

BAB III

UJI MATERIAL

3.1. Uraian Umum

Eksperimen dalam analisa merupakan suatu langkah eksak dalam pembuktian suatu ketentuan maupun menentukan sesuatu yang baru. Dalam ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil, inovasi baru yang ditemukan atau diperkirakan lebih baik harus terbukti lebih sempurna dibandingkan generasi sebelumnya, melalui suatu metode eksperimen.

Pada penyusunan tugas akhir ini percobaan yang dilakukan juga berada dalam ruang lingkup eksperimen, dengan tema “*Studi Eksperimental Pengaruh (Respon) Substitusi Pasir dengan Bottom Ash Pada Beton Konvensional*”. Analisa ini merupakan studi tentang limbah batubara yaitu *bottom ash* yang difungsikan sebagai pengganti agregat (pasir) dalam beton. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Jesse Nowak (2004), dengan komposisi yang terkandung dalam *bottom ash* yaitu karakteristik fisik dan kimia, maka ada beberapa kemungkinan manfaat atau kegunaan dari *bottom ash* antara lain :

- Sebagai filler atau pengisi pada campuran aspal dan beton
- Sebagai lapisan base dan sub base pada perkerasan jalan
- Sebagai bahan filtrasi
- Sebagai agregat dalam semen dan beton ringan

(Sumber : JesseNowak@alliantenergy.com, 2004)

Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang *bottom ash* untuk memberikan informasi dan mencoba untuk mencari nilai guna dari *bottom ash* tersebut.

Ketelitian dalam pelaksanaan analisa, baik itu pengujian material, analisa material, perencanaan campuran beton, sampai pada metode pengolahan beton, mutlak diperlukan agar diperoleh hasil akhir yang memuaskan.

3.2. Pengujian Material

Sebagai langkah awal dalam analisa eksperimental ini, yang harus dilakukan sebelumnya adalah pengujian terhadap material yang digunakan dalam campuran beton, ditinjau terhadap standar spesifikasi material yang memenuhi. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI '71) merupakan salah satu standar acuan disamping literatur pendukung lainnya.

Pengujian terhadap material ini dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai mutu dan kualitas bahan yang digunakan. Selain itu pengujian ini juga dilakukan untuk memperoleh sejumlah parameter yang diperlukan dalam perencanaan campuran beton.

Pengujian material ini dilakukan pada semua bahan adukan beton. Tipe material tersebut adalah sebagai berikut :

- **Semen portland.**

Semen Portland yang digunakan adalah Semen Gresik curah tipe 1.

- **Agregat halus / pasir (*sand*).**

Pasir yang digunakan adalah Pasir Muntilan.

- **Agregat kasar / kerikil (*split*).**

Split yang digunakan adalah *Split 2/3*“ dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Diponegoro

- ***Bottom Ash***

Bottom ash yang digunakan berasal dari spesifikasi pabrik tekstil PT Primatexco, Batang

- **Air.**

Air yang digunakan adalah air dari pompa Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Pengujian material dilakukan berdasarkan acuan : Buku Petunjuk Praktikum Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil dan standar pengujian menurut ASTM dengan cara sebagai berikut :

3.2.1. Pengujian Semen Portland

3.2.1.1. Uji Berat Jenis

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan berat jenis dari semen portland.

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Cawan.
- Sendok.
- Corong kaca.
- Botol *Le Chatelier*.
- Lidi.
- Pivet.
- Termometer.
- Kerosin bebas air.
- Semen portland.
- Air.
- Es batu.

c. Hasil uji

Tabel 3.1 Analisa berat jenis semen

| Keterangan | Percobaan I | Percobaan II |
|---|-------------|--------------|
| Berat Semen (gram) | 64 | 15 |
| V ₁ (ml) | 1 | 18 |
| V ₂ (ml) | 21 | 22.7 |
| Berat Jenis (g/mL) | 3.20 | 3.16 |
| Berat Jenis rata-rata (kg/dm ³) | 3.18 | |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

3.2.1.2. Uji Konsistensi Normal

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan prosentase air yang dibutuhkan untuk mencapai konsistensi normal semen portland.

