

## ANALISIS UKURAN AGREGAT KASAR PADA SIFAT MEKANIS BETON

*Abdul Hakim*

*Prodi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Jl. Jenderal A. Yani 117 Surabaya, Email: abdulhakim.hakim48@gmail.com*

### ABSTRAK

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai sifat-sifat yang baik, yaitu beton memiliki kuat tekan yang baik, mudah dalam pengerjaannya, berdurabilitas dan ekonomis yaitu penggunaan material yang tepat dan ukuran yang sesuai. Dari sifat-sifat beton di atas salah satu yang mempengaruhi adalah ukuran agregat kasar. Maksud ukuran agregat kasar di sini tidak hanya pada besar diameter agregat tetapi juga gradasi dari agregat tersebut, oleh karena itu penelitian ini untuk menguji dari pengaruh tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen di Laboratorium dengan pembuatan benda uji silinder beton. Target kuat tekan beton pada umur 28 (dua puluh delapan) hari adalah 20 MPa dan 40 MPa. Selain itu diuji pada besaran mekanis lainnya seperti Kekuatan tarik, modulus kelenturan dan modulus elastisitas sehingga berdasarkan hasil pengujian beton yang dilakukan di Laboratorium ini akan diperoleh hubungan diameter agregat terhadap sifat-sifat beton. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa beton dengan menggunakan campuran agregat ukuran diameter 40 mm memiliki kuat tekan yang lebih besar hingga 5 % dari kuat tekan beton dengan diameter agregat 20mm, demikian pula pada besaran mekanik lainnya yang menunjukkan bahwa beton dengan agregat diameter maksimum 40 mm lebih besar daripada beton dengan ukuran agregat maksimum 20 mm.

Kata Kunci: ukuran agregat, sifat-sifat beton, biaya

### 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bagian konstruksi yang penting dalam bangunan infrastruktur baik di perkotaan maupun di pedesaan seperti : Bangunan gedung, perumahan, jalan raya, drainase, saluran irigasi, jembatan, bendungan, saluran pengelak dan bangunan pelimpah (*spillway*) pada waduk dan bangunan-bangunan lainnya.

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Di Indonesia, hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*), yang pada umumnya dipadu dengan baja (*composite*) atau jenis lainnya (Mulyono, 2004: 135). Perpaduan ini biasa disebut sebagai beton bertulang. Berbeda dengan baja yang harus dibuat di pabrik, pembuatan beton untuk keperluan praktis misalnya rumah tinggal tidak memerlukan sumber daya berkeahlian khusus dalam pembuatannya. Hal ini membuat material beton semakin populer dan semakin banyak digunakan dalam dunia konstruksi.

Beton banyak digunakan karena sifat-sifatnya yang baik seperti pengerjaan yang mudah, memiliki kuat tekan sesuai yang diperlukan sehingga mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan dibentuk dari material-material lokal yang mudah didapat.

Beton mempunyai jenis yang bermacam-macam sesuai dengan tingkat kualitasnya, beton mutu normal menurut SNI-2002, yaitu beton yang mempunyai kuat tekan antara 21- 41 MPa, Sedangkan kriteria beton mutu tinggi selalu berubah sesuai dengan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950-an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970-an, kriterianya lebih lazim menjadi 41 MPa. Saat ini, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 MPa, dan diatas 80 MPa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan untuk diatas 120 MPa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi (Supartono, 1998). *ACI Committae 2002* tentang *High Strength Concrete* merevisi definisinya menjadi memperoleh campuran dengan kuat tekan desain spesifikasi 55 MPa atau lebih..

Campuran beton yang baik adalah beton yang mempunyai sifat-sifat yang baik, yaitu beton memiliki kuat tekan terhadap beban yang sudah direncanakan pada saat umur beton telah mencapai umur 28 hari, mudah dalam pengerjaannya yaitu dalam proses pengangkutan dan pada saat penuangan di lokasi pengecoran, berdurabilitas

yaitu beton memiliki umur yang panjang atau tahan lama dan ekonomis yaitu penggunaan material yang tepat dan ukuran yang sesuai.

