

TINJAUAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN MODULUS ELASTISITAS

Anggi Febriandy¹⁾, Eddy Samsurizal²⁾, Chrisna Djaya Mungok²⁾

Abstrak

Faktor air semen merupakan hal terpenting didalam pembentukan beton. Beton adalah bahan bangunan yang paling banyak digunakan pada konstruksi, karena konstruksi beton mempunyai beberapa kelebihan antara lain: bahan dasar mudah diperoleh, tahan terhadap berbagai cuaca, lebih mudah dan murah dalam pelaksanaan, serta perawatannya cukup mudah. Kekuatan beton tergantung pada perbandingan air semen serta memiliki ketahanan terhadap api yang lebih unggul dibandingkan material lain, sehingga mengalami penurunan kekuatan.

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana tinjauan 3 kelompok benda uji dengan kelompok 1 memiliki kuat tekan rencana 40 MPa serta dengan fas 0,4. Kelompok 2 memiliki kuat tekan rencana 30MPa dengan fas 0,5. Sedangkan kelompok 3 memiliki kuat tekan rencana 20MPa dengan fas 0,6. Pada 3 kelompok ini dilakukan pengujian terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas dalam campuran beton yang berbeda. Dari 3 kelompok tersebut diperoleh nilai hasil kuat tekan rata-rata, kuat tekan karakteristik, nilai kuat tarik belah rata-rata dan nilai modulus elastisitas benda uji.

Jumlah benda uji sebanyak 108 benda uji berbentuk silinder dan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm kemudian dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas. Hasil pengujian menunjukkan kuat tekan rata-rata kelompok 1, 2, 3 berturut-turut 36,47MPa, 30,57MPa dan 28,87MPa. Nilai kuat tekan karakteristik kelompok 1, 2 dan 3 berbeda campuran beton berturut-turut yaitu 32,09 MPa, 27,24 MPa, 19,80 MPa. Lalu untuk hasil tes pengujian kuat tarik belah rata-rata kelompok 1, 2 dan 3 berturut-turut yaitu 3,562 MPa, 3,114 MPa, 2,902 MPa. Untuk hasil pengujian modulus elastisitas rata-rata kelompok 1, 2 dan 3 berturut-turut yaitu 7810,099 MPa, 6823,594 MPa dan 6543,058 MPa.

Kata kunci : faktor air semen (fas), kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas beton,

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang sangat pesat perkembangan dan penggunaannya pada pembangunan sekarang ini. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: mudah dibentuk, mempunyai kekuatan tekan yang cukup tinggi, serta

material pembentuknya mudah didapatkan.

Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah Semen PPC, berupa semen hidrolik yang berfungsi sebagai bahan perekat susunan beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi. Air yang digunakan untuk membuat beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali,

1) Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan

2) Dosen Prodi Teknik Sipil FT Untan

garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang bersifat merusak beton dan baja tulangan. Nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan water cement ratio (w.c.r) atau faktor air semen (f.a.s). Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai f.a.s 0,4 – 0,6 tergantung mutu beton yang ingin yang dicapai.

Semakin rendah nilai f.a.s maka semakin tinggi nilai kuat tekan betonnya. Namun pada kenyataannya jika nilai f.a.s kurang dalam pengadukan beton sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai f.a.s tertentu yang dapat menghasilkan kuat tekan beton maksimum. Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton setelah mengeras. Ada pori udara sebanyak 5 persen mengurangi kuat tekan beton sampai 35 persen, dan pori sebanyak 10 persen mengurangi kuat tekan beton sampai 60 persen (Tjokrodimulyo, 1995).

Air berpengaruh dalam pembuatan pasta, kelangungan reaksi semen dan dalam perawatan beton. Pada mutu beton pengaruh air dapat dilihat dari banyak atau sedikitnya penggunaan air yang dikenal dengan faktor air semen. Maka dalam penelitian ini akan dilihat tinjauan penggunaan faktor air semen sehingga akan didapat kuat tekan yang sebenarnya.

1.2 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana tinjauan faktor air semen dalam campuran beton dengan metode Modifikasi ACI (*American Concrete Institute*)?

- b. Apakah masing-masing fas yang ditinjau akan menghasilkan kuat tekan yang di rencanakan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui hasil tinjauan penggunaan faktor air semen pada campuran beton.
2. Untuk mengetahui mutu beton terhadap kuat tekan rencana masing-masing fas yang telah ditinjau.