b. Alat dan bahan

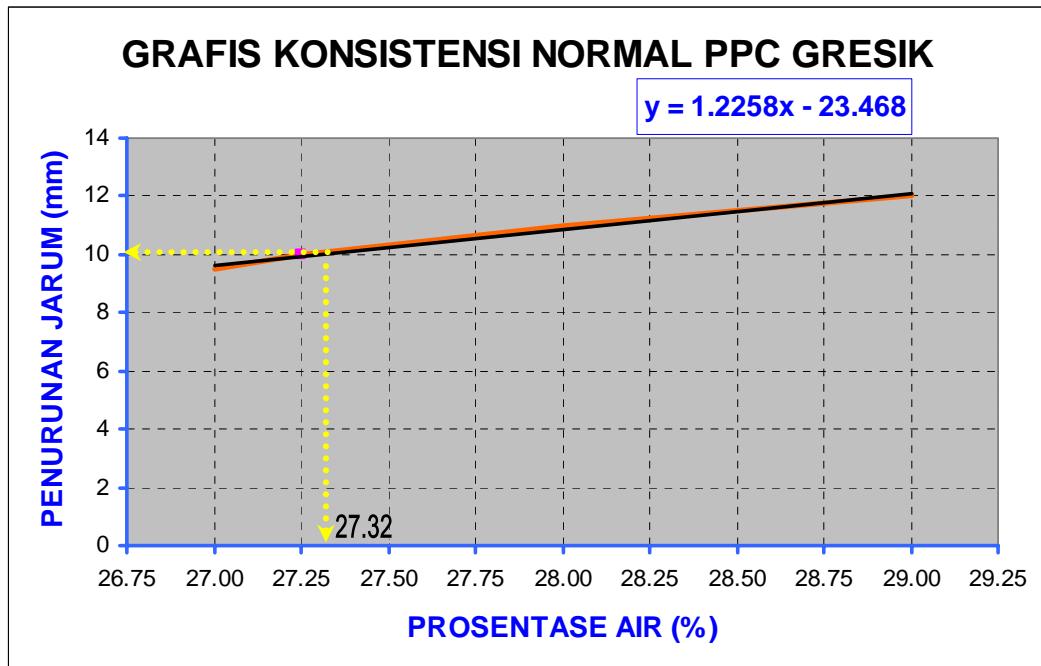
- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Cawan.
- Termometer.
- Mangkuk porselin dan penumbuk.
- Cincin ebonit.
- Gelas ukur 100 cc.
- Pivet.
- Alat vicat lengkap dengan peralatan jarumnya (10 mm).
- Pelat kaca ukuran 15 cm x 15 cm x 0,5 cm.
- Sendok pengaduk.
- Stopwatch.
- Semen Portland.
- Air.
- Minyak oli / pelumas.

c. Hasil uji

Tabel 3.2 Analisa konsistensi normal semen portland

| No | Berat Semen (gr) | Prosentase Air (%) | Penurunan Jarum (mm) | Suhu (°C) | Keterangan |
|----|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|------------|
| 1 | 300 | 29 | 12 | 29 | PPC Gresik |
| 2 | 300 | 28 | 11 | 29 | |
| 3 | 300 | 27 | 9.5 | 29 | |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)



Grafik 3.1 Analisa konsistensi normal semen portland

Persamaan analisa konsistensi normal $Y = 1.2258X - 23.468$

Dengan cara *trial error* dengan $Y = 10$ mm, didapat $X = 27.32$

Keterangan : Y = penurunan jarum (mm)

X = prosentase air (%)

3.2.2. Pengujian Agregat Halus (Pasir)

3.2.2.1. Uji Gradasi Butiran Pasir

a. Maksud dan tujuan

- Dapat membuat analisa pembagian butiran pasir.
- Dapat menentukan modulus kehalusan pasir.

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Beberapa cawan.
- Mesin penggetar saringan.
- Satu set saringan diameter #9.52 mm, #4.75 mm, #2.36 mm, #1.18 mm, #0.6 mm, #0.25 mm, #0.15 mm, #0.074 mm, dan #0.000 mm.

- Oven.
- Stopwatch.
- Pasir.

c. Hasil uji

Tabel 3.3 Analisa gradasi butiran pasir muntilan

| DIAMETER SARINGAN (mm) | SISA DIATAS SARINGAN | | | | JUMLAH SISA KOMULATIP (%) | JUMLAH YANG LOLOS (%) |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------|---------------------------|-----------------------|
| | Saringan Ke. I (Gram) | Saringan Ke. II (Gram) | Rata – Rata | | | |
| | | | (Gram) | (%) | (%) | |
| | | | | | | 100 |
| 9.52 | 23 | 27 | 25 | 3.3 | 3.3 | 95.7 |
| 4.76 | 37 | 30 | 33.5 | 4.5 | 7.8 | 92.2 |
| 2.36 | 69 | 65 | 67.5 | 9.04 | 16.84 | 83.16 |
| 1.18 | 149 | 136 | 142.5 | 19.02 | 35.86 | 64.14 |
| 0.6 | 150 | 148 | 149 | 19.89 | 55.75 | 44.25 |
| 0.25 | 138 | 145 | 141.5 | 18.89 | 74.64 | 25.36 |
| 0.15 | 101 | 113 | 107 | 14.28 | 88.92 | 11.08 |
| 0.074 | 42 | 44 | 43 | 5.74 | 94.66 | 5.34 |
| 0 | 40 | 40 | 40 | 5.34 | 100 | 0 |
| Jumlah | 749 | 749 | 749 | 100 | | |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