Dari sifat-sifat beton di atas salah satu yang mempengaruhi adalah ukuran agregat. Maksud ukuran agregat di sini tidak hanya pada besar diameter agregat tetapi juga gradasi dari agregat tersebut, oleh karena itu penelitian tesis ini untuk menguji dari pengaruh tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Sultan Agung Semarang . Dengan pembuatan benda uji silinder, beton ditarget mencapai kuat tekan mutu normal 20 MPa dan 40 MPa.

### Bahan atau materi penelitian

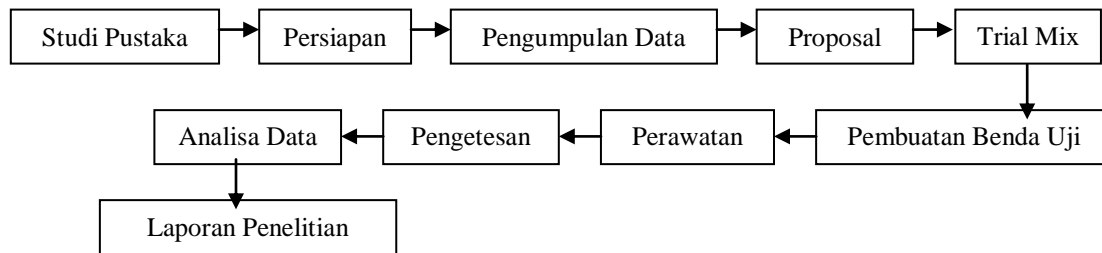
Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat beton yang akan diuji adalah: Semen tipe I merek Semen Gresik, Pasir dari Muntilan, *Split* ukuran maksimal 20 mm, dan 40 mm, Air, *Mix design* yang digunakan untuk beton mutu normal dan beton mutu tinggi adalah metode ACI.

### Alat penelitian

Dalam penelitian ini alat yang akan digunakan antara lain: *Portable Mixer*, centong, timbangan, *scope*, ember, *mould* dan perlengkapannya, alat tes *slump* , meteran, termometer.

### Langkah penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian ini terangkum dalam bagan alir sebagai berikut:



Gambar 1. Langkah Pelaksanaan Penelitian

### Variabel Data

Data dalam penelitian ini berupa kumpulan sampel beton dengan keterangan sebagai berikut:

- Sampel berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
- Tes Kuat tekan dan kuat lentur beton: 7 hari, 14 hari, dan 28 hari
- Tes Kekuatan tarik sampel beton pada umur 28 hari
- Tes Modulus kelenturan pada umur 28 hari
- Tes Modulus Elastisitas pada umur 28 hari
- Jumlah sampel 72 benda uji dengan keterangan sebagai berikut:

Tabel 1 Jumlah benda uji beton

| No       | Mutu Beton                | Waktu Tes Kuat Tekan dan lentur |       |                        |           |
|----------|---------------------------|---------------------------------|-------|------------------------|-----------|
|          |                           | 7 hr                            | 14 hr | 28hr                   | Jumlah    |
| <b>1</b> | <b>Beton Mutu Normal</b>  |                                 |       |                        |           |
|          | <i>Ukuran maksimal 19</i> | 6                               | 6     | 6                      | 18        |
|          | <i>Ukuran maksimal 40</i> | 6                               | 6     | 6                      | 18        |
|          |                           |                                 |       | <i>Kumulatif</i>       | 36        |
| <b>2</b> | <b>Beton Mutu Tinggi</b>  |                                 |       |                        |           |
|          | <i>Ukuran maksimal 12</i> | 6                               | 6     | 6                      | 18        |
|          | <i>Ukuran maksimal 19</i> | 6                               | 6     | 6                      | 18        |
|          |                           |                                 |       | <i>Kumulatif</i>       | 36        |
|          |                           |                                 |       | <b>Total benda uji</b> | <b>72</b> |

| No | Jenis Tes Mekanik       | Jumlah sampel |
|----|-------------------------|---------------|
| 1  | Tes Kekuatan tarik      | 6 silinder    |
| 2  | Tes Modulus Elastisitas | 6 silinder    |
| 3  | Tes Kekuatan lentur     | 6 balok       |

