	Kadar agregat gabungan	1733	Kg/m <sup>3</sup>	(21) - (12) - (13)
23	Kadar Agregat Halus	641	Kg/m <sup>3</sup>	(21) x (17)
24	Kadar Agregat Kasar	1092	Kg/m <sup>3</sup>	(21) - (22)

Sumber: Hasil Perhitungan Laboratorium

**Tabel 4.9** Hasil Komposisi Campuran (Mix Design) dan Variasi *Fly Ash*

Bahan Beton	Berat/M3 Beton (kg)	Volume Benda Uji	Berat untuk 60 sampel (kg)	Penambahan Fly Ash				
				0%	5%	10%	15%	20%
Fly Ash	-	-	-	0	1,01	2,03	3,04	4,05
Air	203,79	0,243	49,52	9,90	9,90	9,90	9,90	9,90
Semen	416,67	0,243	101,25	20,25	20,25	20,25	20,25	20,25
Pasir	644,86	0,243	156,70	31,34	31,34	31,34	31,34	31,34
Batu Pecah	1084,68	0,243	263,58	52,72	52,72	52,72	52,72	52,72

Sumber : Hasil Perhitungan Laboratorium

#### 4.3 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan Beton untuk sampel kubus dengan agregat halus, agregat kasar dan bahan tambah abu terbang (*Fly Ash*) dengan variasi abu terbang (*fly ash*) 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dapat dilihat pada tabel 4.10 sebagai berikut :

**Tabel 4.10** Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan *Fly Ash* Dengan Variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

Kode	Umur (hari)	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban (P)		f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				(KN)	(Kg)		
0%	14	8,79	225	743,3	74330	330,356	349,215
	14	8,34		854	85400	379,556	
	14	8,26		759,9	75990	337,733	
	28	8,26		947,8	94780	421,244	415,363
	28	8,23		951,4	95140	422,844	
	28	8,43		904,5	90450	402,000	
	42	8,06		879,8	87980	391,022	371,422
	42	8,34		899,1	89910	399,600	
	42	8,22		728,2	72820	323,644	
	56	8,17		908,8	90880	403,911	

Kode	Umur	Berat	Luas	Beban (P)		fc	Fcr		
	(hari)	(Kg)		(KN)	(Kg)			(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
	56	8,25		978	97800	434,667	426,089		
	56	8,51		989,3	98930	439,689			
5%	14	7,93	225	649,3	64930	288,578	304,726		
	14	8,08		734,4	73440	326,400			
	14	8,18		673,2	67320	299,200			
	28	7,94		735,9	73590	327,067	330,622		
	28	8,16		723	72300	321,333			
	28	8,17		772,8	77280	343,467			
	42	8,32		775,7	77570	344,756	346,770		
	42	8,32		776	77600	344,889			
	42	7,94		789	78900	350,667			
	56	7,88		907,8	90780	403,467	400,415		
	56	8,24		923,1	92310	410,267			
	56	8,09		871,9	87190	387,511			
	10%	14		7,65	225	611,4	61140	271,733	284,252
		14		8,21		647	64700	287,556	
14		7,88	660,3	66030		293,467			
28		7,91	785,5	78550		349,111	335,630		
28		7,88	754,6	75460		335,378			
28		8,35	725,4	72540		322,400			
42		8,06	770,1	77010		342,267	346,533		
42		7,96	768,4	76840		341,511			
42		8,10	800,6	80060		355,822			
56		8,20	826,3	82630		367,244	375,867		
56		7,88	872,2	87220		387,644			
56		8,06	838,6	83860		372,711			
15%		14	8,12	225		834,4	83440	370,844	387,319
		14	8,14			898	89800	399,111	
	14	7,98	882		88200	392,000			
	28	8,12	723,1		72310	321,378	338,637		
	28	8,28	780,5		78050	346,889			
	28	8,45	782,2		78220	347,644			
	42	8,52	888,5		88850	394,889	373,585		
	42	8,14	795,6		79560	353,600			
	42	8,10	837,6		83760	372,267			
	56	8,13	949,7		94970	422,089	412,978		

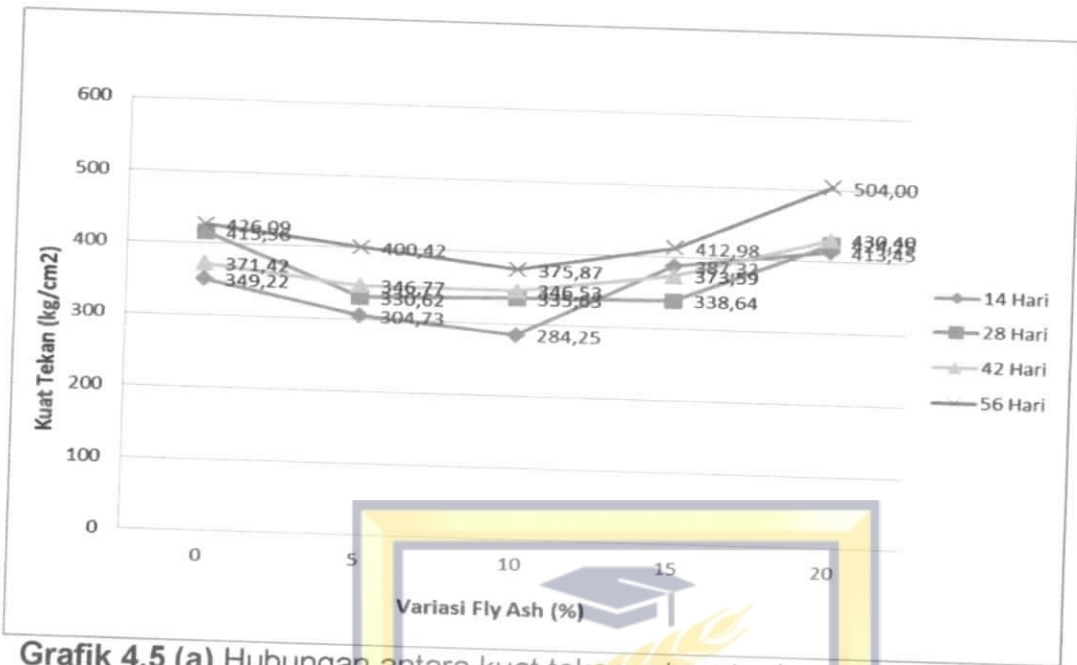
	56	8,10		969,7	96970	430,978	
	56	8,16		868,2	86820	385,867	
20%	14	8,25	225	903,3	90330	401,467	413,452
	14	8,24		912	91200	405,333	
	14	8,17		975,5	97550	433,556	
	28	8,19		976,2	97620	433,867	
	28	8,22		927,3	92730	412,133	424,252
	28	8,36		960,2	96020	426,756	
	42	8,46		986	98600	438,222	430,400
	42	8,20		1068	106800	474,667	
	42	8,58		851,2	85120	378,311	
	56	8,21		1168	116800	519,111	
	56	8,29		1109	110900	492,889	504,000
	56	8,48		1125	112500	500,000	

Sumber: Hasil Perhitungan

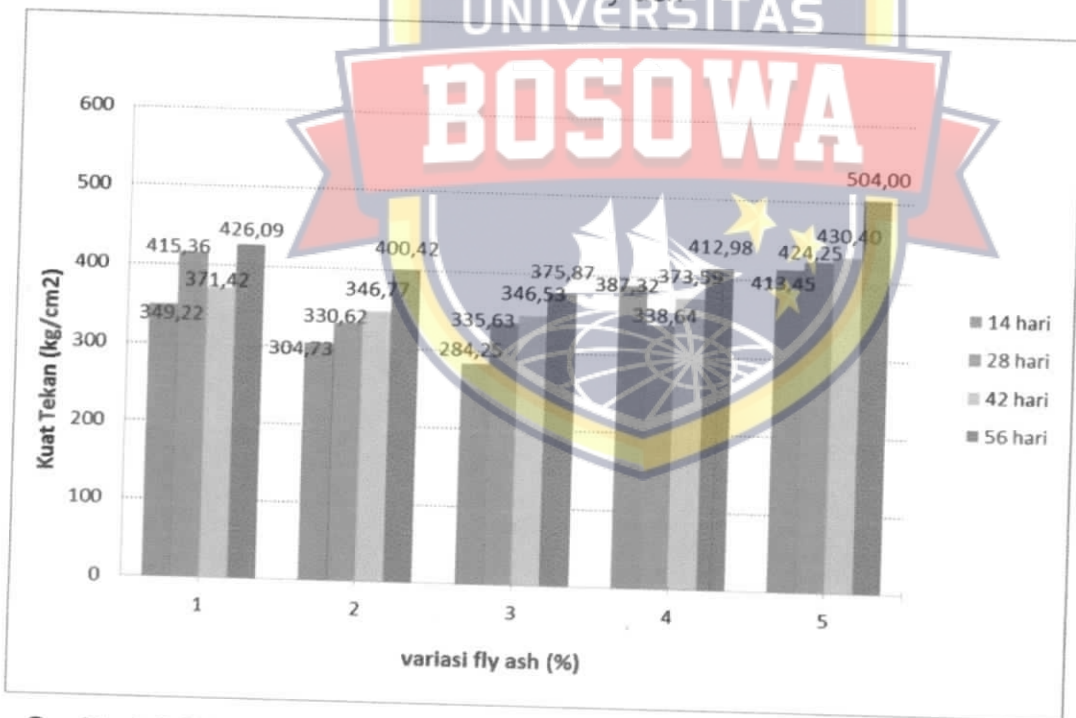
Hasil kuat tekan beton rata-rata pada setiap umur sebagai berikut :

1. **Umur 14 hari** adalah 0% = 349,215, 5% = 304,726 10% = 284,252, 15% = 387,319, 20% = 413,452 Kg/cm<sup>2</sup>
2. **Umur 28 hari** adalah 0% = 415,363, 5% = 330,622, 10% = 335,630, 15% = 338,637, 20% = 424,252 Kg/cm<sup>2</sup>
3. **Umur 42 hari** adalah 0% = 371,422, 5% = 346,770, 10% = 346,533, 15% = 373,585, 20% = 430,400 Kg/cm<sup>2</sup>
4. **Umur 56 hari** adalah 0% = 426,089, 5% = 400,415, 10% = 375,867, 15% = 412,978, 20% = 504,000 Kg/cm<sup>2</sup>

Dimana kuat tekan beton pada variasi 5% dan 10 % mengalami penurunan, tetapi pada variasi 15 dan 20% mengalami peningkatan, yang signifikan. Dapat di lihat pada grafik 4.5 sebagai berikut :

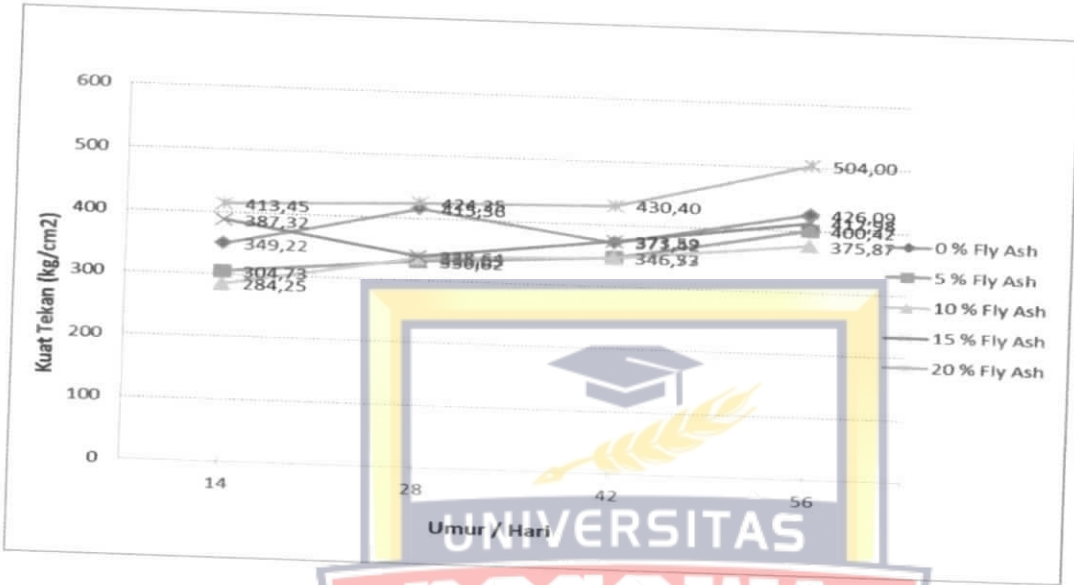


Grafik 4.5 (a) Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton dan variasi fly ash