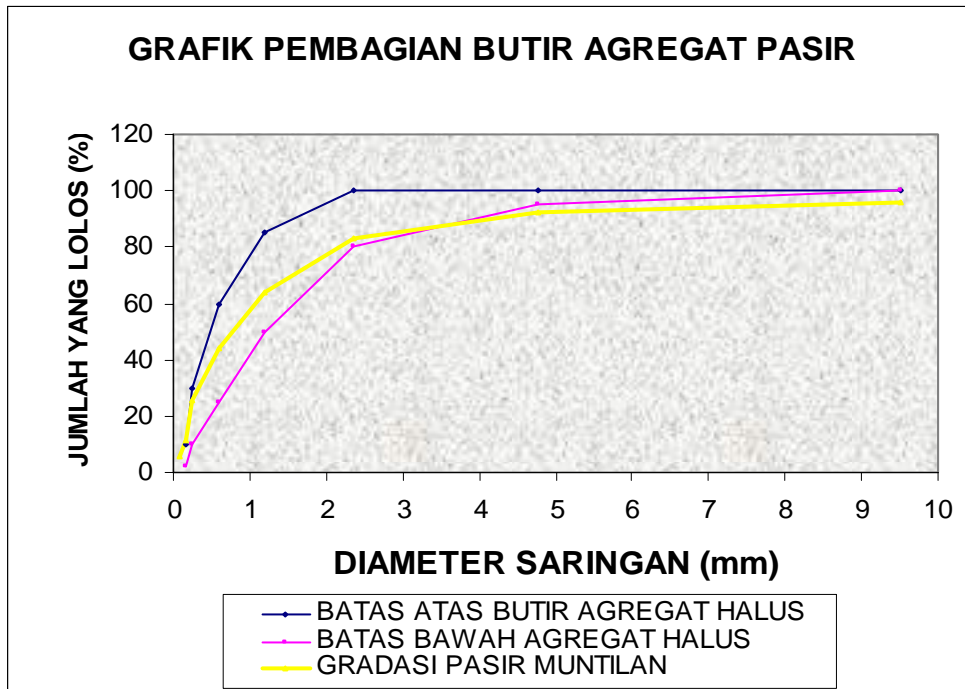
Modulus kehalusan butir (FM) =

$$\frac{3.3 + 7.8 + 16.84 + 35.86 + 55.75 + 76.64 + 88.92}{100} = 2.83$$

Tabel 3.4 Tabel persyaratan gradasi agregat halus (pasir) menurut PBI 1971

| SISA DIATAS SARINGAN Ø | SYARAT PBI. 1971 | HASIL PERCOBAAN | KESIMPULAN |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| 4 mm | Min. 2 % berat | 7.8 | Memenuhi syarat |
| 1 mm | Min 10 % berat | 35.86 | Memenuhi syarat |
| 0.25 mm | Antara 80 – 95 % | 74.64 | Tidak memenuhi syarat |

(Sumber : PBI 1971)



Grafik 3.2 Analisa gradasi butiran pasir

Tabel 3.5 Analisa spesifikasi daerah gradasi pasir

| Lubang Ayakan (mm) | Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan | |
|--------------------|--------------------------------------|----------------|
| | Daerah II | Pasir Muntilan |
| 10 | 100 | 100 |
| 4.8 | 90 – 100 | 92.2 |
| 2.4 | 75 – 100 | 83.16 |
| 1.2 | 55 – 90 | 64.14 |
| 0.6 | 35 – 59 | 44.25 |
| 0.3 | 8 – 30 | 25.36 |
| 0.15 | 0 - 10 | 11.08 |

(Sumber : PBI, 1971 dan data primer penelitian, 2005)

Berdasarkan tabel 3.5 gradasi pasir masuk dalam daerah II yaitu pasir agak halus. Pada gradasi pasir sisa saringan di atas 0.25 mm sebesar 74.64 % (syarat PBI 1971 antara 80 – 95 %) artinya gradasi pasir tersebut tidak memenuhi syarat karena agregat pasir tersebut masih banyak terdapat butiran-butiran kecil. Untuk mengatasinya dengan cara pasir dicuci dengan tujuan butiran-butiran kecil pada agregat pasir dapat dipisahkan dan dibuang, sehingga pasir memenuhi kelayakan untuk mix desain.

3.2.2.2. Uji Kandungan Lumpur Pasir

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan banyaknya kandungan lumpur (butir yang lebih kecil dari 50 micron) yang terdapat dalam pasir.

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Gelas ukur 250 cc.
- Bejana gelas diameter 10 cm, tinggi 20 cm, satu buah.
- Cawan.
- Oven.
- Plastik dan karet gelang.
- Pasir.
- Air.

c. Hasil uji

Sistem Kocokan :

| | | | |
|-------------------------|---|------------|-----------|
| Tinggi Pasir + Lumpur | = | 150 | cc |
| Tinggi Pasir | = | <u>140</u> | <u>cc</u> |
| Tinggi Lumpur | = | 10 | cc |
| <i>Kandungan lumpur</i> | = | 6.6 % | |

Sistem Pencucian :

Percobaan : I

| | | | |
|-------------------------|---|-------------|-------------|
| Berat Pasir mula – mula | = | 100 | gram |
| Berat setelah dicuci | = | <u>90</u> | <u>gram</u> |
| Berat Lumpur | = | 10 | gram |
| <i>Kandungan lumpur</i> | = | <i>10 %</i> | |

Percobaan : II

| | | | |
|-----------------------------------|---|--------------|-------------|
| Berat Pasir mula – mula | = | 100 | gram |
| Berat setelah dicuci | = | <u>89</u> | <u>gram</u> |
| Berat Lumpur | = | 11 | gram |
| <i>Kandungan lumpur</i> | = | <i>11 %</i> | |
| <i>Kandungan lumpur rata-rata</i> | = | <i>10.5%</i> | |

3.2.2.3. Uji Kandungan Zat Organik Pasir

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan prosentase zat organik yang terkandung dalam agregat halus (pasir).

b. Alat dan bahan

- Gelas ukur 250 cc.
- Cawan.
- Oven.
- Plastik dan karet gelang.
- Pasir.
- Larutan NaOH 3 %

c. Hasil uji

| | | | |
|-------------------------|---|------------|----|
| Tinggi Pasir + Lumpur | = | 135 | cc |
| Tinggi Pasir | = | <u>124</u> | cc |
| Tinggi Lumpur | = | 11 | cc |
| <i>Kandungan lumpur</i> | = | 8.2 % | |

Warna NaOH : Kuning kemerah-merahan

3.2.2.4. Uji Kadar Air Pasir

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan prosentase kadar air yang dikandung agregat halus (pasir).

