

PENGARUH KADAR LUMPUR PADA AGREGAT HALUS DALAM MUTU BETON

Purwanto, Yulita Arni Priastiwi *)

Abstract

Clay lumps on the aggregate levels is one of the factors that may cause disruption of the binding process and hardening of concrete. Clay lump can not blend with cement so that blocking a merger between the cement with aggregates which eventually led to the compressive strength of concrete will be reduced in the absence of binding to each other. SK SNI S-04-1989-F, the allowable levels of clay lump maximum of 5% to fine aggregate (sand) and maximum of 1% for coarse aggregate (split).

In this study to determine the effect of the clay lump on the fine aggregate content on compressive strength of concrete on five (5) variations levels of the category of clean clay lump with content of 1% and 2%, medium clay lump 4% and dirty sand with levels 7 % and 11%, whereas for the coarse aggregate clay lump content was 0.7%.

From the results of a study of 90 cylindrical specimens showed that the small amount of clay lump, the higher the compressive strength of concrete. Concrete compressive strength test results on average with dirty clay lump content was 31.30 MPa, compressive strength for the concrete medium with clay lump levels were at 33.92 MPa and compressive strength for the concrete clean of clay lump 36.68 MPa. Compared to the dirty clay lump an increase in the levels of average compressive strength for moderate levels of 8,37% and the clean sand of 17,19%. Besides affecting in compressive strength, clay lump levels also affect the weight of concrete, and concrete density. The greater the level of clay lump, weight of concrete and concrete density will be lower. Compared to the dirty clay lump an increase in the levels of average concrete density for moderate levels of 6,54 % and the clean sand of 12,59%.

Key words: compressive strength, clay lamps, aggregate

Pendahuluan

Beton sebagai bahan konstruksi punya beberapa keunggulan dibanding bahan lain, yaitu mudah dibentuk sesuai kebutuhan, ketersediaan di alam sekitar cukup melimpah dengan harga relatif murah, durabilitas tinggi (tahan lama), perawatan relative lebih mudah dan ringan. Kelebihan lain beton memiliki kuat tekan (*compressive strength*) yang cukup tinggi, tahan api dan cuaca. Sedang kekurangan beton antara lain daktilitas bahan rendah, kuat tarik rendah, penyusutan cukup besar dan pelaksanaan perlu waktu/umur beton.

Untuk menciptakan mutu beton yang baik (kuat tekan tinggi), maka bahan penyusun beton harus memenuhi syarat teknis. Salah satu syarat teknis adalah agregat halus (pasir) tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % berat pasir. Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SK SNI S-04-1989-F untuk agregat halus (pasir) maksimal 5% dan untuk agregat kasar (split) maksimal 1%. Ada kecenderungan meningkatnya penggunaan air dalam campuran beton yang bersangkutan, jika terdapat lumpur. Lumpur tidak dapat menjadi satu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antara semen dengan agregat.

Pada akhirnya kekuatan tekan beton akan berkurang karena tidak adanya saling mengikat.

Dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kadar lumpur pada agregat halus (pasir) terhadap kuat tekan beton dibuat lima variasi kadar lumpur yang

terdapat pada agregat halus (pasir) yaitu katagori pasir dengan kadar lumpur bersih (1% & 2%), pasir dengan kadar lumpur sedang (4%) dan pasir dengan kadar lumpur kotor (7% & 11%) sedangkan untuk kadar lumpur yang terdapat pada agregat kasar adalah 0.70% (kurang dari 1%).

1. Signifikansi

Pengaruh kadar lumpur pada agregat halus dalam pembuatan *mix design* beton mempengaruhi sifat-sifat serta kuat tekan beton. Dalam penelitian ini akan diketahui sifat-sifat beton akibat pengaruh kadar lumpur yang bervariasi dari yang kadar lumpurnya bersih, sedang sampai yang kadar lumpurnya kotor (1%, 2%, 4%, 7%, 11%) terhadap workability, berat jenis betonnya, berat betonnya sendiri serta kuat tekan beton yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Agregat halus : Pasir Muntilan
- Agregat Kasar : Batu Pecah (Split) ex. Gunung Pati Semarang
- Semen *Portland* : Semen Gresik Type I (40 kg)
- Air Sumber Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil UNDIP

Parameter yang ditinjau dalam penelitian ini adalah kadar lumpur dalam pasir sehingga propertis dari parameter yang lain seperti semen, pasir, spilt maupun FAS (faktor air semen) dijaga ketetapannya.

