

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

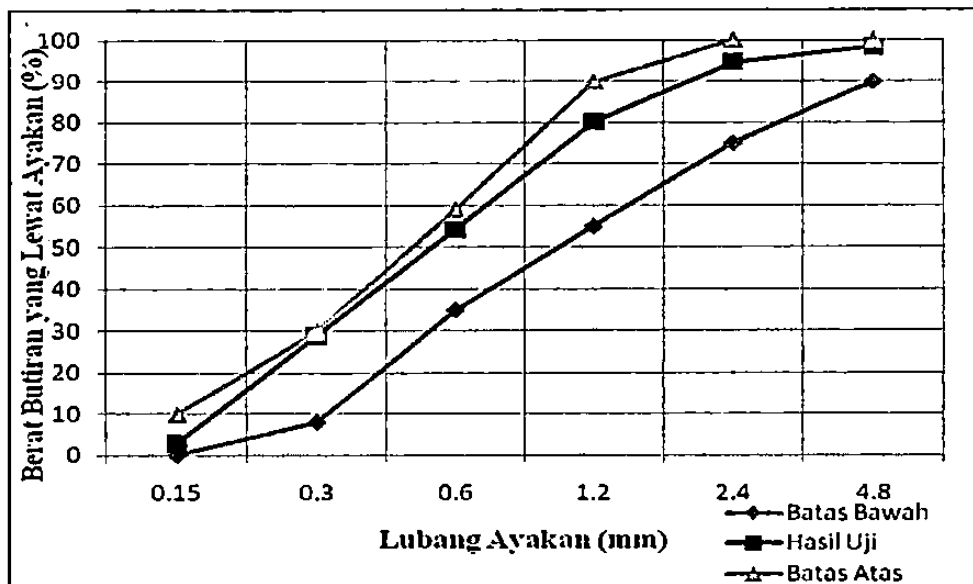
A. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

Pemeriksaan bahan susun beton yang dilakukan di laboratorium telah mendapatkan hasil sebagai berikut :

1. Hasil pemeriksaan bahan susun agregat halus (pasir Sungai Krasak)

a. Gradasi agregat halus (pasir Sungai Krasak)

Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir) digambarkan pada gambar 5.1. Gradasi yang digunakan adalah daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,414. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 5.1 Gradasi agregat halus (pasir)

b. Kadar air agregat halus

Kadar air yang didapat dari hasil pemeriksaan sebesar 2,145%. Kadar air dalam pasir ini menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat yang normal. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Hasil pemeriksaan berat jenis pasir jenuh kering muka didapat sebesar 2,528, sehingga pasir ini masih tergolong agregat normal, dimana batas

berat jenis agregat normal antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimuljo, 2007). Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 1,010%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

d. Berat satuan agregat halus

Berat satuan pasir *SSD* didapat sebesar 1,516 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton bila dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya porous maka biasa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Analisis dari pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran 4.

e. Kadar lumpur agregat halus

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal tersebut akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 4,3%, lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk beton normal sebesar 5%. Sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

2. Hasil pemeriksaan bahan susun agregat kasar (batu pecah)

a. Kadar air agregat kasar

Kadar air yang didapat dari hasil pemeriksaan sebesar 0,503%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

b. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,577 sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimuljo, 2007). Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 0,8%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada

c. Keausan agregat kasar

Keausan batu pecah sebesar 28,56% yang dapat digunakan untuk pembuatan beton dengan mutu lebih besar dari 20 MPa atau kelas mutu III didapat dari table 2.2. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

d. Berat satuan agregat kasar

Berat satuan batu pecah adalah 1,303 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Selain itu untuk agregat kasar, berat satuan digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Untuk berat satuan di atas 1,2 gram/cm³ agregat dikatakan masuk dalam jenis agregat. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

e. Kadar lumpur agregat kasar

Batu pecah pada pengujian ini langsung dari lapangan, tanpa proses pencucian terlebih dahulu. Hasil pengujian didapat kadar lumpur pada batu pecah sebesar 0,8%, hasil pengujian kadar lumpur ini lebih kecil dari batas yang ditetapkan yaitu 1%. Sehingga sebelum dijadikan campuran untuk beton, agregat ini tidak perlu dicuci lagi. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

3. Hasil pemeriksaan bahan susun bubuk lumpur Lapindo

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air bubuk lumpur Lapindo

Berat jenis jenuh kering muka yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah sebesar 2,083. Untuk penyerapan air diperoleh sebesar 0,604%. Karena penyerapan air dari bubuk lumpur Lapindo sangat kecil, maka tidak perlu memperhitungkan penambahan air dalam pembuatan beton.

Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 11

b. Kadar air bubuk lumpur Lapindo

Kadar air yang didapat dari hasil pemeriksaan sebesar 1,0101%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

B. Hasil Perancangan Campuran Bahan Susun Beton (*Mix Design*)

Dalam perancangan campuran bahan-bahan susun beton (*mix design*) ini digunakan SK SNI 03-2834-2002 (Tjokrodimuljo, 2007). Data hasil perancangan campuran beton dapat dilihat dalam Tabel 5.1 dan 5.2. *Mix Design* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 13.

Tabel 5.1. Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 m³ adukan beton

| Air (liter) | Semen (kg) | Agregat halus (kg) | Agregat kasar (kg) |
|-------------|------------|--------------------|--------------------|
| 204,9 | 499,756 | 628,138 | 942,206 |

Sumber : Hasil Penelitian, 2012

Tabel 5.2. Kebutuhan bahan susun beton untuk tiap 6 benda uji berbagai variasi

| Kadar lumpur Lapindo (%) | Air (liter) | Semen (kg) | Lumpur Lapindo (kg) | Agregat halus (kg) | Agregat kasar (kg) |
|--------------------------|-------------|------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 0,8150 | 1,9879 | - | 2,4985 | 3,7478 |
| 10 | 0,8150 | 1,7891 | 0,1988 | 2,4985 | 3,7478 |
| 20 | 0,8150 | 1,5903 | 0,3976 | 2,4985 | 3,7478 |
| 30 | 0,8150 | 1,3915 | 0,5964 | 2,4985 | 3,7478 |
| 40 | 0,8150 | 1,1927 | 0,7951 | 2,4985 | 3,7478 |
| 50 | 0,8150 | 0,9939 | 0,9939 | 2,4985 | 3,7478 |
| 60 | 0,8150 | 0,7951 | 1,1927 | 2,4985 | 3,7478 |

Sumber : Hasil Penelitian, 2012

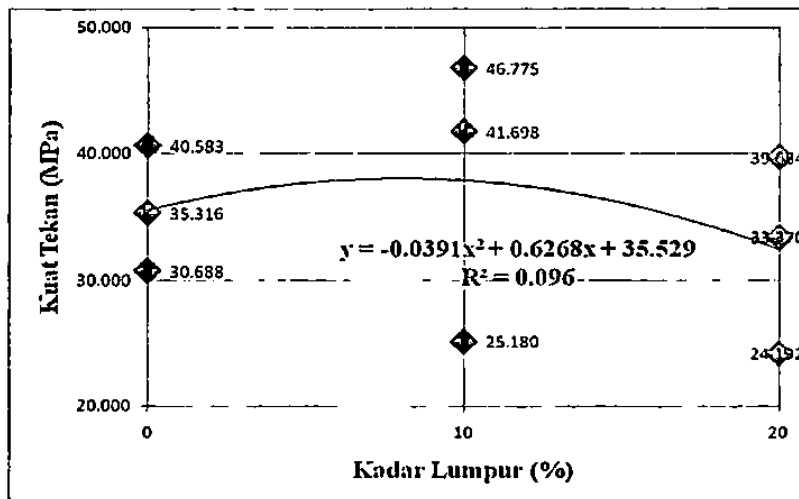
C. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton normal dan beton yang dicampur bubuk lumpur Lapindo dengan kadar lumpur yang bervariasi. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 5.3, Gambar 5.2 dan Gambar 5.3. Hasil uji kuat tekan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 17.

