



## BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pada pengujian analisis saringan yang dilakukan pada Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata berdasarkan SNI 03-2834-2000 mendapatkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada bab sebelumnya.

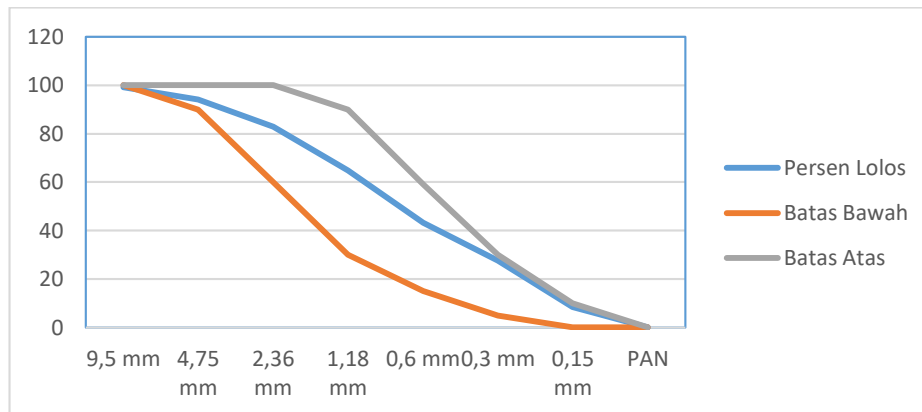
#### 4.1.1. Analisis saringan agregat halus

Perhitungan pengujian lolos uji saringan agregat halus Pasir Muntlan dapat dilihat pada Rumus 2.1 – Rumus 2.4 maka mendapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Analisis Saringan (Agregat Halus Pasir Muntlan)

| UKURAN<br>AYAKAN<br>(mm) | BERAT<br>TERTAHAN<br>(GRAM) | KOMULATIF RATA RATA |                 |              | GRADASI    |             |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|--------------|------------|-------------|
|                          |                             | TERTAHAN<br>(GRAM)  | TERTAHAN<br>(%) | LOLOS<br>(%) | MIN<br>(%) | MAKS<br>(%) |
| 9,5 3/8                  | 7,00                        | 7,00                | 0,70            | 99,15        | 100        | 100         |
| 4,75 No. 4               | 45,30                       | 52,30               | 4,53            | 94,07        | 90         | 100         |
| 2,36 No. 8               | 119,10                      | 171,40              | 11,91           | 82,86        | 60         | 100         |
| 1,18 No. 16              | 179,60                      | 351,00              | 17,96           | 64,90        | 30         | 90          |
| 0,6 No. 30               | 217,00                      | 568,00              | 21,70           | 43,20        | 15         | 59          |
| 0,3 No. 50               | 156,60                      | 724,60              | 15,66           | 27,54        | 55         | 30          |
| 0,15 No. 100             | 190,40                      | 915,00              | 19,04           | 8,50         | 0          | 10          |
| PAN No. 500              | 85,00                       | 1000                | 8,5             | 0            | 0          | 0           |
| Modulus kehalusan        | 2,78                        |                     |                 |              |            |             |

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 4.1 Gradasi Pasir Muntilan

Grafik 4.1 diatas pasir Muntilan terletak diantara zona 2 gradasi pasir sedang dengan modulus kehalusan 2,78, gradasi agregat halus yang baik harus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 sehingga dikategorikan sebagai pasir dengan gradasi ideal bagi campuran adukan beton segar.

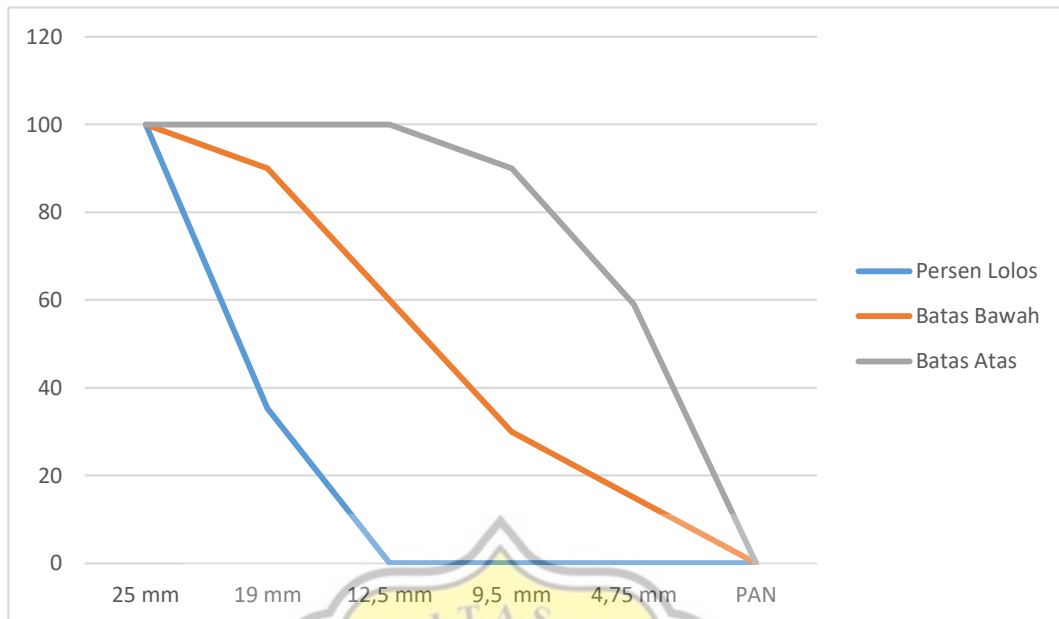
#### 4.1.2 Analisis saringan agregat kasar *split* Gringsing (20 mm – 30 mm)

Perhitungan pengujian lolos uji saringan agregat kasar Gringsing dapat dilihat pada Rumus 2.14 – Rumus 2.17 maka mendapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis Saringan (Agregat Kasar *Split* Gringsing)

| UKURAN AYAKAN (mm) | BERAT TERTAHAN (GRAM) | KOMULATIF RATA RATA |              |           | GRADASI |          |
|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------|-----------|---------|----------|
|                    |                       | TERTAHAN (GRAM)     | TERTAHAN (%) | LOLOS (%) | MIN (%) | MAKS (%) |
| 25                 | 1                     | 0,00                | 0,00         | 100       | 100     | 100      |
| 19                 | 3/4                   | 646,90              | 64,69        | 35,31     | 90      | 100      |
| 12,5               | 1/2                   | 353,10              | 35,31        | 0,00      | 60      | 100      |
| 9,5                | 3/8                   | 0,00                | 0,00         | 0,00      | 30      | 90       |
| 4,75               | No. 4                 | 0,00                | 0,00         | 0,00      | 15      | 59       |
| PAN                | No. 500               | 0,00                | 0,00         | 0,00      | 0       | 0        |
| Modulus kehalusan  | 4,64                  |                     |              |           |         |          |

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 4.2 Gradasi *Split Gringsing*

Dari Gambar 4.2 diatas mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan hasil agregat kasar *Split Gringsing* tidak termasuk dalam rentang batas atas dan batas bawah sehingga persen lolos pada agregat kasar ini tidak ideal untuk digunakan sebagai campuran pembuatan beton, hal ini dapat menyebabkan berkurangnya nilai kepadatan (*density*) dan nilai porositas (*voids*) pada agregat kasar. maka harus dilakukan pencampuran agregat (*mix*) sehingga persen lolos agregat kasar dapat terpenuhi dan nilai kuat tekan beton cukup tinggi.