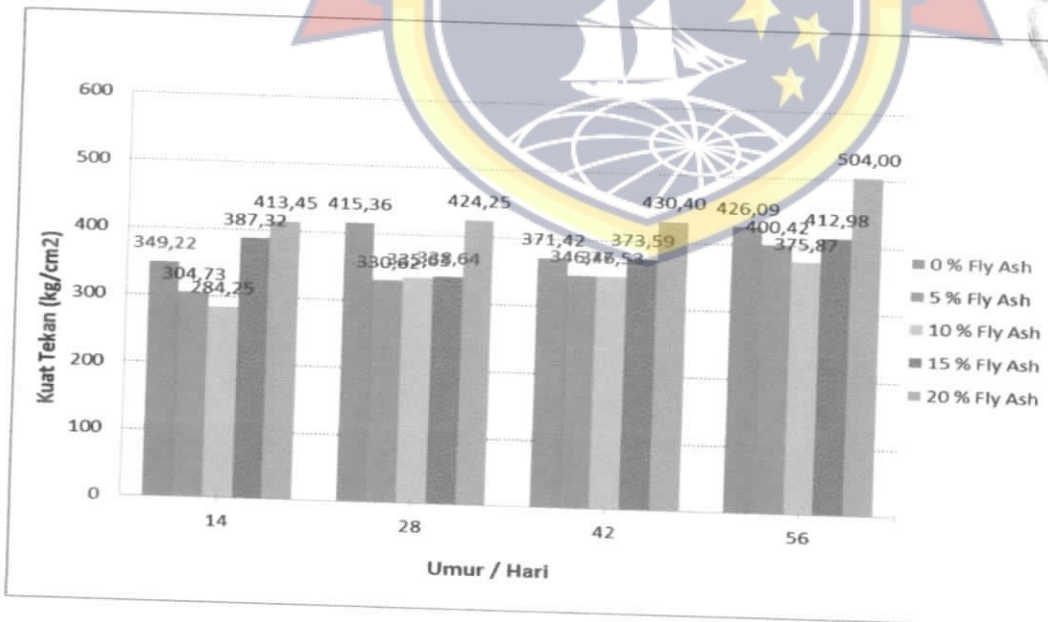


Grafik 4.5 (b) Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton dan variasi fly ash

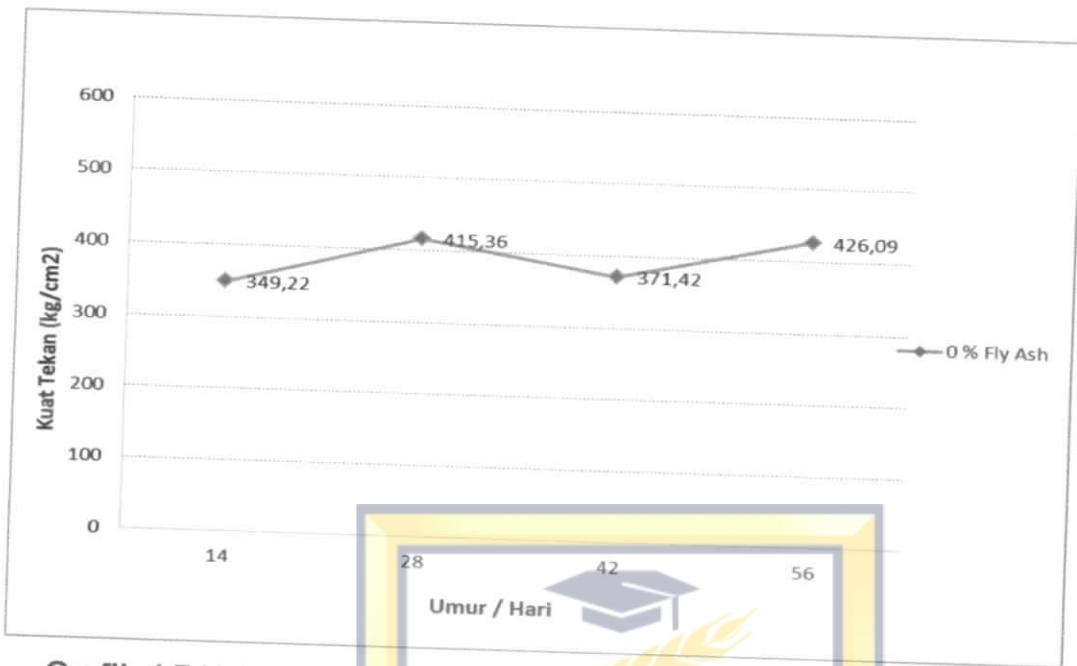
Pengaruh umur beton terhadap kuat tekan untuk masing-masing kadar abu terbang (*fly ash*) yang dicampurkan dapat digambarkan sebagai berikut :



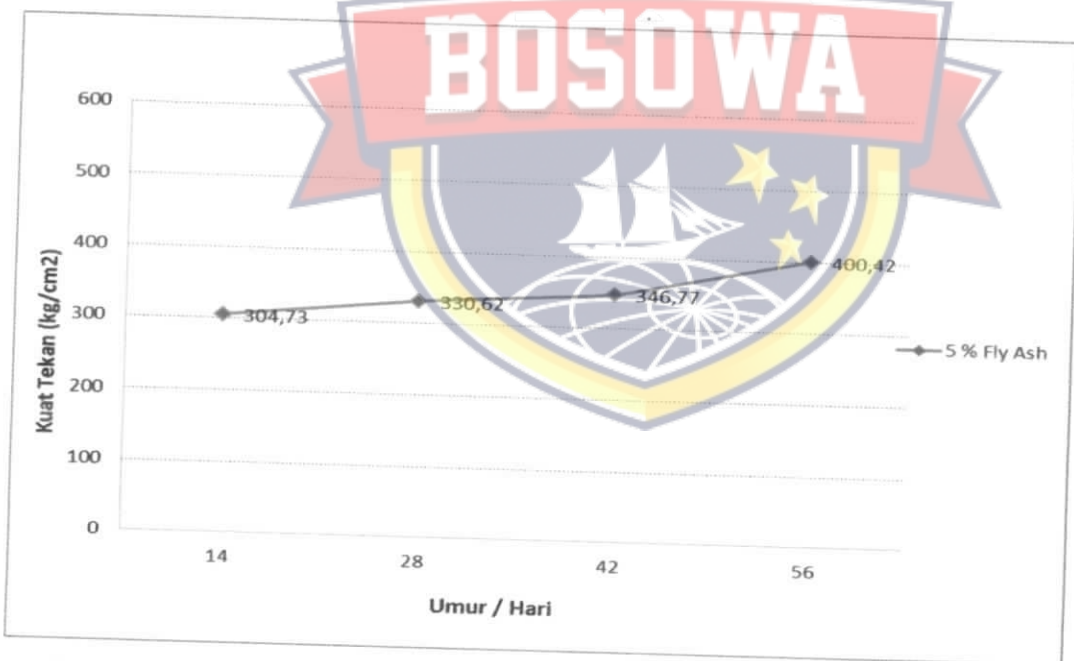
Grafik 4.6 (a) Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan penggabungan variasi *fly ash*



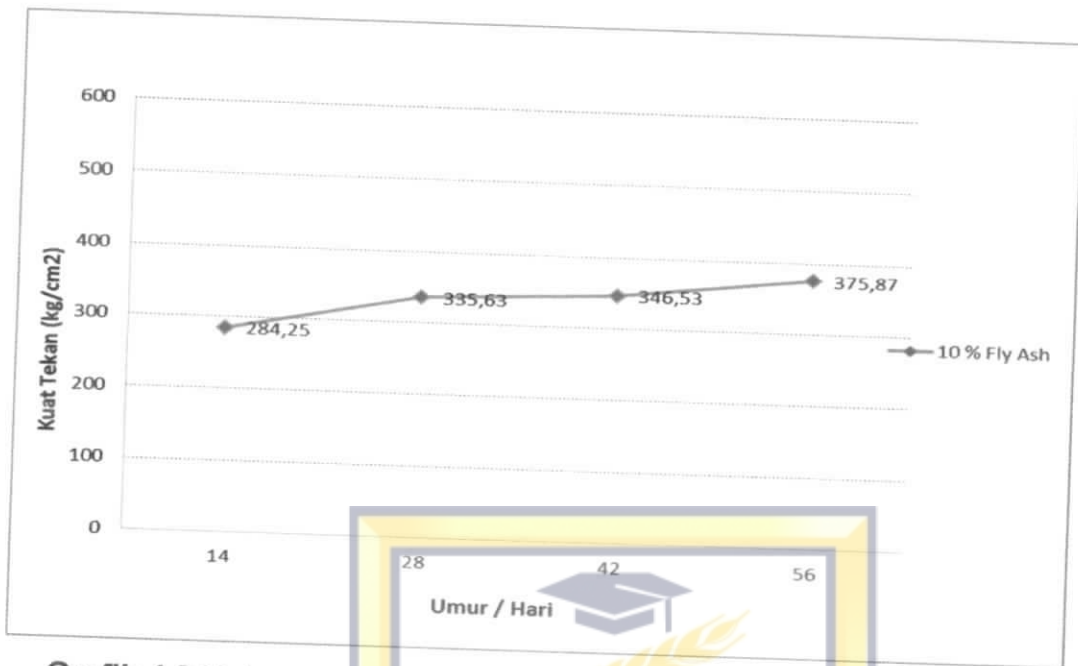
Grafik 4.6 (b) Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan penggabungan variasi *fly ash*