1.4. Pembatasan Masalah

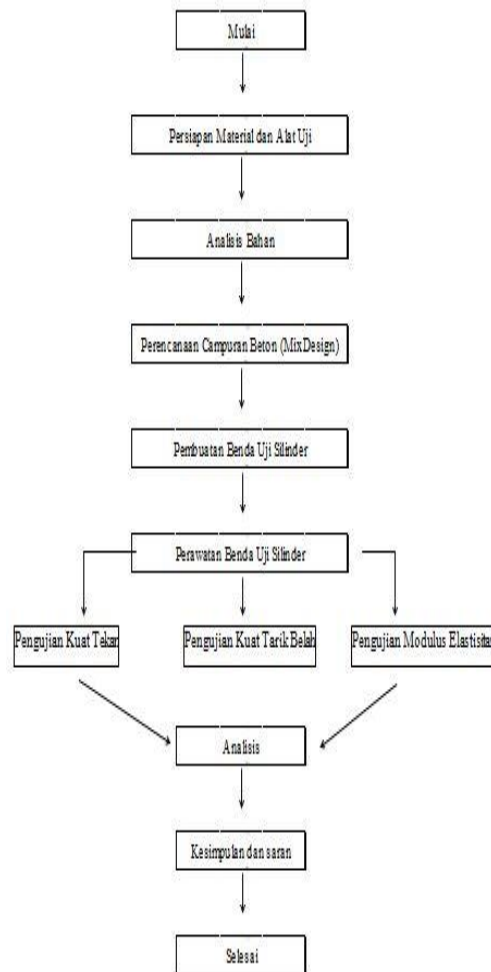
Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian ini, maka permasalahan yang ditinjau dibatasi sebagai berikut :

- a. Semen yang dipakai adalah semen PPC merek Semen Gresik.
- b. Dalam penelitian ini ditinjau kuat tekan rencana berdasarkan tiga fas:
 - 1) f'_{cr} 40 MPa dengan fas 0,4
 - 2) f'_{cr} 30 MPa dengan fas 0,5
 - 3) f'_{cr} 20 MPa dengan fas 0,6
- c. Reaksi kimia tidak ditinjau
- d. Setiap kuat tekan rencana yang ditinjau memiliki masing-masing rencana campuran beton dengan fas berturut-turut fas 0,4, fas 0,5 dan fas 0,6.

1.5. Hipotesa

“Penggunaan fas yang kecil akan didapat kuat tekan yang besar, dimana fas yang diteliti yaitu fas 0,4, 0,5 dan 0,6.”

2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

2.1 Bahan

- Pasir dari daerah Arang Limbung.
- Batu pecah ukuran 1/1.
- Semen type PPC hasil produksi PT. Semen Gresik.
- Air bersih dari PDAM

2.2 Peralatan

- Peralatan pengujian agregat: neraca, timbangan digital, saringan bahan, sieve shaker dan oven.
- Peralatan pembuatan benda uji: sendok semen, molen slump, silinder dan palu karet.
- Peralatan pengujian benda uji: (*Compressive Testing Machine*) merk MBT

2.3 Benda Uji

Benda uji dibuat dengan cetakan silinder yang mempunyai diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pembuatan benda uji dilakukan dengan memasukkan adukan ke dalam cetakan untuk tiga lapis, dan tiap lapis dipadatkan 25 kali tusukan secara merata, kemudian digetarkan dengan cara dipukul-pukul sekeliling dinding cetakan dengan palu karet atau digetarkan menggunakan tangan.

Tabel 1. Benda Uji

No	Nama Sampel	Jenis Pengujian							Jumlah
		Uji Kuat Tekan					Uji Tarik	Modulus	
		3	7	14	21	28	28	28	
1	Kelompok 1	6	6	6	6	6	3	3	36
2	Kelompok 2	6	6	6	6	6	3	3	36
3	Kelompok 3	6	6	6	6	6	3	3	36
Jumlah		18	18	18	18	18	9	9	108
Ukuran Benda Uji Silinder		d15, h30							

3. PENGAMBILAN DATA

3.1 Agregat Halus

- a. Hasil kadar organik yaitu no.3 dan masih memenuhi syarat ASTM C40.
- b. Hasil kadar lumpur sebesar 1,14% dan memenuhi syarat ASTM C33 yaitu $\leq 5\%$.
- c. Hasil Kadar air pasir sebesar 3,385%.
- d. Pada analisa saringan didapatkan modulus kehalusan sebesar 2,96 sesuai dengan ASTM C-136-92.
- e. Untuk berat jenis didapatkan 2,661, dan penyerapan rata-rata sebesar 1,010% sesuai dengan ASTM C128.
- f. Berat volume rata-rata yaitu 1,534 kg/liter menggunakan standar tes ASTM c29/29M-97.