#### 4.2. Analisis Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur agregat halus di lakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata berdasarkan SNI 2816:2014. Perhitungan dari pengujian kadar lumpur agregat halus Pasir Muntilan dapat dilihat pada Rumus 2.6.

Kandungan lumpur pada agregat halus jenis Pasir Muntilan yang didapatkan dari hasil pengujian sebesar 7,3 %. Oleh sebab itu bahan agregat halus sebelum digunakan pada campuran beton ini telah dilakukan pencucian sehingga mendapatkan nilai kadar lumpur sebesar 4,6 %. Maka nilai kandungan lumpur



sebesar 4,6 % yang akan digunakan sebagai campuran beton segar. Hal ini sesuai dengan syarat SNI 2461 2002 bahwa kandungan lumpur pada agregat halus maksimum 5 %. apabila agregat halus tidak dilakukan pencucian maka akan mengurangi nilai kuat tekan beton maupun nilai kuat lentur.

### 4.3. Analisis Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir Muntilan) di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata dan SNI 1973:2008 yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya

#### 4.3.1. Analisis pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

Perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir muntilan) dapat dilihat pada Rumus 2.7 – Rumus 2.10 maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.3. Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan dan dirangkum pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Muntilan

| JENIS PERCOBAAN                                                      | HASIL PERCOBAAN              |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Berat Jenis ( <i>Bulk</i> ) ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )              | 2,32 $\text{gr}/\text{cm}^3$ |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD) ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) | 2,45 $\text{gr}/\text{cm}^3$ |
| Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> ) ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )     | 2,66 $\text{gr}/\text{cm}^3$ |
| Penyerapan ( <i>Absorbition</i> ) (%)                                | 5,44 %                       |

Berdasarkan percobaan di laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata maka agregat halus pasir muntilan mempunyai berat jenis (*Saturated Surface Dry*) yaitu 2,451  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan volume agregat halus, sehingga dapat mengetahui campuran agregat dalam pembuatan beton. Berat jenis agregat halus juga dapat mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Berdasarkan SNI 1973:2008 berat jenis yang baik berkisar 2,4  $\text{gr}/\text{cm}^3$  – 2,9  $\text{gr}/\text{cm}^3$



#### 4.3.2. Analisis pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar gringsing ( 20 mm – 30 mm )

Perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar (*Split 2×3*) di Laboratorium Varia Usaha Beton dapat dilihat pada Rumus 2.18 – Rumus 2.21 maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (*Split 2×3*)

| JENIS PERCOBAAN                                                        | HASIL PERCOBAAN       |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Berat Jenis ( <i>Bulk</i> ) ( $\text{gr/cm}^3$ )                       | 8,98 $\text{gr/cm}^3$ |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh ( <i>SSD</i> ) ( $\text{gr/cm}^3$ ) | 9,06 $\text{gr/cm}^3$ |
| Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> ) ( $\text{gr/cm}^3$ )              | 9,68 $\text{gr/cm}^3$ |
| Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> ) (%)                                   | 0,8%                  |

Berdasarkan percobaan di laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata maka dapat menarik kesimpulan agregat kasar (*Split 2×3*) mempunyai berat jenis (*Saturated Surface Dry*) yaitu 9,06  $\text{gr/cm}^3$ . Untuk penyerapan (*absorbtion*) Agregat Kasar (*Split Gringsing*) yaitu 0,8 %

#### 4.4. Analisis Berat Isi

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata dan SNI 1973:2008 yang telah disampaikan pada bab sebelumnya.

##### 4.4.1. Analisis berat isi agregat kasar

Perhitungan pengujian berat isi agregat kasar dapat dilihat pada Rumus 2.22 – Rumus 2.24 maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Silinder (*Split 2×3*)

| PERCOBAAN                          | I                        | II                       | III                      |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Berat Container + <i>Split</i> (A) | 19,36 kg                 | 19,36 kg                 | 19,36 kg                 |
| Berat Container (B)                | 11,17 kg                 | 11,17 kg                 | 11,17 kg                 |
| Berat <i>Split</i> (C)             | 19,36 kg                 | 19,40 kg                 | 19,36 kg                 |
| Volume Container (D)               | 0,00529 $\text{dm}^3$    | 0,00529 $\text{dm}^3$    | 0,00529 $\text{dm}^3$    |
| Berat Isi <i>Split</i> (C/D)       | 1538,24 $\text{kg/dm}^3$ | 1550,77 $\text{kg/dm}^3$ | 1538,28 $\text{kg/dm}^3$ |
| Rata – Rata                        |                          | 1550,72 $\text{kg/dm}^3$ |                          |

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat kasar (*Split 2 x 3 = 25 mm*) ini dapat diketahui bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1550,72  $\text{kg/dm}^3$



Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Balok (*Split* 2×3)

| PERCOBAAN                          | I                          | II                         | III                        |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Berat Container + <i>Split</i> (A) | 19,36 kg                   | 19,36 kg                   | 19,36 kg                   |
| Berat Container (B)                | 35,53 kg                   | 35,53 kg                   | 35,53 kg                   |
| Berat <i>Split</i> (C)             | 18,82 kg                   | 18,86 kg                   | 19,82 kg                   |
| Volume Container (D)               | 0,0135 dm <sup>3</sup>     | 0,0135 dm <sup>3</sup>     | 0,0135 dm <sup>3</sup>     |
| Berat Isi <i>Split</i> (C/D)       | 1349,07 kg/dm <sup>3</sup> | 1397,03 kg/dm <sup>3</sup> | 1349,07 kg/dm <sup>3</sup> |
| Rata – Rata                        |                            | 1395,73 Kg/dm <sup>3</sup> |                            |

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat kasar (*Split* 2 x 3 = 25 mm) ini dapat diketahui bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1395,73 kg/dm<sup>3</sup>

#### 4.4.2. Analisis berat isi agregat halus (Muntilan)

Perhitungan pengujian agregat halus pasir Muntilan pada percobaan ini dapat dilihat pada Rumus 2.11 – Rumus 2.13 maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Silinder (Pasir Muntilan)

| PERCOBAAN               | I                          | II                         | III                        |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Berat Container + Pasir | 20,47 kg                   | 20,51 kg                   | 20,47 kg                   |
| Berat Container (B)     | 11,17 kg                   | 11,17 kg                   | 11,17 kg                   |
| Berat Pasir (C)         | 9,3 kg                     | 9,34 kg                    | 9,3 kg                     |
| Volume Container (D)    | 0,00529 dm <sup>3</sup>    | 0,00529 dm <sup>3</sup>    | 0,00529 dm <sup>3</sup>    |
| Berat Isi Pasir (C/D)   | 1701,32 kg/dm <sup>3</sup> | 1765,6 kg/dm <sup>3</sup>  | 1701,32 kg/dm <sup>3</sup> |
| Rata – Rata             |                            | 1722,75 kg/dm <sup>3</sup> |                            |