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Oven.
- Cawan.
- Pasir.

c. Hasil uji

| | | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------------------|-----|----|---|-------|-----|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr |
| Berat kering 1) | = | 472 | gr. | 2) | = | 470 | gr |
| Berat kering rata2 | | | | | = | 471 | gr |
| Berat Air | | | | | = | 29 | gr. |
| Kadar Air | = | $\frac{29}{500} \times 100\%$ | | | = | 5.8 % | |

3.2.2.5. Uji Berat Jenis dan Penyerapan (SSD) Pasir

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan berat jenis dan prosentase berat air yang dapat diserap agregat halus, dihitung terhadap kondisi SSD.

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- *Picnometer glass.*
- Oven.
- Cawan.
- Ember.
- Nampan besar.
- Pasir.
- Air.

c. Hasil uji

Hasil uji kadar air pasir kondisi SSD

| | | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------|----------------|----|---|-------|----|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr |
| Berat kering 1) | = | 490 | gr. | 2) | = | 491 | gr |
| Berat kering rata2 | | | | | = | 490.5 | gr |
| Berat Air | | | | | = | 9.5 | gr |
| Kadar Air | = | $\frac{9.5}{100}$ | $\times 100\%$ | | = | 1.9 | % |

Hasil uji berat jenis pasir kondisi SSD

| | | | | | | | | |
|-----------------|---|-------------------|-----|-------|------|------------------|-----|----|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr | |
| Berat air 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr | |
| Isi contoh | = | 814 | gr. | 2) | = | 812 | gr | |
| | = | 813 | gr | - 500 | gr | = | 313 | gr |
| Berat Jenis SSD | = | 500 | gr | - 313 | gr | = | 187 | gr |
| | = | $\frac{500}{187}$ | | = | 2.67 | kg/dm^3 | | |

3.2.2.6. Uji Berat Isi Asli dan SSD Pasir

a. Maksud dan tujuan

Untuk mengetahui berat isi dari agregat halus (pasir).

b. Alat dan bahan

- Tabung baja dengan volume $2941,66 \text{ cm}^3 = 2,94166 \text{ dm}^3$.
- Batang baja penusuk.
- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Pasir asli.
- Pasir dalam kondisi SSD.

c. Hasil uji

Berat Isi Gembur :

$$\text{Kondisi Asli} = 3848 \text{ gr} : 2941.66 = 1.3081 \text{ Kg/dm}^3$$

$$\text{Kondisi SSD} = 4794 \text{ gr} : 2941.66 = 1.6296 \text{ Kg/dm}^3$$

Berat Isi Padat :

$$\text{Kondisi Asli} = 4631 \text{ gr} : 2941.66 = 1.5742 \text{ Kg/dm}^3$$

$$\text{Kondisi SSD} = 5240 \text{ gr} : 2941.66 = 1.7813 \text{ Kg/dm}^3$$

3.2.3. Pengujian Agregat Kasar (Split)

3.2.3.1. Uji Gradasi Butiran Split

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan gradasi atau susunan butiran yang akan digunakan pada perencanaan campuran beton.

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Beberapa cawan.
- Mesin penggetar saringan.
- Satu set saringan diameter #25.4 mm, #19 mm, #9.5 mm, #4.2 mm, #4.75 mm, #2.36 mm, #1.18 mm, #0.25 mm, #0.15 mm, #0.075 mm, dan #0.0 mm.
- Oven.
- Sikat kawat dan kuas.
- Stopwatch.
- *Split*.

c. Hasil uji

Tabel 3.6 Analisa gradasi split 2/3”

| DIAMETER SARINGAN (mm) | SISA DIATAS SARINGAN | | | | JUMLAH SISA KOMULATIP (%) | JUMLAH YANG LOLOS (%) |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------|---------------------------|-----------------------|
| | Saringan Ke. I (Gram) | Saringan Ke. II (Gram) | Rata – Rata | | | |
| | | | (Gram) | (%) | (%) | |
| 38.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 25.0 | 268 | 245 | 256.5 | 5.14 | 5.14 | 94.86 |
| 12.5 | 3873 | 3851 | 3862 | 77.34 | 82.48 | 17.52 |
| 4.75 | 830 | 883 | 856.5 | 17.15 | 99.63 | 0.37 |
| 2.36 | 9 | 3 | 6 | 0.12 | 99.75 | 0.25 |
| 1.18 | 1.95 | 0.4 | 1.175 | 0.02 | 99.77 | 0.23 |
| 0.60 | 1.80 | 0.35 | 1.075 | 0.02 | 99.79 | 0.21 |
| 0.25 | 1.75 | 0.6 | 1.175 | 0.02 | 99.81 | 0.19 |
| 0.15 | 1.2 | 1.1 | 1.15 | 0.02 | 99.83 | 0.17 |
| 0.075 | 0.5 | 2.5 | 1.5 | 0.03 | 99.86 | 0.14 |
| 0 | 9.75 | 3.6 | 6.675 | 0.14 | 100 | 0 |
| Jumlah | 4996.95 | 4990.55 | 4993.75 | | | |