3.2 Agregat Kasar

- a. Kadar air agregat kasar yang dihasilkan dari analisis bahan yaitu sebesar 2,54%.
- b. Analisa saringan agregat kasar (batu) diperoleh modulus kehalusan butir sebesar 2,95% mengikuti standar tes ASTM C33.
- c. Berat jenis curah (kondisi kering) rata-rata adalah 2,768, sedangkan untuk berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata-rata sebesar 2,710, penyerapan

(absorpsi) rata-rata sebesar 1,217% dan analisa berat jenis menggunakan ASTM C27-04.

- d. Berat volume rata-rata yaitu 1,581 kg/liter, analisa berat volume menggunakan ASTM C29/29M-97)

4. ANALISA DATA

Benda uji dibagi menjadi 3 kelompok dengan 3 rencana campuran beton:

1. Kelompok 1 adalah kuat tekan rencana 40 MPa dengan fas 0,4
2. Kelompok 2 adalah kuat tekan rencana 30 MPa dengan fas 0,5
3. Kelompok 3 adalah kuat tekan rencana 20 MPa dengan fas 0,6

4.1 Rancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton mengacu pada metode *American Concrete Institute* (ACI). Prosedurnya sebagai berikut:

- 1) Menghitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan rencana dan margin,
$$f_m = f_c' + 1,64S_d. \quad (1)$$
- 2) Menentukan nilai slump, dan butir maksimum agregat.
- 3) Menetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump*.
- 4) Menetapkan nilai Faktor Air Semen.
- 5) Menghitung semen yang diperlukan.

*Tibjauan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Modulus Elastisitas Beton
(Anggi Febriandy)*

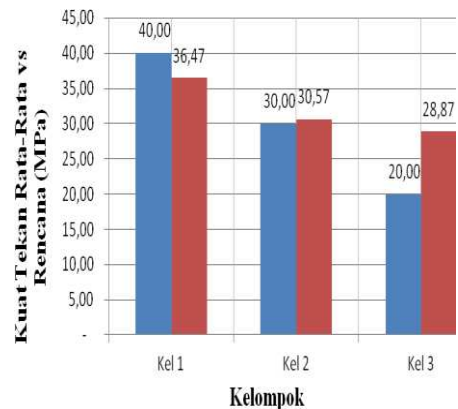
- 6) Menetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan MHB (modulus kehalusan butir) agregat halus sehingga mendapatkan persen agregat kasar.
- 7) Memperkirakan berat beton segar, kemudian menghitung agregat halusnya.
- 8) Menghitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian mengoreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.
- 9) Mengoreksi proporsi campurannya.

16	35,86	29,31	31,67
17	36,47	31,52	28,06
18	37,39	32,15	29,67
19	37,02	28,84	28,02
20	37,32	30,92	31,57
21	37,62	29,73	28,73
22	36,42	31,81	27,67
23	33,41	32,11	27,31
24	37,02	30,03	32,99
25	36,23	30,29	26,04
26	36,23	29,44	27,18
27	36,52	30,57	25,76
28	37,08	30,01	30,86
29	36,52	31,14	26,89
30	36,23	31,99	26,61
f'cr	36,47	30,57	28,87
Sd	1,84	1,25	3,29
f'ck	33,45	28,53	23,47

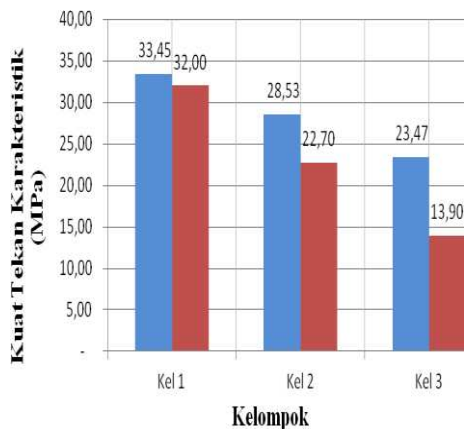
4.2 Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel 2. Hasil Kuat Tekan