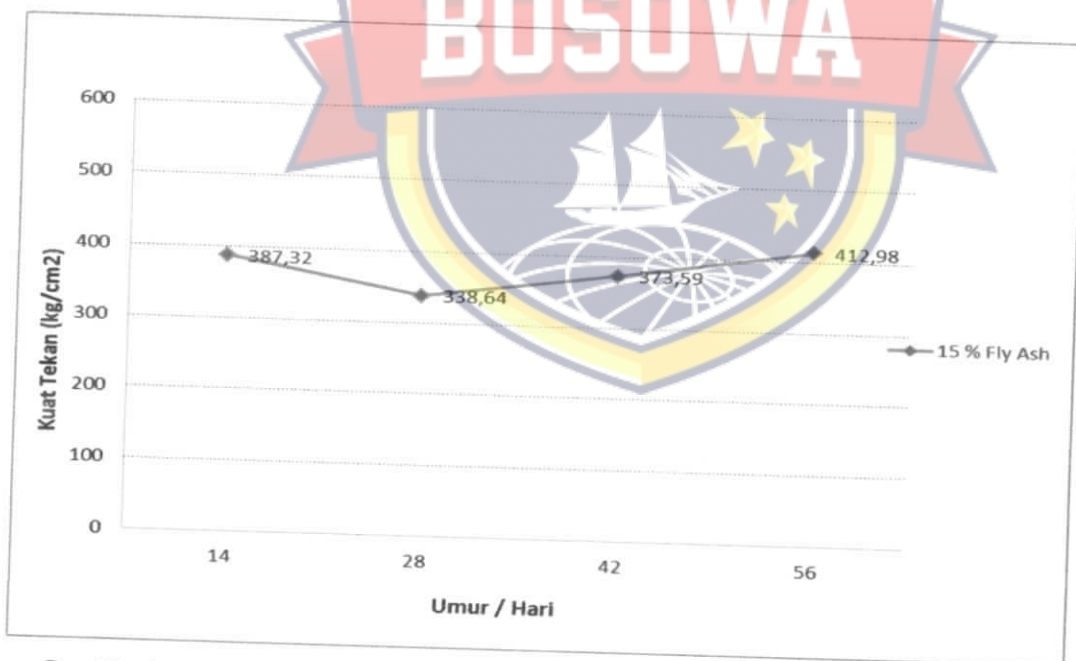
**Grafik 4.7** Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 0 % Fly Ash



**Grafik 4.8** Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 5 % Fly Ash

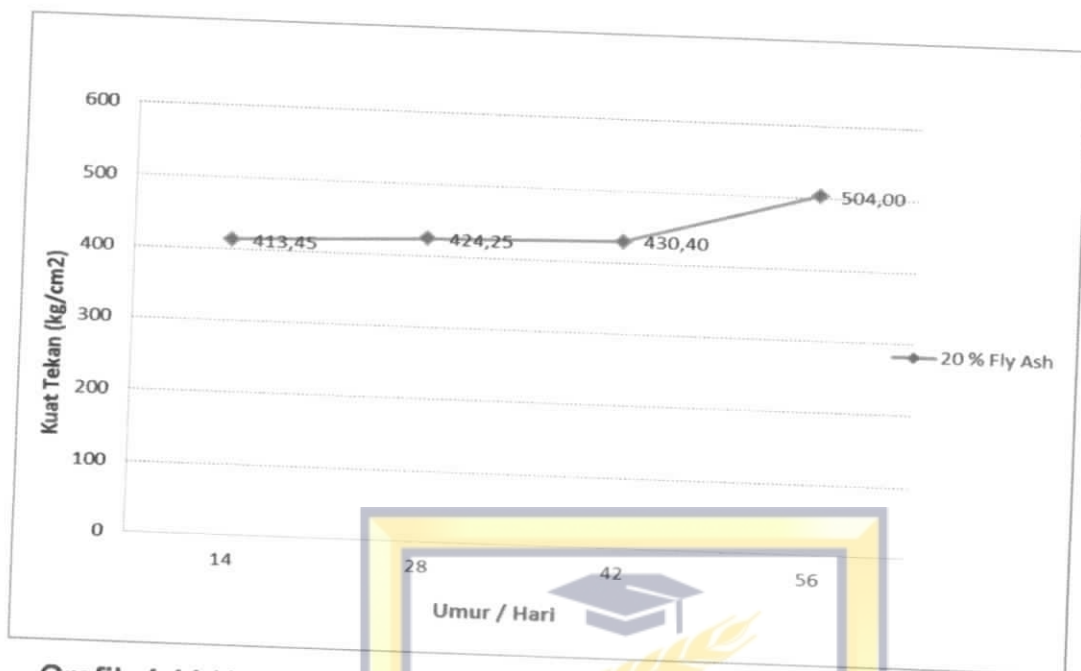


**Grafik 4.9** Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 10 % Fly Ash



**Grafik 4.10** Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 15 % Fly Ash





**Grafik 4.11** Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan umur beton variasi 20 % Fly Ash

#### 4.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Pasir yang digunakan merupakan pasir dari sungai Bilibili, yaitu merupakan jenis pasir yang agak kasar yang dapat dilihat pada hasil pengujian Analisa saringan. Pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan dengan 2 sampel dengan mengambil hasil rata – rata dari 2 sampel tersebut, hasil pemeriksaan pengujian karakteristik menunjukkan bahwa pada umumnya telah memenuhi syarat, akan tetapi dari hasil pengujian ada beberapa yg tidak memenuhi syarat, yaitu penyerapan relatif tinggi, hal ini dapat mempengaruhi pencapaian kuat tekan yang ditargetkan.

Kerikil yang digunakan dalam pembuatan beton merupakan batu pecah, dimana ukurannya tidak terlalu kecil. Dengan butiran maksimum

agregat kasar sebesar 20 mm. Pemeriksaan berat jenis kerikil didapat nilai sebesar 2,65. Terdapat pada lampiran 1.

Dalam pemeriksaan analisa saringan untuk batu pecah menggunakan saringan nomor 1 ½, ¾, 3/8, 4, 8, dan pan. Dimana dalam penelitian ini yang lolos saringan 1 ½, ¾, 3/8, 4, 8, dan pan Terdapat pada lampiran 1.

Bahan tambah yang digunakan dalam pembuatan beton merupakan Abu Terbang (*fly ash*) yang dimana merupakan hasil dari pembakaran Power Plant dimana ukurannya sangat halus. Dengan butiran maksimum *fly ash* sebesar 4,75 mm, dan butiran minimum sebesar 0,075. Pemeriksaan berat volume *Fly Ash* didapat nilai sebesar 1,44 kg/ltr

Dalam pemeriksaan analisa saringan untuk *Fly Ash* pada tabel 4.6 menggunakan saringan nomor 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 dan pan. Dimana dalam penelitian ini yang lolos saringan 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, dan pan, dimana saringan no.200 dan PAN mendominasi.

Dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pengaruh dari penggunaan Abu Terbang (*Fly Ash*) terhadap kuat tekan beton, mengalami peningkatan mutu kuat tekan beton. Berdasarkan tabel 4.10 dapat dilihat peningkatan menggunakan bahan tambah *Fly Ash* dengan variasi (15%, 20%) sebagai berikut :

1. Variasi *Fly Ash* 15% di umur 42 dan 56 hari meningkat dengan nilai 42 hari = 373,58 kg/cm<sup>2</sup>, 56 hari = 412,978 kg/cm<sup>2</sup> (dapat dilihat di grafik 4.10)

2. Variasi *Fly Ash* 20% di umur 14,28,42,56 hari meningkat seiring bertambahnya umur dengan nilai 14 hari = 413,97 Kg/cm<sup>2</sup>, 28 hari = 424,252 kg/cm<sup>2</sup>, 42 hari = 430,40 kg/cm<sup>2</sup>, 56 hari = 504,00 kg/cm<sup>2</sup> (dapat dilihat di grafik 4.11)

Dari tabel 4.10 dan grafik 4.7, 4.8, 4.9 dapat dilihat pengaruh kadar *Fly Ash* terhadap kuat tekan beton mengalami penurunan kuat tekan beton dengan variasi (0%) beton normal dan (variasi 5%,10%) sebagai berikut :

1. Variasi 0% beton normal mengalami penurunan di umur 42 hari dengan nilai 42 hari = 371,42 kg/cm<sup>2</sup> akan tetapi penurunannya tidak melampaui dari hasil mix design K.350 (dapat dilihat di grafik 4.7).
2. Variasi 5% mengalami penurunan kuat tekan beton di umur 14 hari dengan nilai 304,726 kg/cm<sup>2</sup> jauh dari hasil mix design K.350, akan tetapi seiring bertambahnya umur beton kenaikan mutu kuat tekan beton terjadi di umur 28,42,dan 56 hari dengan nilai maximal yaitu 400,42 kg/cm<sup>2</sup> (dapat dilihat digrafik 4.8).
3. Variasi 10% mengalami penurunan kuat tekan beton sangat signifikan di umur 14 hari dengan nilai 284 kg/cm<sup>2</sup> dari rencana mix design K.350. akan tetapi seiring bertambahnya umur kuat tekan meningkat di umur 56 hari dgn nilai 400,42 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dari Grafik 4.6 pada umumnya memperlihatkan fenomena peningkatan kuat tekan yang semakin besar seiring bertambah umur beton, akan tetapi peningkatan kuat tekan lebih signifikan terlihat pada presentase kadar *Fly Ash* 15% sampai dengan 20%, penurunan kuat

tekan terjadi pada kadar 0 % sampai dengan 10%, ini diakibatkan terjadi penurunan akibat penyerapan air rata-rata agregat halus relatif tinggi (dapat dilihat lampiran 1 berat jenis agregat halus).



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan *Fly Ash* memenuhi kriteria sebagai agregat halus karena sifatnya sebagai perekat pada pembuatan beton.
2. Penggunaan *Fly Ash* Kelas-F sebagai bahan tambah campuran beton kurang meningkat pada kadar *Fly Ash* kurang dari 10%, sebaliknya akan lebih meningkat kuat tekan beton pada kadar *Fly Ash* diatas 10%. Peningkatan kuat tekan beton akibat pengaruh penambahan umur beton, terlihat lebih besar terjadi pada beton dengan campuran kadar *Fly Ash* 15% dan 20%. Kuat tekan beton juga meningkat seiring bertambahnya umur beton.

## 5.2 Saran

Dari uraian di atas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut :

1. Perlu pengujian karakteristik pada agregat halus dan agregat kasar sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang optimal, untuk itu pemeriksaan karakteristik harus memenuhi semua spesifikasi, kekurangan pada penelitian ini karena faktor air yang konstan sehingga hasil yang dicapai belum maksimal untuk penelitian selanjutnya diperhatikan faktor airnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan kadar *Fly Ash* Kelas-F yaitu 25 % sampai dengan 50% terhadap berat semen, bertujuan melihat lebih jelas perbedaan hasil kuat tekan setiap variasi yang direncanakan.

**LAMPIRAN 1**

**Pengujian Karakteristik Agregat**





## TUGAS AKHIR

" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap

Abrasi Mortar Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

### REKAPITULASI HASIL UJI KARAKTERISTIK AGREGAT

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-22/9/2015
Tipe Material	: Pasir , Batu Pecah dan Abu Terbang (Fly Ash)
Mutu Beton	: K - 350

#### AGREGAT KASAR

NO	PENGUJIAN	HASIL	SPESIFIKASI	SATUAN	KETERANGAN
1	KADAR LUMPUR	0.06	0,2 - 1,0	%	Bersih
2	KADAR AIR	0.85	0,5 - 2,0	%	Memenuhi
3	BERAT VOLUME	1.60	1,6 - 1,9	Kg/Ltr	Memenuhi
4	RESAPAN	1.52	0,2 - 4,0	%	Memenuhi
5	BERAT JENIS KONDISI JPK	2.65	1,6 - 3,2	-	Memenuhi
6	MODULUS KEHALUSAN	7.39	5,5 - 8,5	-	Memenuhi
7	KEAUSAN	12.55	15 - 50	%	Memenuhi

#### AGREGAT HALUS

NO	PENGUJIAN	HASIL	SPESIFIKASI	SATUAN	KETERANGAN
1	KADAR LUMPUR	0.61	0,2 - 6,0	%	Memenuhi
2	KADAR ORGANIK	No. 2	< No. 3	%	Memenuhi
3	KADAR AIR	3.94	3,0 - 5,0	%	Memenuhi
4	BERAT VOLUME	1.51	1,4 - 1,9	Kg/Ltr	Memenuhi
5	PENYERAPAN	3.39	0,2 - 2,0	%	Relatif Tinggi
6	BERAT JENIS KONDISI JPK	2.58	1,6 - 3,2	-	Memenuhi
7	MODULUS KEHALUSAN	2.5	2,2 - 3,1	-	Memenuhi

#### ABU TERBANG (FLY ASH)

NO	PENGUJIAN	HASIL	SPESIFIKASI	SATUAN	KETERANGAN
1	KADAR AIR	0.01	3	%	Kering
2	BERAT VOLUME	1.44	-	Kg/Ltr	-
3	KADAR LUMPUR	-	-	%	-
4	KADAR ORGANIK	-	-	%	-
5	BERAT JENIS SSD/JPK	-	-	-	-
6	MODULUS KEHALUSAN	30.68	5 - 27 %	%	Sangat Halus

Mengetahui :

Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang



Paulus Ma, ST., MT.