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Benda Uji (Sampel) :

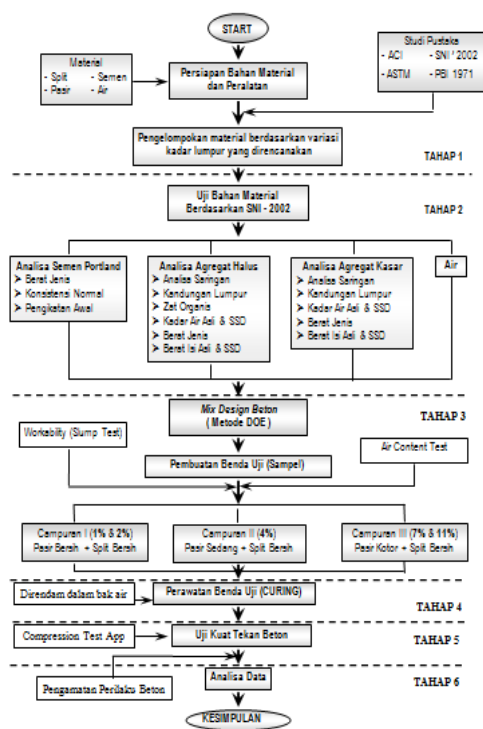
Jumlah sampel 90 buah silinder beton yang terdistribusi dalam beberapa kelompok perlakuan dan pengujian sebagaimana yang ditunjukkan dalam matrik distribusi dan pengujian sampel seperti terlihat pada tabel 1.

Mutu beton rencana f'_c : 30 MPa, mutu ini dipilih dengan alasan banyak digunakan dalam aplikasi konstruksi di lapangan (mutu beton normal).

Tabel 1. Benda Uji (Sampel) Silinder Beton 15x30 cm

No	Benda Uji	Jumlah benda uji	Ket.
1	Kadar Lumpur dalam pasir 1 %	18	bersih
2	Kadar Lumpur dalam pasir 2 %	18	bersih
3	Kadar Lumpur dalam pasir 4 %	18	sedang
4	Kadar Lumpur dalam pasir 7 %	18	kotor
5	Kadar Lumpur dalam pasir 11 %	18	kotor

Sedangkan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada *flow chart* dibawah ini :



Gambar 1. Flow chart penelitian

Tahap 1

Pada tahap ini dilakukan persiapan bahan material yaitu semen, agregat kasar (*split*), agregat halus (pasir), air serta mempersiapkan peralatan yang akan digunakan selama penelitian. Hal ini dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan lancar, termasuk mempersiapkan literatur sebagai dasar acuan penelitian yang akan dilakukan.

Tahap 2

Tahap ini dilakukan pengujian material yaitu semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*). Pengujian material bertujuan untuk mengetahui karakteristik material dan menentukan apakah material tersebut memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton.

Tahap 3

Dilakukan *Mix Design* untuk mengetahui proporsi semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*) dan air yang diperlukan dalam campuran beton agar diperoleh kuat tekan yang direncanakan. Dilanjutkan dengan pembuatan benda uji silinder beton, langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji adalah :

1. Pembuatan campuran beton (*Mixing*).
2. Pengujian *Workabilitas (Slump)* dengan kerucut *Abrams* dan *Air content (AC)* test.
3. Pembuatan dan pencetakan benda uji silinder beton.

Tahap 4

Tahap perawatan (*curing*) yaitu untuk menjaga agar benda uji tetap lembab. Setelah benda uji berumur 1 hari, cetakan dibuka dan selanjutnya dilakukan perawatan dengan cara merendam benda uji dalam bak air selama 28 hari.

Tahap 5

Tahap pengujian benda uji berupa kuat tekan beton, berat beton, maupun uji berat jenis beton. Pengujian benda uji dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Uji kuat tekan benda uji menggunakan *Compression Testing Machine*.

Tahap 6

Tahap analisis data hasil pengujian yaitu analisa statistik guna memperoleh suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang ada dalam penelitian.

Studi Pustaka

Beton adalah campuran bahan yang tersusun dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*), yang mengalami pengikatan secara kimiawi oleh air dan semen dengan membentuk pasta semen. (*Mac Gregor, 1997*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras, dan akan mencapai kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan.

Kuat tekan beton diukur dengan cara memberikan gaya aksial (P) yang terdistribusi pada batang penekan *compressive strength machine*. Gaya tersebut diterima oleh luas penampang benda uji silinder, sehingga terjadi tegangan (f'_c) yang merata keseluruhan penampang (A). Dengan rumus :

$$f_c' = \frac{P}{A} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(1)$$

(SNI 03-1974-1990)

dimana :

- f_c' = kuat tekan beton (MPa)
- P = beban aksial (N)
- A = luas penampang benda uji (mm²)

Untuk memperoleh kekuatan tekan beton yang diinginkan harus dilakukan beberapa tahapan, yaitu pengujian material, *mix design*, uji *slump* dan *air content* untuk beton segar (*fresh concrete*), selanjutnya pengujian kuat tekan untuk beton keras (*hardened concrete*).