Umur 28 Hari	Kuat Tekan Kelompok		
	1	2	3
1	38,10	31,65	30,94
2	39,19	30,57	32,42
3	32,12	28,43	30,94
4	37,56	31,11	23,58
5	38,10	31,65	25,79
6	33,75	30,04	41,26
7	34,98	27,73	24,89
8	36,92	32,00	29,41
9	34,20	32,00	27,60
10	33,81	31,64	26,70
11	41,59	28,80	27,60
12	37,31	31,28	27,60
13	37,70	28,68	28,06
14	35,55	30,89	29,27
15	35,86	30,89	30,87
Umur 28 Hari	Kuat Tekan Kelompok		
	1	2	3



Gambar 2. Kuat Tekan Rata-Rata vs Kuat Tekan Rencana

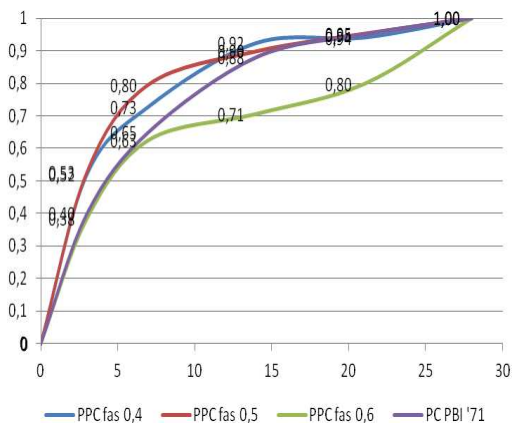


Gambar 3. Kuat Tekan Karakteristik vs Kuat Tekan Target

Pembahasan:

1. Pada kelompok 1 dihasilkan nilai f'_{cr} benda uji $< f'_{cr}$ (36,47MPa < 40MPa) dan $f'_{ck} > f'_{ctarget}$ (33,45MPa > 32MPa). Dari nilai ini diketahui bahwa f'_{cr} benda uji lebih rendah dibandingkan f'_{cr} rencana, alasannya karena pada saat pengecoran batu kasar dengan ukuran diatas 1/1 tidak terlalu banyak saat pengecoran karena posisi batu yang dibundel di dalam karung membuat saya salah menggunakannya dan malah banyak terpakai pada kelompok benda uji 3 dan akibatnya kuat tekan benda uji yang harusnya kuat tekan rencana Cuma 20MPa tetapi mampu menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 28,87MPa .

2. Pada kelompok 2 dan 3 dihasilkan nilai f'_{cr} benda uji $> f'_{cr}$ dan $f'_{ck} > f'_{ctarget}$. Dari nilai ini diketahui bahwa benda uji kelompok 2 dan 3 tergolong baik karena mampu menghasilkan nilai melebihi kuat tekan rencana dan kuat tekan karakteristik.



Gambar 4. Perbandingan Nilai Korelasi Kelompok Benda Uji dan PC'71

Pada saat analisa data dan perhitungan data, saya menggunakan nilai korelasi yang berasal dari PBI '71 untuk semen Portland Biasa yang mana menghasilkan nilai yang tidak akurat akibat saya menggunakan semen PPC padahal pada PBI '71 cuma untuk semen Portland. Akibatnya Standar deviasi yang dihasilkan sangat besar, nilai kuat tekan rata-rata yang tidak akurat dan imbasnya nilai kuat tekan karakteristik benda uji menjadi aneh.

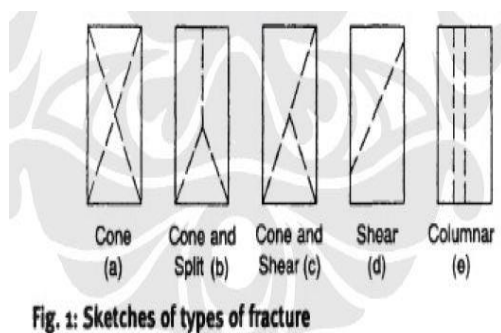
Oleh karena itu atas saran dari penguji, maka saya membuat nilai

korelasi baru berdasarkan benda uji itu sendiri karena jika memaksakan nilai korelasi PBI '71 akan menyebabkan ketidakakuratan angka.

Setelah saya menggunakan korelasi dari benda uji saya sendiri, hasilnya standar deviasi yang dihasilkan terbilang kecil berada di rentang 1-3 MPa dan kuat tekan karakteristik yang dihasilkan lebih besar dibanding korelasi dari PBI '71.