NIP 1950080198803 1 002

Y SPM





## TUGAS AKHIR

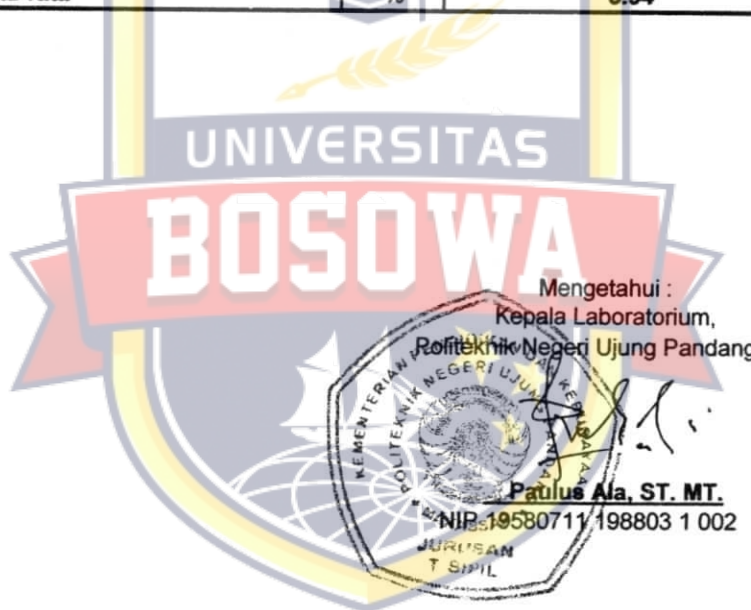
" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F terhadap  
Kuat Tekan Beton"

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

### PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21/23-9-2015
Tipe Material	: Pasir
Sumber Material	: Bilibili

No	Parameter	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat Talang (A)	gr	106.1	106.9
2	Berat Talang + Sampel (B)	gr	2108.9	2064.5
3	Berat Sampel Sebelum di Oven ( C = B - A )	gr	2002.8	1957.6
4	Berat Sampel Setelah di Oven (D)	gr	1925.3	1885.1
5	Berat Kadar Air Pasir ((C-D)/D)x100%	%	4.03	3.85
	<b>Kadar Air Rata-rata</b>	%		<b>3.94</b>



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

**Patulus Ala, ST. MT.**

NIP. 19580711/198803 1 002

JURISAN  
T SIVIL



### TUGAS AKHIR

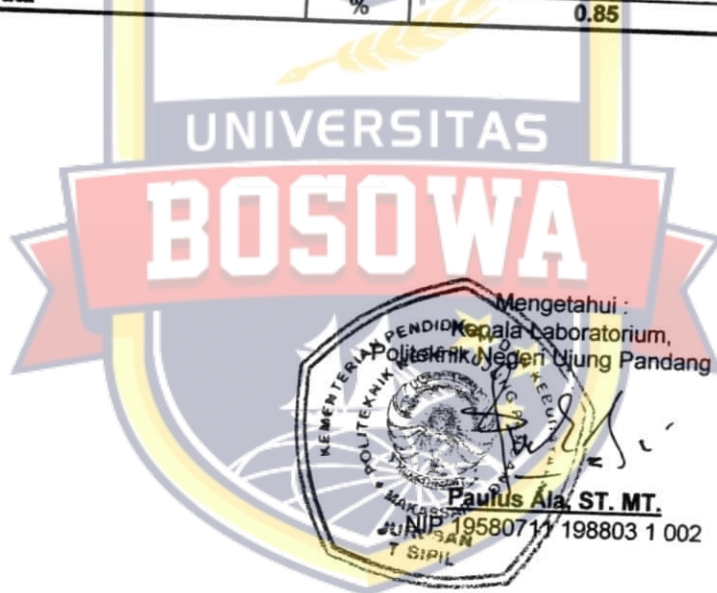
" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F terhadap  
Kuat Tekan Beton"

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

#### PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21/23-9-2015
Tipe Material	: Batu Pecah
Sumber Material	: Bilibili

No	Parameter	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat Talang (A)	gr	194.5	193.9
2	Berat Talang + Sampel (B)	gr	2207.8	2260.4
3	Berat Sampel Sebelum di Oven ( C = B - A )	gr	2013.3	2066.5
4	Berat Sampel Setelah di Oven (D)	gr	1997.1	2048.2
5	Berat Kadar Air Pasir ((C-D)/D)x100%	%	0.81	0.89
	<b>Kadar Air Rata-rata</b>	%	<b>0.85</b>	





**TUGAS AKHIR**  
" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F terhadap  
Kuat Tekan Beton"  
Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT ABU TERBANG (FLY ASH)**

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-22/9/2015
Tipe Material	: Abu Terbang (Fly Ash)
Sumber Material	: PLTU Jenepono Bosowa Energi

No	Parameter	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat Talang (A)	gr	57.6	57.5
2	Berat Talang + Sampel (B)	gr	398.1	448.1
3	Berat Sampel Sebelum di Oven ( C = B - A )	gr	340.5	390.6
4	Berat Sampel Setelah di Oven (D)	gr	340.5	390.5
5	Berat Kadar Air Pasir ((C-D)/D)x100%	%	0.00	0.03
	<b>Kadar Air Rata-rata</b>	%	<b>0.01</b>	





### TUGAS AKHIR

" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F terhadap  
Kuat Tekan Beton"

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

#### PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-23/9/2015
Tipe Material	: Pasir & Batu Pecah
Sumber Material	: Bilibili

#### PASIR

No	Parameter	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat kering Oven Sebelum dicuci (A)	gr	1925.3	1885.1
2	Berat Kering Oven Setelah Dicuci (B)	gr	1913.6	1873.5
3	Kadar Lumpur ( A - B/A X 100%)	%	0.61	0.62
<b>Kadar Air Rata-rata</b>			<b>0.61</b>	

#### PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

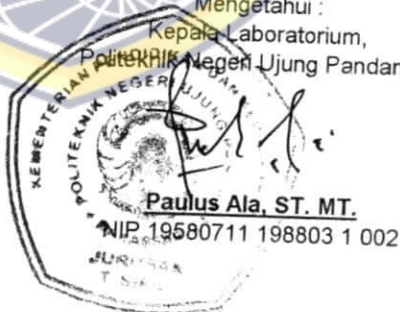
#### BATU PECAH

No	Parameter	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat kering Oven Sebelum dicuci (A)	gr	1997.1	2048.2
2	Berat Kering Oven Setelah Dicuci (B)	gr	1995.8	2046.9
3	Kadar Lumpur ( A - B/A x 100%)	%	0.07	0.06
<b>Kadar Air Rata-rata</b>			<b>0.06</b>	

Mengetahui :

Kepala Laboratorium,

Politeknik Negeri Ujung Pandang





## TUGAS AKHIR

" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap

Abrasi Mortar Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21/23-9-2015
Tipe Material	: Batu Pecah
Sumber Material	: Bilibili

No	Uraian	Satuan	Data Hasil Percobaan			
			Lepas		Padat	
			SPI	SP II	SPI	SP II
1	Berat Mould (A)	kg	4.86	4.86	4.86	4.86
2	Berat Mould (B)	ltr	7.0	7.0	7.0	7.0
3	Berat Mould + Berat Sampel (C)	kg	15.875	15.714	16.472	16.3
4	Berat Benda Uji (D = C - A)	kg	11.015	10.854	11.612	11.442
5	Berat Volume (D/B)	kg / ltr	1.574	1.551	1.659	1.635
6	Berat Volume Rata-rata	kg / ltr	1.562		1.647	
7	Berat Volume Rata-rata	Kg/ltr	1.604			



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Paulus Ala, ST. MT.  
NIP 195807111988031002



## TUGAS AKHIR

" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap

Kuat Tekan Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21/23-9-2015
Tipe Material	: Pasir
Sumber Material	: Bilibili

No	Uraian	Satuan	Data Hasil Percobaan			
			Lepas		Padat	
			SP I	SP II	SP I	SP II
1	Berat Mould (A)	kg	3.23	3.23	3.23	3.23
2	Berat Mould (B)	ltr	2.99	2.99	2.99	2.99
3	Berat Mould + Berat Sampel (C)	kg	7.544	7.498	7.948	7.931
4	Berat Benda Uji (D = C - A)	kg	4.314	4.268	4.718	4.701
5	Berat Volume (D/B)	kg / ltr	1.443	1.427	1.578	1.572
6	Berat Volume Rata-rata	kg / ltr	1.44		1.58	
7	Berat Volume Rata-rata	Kg/ltr	1.51			



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

**Paulus Ala, ST. MT.**

NIP. 19580711 198803 1 002

JURUSAN  
T SIPIL



## TUGAS AKHIR

" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap

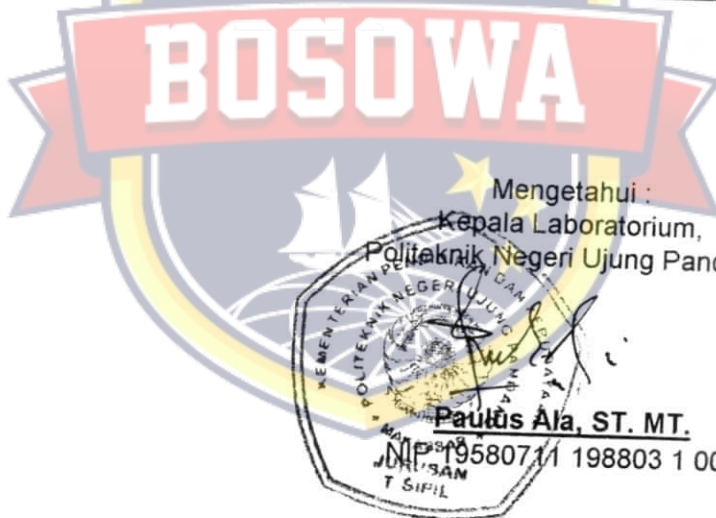
Kuat Tekan Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT FLY ASH

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-23/9/2015
Tipe Material	: Abu Terbang (Fly Ash)
Sumber Material	: PLTU Jenepono Bosowa Energi

No	Uraian	Satuan	Data Hasil Percobaan			
			Lepas		Padat	
			SP I	SP II	SP I	SP II
1	Berat Mould (A)	kg	3.23	3.23	3.23	3.23
2	Berat Mould (B)	ltr	2.99	2.99	2.99	2.99
3	Berat Mould + Berat Sampel (C)	kg	7.443	7.306	7.662	7.735
4	Berat Benda Uji (D = C - A)	kg	4.213	4.076	4.432	4.505
5	Berat Volume (D/B)	kg / ltr	1.409	1.363	1.482	1.507
6	Berat Volume Rata-rata	kg / ltr	1.39		1.49	
7	Berat Volume Rata-rata	Kg/ltr	1.44			



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Paulus Ala, ST. MT.