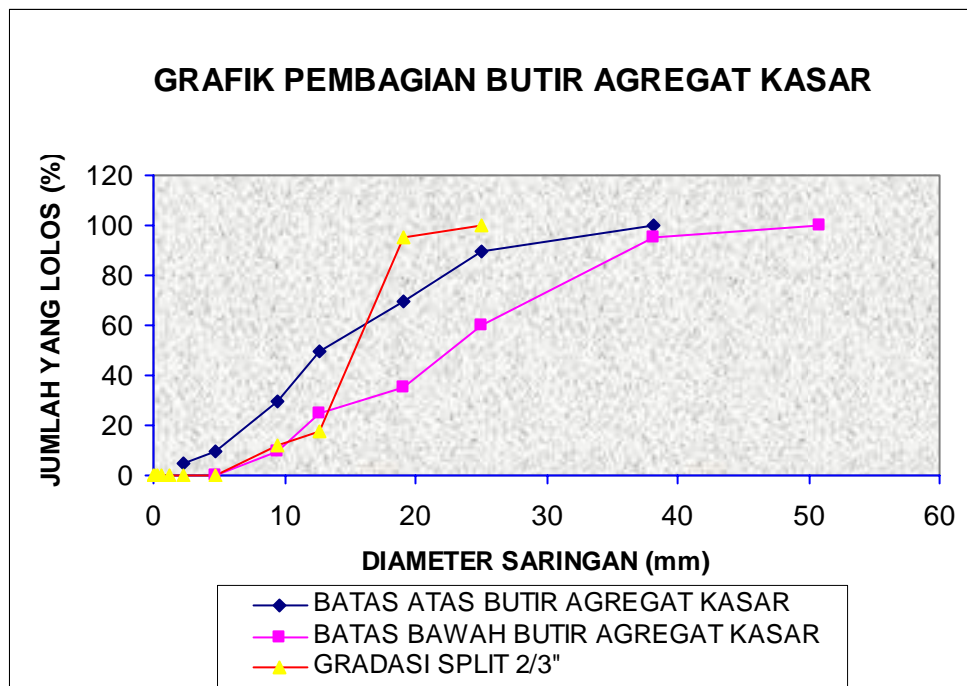
(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

$$\text{Modulus kehalusan butir (FM)} = \frac{5.14 + 82.48 + 99.63 + 99.75 + 99.77 + 99.79 + 99.81 + 99.83}{100} = 6.862$$

Tabel 3.7 Tabel persyaratan gradasi agregat kasar (split)

| SISA DIATAS SARINGAN Ø | SYARAT PBI. 1971 | HASIL PERCOBAAN | KESIMPULAN |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|
| 31.5 mm | 0 % berat | 0 | Memenuhi syarat |
| 4 mm | Antara 90 – 98 % berat | 99.63 | Tidak Memenuhi syarat |
| Selisih sisa komulatif 2 saringan berurutan | Maksimum 60 % | 77.34 | Tidak Memenuhi syarat |
| | Minimum 10 % | 0.14 | Tidak Memenuhi syarat |

(Sumber : PBI 1971)



Grafik 3.3 Analisa butiran *split*

Berdasarkan tabel 3.7 dan grafik 3.3 gradasi *split* sisa diatas saringan 4 mm 99.63 % (syarat PBI 1971 antara 90 – 98 %) tidak memenuhi syarat. Hal ini menunjukkan butiran-butiran pada *split* banyak terdapat butiran-butiran besar. Untuk mengatasinya dengan menggunakan alat abrasi agar butiran besar bisa dikurangi ukurannya.

3.2.3.2. Uji Kadar Air *Split* Kondisi Asli dan SSD

a. Maksud dan tujuan

Dapat memperoleh prosentase air yang terkandung di dalam agregat kasar (*split*) baik dalam kondisi asli dan SSD.

b. Alat dan bahan

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Oven.
- Cawan.
- *Split* kondisi asli.
- *Split* kondisi SSD.

c. Hasil uji

Kondisi asli :

| | | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------|----------------|----|---|-------|-----|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr |
| Berat kering 1) | = | 496 | gr. | 2) | = | 497 | gr |
| Berat kering rata2 | | | | | = | 496.5 | gr |
| Berat Air | | | | | = | 3.5 | gr. |
| Kadar Air | = | $\frac{3.5}{500}$ | $\times 100\%$ | | = | 0.7 | % |

Kondisi SSD :

| | | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------|----------------|----|---|-------|-----|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr |
| Berat kering 1) | = | 498.5 | gr. | 2) | = | 496.5 | gr |
| Berat kering rata2 | | | | | = | 497.5 | gr |
| Berat Air | | | | | = | 2.5 | gr. |
| Kadar Air | = | $\frac{2.5}{500}$ | $\times 100\%$ | | = | 0.5 | % |

3.2.3.3. Uji Berat Jenis *Split*

a. Maksud dan tujuan

Dapat menentukan berat jenis agregat kasar (*split*) dihitung terhadap kondisi asli dan SSD.

b. Alat dan bahan :

- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- Set timbangan untuk mengukur berat jenis *split* kondisi asli dan SSD .
- Cawan.
- Ember.
- Nampan besar.
- *Split* kondisi asli.
- *Split* kondisi SSD.
- Air.