Lanjut pada pembahasan mengapa kelompok benda uji 3 fas 0,6 memiliki nilai korelasi yang berbeda dengan yang lainnya karena pada saat pengecoran terjadi penumpukan agregat kasar melebihi ukuran 1/1 yang sebenarnya agregat kasar ukuran besar ini diperuntukkan untuk kelompok benda uji 1.

Analisa lebih lanjut terhadap tinjauan dari ketiga kelompok benda uji dapat ditinjau pada kondisi tipikal keruntuhan beton berdasarkan ASTM C39-03 yang menunjukkan lima jenis pola retak sebagai berikut.



Gambar 5. Tipe Pola Retak

Pada kelompok 1, pola retak yang terjadi pada umumnya memiliki

pola retak *cone failure*. Hal ini dapat dilihat dari retak pertama yang terbentuk dari sisi atas silinder, kemudian membentuk garis dengan arah diagonal dan retakan memusat pada tengah silinder seperti pada gambar 5. Dengan demikian, hasil kuat tekan yang didapat merupakan kuat tekan yang sebenarnya. Tetapi banyak juga sampel kelompok 1 yang pola retaknya tidak terlalu tampak karena pada saat pengujian jarum penunjuk sudah tidak mau bergerak keatas lagi, seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Kondisi Retak Akibat Compression Pada Beton Kelompok 1

Pada kelompok 2 dan kelompok 3 retak yang terjadi pada umumnya seperti gambar 6. tetapi tidak sedikit juga yang mengalami retak geser seperti pada gambar 7. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan yang didapat telah terpengaruh oleh nilai kuat geser dari beton tersebut, sehingga terdapat kemungkinan bahwa kegagalan yang terjadi bukan murni akibat tekan, namun ada juga karena geser. *Failure* karena geser ini terjadi karena ketika pengujian, silinder beton tidak benar-benar tertahan pada sisi atas dan sisi bawahnya, namun

terdapat sisi yang dapat bergeser, dalam hal ini adalah sisi bawah yang tidak diberi *capping*, sehingga ketika pembebanan berlangsung beban dari atas maupun dari bawah silinder tidak bertemu dan justru beban menjadi terpusat pada satu sisi. Hal inilah yang dapat mengurangi kuat tekan beton yang sebenarnya.



Gambar 7. Pola Retak Kelompok 2 dan 3

4.3 Hasil Uji Kuat Tarik Belah

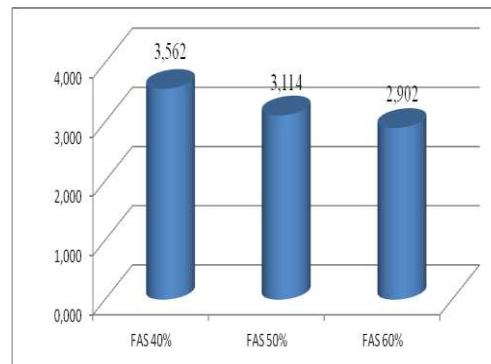
Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton juga mempengaruhi kuat tarik belah secara signifikan. Faktor yang mempengaruhi kuat tarik belah tersebut adalah pengaruh rasio diameter ukuran agregat, pengaruh kondisi kelembaban benda uji dan pengaruh karakteristik benda uji.

Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk menevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan. Suatu perkiraan kasar

nilai kuat tarik belah beton normal hanya berkisar antara 9% -15% dari nilai kuat tekannya.

Tabel 3. Kuat Tarik Belah 3 Kelompok

Kel	Berat (gram)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata
1	12,323	3,751	3,562
	12,22	3,397	
	12,267	3,539	
2	11,895	3,114	3,114
	12,43	3,114	
	12,169	3,114	
3	11,93	3,255	2,902
	12,567	2,548	
	12,295	2,902	



Gambar 8. Diagram Kuat Tarik Belah Masing-Masing Kelompok

Dapat dilihat pada gambar 8, dimana semakin kecil fas pada benda uji kelompok 1 maka semakin besar kuat tarik belah beton yang dihasilkan. Pada tabel 4. terlihat jelas pada kelompok 2 adanya penurunan kuat tarik belah sebesar 12,5% dari 3,262 MPa menjadi

3,114 MPa, sedangkan terhadap kelompok 3 terjadi penurunan dari 3,262 MPa menjadi 2,902 MPa.