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus Pasir Muntilan ini dapat diketahui bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1722,75 kg/dm<sup>3</sup>

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Balok (Pasir Muntilan)

| Percobaan               | I                          | II                         | III                        |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Berat Container + Pasir | 55,44 kg                   | 55,48 kg                   | 55,44 kg                   |
| Berat Container (B)     | 35,53 kg                   | 35,53 kg                   | 35,53 kg                   |
| Berat Pasir (C)         | 19,91 kg                   | 19,85 kg                   | 19,91 kg                   |
| Volume Container (D)    | 0,0135 dm <sup>3</sup>     | 0,0135 dm <sup>3</sup>     | 0,0135 dm <sup>3</sup>     |
| Berat Isi Pasir (C/D)   | 1445,18 kg/dm <sup>3</sup> | 1477,77 kg/dm <sup>3</sup> | 1445,18 kg/dm <sup>3</sup> |
| Rata – Rata             |                            | 1456,05 kg/dm <sup>3</sup> |                            |

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus Pasir Muntilan ini dapat diketahui bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1456,05 kg/dm<sup>3</sup>.

Dari percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan metode tusuk membuat agregat memadat karena agregat tertekan oleh batang penusuk sehingga rongga-rongga yang kosong dapat terisi dan menjadi padat.



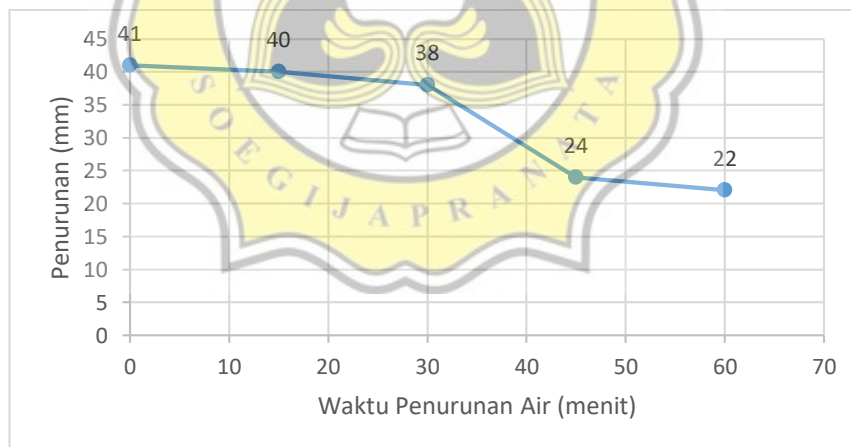
#### 4.5. Pengujian Daya Ikat Semen

Untuk pengujian daya ikat semen menggunakan SNI-15-2049-2004 tentang jenis semen *portland*. Tujuan dari pengujian ini mengetahui berapa lama waktu semen yang telah bereaksi terhadap air hingga membentuk pasta semen (mengeras) dan cukup kuat menahan tekanan. Untuk pengujian bahan semen *portland* ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata. Langkah pengujian dapat dilihat pada bab sebelumnya, maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Daya Ikat Semen

| WAKTU (Menit) | PENURUNAN (mm) |
|---------------|----------------|
| 0             | 41             |
| 15            | 40             |
| 30            | 38             |
| 45            | 24             |
| 60            | 22             |

Selanjutnya data yang didapat dari pengujian daya ikat semen ini digambarkan dalam grafik. Gambar 4.3 menunjukkan grafik daya ikat semen.



Gambar 4.3 Daya Ikat Semen

Berdasarkan Gambar 4.3 pengujian diatas maka dapat disimpulkan bahwa waktu ikat awal terjadi pada menit ke 15 saat pertama kali semen bereaksi dengan air, kemudian pada menit ke 30 – 45 mengalami waktu ikat akhir di mana jarum vicat tertahan oleh pasta semen yang telah mengeras.

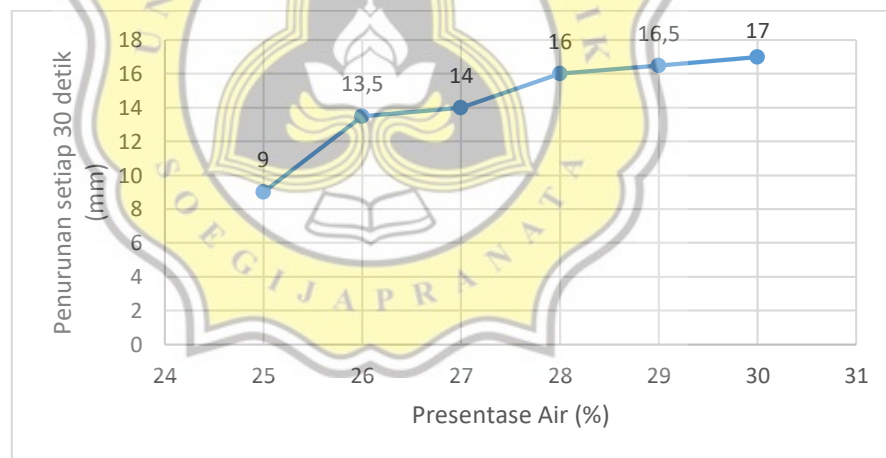


#### 4.6. Pengujian Konsistensi Normal Semen

Pengujian konsistensi normal semen berdasarkan SNI-15-2049-2004 tentang semen *portland*. Tujuan dari pengujian ini menentukan jumlah air yang dibutuhkan pada penyiapan pasta semen hidrolis. Untuk pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata. Langkah pengujian dapat dilihat pada bab sebelumnya. Dari percobaan ini maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen

| SEMEN (gr) | PRESENTASE AIR (%) | PENURUNAN SETIAP 30 DETIK (mm) |
|------------|--------------------|--------------------------------|
| 650        | 25                 | 9,00                           |
| 650        | 26                 | 13,50                          |
| 650        | 27                 | 14,00                          |
| 650        | 28                 | 16,00                          |
| 650        | 29                 | 16,50                          |
| 650        | 30                 | 17,00                          |



Gambar 4.4 Konsistensi Normal Semen

Pada Gambar 4.4 diketahui bahwa penggunaan air sebesar 25 % hingga 30 % mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh faktor kekentalan yang terjadi pada semen. Semakin banyak air yang ditambahkan maka daya lengket yang ada pada semen akan berkurang dan dapat menyebabkan *bleeding* maupun penurunan mutu semen.





#### 4.7. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Menurut SNI 03-2417-2008 pengujian keausan agregat kasar menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* dan bola baja. Pengujian keausan agregat kasar bertujuan untuk mendapatkan angka keausan dari agregat kasar. Hasil pengujian keausan agregat kasar dapat dilihat pada Rumus 2.25 dan Rumus 2.26.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas nilai keausan total dari agregat kasar sebanyak 19,58%. Artinya agregat kasar yang diuji memenuhi syarat untuk digunakan. Karena berdasarkan SNI 03-2417-2008 syarat fisik kerikil bagian yang hancur bila diuji memakai mesin *Los Angeles* tidak lebih dari 40% berat". Apabila melebihi 40% maka akan mempengaruhi kepada kekuatan bahan kerikil dan mengurangi kekuatan dari beton segar.