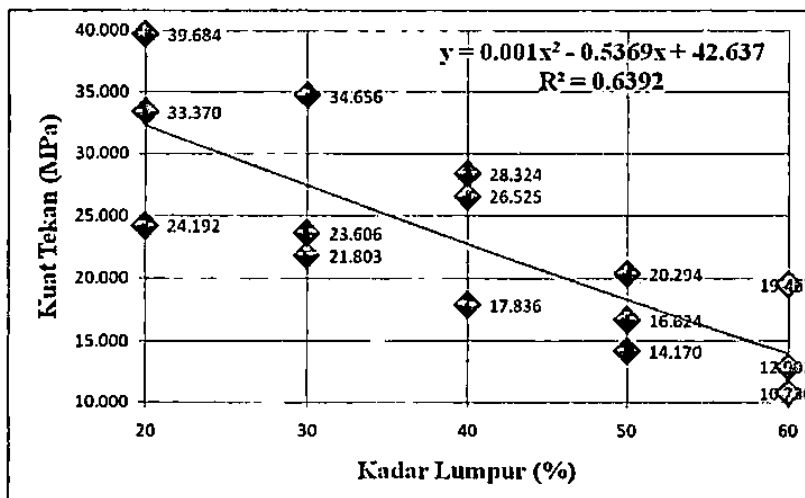
Tabel 5.3. Hasil uji kuat tekan beton dengan variasi kadar lumpur Lapindo

| Kadar lumpur Lapindo (%) | Kuat tekan beton pada umur 28 hari (MPa) | | | |
|--------------------------|--|-----------|------------|-----------|
| | Sampel I | Sampel II | Sampel III | Rata-rata |
| 0 | 40,583 | 35,316 | 30,688 | 35,529 |
| 10 | 46,775 | 41,698 | 25,180 | 37,884 |
| 20 | 24,192 | 33,370 | 39,684 | 32,415 |
| 30 | 21,803 | 23,606 | 34,656 | 26,688 |
| 40 | 17,836 | 26,525 | 28,324 | 24,228 |
| 50 | 16,624 | 20,294 | 14,170 | 17,030 |
| 60 | 12,902 | 10,730 | 19,467 | 14,366 |

Sumber : Hasil Penelitian, 2012



Gambar 5.2. Hubungan variasi kadar lumpur 0% - 20% dengan kuat tekan beton pada umur 28 hari



Gambar 5.3. Hubungan variasi kadar lumpur 20% - 60% dengan kuat tekan beton

Berdasarkan Gambar 5.2. dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan pada penggunaan bubuk lumpur Lapindo sampai dengan kadar 10%. Nilai kuat tekan beton optimum terjadi pada penambahan bubuk lumpur Lapindo dengan kadar 8% yaitu sebesar 38,041 MPa yang didapatkan dari persamaan $y = -0,0391x^2 + 0,6268x + 35,529$. Peningkatan tersebut sebesar 7,07% dari kuat tekan beton normal.

Dari Gambar 5.3. tampak bahwa penambahan bubuk lumpur Lapindo dengan kadar sebesar 20%, 30%, 40%, 50% dan 60% justru mengalami penurunan kuat tekan dibanding dengan beton normal.

Silika merupakan bahan kimia yang ada di dalam semen. Kandungan silika yang tinggi dalam lumpur Lapindo mengakibatkan kenaikan kuat tekan dari beton. Penggunaan lumpur Lapindo sebagai bahan pengganti sebagian semen untuk meningkatkan kuat tekan beton sehingga mutu beton menjadi naik. Beton mutu tinggi mempunyai kuat tekan diatas 40MPa, tetapi apabila jumlah lumpur Lapindo yang ditambahkan semakin banyak justru menurunkan kuat tekan beton. Hal ini disebabkan karena lumpur adalah jenis agregat dengan kekuatan yang rendah dan merupakan material yang banyak menyerap air, sehingga adukan campuran beton dapat berubah, perubahan ini mengakibatkan turunnya kuat tekan dari beton. Selain itu lumpur lumpur bersifat licin sehingga mengurangi daya ikat antar agregat. Jika daya ikat antar agregat berkurang maka akan menurunkan kuat tekan beton.

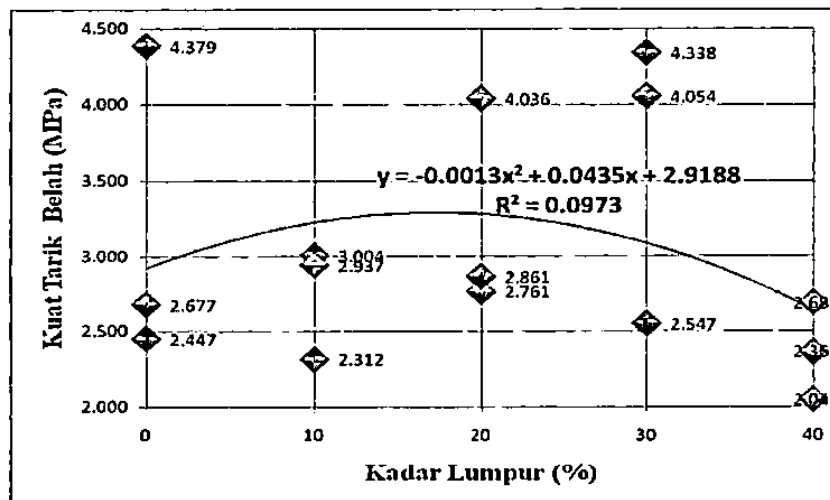
D. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tarik belah beton beton normal dan beton yang dicampur bubuk lumpur Lapindo dengan kadar yang bervariasi. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.4, Gambar 5.4. dan Gambar 5.5. Hasil uji kuat tarik belah selengkapnya dapat dilihat pada

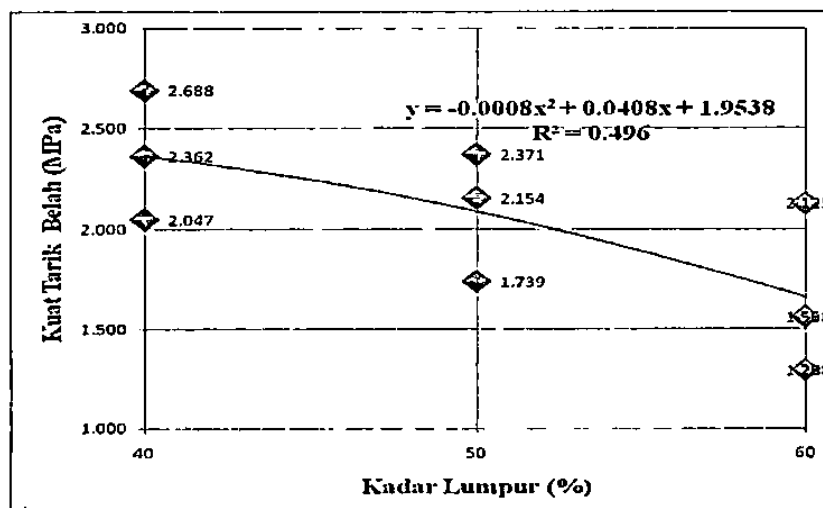
Tabel 5.4. Hasil uji kuat tarik beton dengan variasi kadar lumpur Lapindo

| Kadar lumpur Lapindo (%) | Kuat tarik beton pada umur 28 hari (MPa) | | | |
|--------------------------|--|-----------|------------|-----------|
| | Sampel I | Sampel II | Sampel III | Rata-rata |
| 0 | 2,677 | 4,379 | 2,447 | 3,168 |
| 10 | 2,312 | 3,004 | 2,937 | 2,751 |
| 20 | 2,761 | 2,861 | 4,036 | 3,219 |
| 30 | 4,054 | 2,547 | 4,338 | 3,646 |
| 40 | 2,047 | 2,688 | 2,362 | 2,366 |
| 50 | 2,371 | 1,739 | 2,154 | 2,088 |
| 60 | 1,558 | 1,288 | 2,125 | 1,657 |

Sumber : Hasil Penelitian, 2012



Gambar 5.4. Hubungan variasi kadar lumpur 0% - 30% dengan kuat tarik beton pada umur 28 hari



Gambar 5.5. Hubungan variasi kadar lumpur 40% - 60% dengan kuat tarik beton

Berdasarkan Gambar 5.4. dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik untuk beton mengalami kenaikan terjadi pada kadar lumpur Lapindo 10%-20%. Nilai optimum kuat tarik belah yaitu pada kadar lumpur 16,7% diperoleh dari persamaan $y = -0,0013x^2 + 0,0435x + 2,9188$ dengan nilai sebesar 3,283 MPa. Kenaikan nilai kuat tarik belah tersebut sebesar 3,62% dari kuat tarik belah beton normal.

Pada Gambar 5.5. dapat dilihat bahwa untuk penambahan bubuk lumpur Lapindo lebih dari 20% justru terjadi penurunan kuat tarik belah dibanding dengan kuat tarik belah beton normal.

Kuat tarik belah beton berpengaruh terhadap kemampuan beton di dalam mengatasi retak awal sebelum dibebani. Kandungan silika yang tinggi dalam lumpur Lapindo mengakibatkan kenaikan kuat tarik belah dari beton. Pada pengujian kuat tarik belah beton dengan kadar lumpur 10%-20% terjadi kenaikan, hal ini disebabkan karena selain pengaruh silika yang tinggi dalam lumpur juga karena kemampuan lumpur untuk mengisi pori dan mengikat agregat yang ada di dalam beton lebih maksimal, sehingga beton lebih getas, padat dan mempunyai daya ikat antar agregat yang kuat sehingga pada saat dilakukan uji tarik belah beton tidak mudah retak.

Tetapi apabila jumlah lumpur Lapindo yang ditambahkan semakin banyak justru menurunkan kuat tarik belah beton. Hal ini disebabkan adanya kandungan kapur di dalam lumpur Lapindo. Selain itu jumlah ruangan pori yang terisi dalam beton akan semakin banyak sehingga lumpur akan mengembang di dalam beton. Jika hal ini terjadi akan mengakibatkan beton menjadi lemah, tidak padat dan tidak mampat, sehingga terjadi retak pada beton sebelum beton diuji tarik belah.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak lumpur tidak menjamin mutu beton menjadi lebih baik, tetapi dicari proporsi yang tepat agar didapatkan beton yang bermutu lebih baik dari pada beton normal, dilihat dari kuat tekan dan kuat tarik belahnya.

E. Perbandingan antara Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan dan pengujian kuat tarik antara beton normal dan beton campuran bubuk lumpur Lapindo. Hasil dari

masing-masing pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah untuk tiap variasi kadar lumpur kemudian dibandingkan dengan teori yaitu kuat tarik belah beton mempunyai nilai 10%–15% dari kuat tekan beton. Perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Perbandingan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton

| Kadar Lumpur Lapindo (%) | Kuat Tekan (MPa) | Kuat Tarik Belah (MPa) | Perbandingan Antara Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan (%) |
|--------------------------|------------------|------------------------|---|
| 0 | 40,583 | 2,677 | 6,60 |
| 0 | 35,316 | 4,379 | 12,40 |
| 0 | 30,688 | 2,447 | 7,97 |
| Rata-rata | | | 8,99 |
| 10 | 46,775 | 2,312 | 4,94 |
| 10 | 41,698 | 3,004 | 7,20 |
| 10 | 25,180 | 2,937 | 11,67 |
| Rata-rata | | | 7,94 |
| 20 | 24,192 | 2,761 | 11,41 |
| 20 | 33,370 | 2,861 | 8,57 |
| 20 | 39,684 | 4,036 | 10,17 |
| Rata-rata | | | 10,05 |
| 30 | 21,803 | 4,054 | 18,60 |
| 30 | 23,606 | 2,547 | 10,79 |
| 30 | 34,656 | 4,338 | 12,52 |
| Rata-rata | | | 13,97 |
| 40 | 17,836 | 2,047 | 11,48 |
| 40 | 26,525 | 2,688 | 10,13 |
| 40 | 28,324 | 2,362 | 8,34 |
| Rata-rata | | | 9,98 |
| 50 | 16,624 | 2,371 | 14,26 |
| 50 | 20,294 | 1,739 | 8,57 |
| 50 | 14,170 | 2,154 | 15,20 |
| Rata-rata | | | 12,68 |
| 60 | 12,902 | 1,558 | 12,08 |
| 60 | 10,730 | 1,288 | 12,00 |
| 60 | 19,467 | 2,125 | 10,92 |
| Rata-rata | | | 11,62 |

Berdasarkan Tabel 5.7. dapat dilihat nilai kuat tarik sekitar 7,94%-13,97% dari nilai kuat tekannya. Jika dibandingkan dengan SNI 03-2491-2002, nilai kuat tarik sebesar 10%-15% dari nilai kuat tekannya, maka dapat disimpulkan nilai perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik hasil dari penelitian dengan nilai perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik yang ada dalam SNI 03-2491-2002 tidak jauh berbeda selisihnya