### Metode analisis hasil

Berdasarkan hasil pengujian beton yang dilakukan di Laboratorium akan diperoleh hubungan besar diameter agregat terhadap sifat-sifat beton.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tes material seperti dilakukan sebelum menentukan proporsi *mix* beton. Dalam menentukan proporsi *mix* beton menggunakan metode *American Concrete Institu* (ACI) dengan hasil seperti di bawah ini:

Tabel 5. Tabel proporsi mix campuran sampel beton

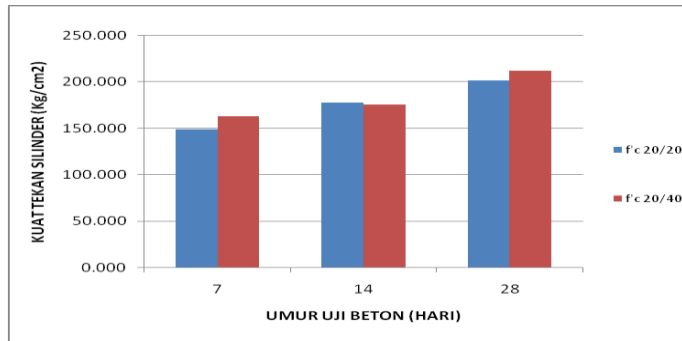
| Kuat Tekan | Uk. Max. Agregat | Slump | Kadar udara | FAS  | P/A | Air  | Semen  | Pasir  | Split  |
|------------|------------------|-------|-------------|------|-----|------|--------|--------|--------|
| MPa        | (mm)             | (cm)  | %           |      | %   | (kg) | (kg)   | (kg)   | (kg)   |
| 20         | 20               | 10±2  | 2,5         | 0,54 | 62  | 195  | 361,20 | 1071   | 651,27 |
| 20         | 40               | 10±2  | 2,5         | 0,54 | 62  | 195  | 361,20 | 1071   | 651,27 |
| 40         | 20               | 10±2  | 2,5         | 0,43 | 60  | 195  | 453    | 997,05 | 651,27 |
| 40         | 40               | 10±2  | 2,5         | 0,43 | 60  | 195  | 453    | 997,05 | 651,27 |

### Hasil Uji Kuat tekan beton

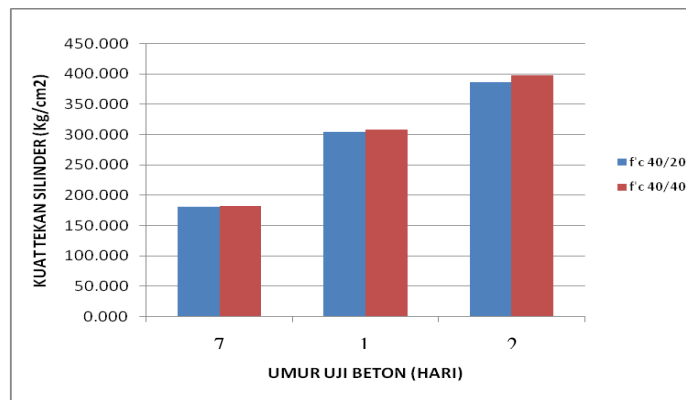
Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji beton mencapai umur 7 (tujuh) hari, 14 (empat belas) hari dan pada umur 28 (dua puluh delapan) hari. Dari hasil pengujian seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Tabel hasil kuat tekan beton