Tabel 4. Persentase Penurunan Kuat Tarik Belah Beton (Acuan Kell)

Kel	KTB Rata	Penurunan (%)
1	3,562	0
2	3,114	12,583
3	2,902	18,543

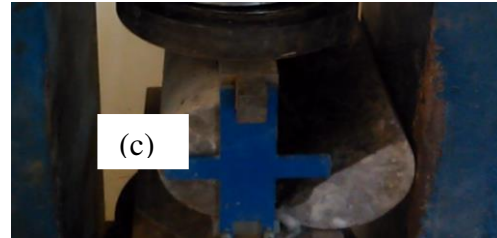
Lalu untuk pola retak, sama seperti halnya pola retak kuat tekan yaitu agak terlalu sulit untuk menentukan perbedaannya atau tidak terlalu banyak perbedaan yang ada karena setiap kelompok benda uji yang ada menggunakan jenis agregat yang sama. walau beda jumlah beratnya.



(a)



(b)



Gambar 9. Pola Retak Kel 2 dan 3

4.4 Hasil Uji Modulus Elastisitas

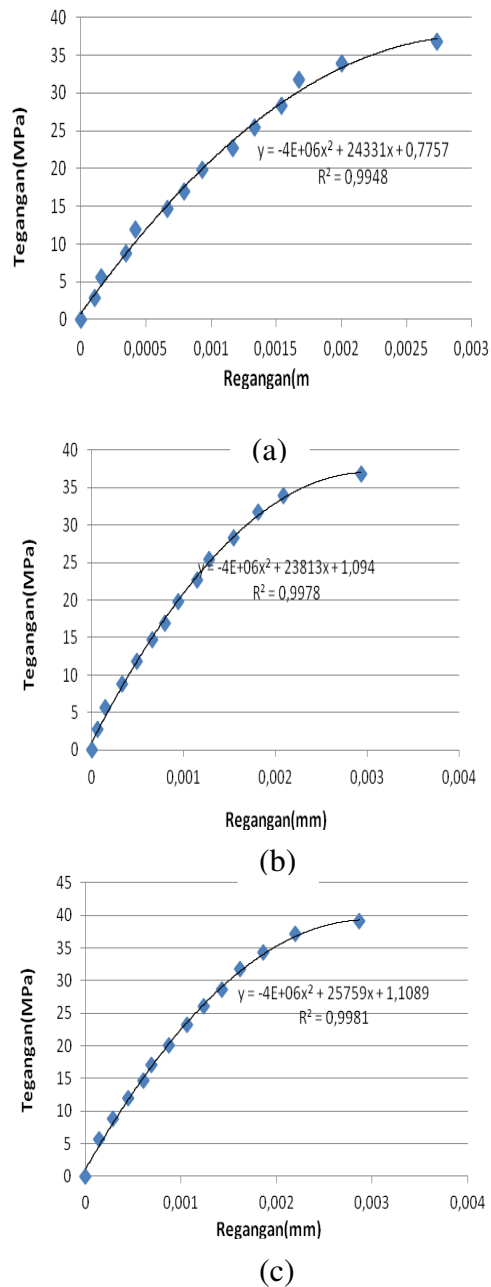
Tabel 5. Nilai Modulus Elastisitas Kel 1, 2 dan 3

Kel	Modulus Elastisitas (E)	Rata-Rata
1	19686,637	19982,76
	19360,734	
	20900,915	
2	17281,093	17696,36
	16317,611	
	19490,390	
3	14411,097	16759,57
	16775,482	
	19092,116	

Besaran nilai Modulus Elastisitas dari ketiga kelompok yang diujikan dapat dilihat pada tabel 5. Berkurangnya nilai modulus yang terjadi pada Kelompok 1 dan Kelompok 2 membuktikan bahwa beda variasi fas dengan 3 rencana campuran berbeda dapat memberikan perbedaan yang cukup signifikan. Penyebabnya sudah jelas terjadi akibat komposisi campuran yang beragam. Ini

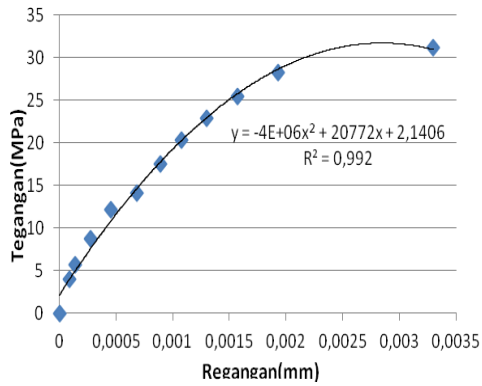
menjelaskan semakin tinggi fas pada 3 kelompok benda uji yang digunakan maka akan menyebabkan ikatan antar agregat menjadi berkurang sehingga partikel beton akan lebih mudah meregang apabila diberikan beban.