#### 4.8. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilaksanakan di Laboratorium PT. Varia Usaha Beton (VUB) sesuai dengan SNI-2493-2011, pada pembuatan ini dilaksanakan selama 7 hari dengan variabel penelitian yang sesuai dengan perencanaan. Langkah pembuatan benda uji dapat dilihat pada bab sebelumnya.

#### 4.9. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini melakukan pengujian kuat tekan beton secara langsung yang terhadap benda uji dengan pembacaan skala pengukuran kuat tekan beton. pengujian ini pada saat umur beton 14 hari dan 28 hari di Laboratorium Varia Usaha Beton (VUB). Langkah pengujian ini dapat dilihat pada bab sebelumnya.

##### 4.9.1. Berat dari massa volume beton ( benda uji silinder)

Berat massa volume beton adalah perbandingan antara berat benda uji silinder beton yang akan ditimbang pada saat umur 28 hari dengan volume benda uji. Perhitungan ini dapat dilihat pada Rumus 2.27 – Rumus 2.28



Berdasarkan perhitungan berat massa volume beton diatas, maka untuk perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Berat Massa Volume Beton

| NO | UMUR BETON (Hari) | NORMAL / VISCOCRETE | BERAT BENDA UJI (kg) | VOLUME BENDA UJI (m <sup>3</sup> ) | BERAT MASSA BETON (kg/m <sup>3</sup> ) | BERAT MASSA VOLUME BETON RATA RATA (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----|-------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1  |                   | Normal 1            | 12,68                | 0,0053                             | 2392,452                               | 2444,653                                                |
| 2  |                   | Normal 2            | 12,65                | 0,0053                             | 2386,792                               |                                                         |
| 3  |                   | Normal 3            | 13,54                | 0,0053                             | 2554,716                               |                                                         |
| 4  | 28 Hari           | GSF10               | 13,10                | 0,0053                             | 2471,698                               | 2484,276                                                |
| 5  |                   | GSF10               | 13,13                | 0,0053                             | 2477,358                               |                                                         |
| 6  |                   | GSF10               | 12,98                | 0,0053                             | 2449,056                               |                                                         |
| 7  |                   | GSF15               | 13,27                | 0,0053                             | 2503,773                               | 2493,710                                                |
| 8  |                   | GSF15               | 13,22                | 0,0053                             | 2494,339                               |                                                         |
| 9  |                   | GSF15               | 13,16                | 0,0053                             | 2483,018                               |                                                         |

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat disimpulkan jenis beton tergolong dalam beton normal disebabkan karena massa volume beton berada diantara 2200 kg/m<sup>3</sup> - 2500 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.9.2. Hasil dari pengujian kuat tekan beton

Dari pengujian kuat tekan pada penelitian yang dilaksanakan pada Laboratorium Varia Usaha Beton (VUB) dengan alat *Universal Testing Machine* kuat tekan beton yang dihasilkan pada pembebanan maksimum pada benda uji mengalami keretakan atau keruntuhan. Tahapan dalam perhitungan hasil kuat tekan dapat dilihat pada Rumus 2.30. Dari perhitungan diatas maka diketahui rata rata kuat tekan dari 3 benda uji silinder dapat dilihat pada Tabel 4.12

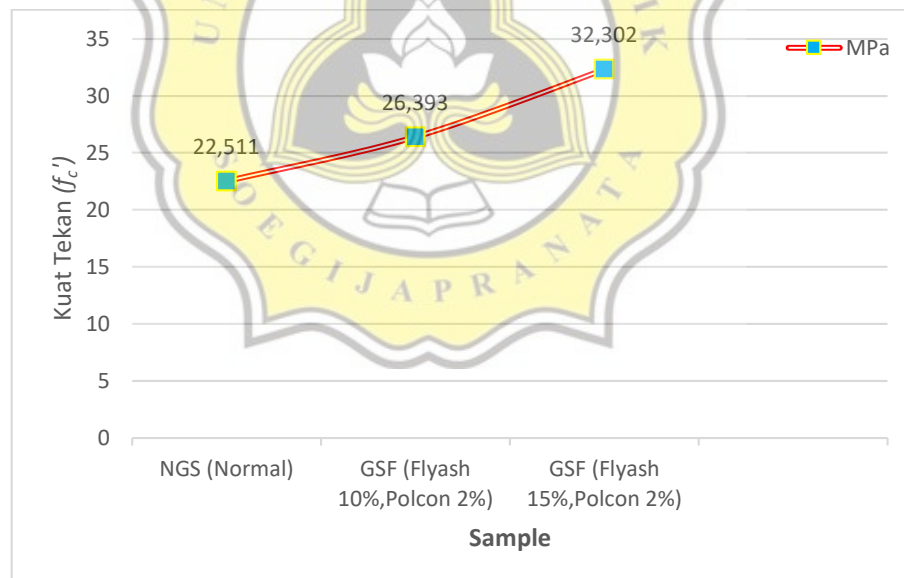
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

| JENIS BETON | LUAS (cm <sup>2</sup> ) | UKURAN SILINDER  | UMUR (Hari) | BERAT (kg) | GAYA TEKAN (kN) | SILINDER (kg/cm <sup>2</sup> ) | KUAT TEKAN (MPa) |
|-------------|-------------------------|------------------|-------------|------------|-----------------|--------------------------------|------------------|
| NGS1 1      | 176,71                  | Ø 15 ,<br>t = 30 | 14          | 12,453     | 360             | 203,723                        | 19,976           |
| NGS 2       |                         |                  |             | 12,115     | 422             | 238,809                        | 23,414           |
| NGS 3       |                         |                  |             | 13,205     | 435             | 246,166                        | 24,143           |
| GSF10       | 176,71                  | Ø 15 ,<br>t = 30 | 14          | 12,523     | 530             | 299,296                        | 25,350           |
| GSF10       |                         |                  |             | 12,746     | 480             | 271,631                        | 26,637           |
| GSF10       |                         |                  |             | 12,375     | 490             | 277,290                        | 27,192           |