| No | Mutu beton<br>f'c | Kuat Tekan Rata-Rata Beton (Kg/cm <sup>2</sup> ) |        |         |        |         |        |
|----|-------------------|--|--------|---------|--------|---------|--------|
|    |                   | 7 hari   |        | 14 hari |        | 28 hari |        |
|    |                   | D20mm  | D40mm  | D20mm   | D40mm  | D20mm   | D40mm  |
| 1  | 20                | 149,15   | 163,18 | 178,10  | 175,47 | 201,79  | 212,31 |
|    |                   | Selisih pada umur 28 hari                        |        |         |        | (5,0%)  |        |
| 2  | 40                | 181,61   | 183,36 | 305,31  | 308,82 | 386,90  | 398,30 |
|    |                   | Selisih pada umur 28 hari                        |        |         |        | (2,9%)  |        |



Gambar 5 Grafik perbandingan hasil tes kuat tekan beton f'c 20 MPa dengan agregat kasar berdiameter 20 mm dan 40 mm



Gambar 6 Grafik perbandingan hasil tes kuat tekan beton f'c 40 MPa dengan agregat kasar berdiameter 20 mm dan 40 mm

Dari tabel 6 dan grafik 5 dan 6 di atas dapat diketahui bahwa beton dengan menggunakan agregat berukuran diameter 40 mm lebih besar kuat tekannya pada umur 7 (tujuh) hari, 14 (empat belas) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari daripada beton yang menggunakan agregat berukuran diameter 20 mm.

Pada grafik terlihat untuk umur beton 28 (dua puluh delapan) hari, mutu beton f'c 20 MPa dengan agregat berukuran 40 mm memiliki kuat tekan 10,52 Kg/cm<sup>2</sup> lebih besar daripada beton dengan agregat ukuran 20 mm. Kemudian untuk mutu beton f'c 40 MPa dengan agregat berukuran 40 mm memiliki kuat tekan 11,46 Kg/cm<sup>2</sup> lebih besar daripada beton dengan agregat berukuran 20 mm.

Standar Nasional Indonesia telah memberikan langkah-langkah untuk melakukan evaluasi beton keras dengan memperhatikan hasil uji kekuatan tekan silinder beton. Dalam konsep tata cara perancangan dan pelaksanaan konstruksi beton -1989 5.6.2.3 atau dalam Pedoman Beton 1989 pasal 4.7 tercantum bahwa pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan beton memenuhi dua syarat yang ditentukan yaitu: (1). Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (terdiri dari empat pasangan benda uji) tidak kurang dari ( $f'c+0,82S$ ) dengan S adalah standar deviasi. (2). Tidak satupun dari benda uji yang nilainya kurang dari  $0,85 f'c$ .

Menurut PBI 71, bahwa beton tanpa menggunakan aditif, prosentase pencapaian kuat tekan untuk tiap tiap umurnya adalah sebagai berikut:

- a. Beton dengan umur 7 (tujuh) hari pencapaian kuat tekannya adalah 65%
- b. Beton dengan umur 14 (empat belas) hari pencapaian kuat tekannya adalah 88%
- c. Beton dengan umur 28 (dua puluh delapan) hari pencapaian kuat tekannya adalah 100%.

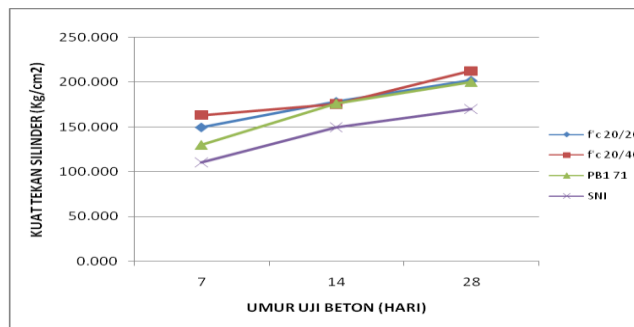
Dari keterangan di atas dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 7 Tabel hasil kuat tekan beton f'c 20 MPa

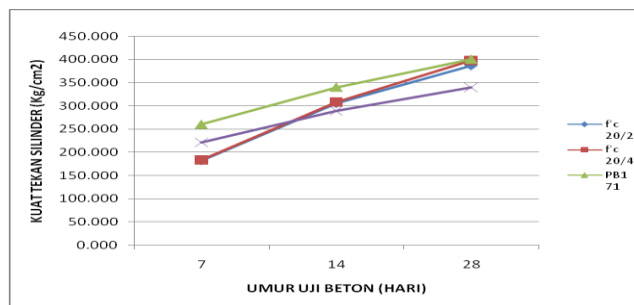
| Mutu beton | Umur (hari) | f'c Ekp.      |               | f'c PBI 71 | f'c SNI |
|------------|-------------|---------------|---------------|------------|---------|
|            |             | D20           | D40           |            |         |
| f'c 20     | 7           | <b>149,45</b> | <b>163,18</b> | 130        | 110,5   |
| MPa        | 14          | <b>178,10</b> | <b>175,47</b> | 176        | 149,6   |
|            | 28          | <b>201,79</b> | <b>212,31</b> | 200        | 170     |

Tabel 8 Tabel hasil kuat tekan beton f'c 40 MPa

| Mutu beton | Umur (hari) | f'c Ekp.      |               | f'c PBI 71 | f'c SNI |
|------------|-------------|---------------|---------------|------------|---------|
|            |             | D20           | D40           |            |         |
| f'c 20     | 7           | <b>181,61</b> | <b>183,36</b> | 260        | 221     |
| MPa        | 14          | <b>305,31</b> | <b>308,82</b> | 340        | 289     |
|            | 28          | <b>386,90</b> | <b>398,30</b> | 400        | 340     |



Gambar 7 Grafik perbandingan hasil tes kuat tekan beton f'c 20 MPa antara eksperimen dengan PBI 71 dan SNI



Gambar 8 Grafik perbandingan hasil tes kuat tekan beton f'c 40 MPa antara PBI 71 dan SNI.

Dari grafik di atas diketahui pencapaian kuat tekan antara eksperimen dengan standar PBI 71 dan SNI dan dari grafik diperoleh bahwa pada mutu  $f'c$  20 MPa, kuat tekan eksperimen hampir sama dengan pencapaian PBI, sedangkan mutu  $f'c$  40 MPa hanya umur 28 (dua puluh delapan) hari yang sama dengan PBI71. Hal ini berarti bahwa uji kuat tekan beton  $f'c$  20 MPa dan  $f'c$  40 MPa masih sesuai dengan standar PBI 71.

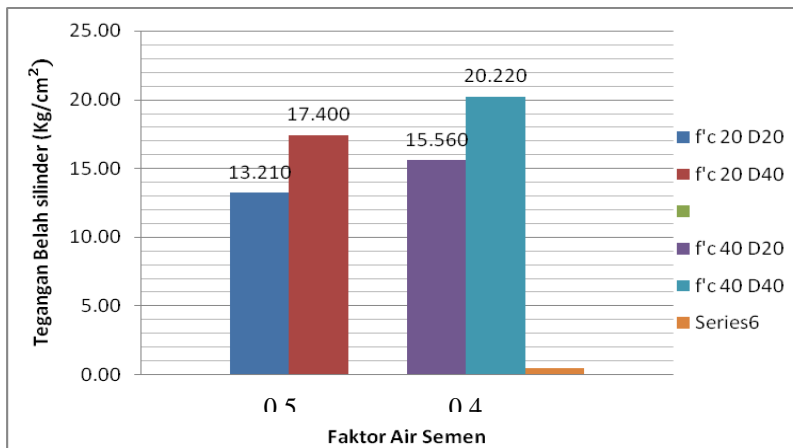
**Hasil Uji Tarik Tak Langsung (*Split cylinder test*)**

pengujian kuat tarik dan tegangan belah beton dilakukan dengan benda uji silinder ukuran diameter 15 cm dan panjang 30 cm dengan hasil seperti tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 9 Kuat Tarik dan Tegangan Belah

| Mutu Beton (Mpa) | Fas  | Kuat tekan terhadap tarik rata – rata beton (Kg) | Tegangan belah rata – rata beton (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Selisih perbandingan (%) |
|------------------|------|--|--|--------------------------|
| $f'c$ 20 D20     | 0,54 | 9,33   | 13,21  | (24%)                    |
| $f'c$ 40 D40     |      | 12,33  | 17,40  |                          |
| $f'c$ 40 D20     | 0,43 | 11,00  | 15,56  | (23%)                    |
| $f'c$ 40 D40     |      | 14,44  | 20,22  |                          |

Dari hasil pengujian kuat tarik diperoleh bahwa untuk mutu beton  $f'c$  20 maupun mutu beton  $f'c$  40 MPa, nilai kuat tarik tertinggi dihasilkan oleh beton dengan menggunakan agregat kasar berdiameter 40 mm dengan selisi antara 4 sampai 5%



Gambar 9 Grafik perbandingan tegangan belah beton dengan faktor air semen

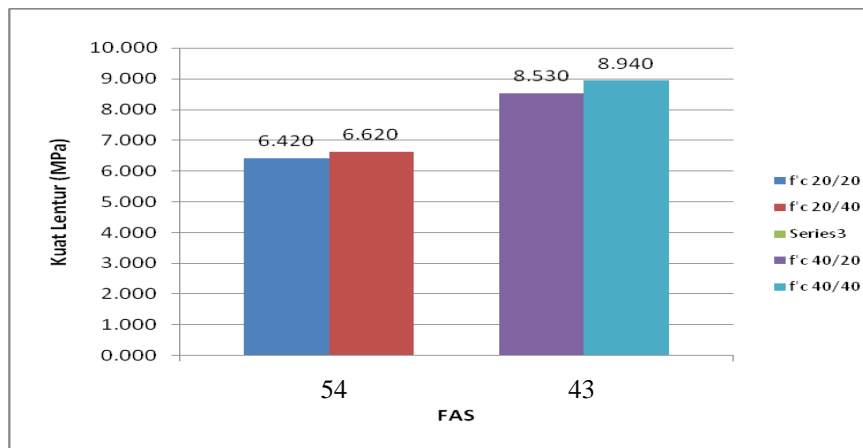
Pada beton dengan fas 0,54 tegangan belah tertinggi dihasilkan oleh beton dengan agregat kasar berdiameter 40 mm yaitu 17,4 Kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan beton dengan fas 0,43 tegangan belah tertinggi dihasilkan oleh beton dengan agregat kasar berdiameter 40 mm yaitu 20,22 Kg/cm<sup>2</sup>

**Kuat Lentur Beton (*Modulus of Rupture*)**

Kuat lentur beton merupakan kemampuan beton didalam menahan momen. Nilai kuat lentur beton hasil penelitian dibandingkan dengan kuat lentur yang dipersyaratkan SNI 03-2846 (2002) pasal 11.5 yaitu sebesar  $F_r = 0,7 \sqrt{f'c}$ . Hasil kuat lentur beton disajikan pada Tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 10 Kuat Lentur perbandingan beton dengan agregat berdiameter 20 mm dan 40 mm

| Mutu beton (MPa) | Kuat lentur rata-rata beton (MPa) | Kuat lentur beton (Mpa) menurut SNI 03-2847-2002 Ps 11.5<br>$F_r = 0,7\sqrt{f'_c}$ | Fr Eks/ Fr SNI |
|------------------|-----------------------------------|--|----------------|
| f'c 20 D20       | 6,42                              | 3,14   | 2,05           |
| f'c 20 D40       | 6,62                              | 3,22   | 2,06           |
| f'c 40 D20       | 8,53                              | 4,35   | 1,96           |
| f'c 40 D40       | 8,94                              | 4,42   | 2,02           |



Gambar 10. Kuat lentur Beton Rata - Rata dengan *Water Cement Ratio*

Pada gambar 10 terlihat bahwa semakin semakin kuat tekan maka kuat lentur beton semakin tinggi. Besar kuat lentur untuk beton dengan agregat ukuran diameter 20 mm lebih kecil daripada ukuran diameter maksimal 40 mm. Dari gambar 4.12 dapat disimpulkan kuat lentur beton hasil penelitian untuk semua komposisi lebih tinggi dibandingkan dengan kuat lentur menurut formasi yang ditetapkan SNI-03-2847 (2002) pasal 11.5 yaitu sebesar  $F_r=0,7\sqrt{f'_c}$  (tabel IV.14).

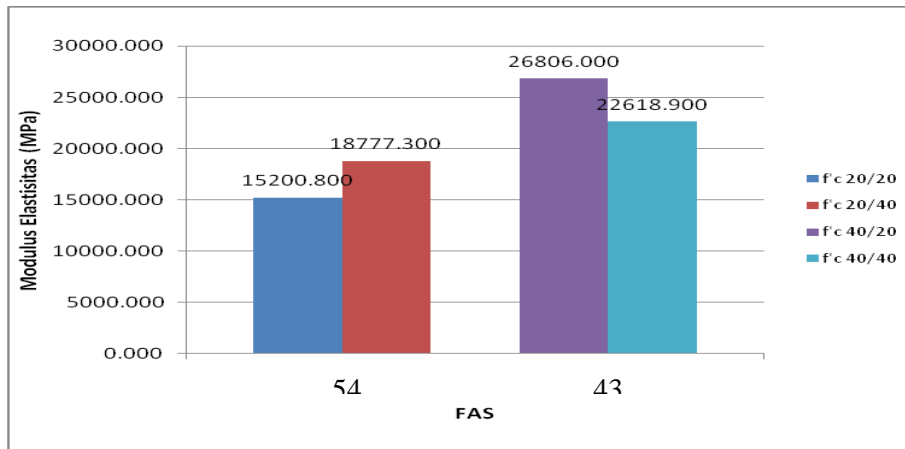
### Hasil Tes Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan dengan cara memberikan beban secara bertahap sampai mencapai beban 40% beban puncak. Benda uji ( $\Delta L$ ) untuk menghitung regangan longitudinal diperoleh dari hasil pembacaan pada gauge yang dipasang pada benda uji. Nilai modulus elastisitas beton hasil pengujian dibandingkan dengan modulus elastisitas yang dipersyaratkan SNI 03-2846(2002) pasal 10.5 yaitu sebesar  $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$ .

Hasil penelitian dengan percobaan di Laboratorium diperoleh hasil modulus elastisitas beton disajikan pada tabel 11 berikut ini:

Tabel 11. Modulus Elastisitas (E) perbandingan beton dengan agregat berdiameter 20 mm dan 40 mm

| Mutu beton (MPa) | FAS  | Modulus Elastisitas Rata-rata Beton (Mpa) | Modulus Elastisitas Menurut SNI 03-2847-2002 Ps 10.5 | $\frac{E_{EXP}}{E_{SNI}}$ |
|------------------|------|---|--|---------------------------|
| f'c 20 D20       | 0,54 | 15200,8                                   | 21112,89   | 0,72                      |
| f'c 20 D40       |      | 18777,3                                   | 21656,24   | 0,88                      |
| f'c 40 D20       | 0,43 | 26806                                     | 29234,60   | 0,91                      |
| f'c 40 D40       |      | 22618,9                                   | 29662,18   | 0,76                      |



Gambar 11. Perbandingan Modulus Elastisitas Beton dengan agregat berdiameter 20 mm dan agregat dengan ukuran diameter 40 mm

Dari gambar 11 ditunjukkan bahwa semakin kecil nilai fas beton modulus elastisitas beton makin tinggi. Pada beton dengan fas 0,54 modulus elastisitas tertinggi dihasilkan oleh beton dengan agregat ukuran 20 mm yaitu 93495 Kg/cm<sup>2</sup>, untuk beton dengan dengan fas 0,43 modulus elastisitas tertinggi dihasilkan oleh beton dengan ukuran agregat 40 mm yaitu 91682 Kg/cm<sup>2</sup>.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan hasil percobaan di Laboratorium seperti di atas, maka dapat diambil kesimpulan mengenai pengaruh ukuran diameter agregat kasar terhadap sifat-sifat beton mutu normal.

#### Kesimpulan.

- Dengan proporsi mix yang sama, agregat berukuran diameter maksimal 40 menjadikan beton lebih besar kuat tekannya hingga 5% daripada menggunakan agregat 20 mm. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Simamora bahwa menggunakan agregat besar yang dicampur dengan agregat kecil dengan perbandingan optimum memiliki kuat tekan lebih besar daripada beton yang dominan menggunakan ukuran agregat kecil.
- Sampel beton dengan diameter agregat 40 mm memiliki tegangan belah lebih besar 24% terhadap pembandingnya yaitu diameter agregat 20 mm. Hal ini sesuai dengan kuat tekannya, semakin besar kuat tekan berarti kuat tarik juga semakin besar.
- Kuat lentur dari percobaan beton dengan agregat besar (40 mm) lebih besar 5% daripada dengan agregat kecil (20 mm).



**Saran**

Dalam percobaan ini disarankan kepada peneliti berikutnya sebagai berikut:

- a. Perlu penelitian lebih lanjut, dengan variasi perbandingan ukuran split dan kuat tekan rencana yang lebih beragam, untuk mengetahui perilaku kekuatan tekan pada berbagai usia (variasi lanjutan).
- b. Memperbanyak benda uji per variasi pada penelitian selanjutnya agar data yang didapat lebih akurat

**DAFTAR PUSTAKA:**

1. Antonius, (2011); *Teknologi Bahan*, Bahan Kuliah, Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil, fakultas Teknik Unissula, Semarang.
2. Aprizon A, Pramudiyanto (2008); *High Strength Concrete*; www.pramudiyanto.wordpress.com
3. Civil Engineering Portal, <http://www.engineeringcivil.com/>, portal khusus untuk teknik sipil.
4. Mulyono, T., (2004); *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta
5. F.X Supartono; *Beton berkinerja tinggi, keunggulan dan permasalahannya*; Jakarta : Seminar HAKI tanggal 25 Agustus 1998
6. Novica (1994); *Pengaruh ukuran Maksimum Agregat dan Faktor Air Semen terhadap Sifat Mekanis Beton*; Tesis Magister, ITB, 14 Oktober 1994.
7. Simamora (2008); *Pengaruh komposisi agregat kasar beton terhadap kuat tekannya*; Jurnal-2005
8. Syamsi Nur (2005); *Pengaruh Perawatan terhadap Daya Tahan Beton*; Jurnal Simetrika Vol.4 no.2 – Agustus 2005: 317-322.
9. Triasmoko (2005); *Studi Komparasi Mutu dan Biaya untuk Kolom Beton Mutu Normal sampai Mutu Tinggi*; Tesis Magister, Unissula, September 2005.
10. Waddel. J.J,(1974) *Concrete Construction Handbook*, Mc Graw-Hill.
11. Wahyudi L., Rahim A.Syahril (1997); *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.