c. Hasil uji

Berat jenis *Split* kondisi asli :

| | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------|-----|----|---|-------|--------------------|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr |
| Berat air 1) | = | 316 | gr. | 2) | = | 317 | gr |
| Isi contoh | = | 184 | gr. | 2) | = | 183 | gr = 183.5 gr |
| Berat Jenis Asli | = | $\frac{500}{183.5}$ | | | = | 2.725 | kg/dm ³ |

Berat jenis *Split* kondisi SSD :

| | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------|-----|----|---|-------|--------------------|
| Berat contoh 1) | = | 500 | gr. | 2) | = | 500 | gr |
| Berat air 1) | = | 317 | gr. | 2) | = | 316 | gr |
| Isi contoh | = | 183 | gr. | 2) | = | 184 | gr = 183.5 gr |
| Berat Jenis Asli | = | $\frac{500}{183.5}$ | | | = | 2.725 | kg/dm ³ |

3.2.3.4. Uji Berat Isi *Split*

a. Maksud dan tujuan :

Untuk mengetahui berat isi asli dan SSD dari agregat kasar (*split*).

b. Alat dan bahan

- Tabung baja dengan volume 2941,66 cm³ = 2,94166 dm³ .
- Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
- *Split* asli.
- *Split* dalam kondisi SSD.

c. Hasil uji

Berat isi *split* kondisi asli :

| | | | | | | |
|--------|---|------|--------------|---|-------|--------------------|
| Gembur | = | 4119 | gr : 2941.66 | = | 1.400 | Kg/dm ³ |
| Padat | = | 4451 | gr : 2941.66 | = | 1.513 | Kg/dm ³ |

Berat isi *split* kondisi SSD :

$$\text{Gembur} = 4151 \text{ gr} : 2941.66 = 1.411 \text{ Kg/dm}^3$$

$$\text{Padat} = 4478 \text{ gr} : 2941.66 = 1.522 \text{ Kg/dm}^3$$

3.2.4. Pengujian Air

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam–garam, bahan – bahan organis atau bahan – bahan lain yang dapat merusak beton. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum (PBI '71). Tapi harus dimaklumi bahwa tidak mungkin menggunakan standar air minum untuk air kerja campuran beton dalam skala yang besar karena pasti memerlukan biaya yang sangat besar. Untuk itu peneliti menggunakan air Laboratorium Bahan Bangunan dari Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro sebagai standar persyaratan sebagai air kerja campuran beton mengingat penelitian yang kami lakukan masih dalam lingkup pekerjaan kecil dengan mutu baik.

3.2.5. Bottom Ash

Prinsip perlakuan penelitian limbah batubara (*bottom ash*) sesuai dengan perlakuan pada agregat halus (pasir).

Secara visualisasi ukuran butiran dari *bottom ash* lebih mendekati ukuran butiran dari pasir. Hal ini juga dapat dilihat dalam perbandingan uji analisa saringan antara *bottom ash* dan pasir dengan berat sampel 750 gram, yaitu :

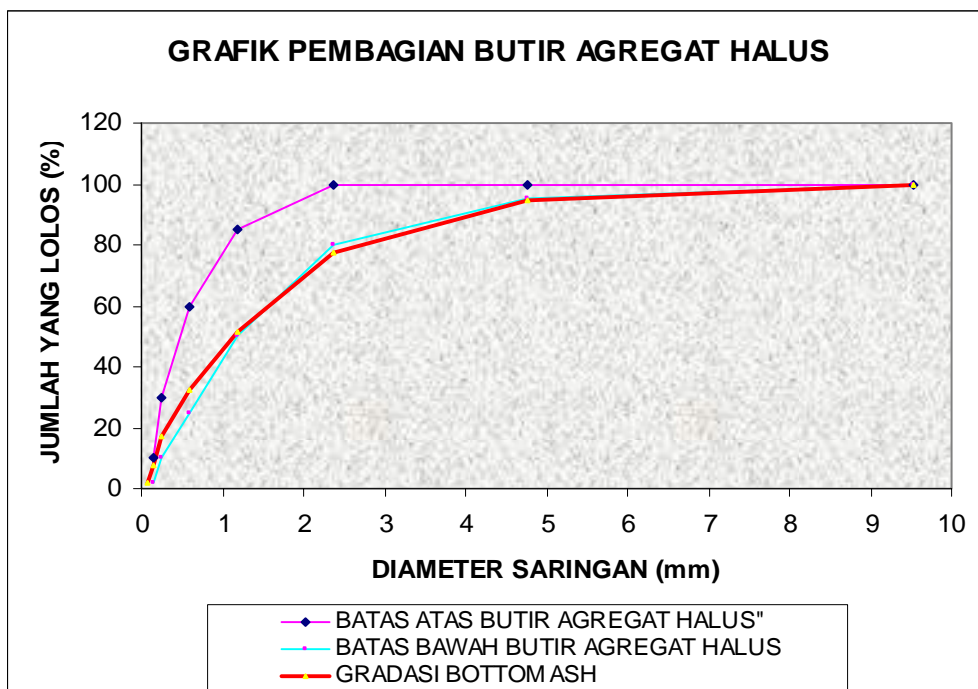
Tabel 3.8 Hasil analisa saringan bottom ash