Secara teknis, sifat beton yang baik adalah jika beton tersebut memiliki kuat tekan yang tinggi. Dengan kata lain secara kasar mutu beton ditinjau dari kuat tekannya saja (*Tjokrodimuljo*, 1996). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu (1) Proporsi bahan-bahan penyusunnya, (2) Metode perancangan, (3) Perawatan, (4) Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat (*Tri Mulyono*, 1997).

Kandungan Lumpur

Pengertian Lumpur adalah bagian-bagian yang berasal dari agregat alam (kerikil dan pasir) yang dapat melalui ayakan 0,075 mm, dengan berat jenis kurang dari 2.0 t/m³ (SK SNI S-04-1989-F).



Gambar 2. Alat hidrometer lumpur untuk mengetahui pembagian ukuran agregat halus yang lolos ayakan 0,0075 mm

Bahan-bahan ini adalah bahan yang menyebabkan terganggunya proses pengikatan pada beton serta pengerasan betonnya, selain yang telah kita ketahui, yakni *alkali* dan *sulfat*.

Kandungan lumpur yang berlebihan pada agregat akan mengurangi daya lekat agregat dengan pasta semen. Kadar lumpur yang berlebih pada agregat dapat membuat kekuatan beton menjadi rendah, sehingga mutu beton yang diinginkan tidak tercapai. Untuk itu diperlukan pemeriksaan mutu agregat (kerikil maupun pasir) agar mendapatkan bahan-bahan campuran beton yang memenuhi syarat,

sehingga beton yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan.

Agregat (kerikil maupun pasir) harus memenuhi syarat mutu sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F, "Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A". Salah satu syarat yang harus dipenuhi yaitu kadar lumpur, untuk masing-masing agregat kadar lumpur yang diijinkan berbeda. Kadar lumpur agregat normal menurut SK SNI S-04-1989-F adalah :

- Agregat Halus (Pasir) : kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikro (0,075 mm) maksimum 5%.
- Agregat Kasar (Split) : kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikro (0,075 mm) maksimum 1%.

Kandungan lumpur pada agregat halus diperiksa dengan menggunakan sistem kocokan. Sistem ini digunakan dengan cara mengocok gelas ukur yang berisi pasir sebanyak 130 cc dan air hingga mencapai tinggi 200 cc selama 30 menit. Setelah didiamkan selama ± 24 jam, kemudian diamati dan dihitung kandungan lumpurnya dengan rumus :

$$h_1 = h_2 - h_p$$

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{h_1}{h_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- h_1 = tinggi lumpur (cc)
- h_2 = tinggi total pasir+lumpur sebelum kocokan (cc)
- h_p = tinggi pasir (cc)

Sedangkan kandungan lumpur pada agregat kasar (*split*) diperiksa dengan menggunakan sistem pencucian. Sistem ini dilakukan dengan cara mengambil sampel agregat dan kemudian mencucinya. Setelah dicuci, split di oven dan setelah kering kemudian ditimbang. Untuk mengetahui kandungan lumpur pada agregat digunakan rumus :

$$W_1 = W_{bf} - W_{af} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{W_1}{W_{bf}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

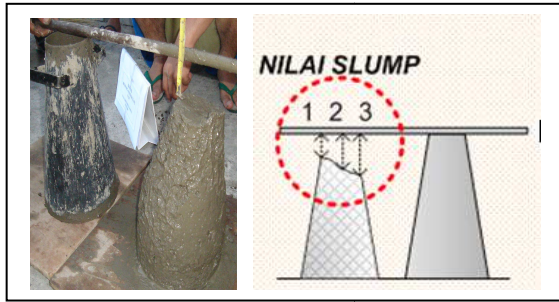
(SK SNI S-04-1989-F hal. 28)

dimana :

- W_1 = Berat lumpur (gr)
- W_{bf} = Berat agregat sebelum dicuci (gr)
- W_{af} = Berat agregat setelah dicuci (gr)

Hasil Penelitian

a. *Workability* Beton
Workability dari beton dapat dilihat dari pengujian *slump* dan *air content*, dimana kekentalan adukan beton akan mempengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan (kelecekan) dan sifat-sifat pengerjaannya.