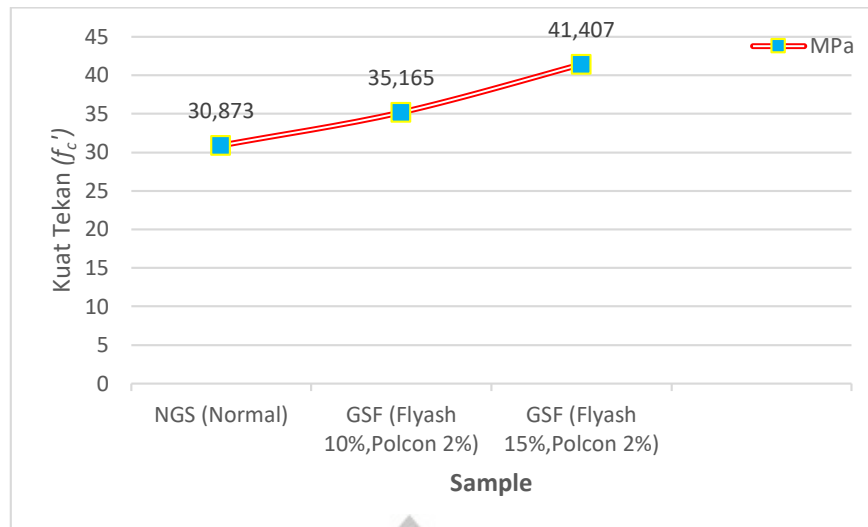


| JENIS BETON | LUAS (cm <sup>2</sup> ) | UKURAN SILINDER  | UMUR (Hari) | BERAT (kg) | GAYA TEKAN (kN) | SILINDER (kg/cm <sup>2</sup> ) | KUAT TEKAN (MPa) |
|-------------|-------------------------|------------------|-------------|------------|-----------------|--------------------------------|------------------|
| GSF15       |                         |                  |             | 12,441     | 580             | 328,221                        | 32,187           |
| GSF15       | 176,71                  | Ø 15 ,<br>t = 30 | 14          | 13,045     | 510             | 288,608                        | 33,302           |
| GSF15       |                         |                  |             | 12,684     | 440             | 248,995                        | 31,418           |
| NGS1 1      |                         |                  |             | 12,68      | 556             | 314,639                        | 30,855           |
| NGS 2       | 176,71                  | Ø 15,<br>t = 30  | 28          | 12,65      | 570             | 322,562                        | 31,632           |
| NGS 3       |                         |                  |             | 13,54      | 543             | 307,283                        | 30,134           |
| GSF10       |                         |                  |             | 13,10      | 630             | 356,516                        | 34,962           |
| GSF10       | 176,71                  | Ø 15,<br>t = 30  | 28          | 13,13      | 575             | 325,391                        | 33,909           |
| GSF10       |                         |                  |             | 12,98      | 660             | 373,493                        | 36,625           |
| GSF15       |                         |                  |             | 13,27      | 640             | 408,017                        | 41,012           |
| GSF15       | 176,71                  | Ø 15,<br>t = 30  | 28          | 13,22      | 735             | 415,930                        | 41,588           |
| GSF15       |                         |                  |             | 13,16      | 750             | 424,424                        | 41,621           |

Berdasarkan Tabel 4.12, maka didapatkan grafik yang memperlihatkan masing masing kekuatan dari beton. Gambar 4.5 menunjukkan kuat tekan beton selama 14 hari sedangkan Gambar 4.6 menunjukkan kuat tekan beton selama 28 hari.



Gambar 4.5 Kuat Tekan Umur 14 Hari



Gambar 4.6 Kuat Tekan Umur 28 Hari

Pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 diketahui bahwa nilai kuat tekan ( $f'_c$ ) telah mencapai target yang direncanakan dengan nilai kuat tekan sebesar 41,407 pada usia beton 28 hari, sedangkan pada usia 14 hari beton hanya mencapai kekuatan 80%.

#### 4.10. Pengujian Kuat Lentur Beton

Pada penelitian ini melakukan pengujian kuat tekan beton secara langsung yang terhadap benda uji dengan pembacaan skala pengukuran kuat tekan beton. pengujian ini pada saat umur beton 14 hari dan 28 hari di Laboratorium Varia Usaha Beton (VUB).

Pada tahapan pengujian kuat lentur beton untuk *rigid pavement* mengacu pada SNI-4431-2011. Pengujian kuat lentur beton sampel diletakkan pada dua perletakkan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus yang diberikan terhadap benda uji hingga patah. Satuan dalam kuat lentur dinyatakan dalam (MPa) gaya per satuan luas.



#### 4.10.1 Berat dari massa volume beton ( benda uji balok)

Berat massa volume beton pada benda uji balok ditimbang pada saat umur 28 hari dengan volume benda uji. Perhitungan dari pengujian ini dapat dilihat pada Rumus 3.31 dan Rumus 3.32.

Berdasarkan perhitungan berat massa volume beton tersebut, maka untuk perhitungan berat massa volume beton tersebut, maka untuk perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Berat Massa Volume Beton (Balok)

| NO | UMUR BETON (Hari) | NORMAL / VISCOCRETE | BERAT BENDA UJI (kg) | VOLUME BENDA UJI (m <sup>3</sup> ) | BERAT MASSA VOLUME BETON (kg/m <sup>3</sup> ) | BERAT MASSA VOLUME BETON RATA RATA (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----|-------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1  |                   | Normal 1            | 32,43                | 0,0135                             | 2402,222                                      |                                                         |
| 2  | 28                | Normal 2            | 32,67                | 0,0135                             | 2420,000                                      | 2422,963                                                |
| 3  |                   | Normal 3            | 33,03                | 0,0135                             | 2446,667                                      |                                                         |
| 4  |                   | GSF10               | 33,06                | 0,0135                             | 2448,889                                      |                                                         |
| 5  | 28                | GSF10               | 32,54                | 0,0135                             | 2410,370                                      | 2451,605                                                |
| 6  |                   | GSF10               | 33,69                | 0,0135                             | 2495,556                                      |                                                         |
| 7  |                   | GSF15               | 32,75                | 0,0135                             | 2425,925                                      |                                                         |
| 8  | 28                | GSF15               | 31,93                | 0,0135                             | 2365,185                                      | 2408,394                                                |
| 9  |                   | GSF15               | 32,86                | 0,0135                             | 2434,074                                      |                                                         |

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat disimpulkan jenis beton tergolong dalam beton normal disebabkan karena massa volume beton berada diantara 2200 kg/m<sup>3</sup> - 2500 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.10.2 Hasil dari pengujian kuat lentur balok beton

Berdasarkan pengujian kuat tekan pada penelitian yang dilaksanakan pada Laboratorium Varia Usaha Beton (VUB) dengan alat *Universal Testing Machine* dengan pemberian beban maksimum hingga benda uji balok mengalami patah. Nilai maksimum tersebut kemudian dikonversikan menjadi nilai kuat lentur. Perhitungan pengujian ini dapat dilihat pada Rumus 2.33



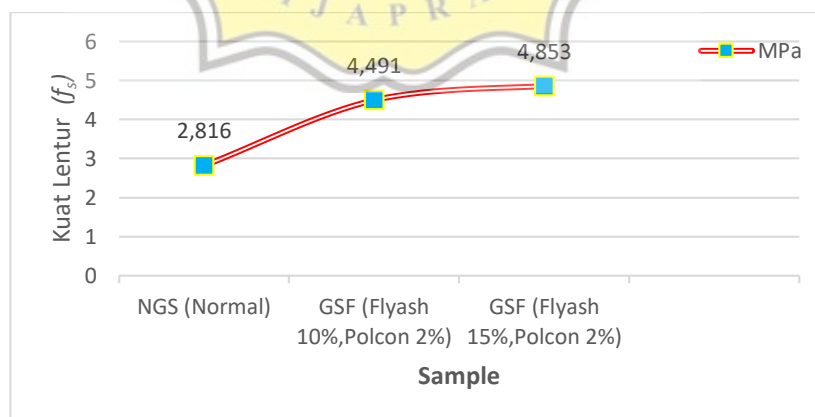


Dari perhitungan diatas maka diketahui rata rata kuat tekan dari 3 benda uji silinder dapat dilihat pada Tabel 4.14