| DIAMETER SARINGAN (mm) | SISA DIATAS SARINGAN | | | | JUMLAH SISA KOMULATIP (%) | JUMLAH YANG LOLOS (%) |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------|---------------------------|-----------------------|
| | Saringan Ke. I (Gram) | Saringan Ke. II (Gram) | Rata – Rata | | | |
| | | | (Gram) | (%) | (%) | (%) |
| 9.52 | | | | | | 100 |
| 4.76 | 50 | 30.5 | 40.25 | 5.38 | 5.38 | 94.62 |
| 2.36 | 116.5 | 136 | 126.25 | 16.88 | 22.26 | 77.74 |
| 1.18 | 196 | 201 | 198.5 | 26.56 | 48.82 | 51.18 |
| 0.6 | 140 | 143.5 | 141.75 | 18.96 | 67.78 | 32.22 |
| 0.25 | 115.5 | 112 | 113.75 | 15.22 | 83 | 17 |
| 0.15 | 70.5 | 72 | 71.25 | 9.53 | 92.53 | 7.47 |
| 0.074 | 41.5 | 44 | 42.75 | 5.72 | 98.25 | 1.75 |
| 0 | 18 | 8 | 13 | 1.75 | 100 | 0 |
| Jumlah | 748 | 747 | 747.5 | 100 | | |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

Modulus kehalusan butir (FM) =

$$\frac{0.00 + 5.38 + 22.26 + 48.82 + 67.78 + 83.00 + 92.53 + 100}{100} = 3.19$$



Grafik 3.4 Gradasi *bottom ash*

Tabel 3.9 Perbandingan gradasi *bottom ash* dari PT Primatexco, Batang dengan Pasir Muntilan

| DIAMETER SARINGAN (mm) | <i>Bottom ash</i> | | Pasir Muntilan | |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Jumlah Yang Tertahan (%) | Jumlah Yang Lolos (%) | Jumlah Yang Tertahan (%) | Jumlah Yang Lolos (%) |
| | | | | 100 |
| 9.52 | | 100 | 3.3 | 95.7 |
| 4.76 | 5.38 | 94.62 | 4.5 | 92.2 |
| 2.36 | 16.88 | 77.74 | 9.04 | 83.16 |
| 1.18 | 26.56 | 51.18 | 19.02 | 64.14 |
| 0.6 | 18.96 | 32.22 | 19.89 | 44.25 |
| 0.25 | 15.22 | 17 | 18.89 | 25.36 |
| 0.15 | 9.53 | 7.47 | 14.28 | 11.08 |
| 0.074 | 5.72 | 1.75 | 5.74 | 5.34 |
| 0 | 1.75 | 0 | 5.34 | 0 |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

Berdasarkan tabel 3.9. dapat kita lihat bahwa ukuran butiran *bottom ash* antara saringan 9.52 mm sampai saringan 0.15 mm dengan ukuran butiran paling besar berkisar antara 1.18 mm sampai dengan 0.6 mm, sedangkan pasir ukuran butirannya antara saringan 9.52 mm sampai dengan 0.074 mm, dengan ukuran butiran paling besar berkisar antara 1.18 mm samapai dengan 0.6 mm. Hal ini bisa dikatakan ukuran butiran *bottom ash* mendekati ukuran butiran pasir.



Gambar 3.1 *Bottom ash* di pabrik tekstil PT Primatexco, Batang

3.3. Hasil dan Analisa

3.3.1. Analisa Semen Portland

Tabel 3.10 Analisa semen portland (PPC Gresik type 1)

| No. | Hasil Pengujian | Standar |
|-----|--|--------------------------------|
| 1. | Analisa Berat Jenis Semen BJ Semen = 3.18 Kg/dm ³ | 3.00 – 3.20 Kg/dm ³ |
| 2. | Analisa Konsistensi Normal Konsistensi Normal = 27.32 % | |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

3.3.2. Analisa Agregat Halus

Tabel 3.11 Analisa agregat halus (Pasir Muntilan)

| No. | Hasil Pengujian Pasir | Syarat |
|----------|---|---------------------------|
| 1 | Analisis Saringan | PBI' 71 3.3.(5) |
| | Sisa di atas ayakan Ø 4 mm = 7.8 % | min 2 % berat |
| | Sisa di atas ayakan Ø 1 mm = 35.86 % | min 10 % berat |
| | Sisa di atas ayakan Ø 0,25 mm = 74.64 % | 80 – 95 % berat |
| | | SK.SNI S-04-1989-F |
| | Modulus Kehalusan = 2.83 | 1,5 – 3,8 |
| 2 | Kadar Lumpur | PBI' 71 3.3.(3) |
| | Percobaan Sistem Kocokan = 6.6 % | Maks. 5 % berat |
| | Percobaan Sistem Cucian = 10.5 % | |
| 3 | Kotoran Organik | |
| | Warna NaOH kuning kemerahan (Tintometer No. 2) | Jernih – Kuning tua |

| | | |
|----------|--|-----------------------------|
| 4 | Analisis Pasir Keadaan Lapangan | |
| | Kadar Air Asli = 5.8 % | Maks 6 % |
| | Berat Jenis Asli = 2.67 kg/dm ³ | Min 2.50 Kg/dm ³ |
| | Berat Isi Gembur = 1.3081 Kg/dm ³ | Min 1.30 Kg/dm ³ |
| | Berat Isi Padat = 1.5742 Kg/dm ³ | Min 1.30 Kg/dm ³ |
| 5 | Analisis Pasir SSD | |
| | Kadar Air SSD = 1.9 % | Maks 2.5 % |
| | Berat Jenis SSD = 2.67 kg/dm ³ | Min 2.50 Kg/dm ³ |
| | Berat Isi Gembur = 1.6296 Kg/dm ³ | Min 1.30 Kg/dm ³ |
| | Berat Isi Padat = 1.7813 Kg/dm ³ | Min 1.30 Kg/dm ³ |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