Pada grafik yang diperlihatkan oleh gambar 10, 11 dan 12 dapat dilihat bahwa semakin rendah Modulus Elastisitasnya maka semakin landai pula grafik seperti pada gambar 12, dimana besarnya regangan maksimum ketika *failure* akan semakin besar seiring dengan menurunnya kuat tekan beton. Ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai Modulus Elastisitas, maka beton yang dihasilkan bersifat lebih getas. Dalam hal ini, komposisi yang memiliki kondisi paling getas adalah kelompok 1 kemudian kelompok 2 dan diikuti kelompok 3.

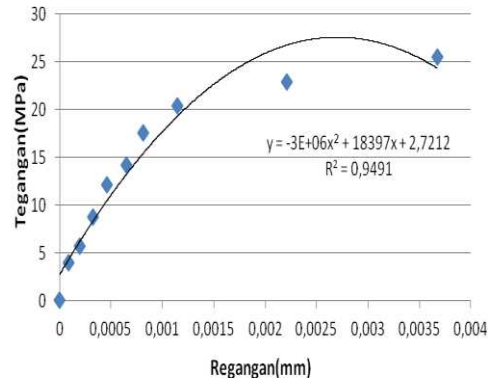


Gambar 10. Diagram Tegangan Regangan Kel 1

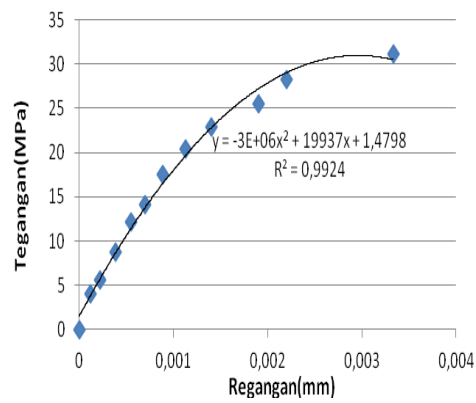
Tinjauan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Modulus Elastisitas Beton (Anggi Febrandy)



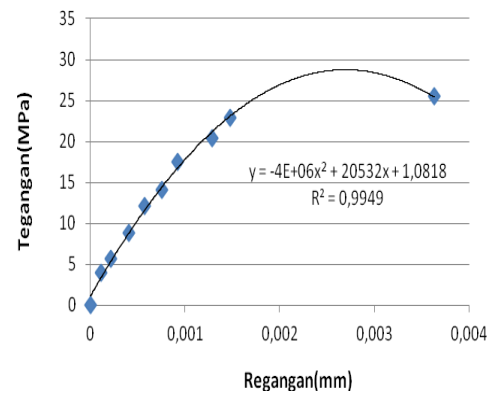
(a)



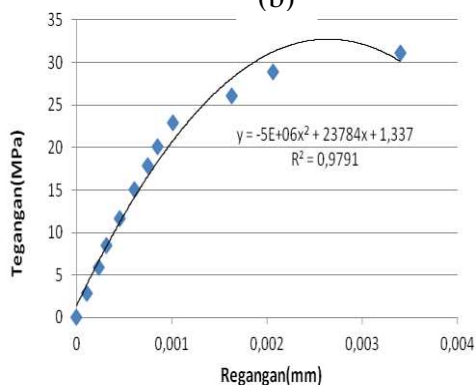
(a)



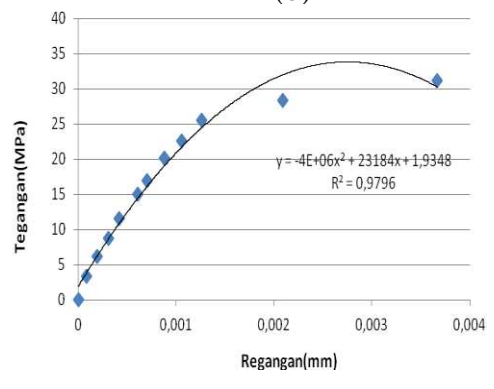
(b)



(b)



(c)



(c)