Gambar 3. Pengujian *slump test*



Gambar 4. Pengujian *air content*

Hasil dari pengujian *slump test* dan *air content* terlihat dari tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Nilai slump rata-rata pada berbagai variasi

Uraian	Nilai air content	Nilai slump rata-rata (cm)			
		d ₁	d ₂	d ₃	d _{rata}
Kadar Lumpur dalam pasir 1 %	2,50%	5	6	7	6.00
Kadar Lumpur dalam pasir 2 %	2,30%	6	8	9	7.67
Kadar Lumpur dalam pasir 4 %	1,70%	8.5	10	11	9.83
Kadar Lumpur dalam pasir 7 %	1,30%	11	12.5	13	12.17
Kadar Lumpur dalam pasir 11 %	1,10%	13	14	15	14.00

b. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan beton untuk menahan gaya tekan maksimum yang bisa ditahan oleh beton. Benda uji yang dipakai dalam pengujian ini adalah silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 90 buah yang terdiri dari 18 sampel untuk tiap variasinya. Alat yang digunakan untuk test kuat tekan menggunakan *Compression Aparatus Test Machine* seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5 dan hasil pengujian tekan ditunjukkan oleh tabel 3 berikut ini.



Gambar 5. Pengujian silinder beton dengan *compression machine*

Tabel 3. Nilai kuat tekan rata-rata pada berbagai variasi

No	Benda Uji	Berat silinder rata-rata (gram)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
1	Kadar Lumpur dalam pasir 1 %	13123,33	36,88
2	Kadar Lumpur dalam pasir 2 %	13102,40	36,47
3	Kadar Lumpur dalam pasir 4 %	13093,00	33,92
4	Kadar Lumpur dalam pasir 7 %	12606,11	31,34
5	Kadar Lumpur dalam pasir 11 %	12524,87	31,25

c. Berat Jenis Beton

Pengujian berat jenis beton dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dari beton yang kadar lumpurnya bervariasi. Dari penelitian berat jenis beton didapatkan berat jenis beton rata-rata untuk tiap variasi kadar lumpur.

Gambar pengujian berat jenis terlihat pada gambar 6 dan hasilnya terlihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Nilai berat jenis rata-rata beton

No	Benda Uji	Berat jenis rata-rata (t/m ³)
1	Kadar Lumpur dalam pasir 1 %	2,30
2	Kadar Lumpur dalam pasir 2 %	2,32
3	Kadar Lumpur dalam pasir 4 %	2,20
4	Kadar Lumpur dalam pasir 7 %	2,07
5	Kadar Lumpur dalam pasir 11 %	2,06



Gambar 6. Pengujian Berat Jenis Beton

Hasil Pengujian Statistik

Hasil pengujian statistik digunakan sebagai dasar untuk menarik suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

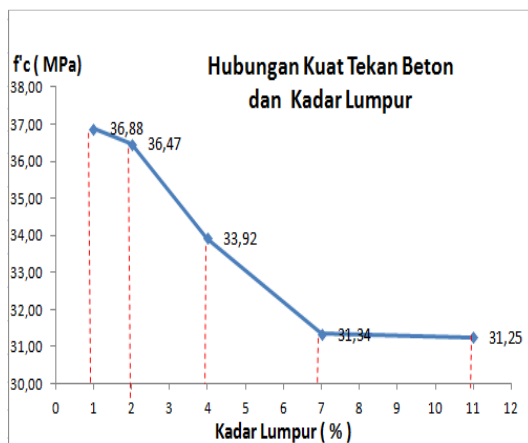
- a. Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Berat Beton
Pengaruh kadar lumpur terhadap berat beton cukup signifikan dimana semakin bersih beton maka berat beton akan semakin naik seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 diatas.
- b. Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Kuat Tekan Beton.
Pengaruh kadar lumpur terhadap kuat tekan beton cukup signifikan dimana semakin bersih beton maka kuat tekan beton akan semakin tinggi yang terlihat dari hasil pengujian tekan beton.

Hubungan antara kuat tekan beton tiap sampel dari masing-masing variasi kadar lumpur dapat dilihat pada gambar 7

Dari grafik dapat dilihat bahwa kadar lumpur mempengaruhi kuat tekan beton, semakin sedikit kadar lumpur, kuat tekan beton semakin tinggi.

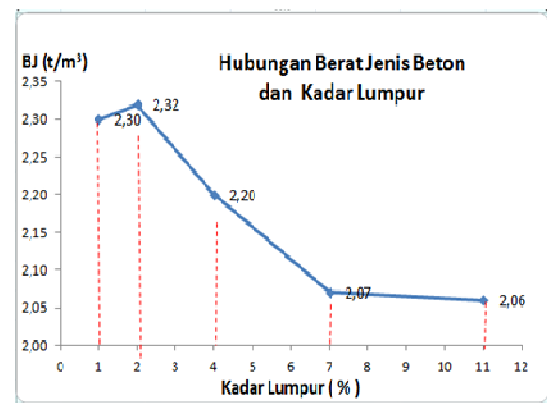
- c. Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Berat Jenis Beton
Pengaruh kadar lumpur terhadap berat jenis beton cukup signifikan untuk kadar lumpur bersih dibanding sedang dan kotor.

Dari hasil pengujian berat jenis yang telah diperoleh hubungan antara berat jenis beton tiap sampel dari masing-masing variasi kadar lumpur dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Hubungan kadar lumpur dengan kuat tekan beton

Dari grafik dapat dilihat bahwa kadar lumpur mempengaruhi berat jenis beton, semakin sedikit kadar lumpur, berat jenis beton relatif semakin tinggi.



Gambar 8. Hubungan Kadar lumpur dengan berat jenis beton

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Slump* beton untuk kadar lumpur pasir bersih (60 mm) lebih rendah dari *slump* untuk kadar lumpur pasir sedang (98.3 mm) dan kadar lumpur pasir kotor (121.6 mm).
2. *Air content* beton untuk kadar lumpur pasir bersih (2.5%) lebih tinggi dari *Air Content* untuk kadar lumpur pasir sedang (1.7%) dan kotor (1.3%).
3. Kadar lumpur mempengaruhi berat beton, semakin sedikit kadar lumpur, berat beton semakin besar.
4. Kadar lumpur mempengaruhi kuat tekan beton, semakin kecil kadar lumpur, kuat tekan beton semakin tinggi. Kuat tekan beton rata-rata kadar lumpur bersih (36.68 MPa) lebih besar dari kuat tekan beton rata-rata kadar lumpur sedang (33.92 MPa) dan kotor (31.30 MPa). Dibandingkan dengan kadar lumpur kotor terjadi kenaikan kuat tekan rata-rata untuk kadar lumpur sedang sebesar 2.62 MPa (8.37 %), dan kadar lumpur bersih sebesar 5.38 MPa (17.19 %).
5. Kadar lumpur mempengaruhi berat jenis beton, semakin sedikit kadar lumpur, berat jenis beton semakin tinggi.

Daftar Pustaka

1. Anonim, "Annual Book of ASTM Standards Section 4 Vol. 04.02 Concrete and Aggregates C – 33 standart SPECIFICATION for concrete aggregates". West Conshohocken.,2002.
2. Binsar JF, Okky Hendra Hermawan, "TA-Pengaruh Kadar Lumpur Pada Agregat Halus Dalam Pembuatan Mix Design", UNDIP 2006
3. Departemen Pekerjaan Umum, "Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium (SK SNI M-62-1989-F)", Jakarta, 1989.
4. Departemen Pekerjaan Umum, "Metode Pengujian Berat Isi Beton (SK SNI M-13-1989-F)", Jakarta, 1989.
5. Departemen Pekerjaan Umum, "Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SK SNI M-10-1989-F)", Jakarta, 1989.

6. Departemen Pekerjaan Umum, “*Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SK SNI M-09-1989-F)*”, Jakarta, 1989.
7. Departemen Pekerjaan Umum, “*Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland (SK SNI M-106-1989-F)*”, Jakarta, 1989.
8. Departemen Pekerjaan Umum, “*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (SK SNI M-14-1989-F)*”, Jakarta, 1989.
9. Departemen Pekerjaan Umum, “*Metode Pengujian Slump Beton (SK SNI M-12-1989-F)*”, Jakarta, 1989.
10. Departemen Pekerjaan Umum, “*Peraturan Beton Bertulang Indonesia N.I-2 1971*”. Jakarta, 1977.
11. Departemen Pekerjaan Umum, “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*”, Yayasan LPMB, Bandung, 1991.
12. Mindess, S., Young, J.F. dan Darwin, D., “*Concrete, Second Edition*”, Pearson Education Ltd., London, 2003.
13. Mulyono, Tri, Ir., MT., “*Teknologi Beton*”. Andi. Yogyakarta, 2004.
14. Neville, A.M., *Properties of Concrete, Fourth Edition*, Pearson Education, Harlow, England, 2002.
15. Purwanto, Ir, MT.,, “*Mix Design DOE and ACI*”. Pilar. Semarang, 1994.
16. Taylor, G.D., *Material in Construction, Secon Edition*, Pearson Education, Education Ltd., London, 2002.
17. Tjokrodimuljo, K., *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta, 1996.