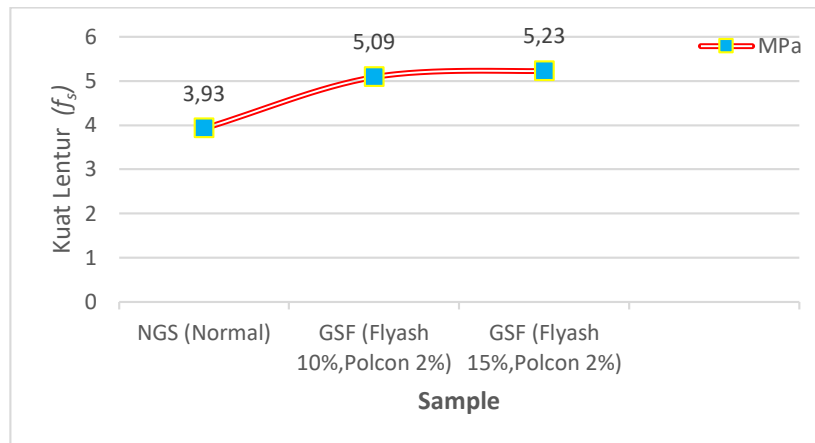
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok

| JENIS BETON | UKURAN BALOK             | UMUR (Hari) | BERAT (kg) | GAYA TEKAN (kN) | KUAT LENTUR BALOK (MPa) |
|-------------|--------------------------|-------------|------------|-----------------|-------------------------|
| NGS1 1      | P 60 cm, 115 cm, t 15 cm | 14          | 32,45      | 29,000          | 2,570                   |
| NGS 2       |                          |             | 32,61      | 35,000          | 3,120                   |
| NGS 3       |                          |             | 33,35      | 31,000          | 2,760                   |
| GSF10       | P 60 cm, 115 cm, t 15 cm | 14          | 33,41      | 50,200          | 4,310                   |
| GSF10       |                          |             | 33,94      | 52,100          | 4,630                   |
| GSF10       |                          |             | 33,57      | 51,000          | 4,530                   |
| GSF15       | P 60 cm, 115 cm, t 15 cm | 14          | 32,19      | 55,000          | 4,880                   |
| GSF15       |                          |             | 32,89      | 57,000          | 5,060                   |
| GSF15       |                          |             | 33,68      | 51,900          | 4,610                   |
| NGS1 1      | P 60 cm, 115 cm, t 15 cm | 28          | 32,43      | 46,100          | 4,090                   |
| NGS 2       |                          |             | 32,67      | 44,700          | 3,970                   |
| NGS 3       |                          |             | 33,03      | 41,400          | 3,770                   |
| GSF10       | P 60 cm, 115 cm, t 15 cm | 28          | 33,06      | 60,000          | 5,320                   |
| GSF10       |                          |             | 32,54      | 53,000          | 4,710                   |
| GSF10       |                          |             | 33,69      | 59,000          | 5,240                   |
| GSF15       | P 60 cm, 115 cm, t 15 cm | 28          | 32,75      | 58,000          | 5,150                   |
| GSF15       |                          |             | 31,93      | 57,000          | 5,120                   |
| GSF15       |                          |             | 32,86      | 61,000          | 5,420                   |

Berdasarkan Tabel 4.14, maka didapatkan grafik yang memperlihatkan masing masing kekuatan lentur dari beton. Gambar 4.7 memperlihatkan kuat lentur balok beton selama 14 hari. Pada Gambar 4.8 memperlihatkan kuat lentur balok beton selama 28 hari.



Gambar 4.7 Kuat Lentur Umur 14 Hari



Gambar 4.8 Kuat Lentur Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 diketahui bahwa nilai kuat lentur telah memenuhi standart yang telah memenuhi spesifikasi umum SNI-T-15-1991-03 dengan nilai kuat lentur 41 MPa pada umur 28 hari, sehingga dari pengujian menggunakan bahan tambah zat *admixture* (Polcon) dan *fly ash* kekuatan maksimum kuat lentur yang direncanakan telah mencapai target sedangkan untuk beton usia 14 hari kekuatan lentur bisa mencapai 80% dari target penelitian.

#### 4.11 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Hasil nilai kuat tekan dan kuat lentur dapat diperoleh nilai korelasi dengan dilakukan rumus korelasi *product moment*. Nilai kuat tekan beton akan di plot pada sumbu x, dan pada sumbu y akan diplot nilai kuat lentur beton. kemudian akan dicari nilai koefisien korelasi yang didapat merupakan pendekatan antara nilai kuat tekan beton dengan nilai kuat lentur beton pada penelitian ini. Rekap hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur usia 14 hari dapat dilihat pada Tabel 4.15 – Tabel 4.17.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Beton Normal Pada Usia 14 Hari

| NO | KODE | KUAT TEKAN (MPa) | KUAT LENTUR (MPa) |
|----|------|------------------|-------------------|
| 1  | NGS1 | 19,976           | 2,570             |
| 2  | NGS2 | 23,414           | 3,120             |
| 3  | NGS3 | 24,143           | 2,760             |



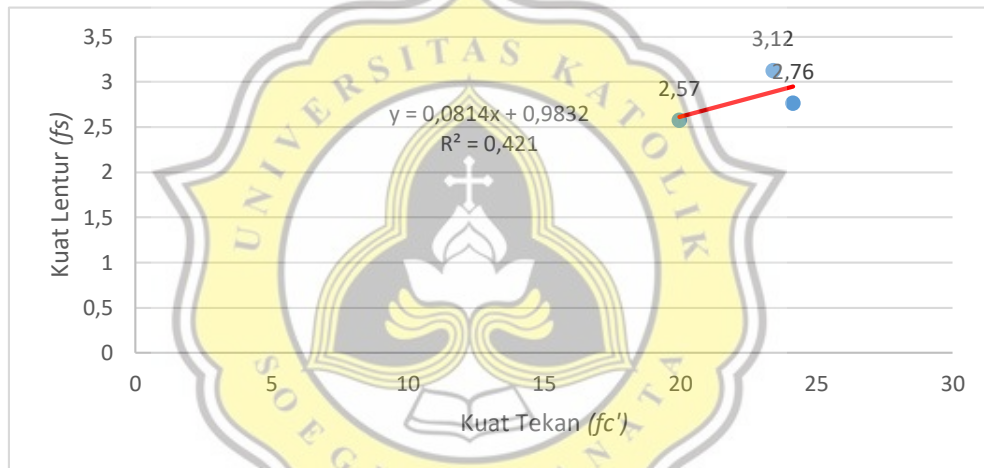
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Beton Variabel (GSF10) Pada Usia 14 Hari

| NO | KODE  | KUAT TEKAN (MPa) | KUAT LENTUR (MPa) |
|----|-------|------------------|-------------------|
| 1  | GSF10 | 25,350           | 4,310             |
| 2  | GSF10 | 26,637           | 4,630             |
| 3  | GSF10 | 27,192           | 4,530             |

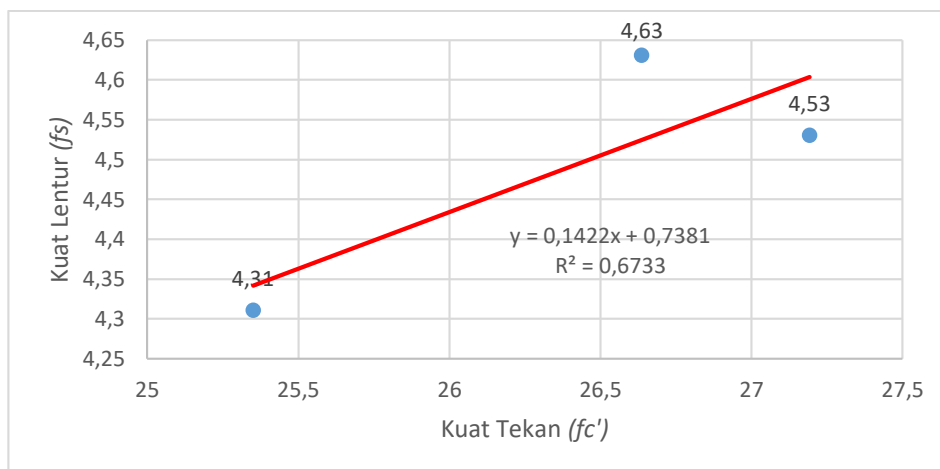
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Beton Variabel (GSF15) Pada Usia 14 Hari

| NO | KODE  | KUAT TEKAN (MPa) | KUAT LENTUR (MPa) |
|----|-------|------------------|-------------------|
| 1  | GSF15 | 32,187           | 4,880             |
| 2  | GSF15 | 33,302           | 5,060             |
| 3  | GSF15 | 31,418           | 4,610             |

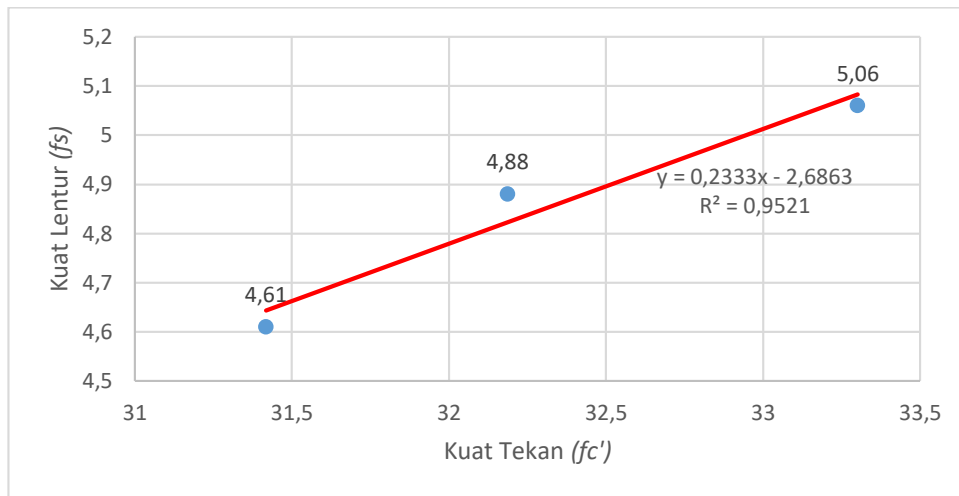
Berdasarkan Tabel 4.15 – Gambar 4.17 didapatkan nilai korelasi segresi yang digambarkan pada Gambar 4.9 – Gambar 4.11



Gambar 4.9 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur (NGS) Usia 14 Hari



Gambar 4.10 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur (GSF10) Usia 14 Hari



Gambar 4.11 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur (GSF15) Usia 14 Hari

Berdasarkan Gambar Grafik 4.9 – Gambar 4.11 menunjukkan nilai korelasi antara nilai kuat tekan dengan nilai kuat lentur pada variabel NSF,GSF10,GSF15 berada pada nilai persamaan berikut :

1.  $Y = 0,812x + 0,8932$  = dengan nilai segresi  $R^2 = 0,421$
2.  $Y = 0,1422x + 0,7381$  = dengan nilai segresi  $R^2 = 0,673$
3.  $Y = 0,2333x + 0,2686$  = dengan nilai segresi  $R^2 = 0,952$

Berdasarkan persamaan berikut bahwa nilai korelasi hubungan kuat tekan dengan kuat lentur berada pada nilai  $0,673 - 0,952 < 1$  yang berarti nilai korelasi tersebut mendekati dengan nilai persamaan yang telah disebutkan dalam rumus pendekatan sesuai SNI-T-15-1991-03. Sedangkan pada beton normal nilai korelasi hanya mencapai 0,421 hal ini disebabkan beton belum mencapai kekuatan maksimum dan tidak ada penambahan bahan *fly ash* maupun Polcon.

Setelah didapatkan nilai korelasi pada usia beton 14 hari, maka dilanjutkan dengan hubungan nilai kuat tekan dan nilai kuat lentur pada usia 28 hari. Berikut . Rekap hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur usia 14 hari dapat dilihat pada Tabel 4.18 – Tabel 4.20.



Tabel 4.18 Hasil Pengujian Beton Normal Pada Usia 28 Hari

| NO | KODE | KUAT TEKAN (MPa) | KUAT LENTUR (MPa) |
|----|------|------------------|-------------------|
| 1  | NGS1 | 30,855           | 2,570             |
| 2  | NGS2 | 31,632           | 3,120             |
| 3  | NGS3 | 30,134           | 2,760             |

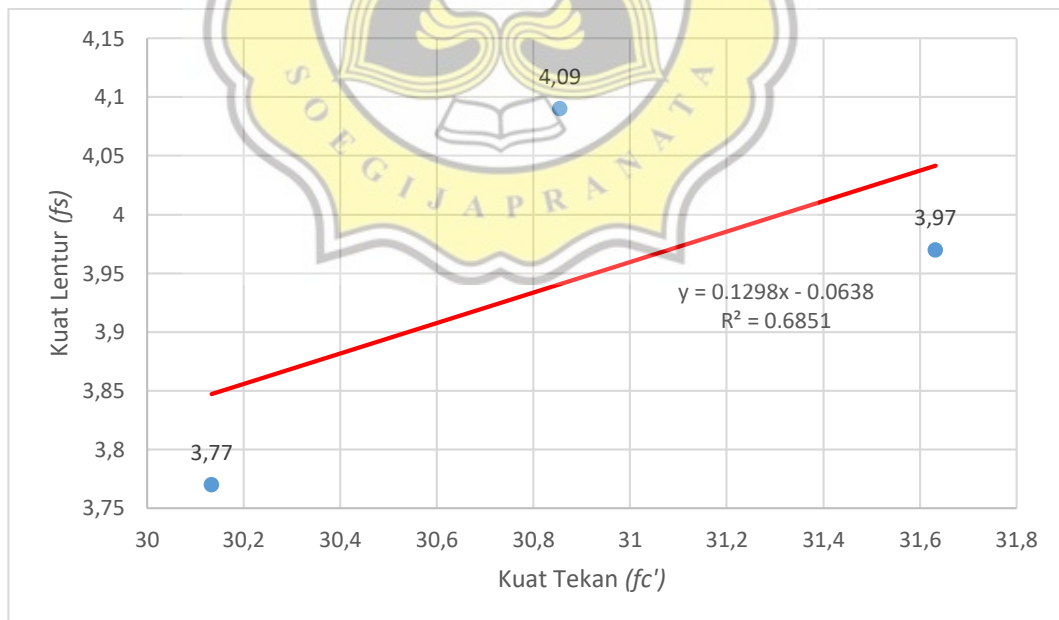
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Beton Normal Pada Usia 28 Hari

| NO | KODE  | KUAT TEKAN (MPa) | KUAT LENTUR (MPa) |
|----|-------|------------------|-------------------|
| 1  | GSF10 | 34,962           | 5,320             |
| 2  | GSF10 | 33,909           | 4,710             |
| 3  | GSF10 | 36,625           | 5,240             |

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Beton Normal Pada Usia 28 Hari

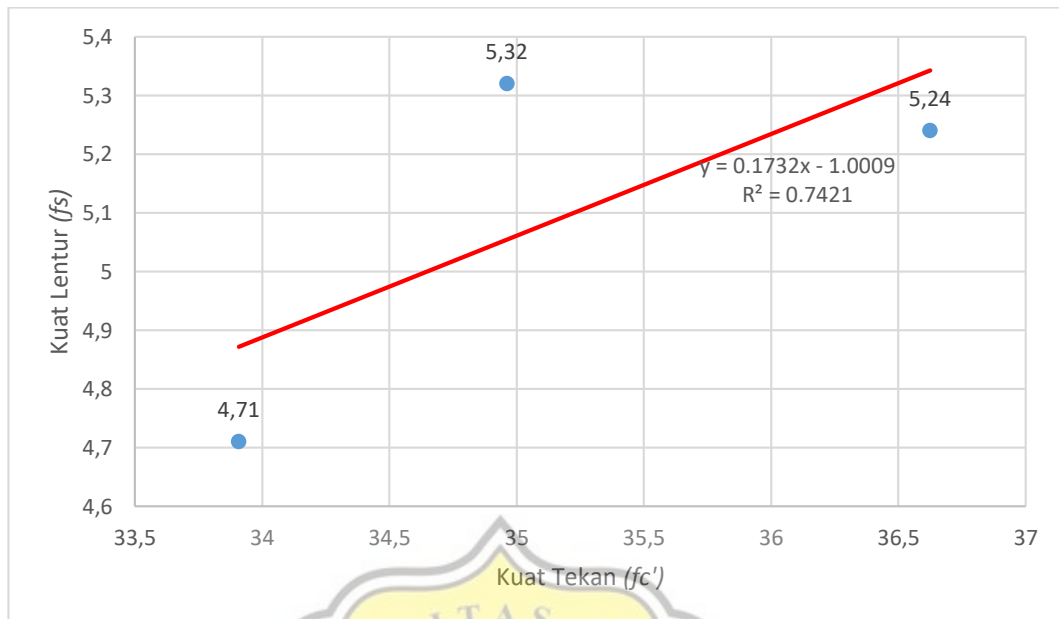
| NO | KODE  | KUAT TEKAN (MPa) | KUAT LENTUR (MPa) |
|----|-------|------------------|-------------------|
| 1  | GSF15 | 41,012           | 5,150             |
| 2  | GSF15 | 41,588           | 5,120             |
| 3  | GSF15 | 41,621           | 5,420             |

Dari Tabel 4.18 – Tabel 4.20 didapatkan nilai korelasi segresi yang digambarkan pada Gambar 4.12 – Gambar 4.14.

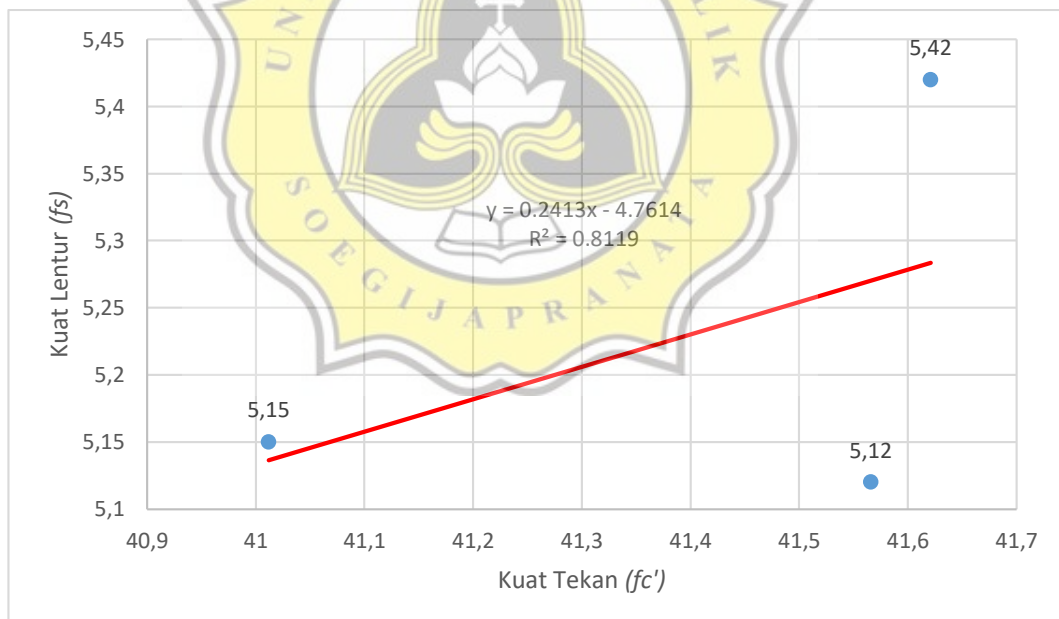


Gambar 4.12 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur (NGS) Usia 28 Hari





Gambar 4.13 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur (NGS10) Usia 28 Hari



Gambar 4.14 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur (NGS15) Usia 28 Hari

Berdasarkan Gambar Grafik 4.12 – Gambar 4.14 menunjukkan nilai korelasi antara nilai kuat tekan dengan nilai kuat lentur pada variabel NSF,GSF10,GSF15 berada pada nilai persamaan berikut :



Tugas Akhir

Kajian Pengaruh Penambahan *Fly ash* dan Polcon Terhadap Hubungan Kuat Tekan dan Lentur Balok Beton

(Studi Kasus Pada Konstruksi Perkerasan Kaku)

---

1.  $Y = 0,1298x - 0,0638 =$  dengan nilai segresi  $R^2 = 0,685$
2.  $Y = 0,1732x - 1,0009=$  dengan nilai segresi  $R^2 = 0,742$
3.  $Y = 0,2413x - 4,7614 =$  dengan nilai segresi  $R^2 = 0,819$

Berdasarkan persamaan berikut bahwa nilai korelasi hubungan kuat tekan dengan kuat lentur berada pada nilai  $0,685 - 0,811 < 1$  yang berarti nilai korelasi tersebut mendekati dengan nilai persamaan yang telah disebutkan dalam rumus pendekatan sesuai SNI-T-15-1991-03.