3.3.3. Analisa Agregat Kasar (*Split*)

Tabel 3.12 Analisa agregat kasar (2/3'')

| No. | Hasil Pengujian Agregat Kasar | Syarat |
|----------|--|---------------------------|
| 1 | Analisis Saringan | PBI' 71 |
| | Sisa di atas ayakan Ø 31.5 mm = 0 % | 0 % berat |
| | Sisa di atas ayakan Ø 4.0 mm = 99.63 % | Antara 90 % - 98 % |
| | Selisih komulatif 2 saringan berurutan | |
| | 77.34 % dan 0.14 % | Maks 60 % dan Min 10 % |
| | | SK.SNI S-04-1989-F |
| | Modulus Kehalusan = 6.86 | 6.0 – 7.1 |
| 2 | Kadar Lumpur | PBI' 71 3.3.(3) |
| | Percobaan Sistem Cucian = 0.75 % | < 1 % Berat |

| | | |
|----------|--|-----------------------------|
| 3 | Analisis Agregat Kasar Keadaan Lapangan | |
| | Kadar Air Asli = 0.7 % | Maks 1.3 % |
| | Berat Jenis Asli = 2.725 kg/dm ³ | Min 2.54 kg/dm ³ |
| | Berat Isi Gembur = 1.400 Kg/dm ³ | Min 1.30 kg/dm ³ |
| | Berat Isi Padat = 1.513 Kg/dm ³ | Min 1.30 kg/dm ³ |
| 4 | Analisis Agregat Kasar SSD | |
| | Kadar Air SSD = 0.5 % | |
| | Berat Jenis SSD = 2.725 kg/dm ³ | Min 2.54 kg/dm ³ |
| | Berat Isi Gembur = 1.411 Kg/dm ³ | Min 1.30 kg/dm ³ |
| | Berat Isi Padat = 1.522 Kg/dm ³ | Min 1.30 kg/dm ³ |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

3.3.4. Analisa Air

Menurut hasil pengujian air Laboratorium Bahan Bangunan Teknik sipil Undip oleh peneliti terdahulu diperoleh hasil uji sebagai berikut :

Tabel 3.13 Hasil uji sampel air Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro

| No. | Parameter | Satuan | Hasil |
|-----|---------------------------|------------------------|--------|
| 1 | Ph | - | 7.7 |
| 2 | CO ₂ agresif | mg/L | 2.39 |
| 3 | CO ₂ bebas | mg/L | 3.99 |
| 4 | Total padatan tersuspensi | mg/L | 25 |
| 5 | Sulfat | mg/L SO ₄ | 5.21 |
| 6 | Kesadahan total | mg/L CaCO ₃ | 1.6 |
| 7 | Kalsium | mg/L Ca | 4.0 |
| 8 | Magnesium | mg/L Mg | 1.44 |
| 9 | Alkalinitas bikarbonat | mg/L | 257.29 |

| | | | |
|----|------------------------|------|------|
| 10 | Alkalinitas karbonat | mg/L | - |
| 11 | Alkalinitas hidroksida | mg/L | - |
| 12 | klorida | mg/L | 8.80 |

(Sumber : TA Danang dan Yudha, 2004)

3.3.5. Analisa *Bottom Ash*

Tabel 3.14 Analisa *Bottom Ash*

| No. | Hasil Pengujian <i>Bottom Ash</i> | Syarat |
|----------|---|---------------------------|
| 1 | Analisis Saringan | PBI' 71 3.3.(5) |
| | Sisa di atas ayakan Ø 4 mm = 22.26% | min 2 % berat |
| | Sisa di atas ayakan Ø 1 mm = 48.82 % | min 10 % berat |
| | Sisa di atas ayakan Ø 0,25 mm = 83.00 % | 80 – 95 % berat |
| | | SK.SNI S-04-1989-F |
| | Modulus Kehalusan = 3.197 | 1,5 – 3,8 |
| 2 | Kadar Lumpur | PBI' 71 3.3.(3) |
| | Percobaan Sistem Kocokan = 9,375 % | Maks. 5 % berat |
| | Percobaan Sistem Cucian = 14.75 % | |
| 3 | Kotoran Organik | |
| | Warna NaOH kuning keputih – putihan (Tintometer No. 1) | |
| 4 | Analisis <i>Bottom Ash</i> Keadaan Lapangan | |
| | Kadar Air Asli = 36 % | |
| | Berat Jenis Asli = 1.769 kg/dm ³ | |
| | Berat Isi Gembur = 0.6265 Kg/dm ³ | |
| | Berat Isi Padat = 0.7818 Kg/dm ³ | |

| | | |
|----------|--|--|
| 5 | Analisis <i>Bottom Ash</i> SSD | |
| | Kadar Air SSD = 9,65 % | |
| | Berat Jenis SSD = 1.769 kg/dm ³ | |
| | Berat Isi Gembur = 0.7675 Kg/dm ³ | |
| | Berat Isi Padat = 0.8971 Kg/dm ³ | |

(Sumber : Data primer penelitian, 2005)

3.4. Kesimpulan Hasil Analisis Uji Material

Baik semen portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*) maupun air memenuhi syarat dalam pengerjaan campuran beton.