NIP. 19580711 198803 1 002

JURUSAN  
T SIFIL



### TUGAS AKHIR

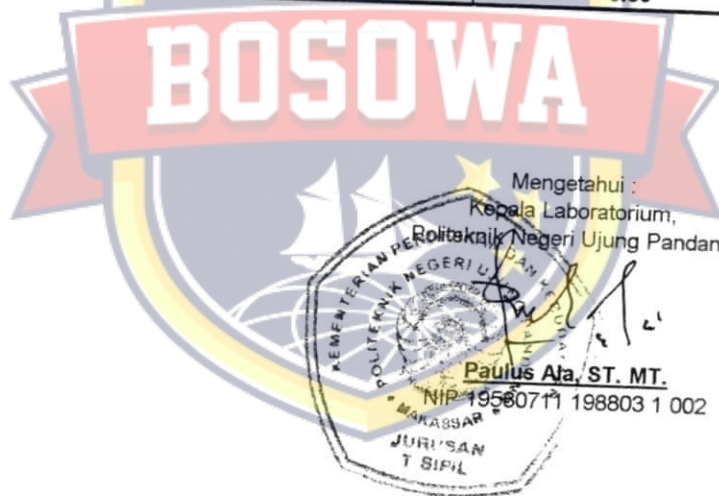
" Pengaruh Abu Terbang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

#### BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21/23-9-2015
Tipe Material	: Pasir
Sumber Material	: Bilibili

No	Uraian	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat Piknometer (A)			
2	Berat Contoh SSt diudara (B)	gr	185.9	172.4
3	Berat Piknometer + Air + Benda Uji (C)	gr	500	500
4	Berat Piknometer + Air (D)	gr	1008.5	1002
5	Berat Contoh Kering oven (E)	gr	701.5	696.2
6	Berat Jenis Semu ( $E/(E + D - C)$ )	gr	483.4	483.8
	<b>Berat Jenis Semu Rata-rata</b>		2.74	2.72
				<b>2.73</b>
7	Berat Jenis Curah ( $E/(B + D - C)$ )		2.59	2.57
	<b>Berat Jenis Curah Rata-rata</b>			<b>2.58</b>
8	Berat Jenis Permukaan Kering = JPK ( $B/(B + D - C)$ )		2.59	2.57
	<b>Berat Jenis Jenuh Permukaan Kering Rata-rata</b>			<b>2.58</b>
9	Penyerapan Air ( $(B - E)/E$ ) x 100%	%	3.43	3.35
10	Penyerapan air Rata-rata (%)	%		<b>3.39</b>



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Paulus Aja, ST. MT.

NIP. 19560711 198803 1 002

JURISAN  
T SIFIL





### TUGAS AKHIR

" Pengaruh Abu Terbang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

#### BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-23/9/2015
Tipe Material	: Batu Pecah
Sumber Material	: Bilibili

No	Uraian	Satuan	Data Hasil Percobaan	
			Sampel I	Sampel II
1	Berat sampel kondisi SSD (A)			
2	Berat sampel kondisi SSD dalam air (B)	gr	2429.3	2653
3	Berat sampel kering oven (C)	gr	1517.8	1646.8
4	Berat Jenis Curah ( C/A - B)	gr	2395.4	2610.4
	<b>Berat Jenis Curah Rata-rata</b>	gr	2.63	2.59
5	Berat jenis kondisi JPK ( A/A - B )			<b>2.61</b>
	<b>Berat jenis Kondisi JPK Rata-rata</b>		2.67	2.64
6	Berat jenis semu ( C/C - B )			<b>2.65</b>
	<b>Berat Jenis Semu Rata-rata</b>		2.73	2.71
7	Penyerapan ( A - C/C x 100% )	%		<b>2.72</b>
	<b>Penyerapan Rata-rata</b>	%	1.42	1.63
				<b>1.52</b>





## TUGAS AKHIR

" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap

Kuat Tekan Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

### PEMERIKSAAN KADAR ORGANIK PASIR

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-23/9/2015
Tipe Material	: Pasir
Sumber Material	: Bilibili

No.	Parameter	Data Hasil Percobaan	
		Sampel I	Sampel II
1	Kadar Larutan NaOH	3%	3%
2	Warna Benda Uji + Larutan Setelah Didiaamkan selama 24 jam	Teh Bening	Teh Bening
3	Dibandingkan dengan tabel / Standar warna masuk nomor	No. 2	No. 2
4	Kadar Organik Rata-rata	No. 2	





**TUGAS AKHIR**  
**" Pengaruh Abu Terang Kelas-F Terhadap**  
**Kuat Tekan Beton "**

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

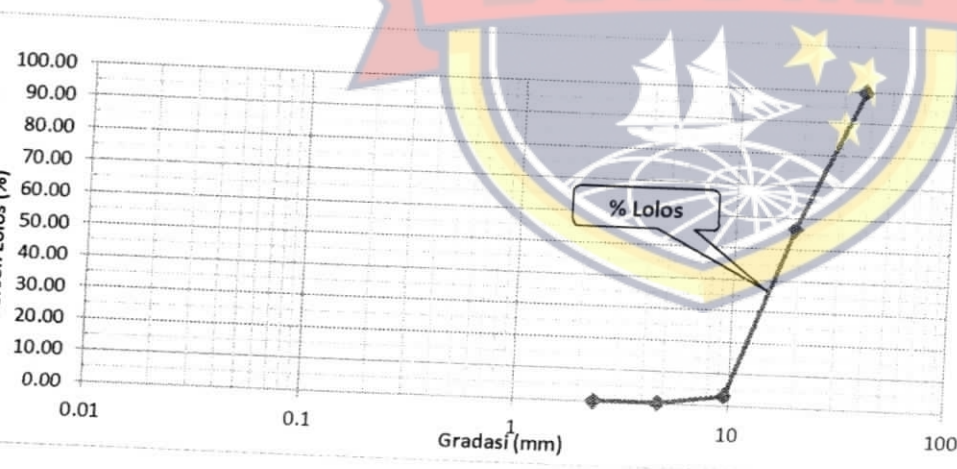
**PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT KASAR**

Pemeriksa	: TOFAN
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Hari/Tanggal	: 21/23-9-2015
Tipe Material	: Batu Pecah
Sumber Material	: Bilibili

No	No Saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Awal Agregat Kasar = 2500.3 gram			
			Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Lolos
1	1 1/2	37.5	0	0.00	0.00	100.00
2	3/4	19	1085.3	43.41	43.41	56.59
3	3/8	9.5	1335.3	53.41	96.81	3.19
4	No.4	4.75	73.3	2.93	99.74	0.26
5	No. 8	2.36	0.4	0.02	99.76	0.24
6	PAN	-	6.0	0.24	100.0	0.00

$$F \text{ Batu Pecah} = \frac{5 \times (99,76) + 96,81 + 43,41 + 0}{100}$$

$$= 7.39$$



Mengetahui :  
 Kepala Laboratorium,  
 Politeknik Negeri Ujung Pandang

*Paulus Ala, ST. MT.*  
 NIP 19580711 198803 1 002





**TUGAS AKHIR**  
" Pengaruh Abu Terang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "

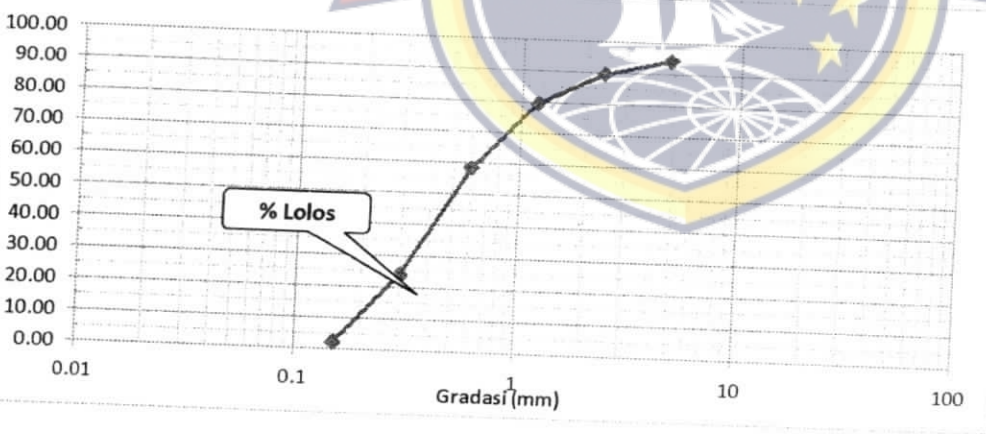
Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

**PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT HALUS**

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Hari/Tanggal	: 21-23/9/2015
Tipe Material	: Pasir
Sumber Material	: Bilibili

No	No Saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Awal Agregat Pasir = 2000.9 gram			
			Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Lolos
1	4	4.75	109.8	5.49	5.49	94.51
2	8	2.36	97.1	4.85	10.34	89.66
3	16	1.18	199.3	9.96	20.30	79.70
4	30	0.6	423.3	21.16	41.46	58.54
5	50	0.3	688.8	34.42	75.88	24.12
6	100	0.15	434.6	21.72	97.60	2.40
7	PAN	-	48.0	2.40	100.00	0.00
JUMLAH			2000.9			

F Pasir =  $97,60+75,88+41,46+20,30+10,34+5,488$



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang  
**Paulus Ala, ST. MT.**  
NIP 19580711 198803 1 002

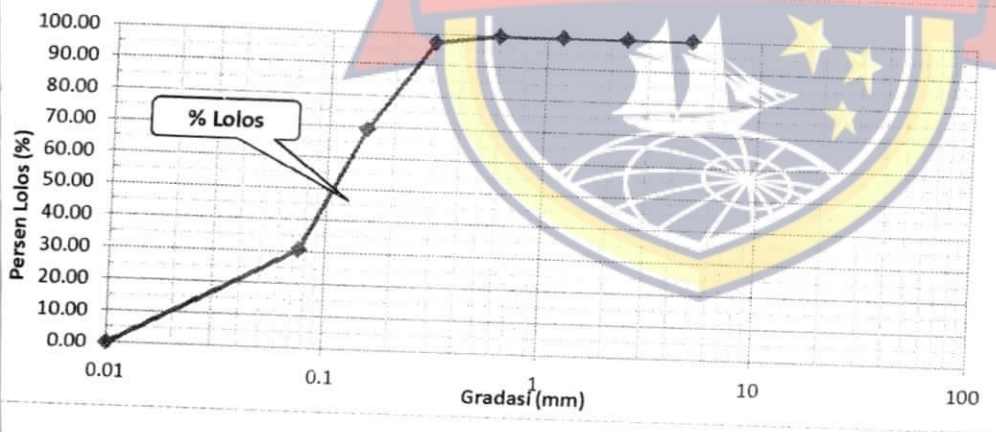


**TUGAS AKHIR**  
" Pengaruh Abu Terang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "  
Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

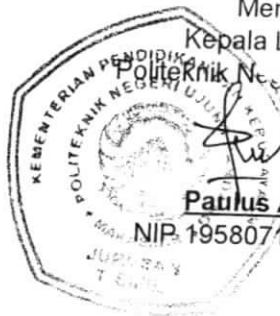
**PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT ABU TERBANG (FLY ASH)**

Proyek	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Hari/Tanggal	: 21-23/9/2015
Tipe Material	: Abu Terbang (Fly Ash)
Sumber Material	: Bilibili

No	No Saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Awal Fly Ash = 1703.1 gram			
			Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Lolos
1	4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
2	8	2.36	0	0.00	0.00	100.00
3	16	1.18	0	0.00	0.00	100.00
4	30	0.6	3.8	0.22	0.22	99.78
5	50	0.3	40.5	2.38	2.60	97.40
6	100	0.15	479.3	28.14	30.74	69.26
7	200	0.075	657	38.58	69.32	30.68
8	PAN	0.01	522.5	30.68	100.00	0.00



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang  
  
**Paulus Ala, ST. MT.**  
NIP. 19580711 198803 1 002





**TUGAS AKHIR**

**" Pengaruh Kadar Abu Terbang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "**

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

**PEMERIKSAAN KEAUSAN (ABRASI) AGREGAT KASAR**

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tanggal Pengujian	: 21-22/9/2015
Tipe Material	: Batu Pecah
Sumber Material	: Bilibili

No	Parameter	Satuan	Data Hasil Percobaan
1	Berat Kering Oven Tertahan Diatas Saringan 9,5 mm (A)	gr	5003
2	Berat Kering Oven Tertahan Diatas Saringan 1,7 mm (B)	gr	4375
	<b>Kadar Air Rata-rata</b>	%	<b>12.55</b>





**LAMPIRAN 2**  
**Penggabungan Agregat**



### TUGAS AKHIR

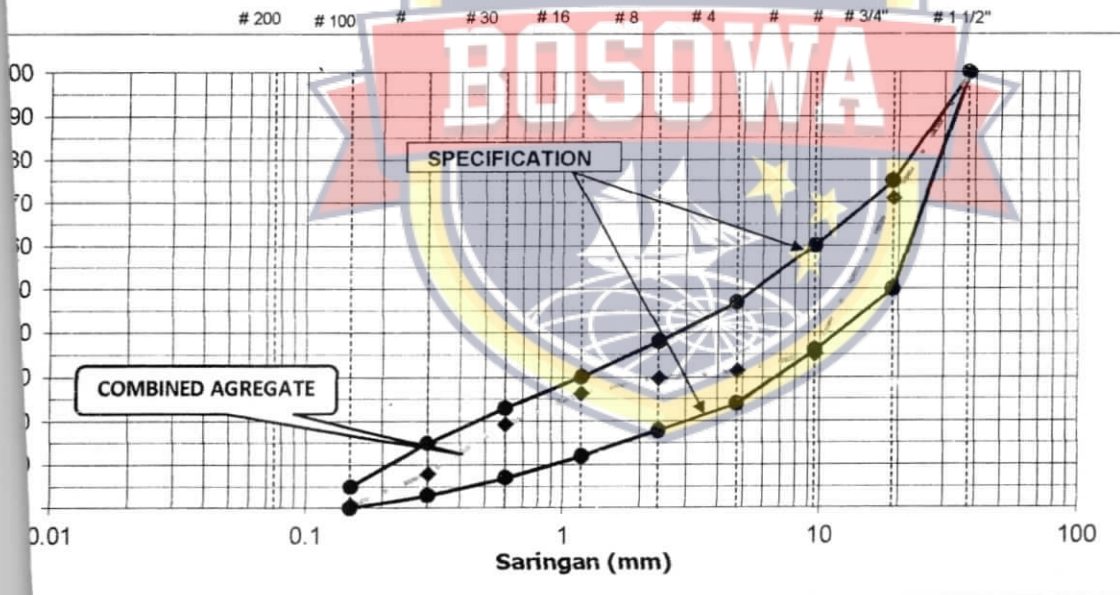
" Pengaruh Abu Terbang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

#### PERHITUNGAN PENGGABUNGAN AGREGAT (K-350)

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Tari/Tanggal	: 21-22/9/2015
Tipe Batu Beton	: K - 350

No	Ukuran Saringan	% Lolos Kumulatif		Presentase Gabungan		Total Σ Gabungan	Spesifikasi (Maks 38 mm)	
		Ag. Halus	Ag. Kasar	Ag. Halus (37%)	Ag. Kasar (63%)		Y1	Y2
1/2"	37.50	100	100.00	37	63	100	100	100
3/4'	19,00	100	56.59	37	36	72.65	50	75
7/8'	9.50	100	3.19	37	2	39.01	36	60
5.4	4.75	94.51	0.26	35	0	35.13	24	47
5.8	2.36	89.66	0.24	33	0	33.33	18	38
1.16	1.18	79.70	0	29	0	29.49	12	30
1.30	0.60	58.54	0	22	0	21.66	7	23
1.50	0.30	24.12	0	9	0	8.92	3	15
1.00	0.15	2.40	0	1	0	0.89	0	5



Mengetahui :  
Kepala Laboratorium,  
Politeknik Negeri Ujung Pandang  
**Paulus Ala, ST, MT.**  
NIP 195807111988031002









### TUGAS AKHIR

" Pengaruh Abu Terbang Kelas-F Terhadap  
Kuat Tekan Beton "

Labratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

#### RANCANGAN CAMPURAN BETON ( MIX DESIGN CONCRETE)

Pemeriksa	: T O F A N
Lokasi	: LABORATORIUM BAHAN PNUP
Hari/Tanggal	: 21-23/9/2015
Mutu Beton	: K - 350

#### Data - Data

1. Kuat tekan yang direncanakan = K-350
2. Jenis Agregat :
  - Agregat Halus = Pasir Sungai Bilibili
  - Agregat Kasar = Batu Pecah Quarry Bilibili
3. Ukuran maximum agregat = 30 mm
4. Berat Jenis Pasir JPK = 2.58
5. Berat Jenis Batu Pecah JPK = 2.65
6. Kadar air pasir = 3,94 %
7. Kadar air batu pecah = 0,85 %
8. Penyerapan pasir = 3,39 %
9. Penyerapan batu pecah = 1,52 %
10. Presentase gabungan
  - Pasir = 37 %
  - Batu pecah = 63 %

#### PERHITUNGAN

No	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI	SATUAN
1.	Kuat tekan yang direncanakan ( $f_c$ )	Ditetapkan	350	Kg/cm <sup>2</sup>
2.	Deviasi standar (Sr)	Tabel PBI 71	65	Kg/cm <sup>2</sup>
3.	Nilai tambah / Margin (M)	2,64 Sr - 40	131.6	Kg/cm <sup>2</sup>
4.	Kuat tekan rata-rata	1 + 3	482	Kg/cm <sup>2</sup>
5.	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe I (Tonasa)	-
6.	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	-
7.	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam	-
8.	Faktor air semen (W/C)	Tabel dan Grafik	0.48	-
9.	Faktor air semen maximum (W/C max.)	Tabel	0.55	-
10.	Slump	Direncanakan	65 - 100	mm
11.	Ukuran maximum agregat	Hasil gradasi	37.5	mm
12.	Kadar air bebas (W)	Tabel	200	Kg/m <sup>3</sup>
13.	Kadar semen (C)	12 / 8	417	Kg/m <sup>3</sup>
14.	Kadar semen maksimum	Tidak ditetapkan	-	-
15.	Kadar semen minimum	Tabel	325	Kg/m <sup>3</sup>
16.	Faktor air semen yang disesuaikan	-	-	-
17.	Susunan besar butir agregat halus	Analisa saringan	Zone 2	-
18.	Presentase bahan $\leq$ 4,75 mm	Perhitungan	37	%
19.	Berat jenis agregat gabungan JPK	Perhitungan	2.62	-
20.	Berat isi beton segar	Grafik	2350	Kg/m <sup>3</sup>
21.	Kadar Agregat gabungan	20 - 12 - 13	1733	Kg/m <sup>3</sup>
22.	Kadar agregat halus	18 x 21	641	Kg/m <sup>3</sup>
23.	Kadar agregat kasar	21 - 22	1092	Kg/m <sup>3</sup>

## KESIMPULAN

### A. Rancangan sebelum koreksi

1.	1 m3	Campuran beton kondisi JPK terdiri dari :		
-	Air		=	200 kg
-	Semen		=	417 kg
-	Agregat halus (pasir)		=	641.33 kg
-	Batu pecah ukuran maksimum 40 mm		=	1092 kg
	<b>Total</b>		=	<b>2350.00 kg</b>

### Sebelum Koreksi

Air (WA)	=	200 kg/m3
Semen (Ws)	=	417 kg/m3
Pasir	=	641.33 kg/m3
Batu pecah	=	1092.00 kg/m3
Jumlah	=	2350 kg/m3

### Sesudah Koreksi

(untuk semen tidak dikoreksi)

Air (WA)	=	203.79 kg/m3
Semen (WS)	=	417 kg/m3
Pasir	=	644.86 kg/m3
Batu pecah	=	1084.68 kg/m3
Jumlah	=	2350.00 kg/m3

### B. Koreksi

#### Kadar air

##### 1 Agregat Halus

$$= \% \text{ kadar air pasir} \times \text{kadar agregat halus}$$

$$= 3,94 \% \times 641,33 \text{ kg/m}^3$$

$$= 25,27 \text{ kg/m}^3$$

##### 2 Agregat Kasar

$$= \% \text{ kadar air kerikil} \times \text{kadar agregat kasar}$$

$$= 0,85 \% \times 1092 \text{ kg/m}^3$$

$$= 9,28 \text{ kg/m}^3$$

<b>Total Kadar air</b>	<b>=</b>	<b>34.55</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
------------------------	----------	--------------	-------------------------

#### Penyerapan air (absorpsi)

a. Agregat halus (pasir)	=	3,39 % x 641,33	=	21.74	kg/m <sup>3</sup>
b. Agregat kasar (batu pecah)	=	1,52 % x 1092	=	16.60	kg/m <sup>3</sup>
c. Total penyerapan (absorpsi)			=	38.34	kg/m <sup>3</sup>

#### Hasil perhitungan setelah koreksi

Semen	=	417	=	416.67	kg/m <sup>3</sup>
Air	=	200 - 35,60 + 38,34	=	203.79	kg/m <sup>3</sup>
Pasir	=	641,33 + 25,27 - 21,74	=	644.86	kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	=	1092 + 9,28 - 16,60	=	1084.68	kg/m <sup>3</sup>
Jumlah			=	2350	kg/m <sup>3</sup>

#### Jntuk 1 adukan benda uji :

Kubus	=	60 buah	=	
Voume	=	0,15 m x 0,15 m x 0,15 m x 60 x 1,2	=	0.243 m <sup>3</sup>

### ERENCANAAN MIX DESIGN

Bahan Beton	Berat/M3 Beton (kg)	Volume Benda Uji (kubus)	Berat untuk 60 sampel (kg)
Air	203.79	0.243	49.52
Semen	416.67	0.243	101.25
Pasir	644.86	0.243	156.70
Batu Pecah	1084.68	0.243	263.58




PERENCANAAN MIX DESIGN

Bahan Beton	Berat/M <sup>3</sup> Beton (kg)	Volume Benda Uji (kubus)	Berat untuk 60 sampel (kg)	Penambahan Fly Ash				
				0%	5%	10%	15%	20%
Fly Ash	-	-	-	0	1.01	2.03	3.04	4.05
Air	203.79	0.243	49.52	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Semen	416.67	0.243	101.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25
Pasir	644.86	0.243	156.70	31.34	31.34	31.34	31.34	31.34
Batu Pecah	1084.68	0.243	263.58	52.72	52.72	52.72	52.72	52.72

Nb : Kebutuhan untuk pebuata kubus 60 Sampel

Mengetahui :  
 Kepala Laboratorium,  
 Politeknik Negeri Ujung Pandang



NIP. 19580711198803 1 002  
 JURUSAN T SIPIL



**LAMPIRAN 4**  
**Hasil Kuat Tekan Beton**



**TUGAS AKHIR**  
**" Pengaruh Abu Terang Kelas-F Terhadap**  
**Kuat Tekan Beton "**  
 Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

**HASIL KUAT TEKAN BETON**  
 Dengan Menggunakan Variasi FLY ASH ( 0%. 5%, 10%, 15%, 20% )

Kadar (Fly ash)	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (Cm2)	Nilai Slump	Beban (P)		Fc (Kg/cm2)	Fcr (Kg/cm2)
					(KN)	(Kg)		
0%	14	8.79	225	63	743.3	74330	330.356	349.215
	14	8.34			854	85400	379.556	
	14	8.26			759.9	75990	337.733	
	28	8.26			947.8	94780	421.244	415.363
	28	8.23			951.4	95140	422.844	
	28	8.43			904.5	90450	402.000	
	42	8.06			879.8	87980	391.022	371.422
	42	8.34			899.1	89910	399.600	
	42	8.22			728.2	72820	323.644	
	56	8.17			908.8	90880	403.911	426.089
	56	8.25			978	97800	434.667	
	56	8.51			989.3	98930	439.689	
5%	14	7.93	225	65	649.3	64930	288.578	304.726
	14	8.08			734.4	73440	326.400	
	14	8.18			673.2	67320	299.200	
	28	7.94			735.9	73590	327.067	330.622
	28	8.16			723	72300	321.333	
	28	8.17			772.8	77280	343.467	
	42	8.32			775.7	77570	344.756	346.770
	42	8.32			776	77600	344.889	
	42	7.94			789	78900	350.667	
	56	7.88			907.8	90780	403.467	400.415
	56	8.24			923.1	92310	410.267	
	56	8.09			871.9	87190	387.511	
10%	14	7.65	225	80	611.4	61140	271.733	284.252
	14	8.21			647	64700	287.556	
	14	7.88			660.3	66030	293.467	
	28	7.91			785.5	78550	349.111	335.630
	28	7.88			754.6	75460	335.378	
	28	8.35			725.4	72540	322.400	
	42	8.06			770.1	77010	342.267	346.533
	42	7.98			768.4	76840	341.511	
	42	8.10			800.6	80060	355.822	
	56	8.20			826.3	82630	367.244	375.867
	56	7.88			872.2	87220	387.644	
	56	8.06			838.6	83860	372.711	

Mengetahui :  
 Kepala Laboratorium,  
 Politeknik Negeri Ujung Pandang  
  
**Paulus Ala ST. MT.**  
 NIP. 19580711 198803 1 002  
 JURUSAN  
 T SIPIL



**TUGAS AKHIR**

**" Pengaruh Abu Terang Kelas-F Terhadap Kuat Tekan Beton "**

Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang

15%	14	8.21	225	68	834.4	83440	370.844	387.319
	14	8.14			898	89800	399.111	
	14	7.98			882	88200	392.000	
	28	8.12			723.1	72310	321.378	
	28	8.28			780.5	78050	346.889	
	28	8.45			782.2	78220	347.644	
	42	8.52			888.5	88850	394.889	
	42	8.14			795.6	79560	353.600	
	42	8.10			837.6	83760	372.267	
	56	8.13			949.7	94970	422.089	
56	8.10	969.7	96970	430.978	412.978			
56	8.16	868.2	86820	385.867				
20%	14	8.21	225	80	903.3	90330	401.467	413.452
	14	8.24			912	91200	405.333	
	14	8.17			975.5	97550	433.556	
	28	8.19			976.2	97620	433.867	
	28	8.22			927.3	92730	412.133	
	28	8.36			960.2	96020	426.756	
	42	8.46			986	98600	438.222	
	42	8.20			1068	106800	474.667	
	42	8.58			851.2	85120	378.311	
	56	8.21			1168	116800	519.111	
	56	8.29			1109	110900	492.889	
	56	8.48			1125	112500	500.000	



Umur 14 Hari

No	Variasi (Fly Ash)	Tanggal		Slump (mm)	Luas Penampang (A)	Beban (P)		Umur (Hari)	Benda Uji	Fc = P/A (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fcr (Kg/cm <sup>2</sup> )
		Cor	Test			KN	Kg				
1	0%	10/6/2015	10/20/2015	63	225	743.3	74330	14	1	330.356	
2	0%	10/6/2015	10/20/2015	63	225	854	85400	14	1	379.556	349.215
3	0%	10/6/2015	10/20/2015	63	225	759.9	75990	14	1	337.733	
4	5%	10/6/2015	10/20/2015	65	225	649.3	64930	14	1	288.578	
5	5%	10/6/2015	10/20/2015	65	225	734.4	73440	14	1	326.400	304.726
6	5%	10/6/2015	10/20/2015	65	225	673.2	67320	14	1	299.200	
7	10%	10/9/2015	10/23/2015	80	225	611.4	61140	14	1	271.733	
8	10%	10/9/2015	10/23/2015	80	225	647	64700	14	1	287.556	284.252
9	10%	10/9/2015	10/23/2015	80	225	660.3	66030	14	1	293.467	
10	15%	10/10/2015	10/24/2015	68	225	834.4	83440	14	1	370.844	
11	15%	10/10/2015	10/24/2015	68	225	898	89800	14	1	399.111	387.319
12	15%	10/10/2015	10/24/2015	68	225	882	88200	14	1	392.000	
13	20%	10/10/2015	10/24/2015	80	225	903.3	90330	14	1	401.467	
14	20%	10/10/2015	10/24/2015	80	225	912	91200	14	1	405.333	413.452
15	20%	10/10/2015	10/24/2015	80	225	975.5	97550	14	1	433.556	



Mengetahui :

Repa, Laboratorium,  
Negeri Ujung Pandang



No	Variasi (Fly Ash)	Tanggal		Slump (mm)	Luas Penampang (A)		Beban (P)		Umur (Hari)	Benda Uji	Fc = P/A (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fcr (Kg/cm <sup>2</sup> )
		Cor	Test		KN	Kg						
1	0%	10/6/2015	11/4/2015	63	225	947.8	94780	28	1	421.244	415.363	
2	0%	10/6/2015	11/4/2015	63	225	951.4	95140	28	1	422.844	415.363	
3	0%	10/6/2015	11/4/2015	63	225	904.5	90450	28	1	402.000		
4	5%	10/6/2015	11/4/2015	65	225	735.9	73590	28	1	327.067	330.622	
5	5%	10/6/2015	11/4/2015	65	225	723	72300	28	1	321.333		
6	5%	10/6/2015	11/4/2015	65	225	772.8	77280	28	1	343.467		
7	10%	10/9/2015	11/6/2015	80	225	785.5	78550	28	1	349.111		
8	10%	10/9/2015	11/6/2015	80	225	754.6	75460	28	1	335.378	335.630	
9	10%	10/9/2015	11/6/2015	80	225	725.4	72540	28	1	322.400		
10	15%	10/10/2015	11/6/2015	68	225	723.1	72310	28	1	321.378		
11	15%	10/10/2015	11/6/2015	68	225	780.9	78090	28	1	347.067	338.696	
12	15%	10/10/2015	11/6/2015	68	225	782.2	78220	28	1	347.644		
13	20%	10/10/2015	11/6/2015	80	225	976.2	97620	28	1	433.867		
14	20%	10/10/2015	11/6/2015	80	225	927.3	92730	28	1	412.133	424.252	
15	20%	10/10/2015	11/6/2015	80	225	960.2	96020	28	1	426.756		

Mengetahui :  
 Kepala Laboratorium,  
 Politeknik Negeri Ujung Pandang



Pausan, 11/11/2015  
 NIP. 195807111988031002



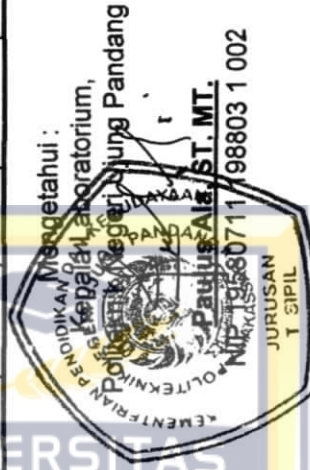
STRENGTH OF CONCRETE  
Umur 42 Hari

No	Variasi (Fly Ash)	Tanggal		Slump (mm)	Luas Penampang (A)	Beban (P)		Umur (Hari)	Benda Uji	Fc = P/A (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fcr (Kg/cm <sup>2</sup> )
		Cor	Test			KN	Kg				
1	0%	10/6/2015	11/18/2015	63	225	879.8	87980	28	1	391.022	
2	0%	10/6/2015	11/18/2015	63	225	899.1	89910	28	1	399.600	371.422
3	0%	10/6/2015	11/18/2015	63	225	728.2	72820	28	1	323.644	
4	5%	10/6/2015	11/18/2015	65	225	775.7	77570	28	1	344.756	
5	5%	10/6/2015	11/18/2015	65	225	776	77600	28	1	344.889	346.770
6	5%	10/6/2015	11/18/2015	65	225	789	78900	28	1	350.667	
7	10%	10/9/2015	11/20/2015	80	225	770.1	77010	28	1	342.267	
8	10%	10/9/2015	11/20/2015	80	225	768.4	76840	28	1	341.511	346.533
9	10%	10/9/2015	11/20/2015	80	225	800.6	80060	28	1	355.822	
10	15%	10/10/2015	11/20/2015	68	225	888.5	88850	28	1	394.889	
11	15%	10/10/2015	11/20/2015	68	225	795.6	79560	28	1	353.600	373.585
12	15%	10/10/2015	11/20/2015	68	225	837.6	83760	28	1	372.267	
13	20%	10/10/2015	11/20/2015	80	225	986	98600	28	1	438.222	
14	20%	10/10/2015	11/20/2015	80	225	1068	106800	28	1	474.667	430.400
15	20%	10/10/2015	11/20/2015	80	225	851.2	85120	28	1	378.311	



Mengetahui :  
 Kepala Laboratorium,  
 Ujung Pandang

No	Variasi (Fly Ash)	Tanggal		Slump (mm)	Luas Penampang (A)		Beban (P)		Umur (Hari)	Benda Uji	Fc = P/A (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fcr (Kg/cm <sup>2</sup> )
		Cor	Test		Penampang (A)	KN	Kg					
1	0%	10/6/2015	12/2/2015	63	225	908.8	90880	28	1	403.911	426.089	
2	0%	10/6/2015	12/2/2015	63	225	978	97800	28	1	434.667	426.089	
3	0%	10/6/2015	12/2/2015	63	225	989.3	98930	28	1	439.689	426.089	
4	5%	10/6/2015	12/2/2015	65	225	907.8	90780	28	1	403.467	400.415	
5	5%	10/6/2015	12/2/2015	65	225	923.1	92310	28	1	410.267	400.415	
6	5%	10/6/2015	12/2/2015	65	225	871.9	87190	28	1	387.511	400.415	
7	10%	10/9/2015	12/4/2015	80	225	826.3	82630	28	1	367.244	375.867	
8	10%	10/9/2015	12/4/2015	80	225	872.2	87220	28	1	387.644	375.867	
9	10%	10/9/2015	12/4/2015	80	225	838.6	83860	28	1	372.711	375.867	
10	15%	10/10/2015	12/4/2015	68	225	949.7	94970	28	1	422.089	412.978	
11	15%	10/10/2015	12/4/2015	68	225	969.7	96970	28	1	430.978	412.978	
12	15%	10/10/2015	12/4/2015	68	225	868.2	86820	28	1	385.867	412.978	
13	20%	10/10/2015	12/4/2015	80	225	1168	116800	28	1	519.111	504.000	
14	20%	10/10/2015	12/4/2015	80	225	1109	110900	28	1	492.889	504.000	
15	20%	10/10/2015	12/4/2015	80	225	1125	112500	28	1	500.000	504.000	



Spesifikasi Fly Ash

Muhammad Subhan (muh.subhan@semenbosowa.co.id)

taufan\_miu@yahoo.co.id;

nasruddin.made@bosowa.co.id;

: Jumat, 23 Oktober 2015 8:59

Taufan,

dengan ini terlampir spesifikasi Fly Ash

Uraian	Hasil Pengujian
Dioksida, SiO <sub>2</sub> %	44,56
Oksida, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	14,55
oksida, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	11,83
Oksida, CaO %	9,99
m Oksida, MgO %	3,34
oksida, SO <sub>3</sub> %	0,55
ar, LOI %	0,30
H <sub>2</sub> O %	0,11
um, R45 %	6,70
iviti 28 hari, %	97,22

i penyampaian ini, atas pehatiannya diucapkan terima kasih.



Product Development Spv. Semen Bosowa Maros

Phone: 0411-372372

Mobile: 0852 09555024

Email: muh0subhan@gmail.com

01.jpg (7,22KB)



**LAMPIRAN 5**  
**Dokumentasi**

## DOKUMENTASI

- Pengambilan Abu Terbang Fly Ash PLTU Bosowa Energi Jeneponto



*Pengambilan sampel fly ash*

- Contoh Abu Terbang dari PLTU Bosowa Energi



*Penimbangan Fly ash*

- Pengujian Kadar Organik



*Perendaman pasir pengujian kadar organik selama 24 jam*

- Pengujian Berat Jenis



*Pengujian SSD/JPK*

- Pengujian Berat Volume



*Penimbangan agregat kasar (batu pecah)*

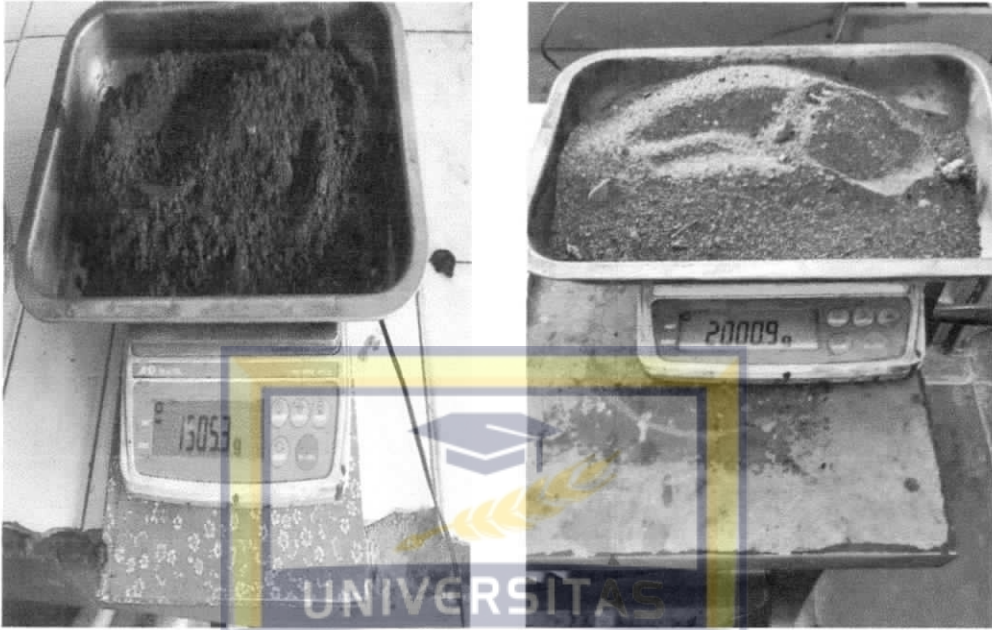
- Pengujian Kadar Air



*Penimbangan agregat halus (pasir)*

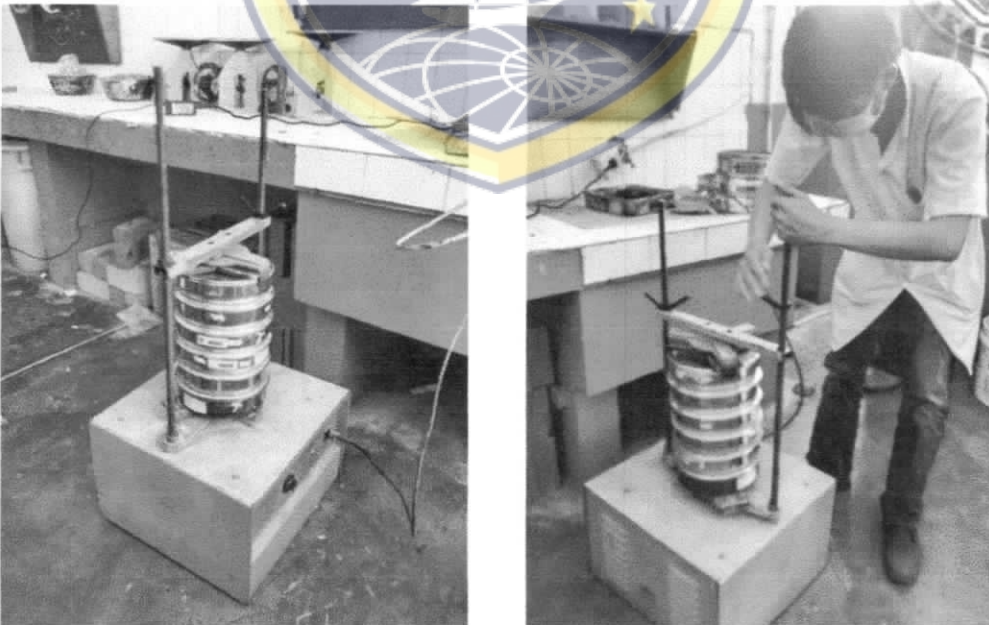


- Pengujian Kadar Lumpur



*Penimbangan kadar lumpur*

- Pengujian Analisa Saringan



*Pengujian analisa saringan agregat kasar, agregat halus dan fly ash*

- Pengujian Keausan



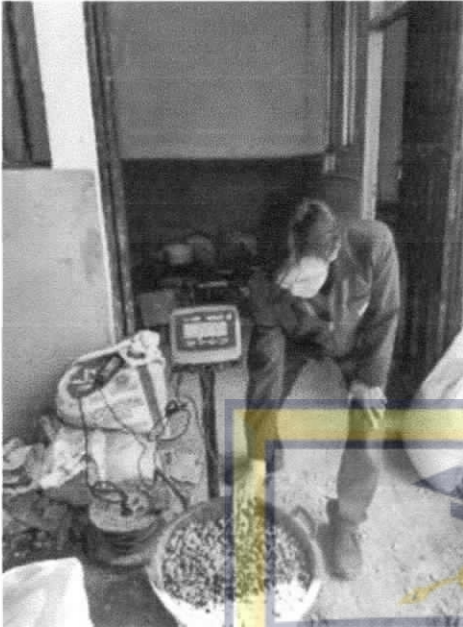
*Pengujian keausan menggunakan mesin los angeles*

- Oven



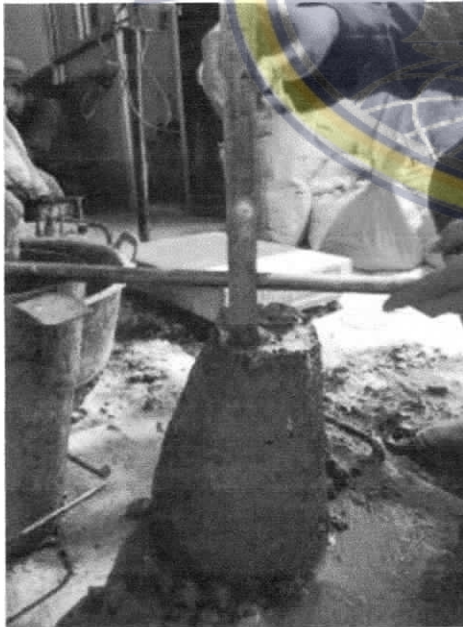
*Memasukkan benda uji kedalam oven dengan suhu 110° C selama 24 jam*

- Pembuatan Sampel



*Pembuatan campuran dengan mixer concrete*

- Slump Test



*Pengujian Slump Test*

- Penggetaran Sampel ( Meja Getar )



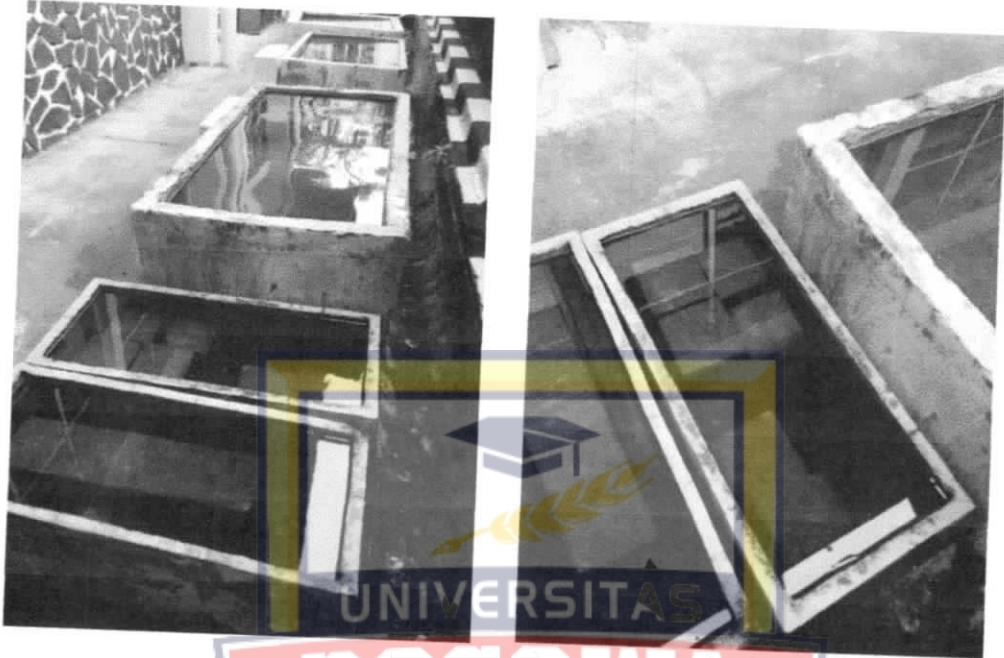
*Pemadatan dengan menggunakan meja getar*

- Sampel



*Pemberian label pada kubus beton*

- Perendaman Sampel



*Perendaman kubus beton di bak air yang jernih*

- Penimbangan Beton



*Penimbangan kubus Beton*

- Pengujian Kuat Tekan Beton



*Pengujian kubus beton dengan menggunakan mesin kuat tekan*

- Sampel Dalam Alat Pengujian



*Posisi pengujian kubus beton*

**HALAMAN PENGESAHAN**

JUDUL : **ANALISIS MODAL USAHA HUBUNGANNYA  
TERHADAP RENTABILITAS PERUSAHAAN  
PADA PT. KARYA MANUNGGAL MAKASSAR**

NAMA MAHASISWA : YUSRANDI

NO. STB/NIRM : 4595012008/9951110410031

JURUSAN : MANAJEMEN

FAKULTAS : EKONOMI

PERGURUAN TINGGI : UNIVERSITAS "45" MAKASSAR



PEMBIMBING I

**(HASANUDDIN REMMANG, SE, MSi)**

PEMBIMBING II

**(HERMINAWATI, SE. MM.)**

MENGETAHUI DAN MENGESAHKAN

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Ekonomi  
Universitas "45" Makassar

DEKAN FAKULTAS EKONOMI

  
**(SUKMAWATI MARDJUNI, SE, MSi)**

KETUA JURUSAN MANAJEMEN

  
**(CHAHYONO, SE)**