Gambar 11. Diagram Tegangan Regangan Kel 2

Gambar 12. Diagram Tegangan Regangan Kel 3

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Pada penelitian ini dikelompokkan 3 benda uji dengan 3 campuran beton yang berbeda yaitu:
 - 1) Kelompok 1 adalah kuat tekan rencana 40 MPa dengan fas 0,4
 - 2) Kelompok 2 adalah kuat tekan rencana 30 MPa dengan fas 0,5
 - 3) Kelompok 3 adalah kuat tekan rencana 20 MPa dengan fas 0,6
- b. Pada kelompok 1 didapatkan hasil sebagai berikut:
 - 1) Dari hasil pemeriksaan slump, didapat slump 9 cm. Artinya slump masih berada diantara slump rencana yaitu (7,5-10) cm.
 - 2) Berat volume beton beton normal adalah 2415,08 kg/m³. Nilai ini menunjukkan berat volume beton masih berada diantara 2200-2500 kg/m³.
 - 3) Nilai kuat tekan karakteristik adalah 32,09MPa. Nilai ini menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik benda uji lebih besar dari kuat tekan rencana sebesar 32MPa.
 - 4) Nilai kuat tarik belah rata-rata adalah 3,562MPa.
 - 5) Nilai modulus elastisitas rata-rata adalah 7810,099MPa
- c. Pada kelompok 2 didapatkan hasil sebagai berikut:
 - 1) Dari hasil pemeriksaan slump, didapat slump 10 cm. Artinya slump masih berada diantara slump rencana yaitu (7,5-10) cm.
 - 2) Berat volume beton dengan menggunakan adalah 2390,13 kg/m³. Nilai ini menunjukkan berat volume beton masih berada diantara 2200-2500 kg/m³.
 - 3) Nilai kuat tekan karakteristik adalah 19,80MPa. Nilai ini menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik benda uji lebih besar dari kuat tekan rencana sebesar 22,7MPa.
 - 4) Nilai kuat tarik belah rata-rata adalah 3,114MPa
 - 5) Nilai modulus elastisitas rata-rata adalah 6823,594MPa
- d. Pada kelompok 3 didapatkan hasil sebagai berikut:
 - 1) Dari hasil pemeriksaan slump FAS 60% , didapat slump 10 cm. Artinya slump masih berada diantara slump rencana yaitu (7,5-10) cm.
 - 2) Berat volume beton dengan menggunakan adalah 2400,11 kg/m³. Nilai ini menunjukkan berat volume beton masih berada diantara 2200-2500 kg/m³.
 - 3) Nilai kuat tekan karakteristik adalah 27,24MPa. Nilai ini menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik benda uji lebih besar dari kuat tekan rencana sebesar 13,9MPa.
 - 4) Nilai kuat tarik belah rata-rata adalah 2,902MPa
 - 5) Nilai modulus elastisitas rata-rata adalah 6543,058MPa
- e. Dari seluruh pengujian mutu beton diketahui FAS 40% memiliki nilai yang tertinggi.

5.2 Saran

- a. Pada hasil penelitian ini diketahui bahwa terjadi keanehan pada kelompok 1 dan kelompok 3 dimana kelompok 1 tidak mampu melampaui kuat tekan rencana dan kelompok 3 mampu melebihi kuat tekan rencana tetapi terlalu tinggi. Dari apa yang sudah di pelajari anomaly ini terjaadi karena akibat dari agregat kasar yang mana pada kelompok 3 agregat kkasar yang harusnya untuk kelompok 1 tercampur pada kelompok 3.
- b. Penakaran atau penimbangan bahan campuran beton harus dilakukan dengan ketelitian yang baik sehingga kesalahan diluar alat tidak terjadi.
- c. Perawatan benda uji tidak boleh ditumpuk yang mengakibatkan benda uji tidak terendam dengan sempurna.

Daftar Pustaka

- American Society for Testing, Annual Book of ASTM Standards 1995: Vol.04.02. *Concrete and Aggregates*. Philadelphia : ASTM 1995.
- Dipohusodo, Istiawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Murdock, J. L., dan Brook. M. K. 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Jakarta : Erlangga

Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Penerbit ANDI.

Nawy., Edward. G., *Reinforce Concrete a Fundamental Approach Terjemahan*, Jakarta : Erlangga, 1991.

Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualiatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suryabrata, Sumadi, B.A., Drs., M.A., ED.S., Ph.D, 1983. *Metodologi Penelitian*, Jakarta: CV.Rajawali

SK SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.

SK SNI T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.

Samekto, Wuryati, Dr. M.Pd. dan Candra Rahmadiyanto, S.T. 2011. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius

SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton. Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional