

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil keausan batu kuning, berat volume agregat kasar, berat volume beton, kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis beton. Berat volume batu kuning lebih kecil dibandingkan berat volume split. Berat volume beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan dengan beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Kuat desak beton yang dihasilkan pada beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan pada beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Kuat tarik yang dihasilkan dari beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Nilai modulus elastis pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih kecil dibandingkan pada beton yang menggunakan agregat

kasarnya split. Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.4.

Tabel 5.1 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)

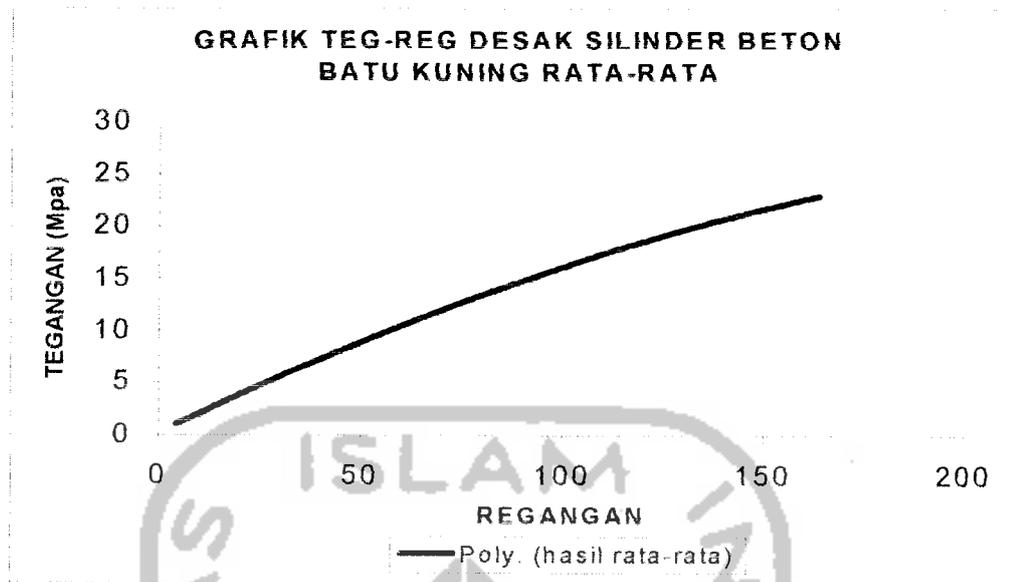
No	Jenis Saringan		Benda Uji
	Saringan		
	Lolos	Tertahan	
1	72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")	
2	63,5 mm (2,5")	50, 8 mm (2")	
3	50, 8 mm (2")	37,5 mm (1,5")	
4	37,5 mm (1,5")	25,4 mm *1,5")	
5	25,4 mm *1,5")	19,0 mm (3/4")	
6	19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gr
7	12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500 gr
8	09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")	
9	06,3 mm (1/4")	04,75 mm (4")	
10	04,75 mm (No.4)	02,36 mm (No.8)	
11	Jumlah Benda Uji (A)		5000 gr
12	Jumlah Tertahan di Sieve 12 (B)		3121 gr
13	Keausan = (A-B)/A x 100%		37,58 %

Tabel 5.2 Data pemeriksaan berat volume batu kuning

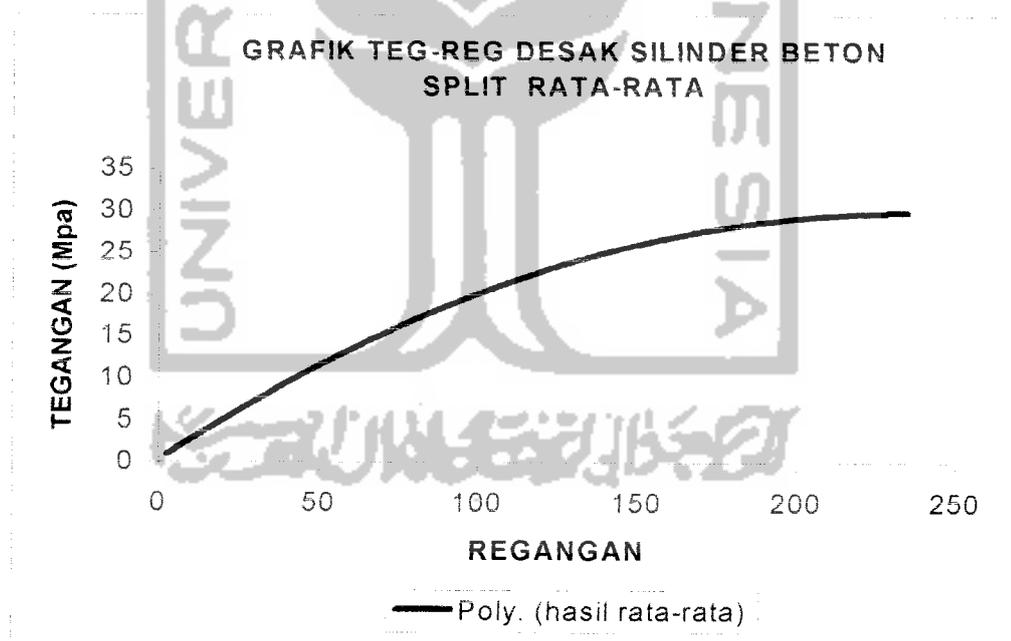
	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	4,3 kg	4,3 kg
Berat cetakan silinder + agregat (W2)	10,9 kg	10,9 kg
Volume silinder ($V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$)	$5,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat ($BV = (W2 - W1) / V$)	$1,25 \text{ T/m}^3$	$1,25 \text{ T/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1,25 \text{ T/m}^3$	

Tabel 5.3 Data pemeriksaan berat volume split

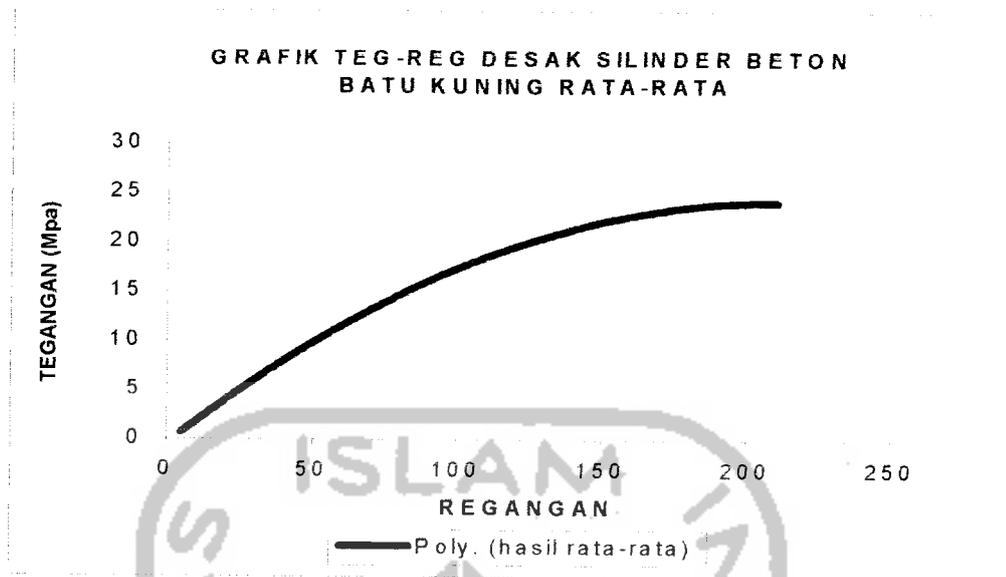
	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	4,3 kg	4,3 kg
Berat cetakan silinder + agregat (W2)	12,2 kg	12,2 kg
Volume silinder ($V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$)	$5,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat ($BV = (W2 - W1) / V$)	$1,49 \text{ T/m}^3$	$1,53 \text{ T/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1,51 \text{ T/m}^3$	



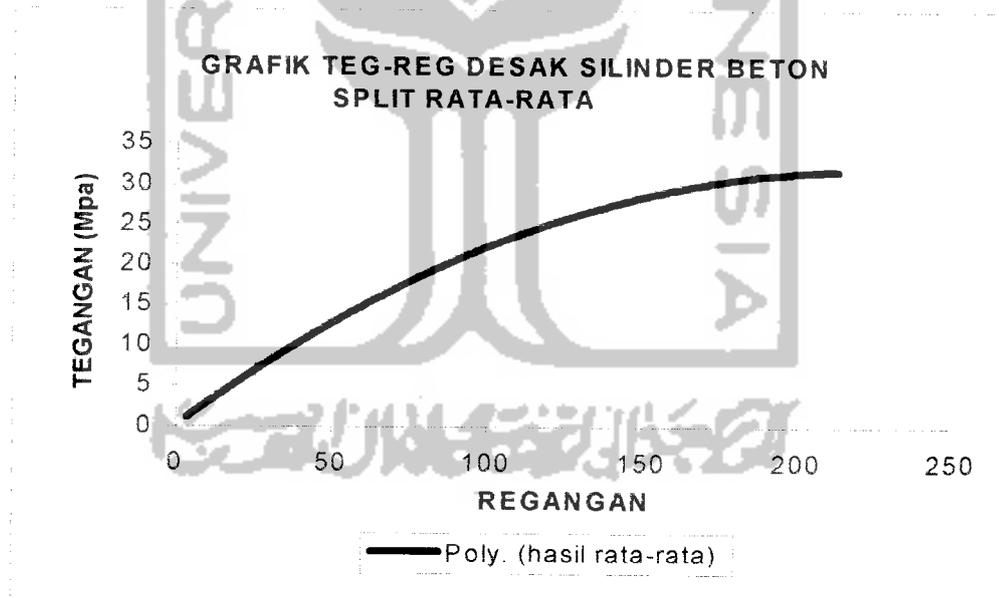
Gambar 5.1 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



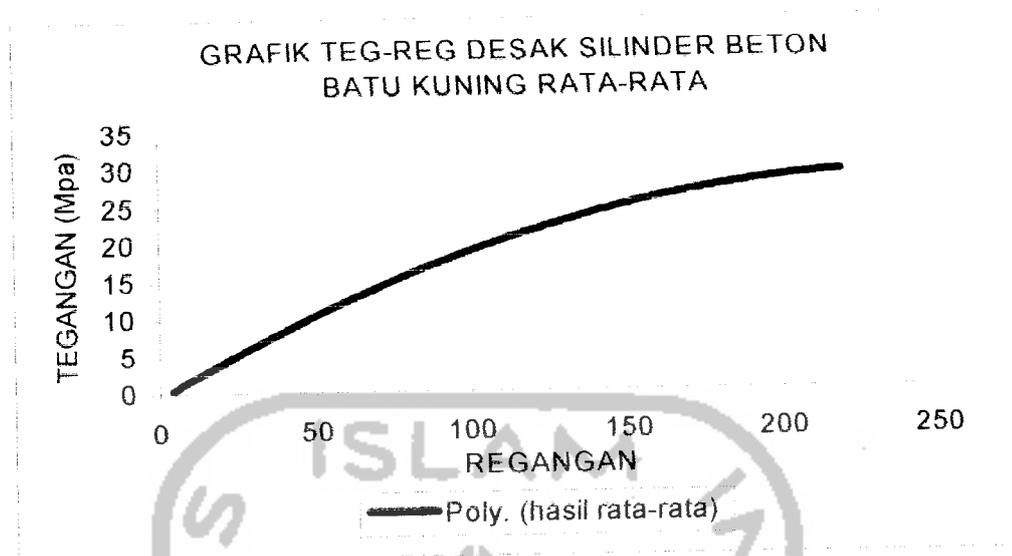
Gambar 5.2 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



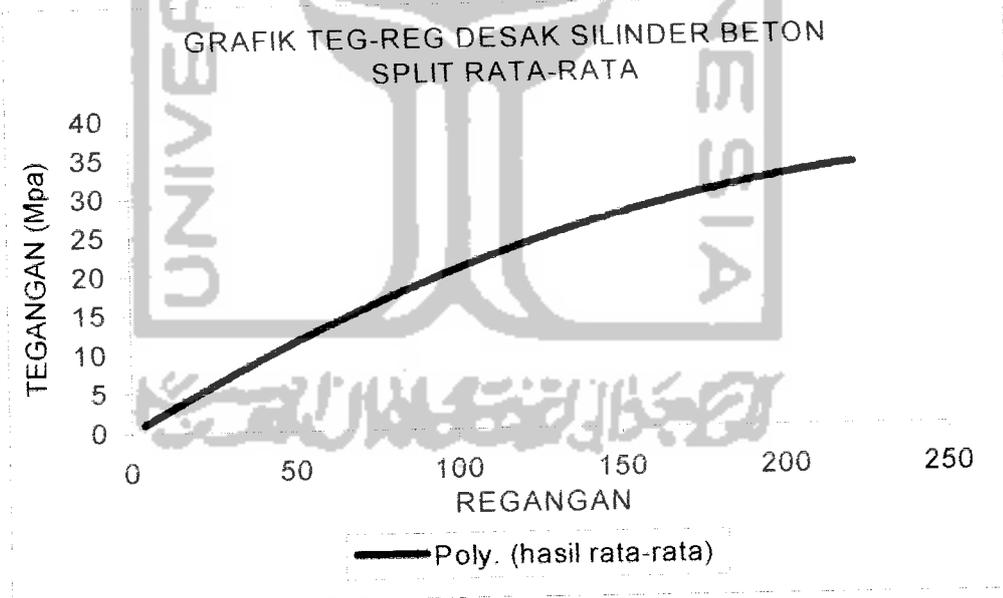
Gambar 5.3 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



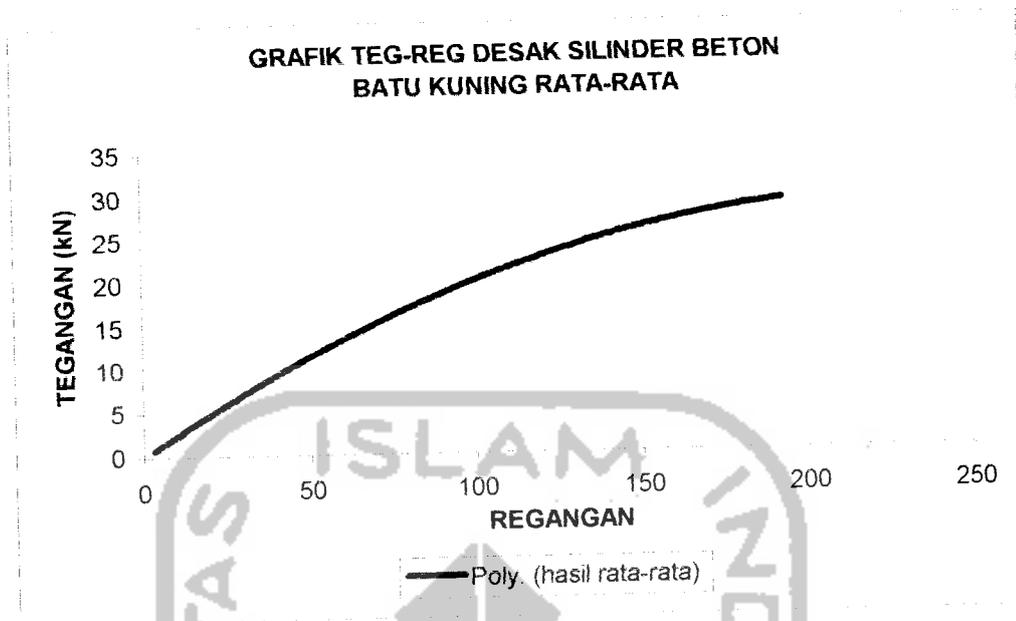
Gambar 5.4 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



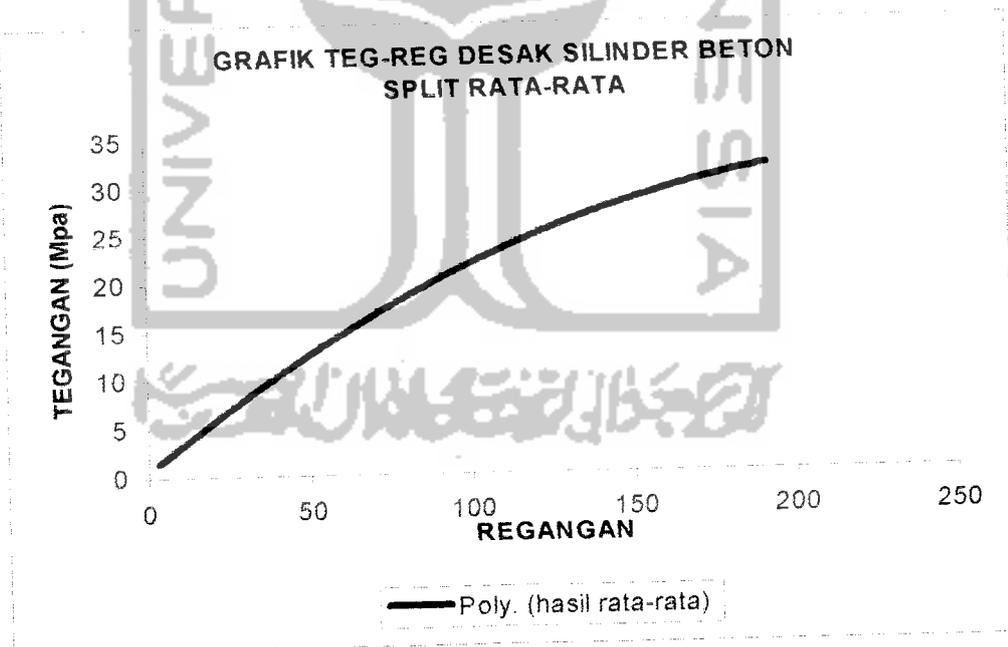
Gambar 5.5 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5



Gambar 5.6 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5

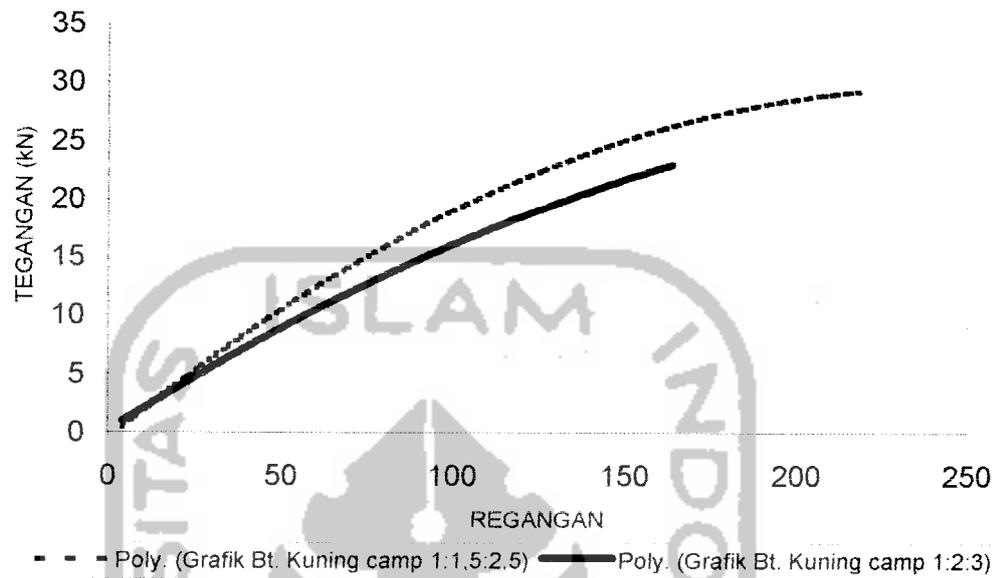


Gambar 5.7 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5



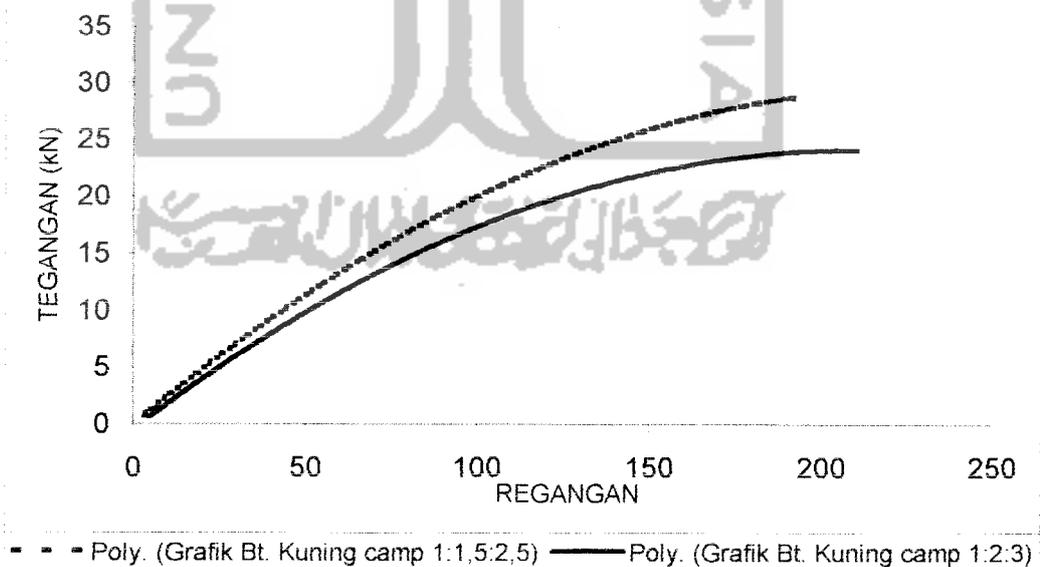
Gambar 5.8 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5

Grafik Perbandingan Teg-Reg Bt. kuning antara camp 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diameter 10 mm



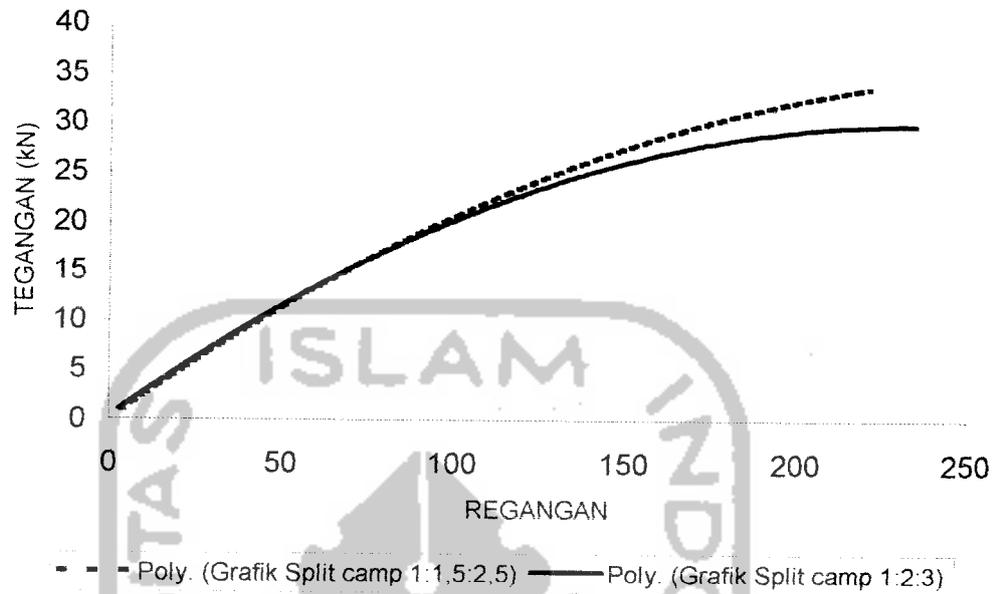
Gambar 5.9 Grafik perbandingan reg-teg beton batu kuning diameter 10 mm

Grafik Perbandingan Teg-Reg Bt. Kuning antara camp. 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diameter 20 mm



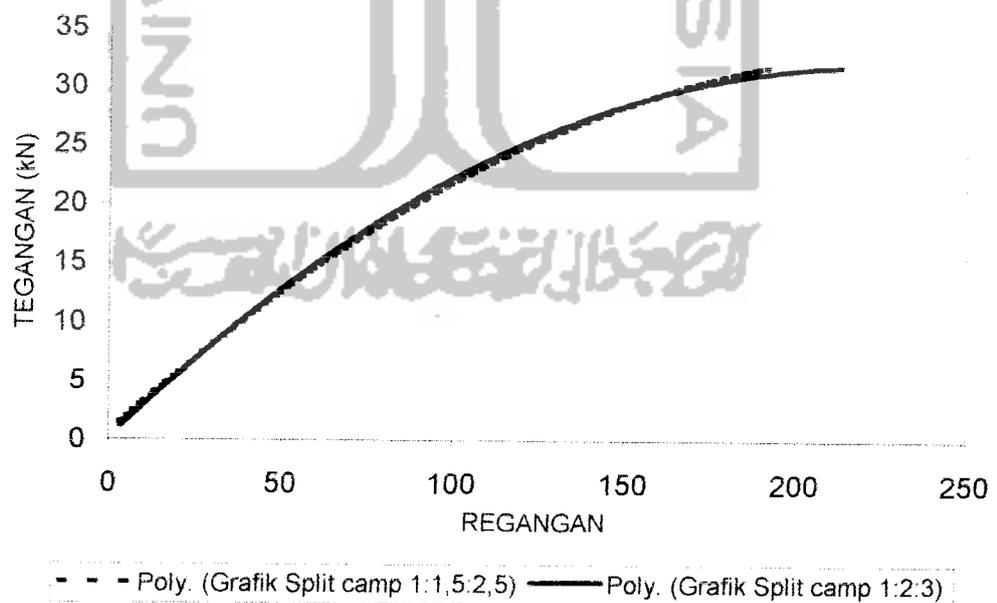
Gambar 5.10 Grafik perbandingan reg-teg beton batu kuning diameter 20 mm

Grafik Perbandingan Teg-Reg Split antara camp. 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diameter 10 mm



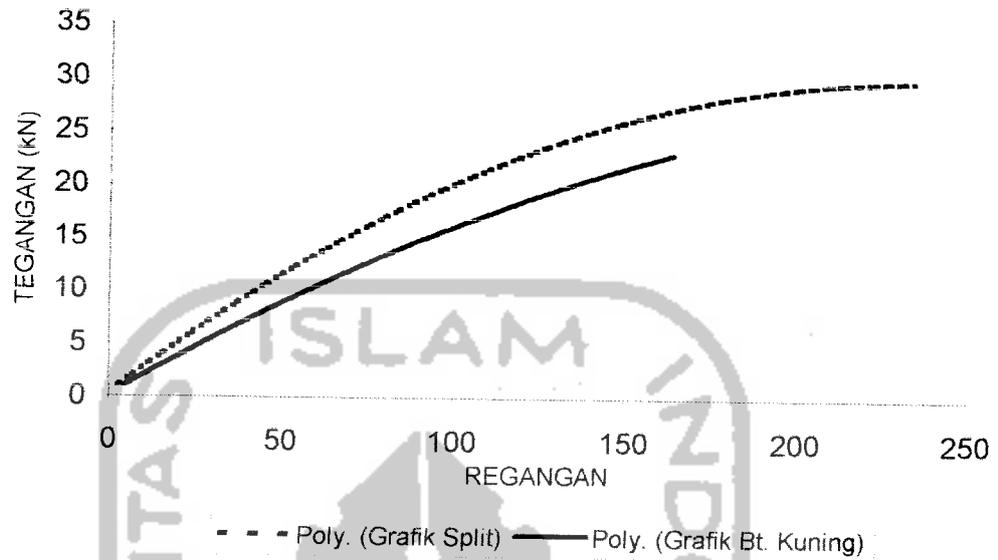
Gambar 5.11 Grafik perbandingan teg-reg beton split diameter 10 mm

Grafik Perbandingan Teg-Reg Split antara camp. 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diemeter 20 mm



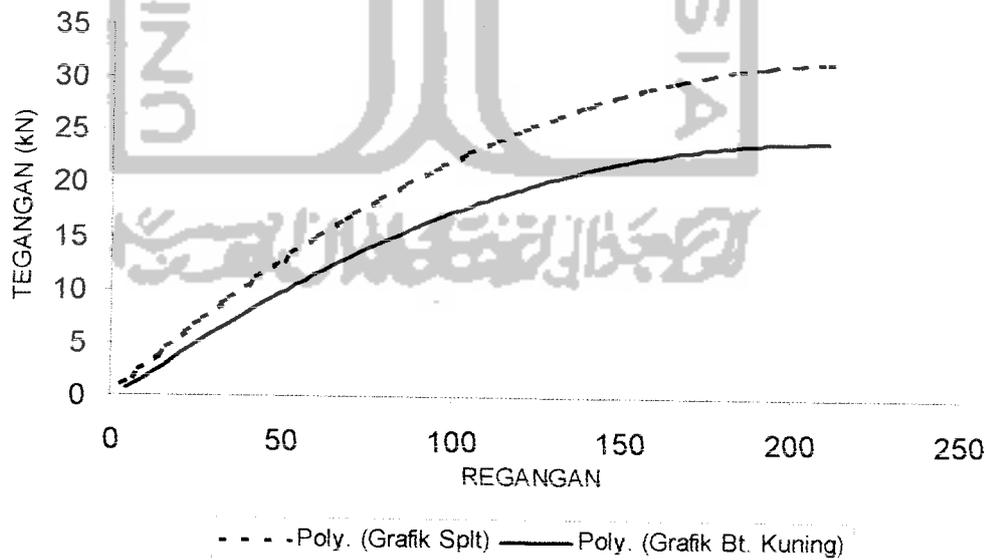
Gambar 5.12 Grafik perbandingan teg-reg beton split diameter 20 mm

Grafik Perbandingan Teg-Reg antara Bt. Kuning dan Split camp. 1:2:3 diameter 10 mm

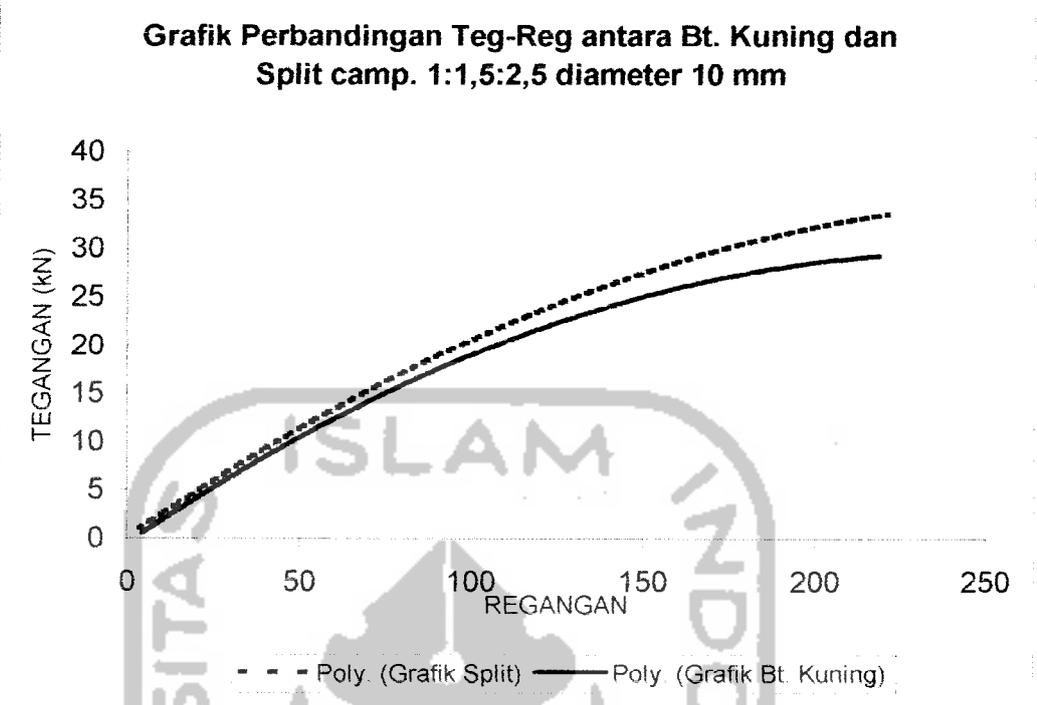


Gambar 5.13 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 10 mm

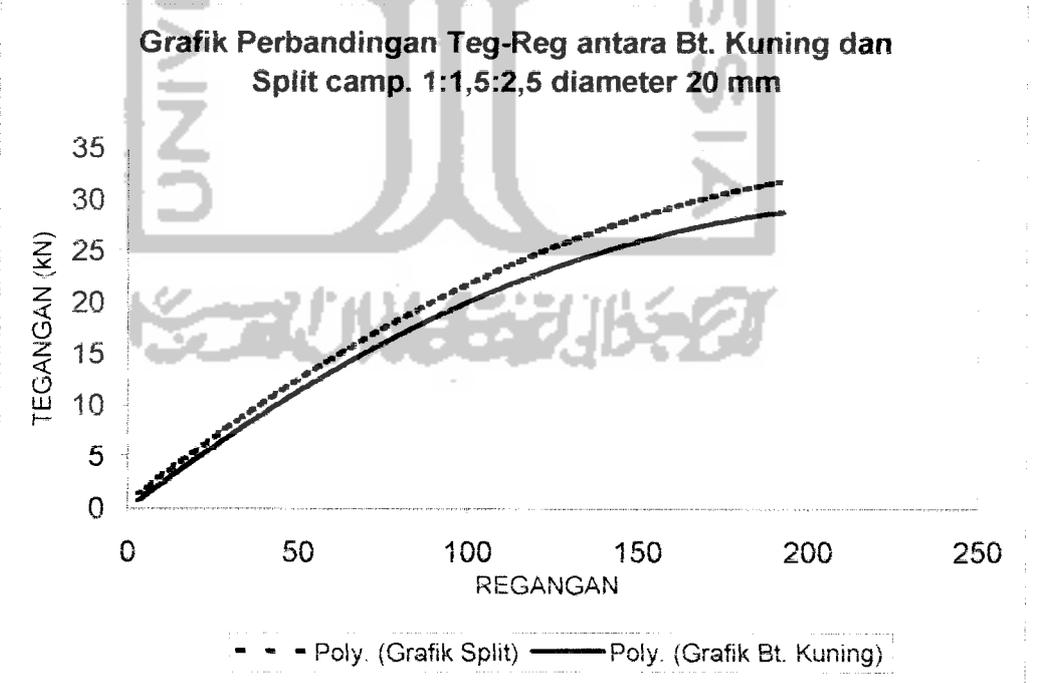
Grafik Perbandingan Teg-Reg antara Bt.Kuning dan Split camp. 1:2:3 diameter 20 mm



Gambar 5.14 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 20 mm



Gambar 5.15 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 10 mm



Gambar 5.16 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 20 mm

Tabel 5.4 Data hasil uji silinder beton

Perbandingan Campuran	1,0 : 2,0 : 3,0			1,0 : 1,5 : 2,5		
	10	20	20	10	10	20
Diameter (mm)	10	20	20	10	0,5	0,55
Fas	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,55
Jenis Agregat Kasar	B. Kuning	Split	B. Kuning	Split	B. Kuning	Split
Nilai Slump	7,5	15	2,5	15	6	7,5
B. V Basah (t/m ³)	2,27	2,41	2,285	2,41	2,29	2,305
B. V Kering (t/m ³)	2,26	2,37	2,27	2,39	2,265	2,285
Kuat Desak (Mpa)	20,30	30,10	23,45	31,81	29,05	28,25
Selisih Kuat desak (%)	33	26	26	12	12	9
Kuat Tarik Belah (Mpa) P	2,35	2,47	2,36	2,5	2,30	2,33
Perbandingan Kuat Tarik terhadap Kuat Desak (%) P	11	8	10	8	8	8
Kuat Tarik Belah (Mpa) R	2,56	3,12	2,76	3,21	3,07	3,02
Perbandingan Kuat Tarik terhadap Kuat Desak (%) R	12	10	11	10	10	10
σ sebanding (Mpa)	12	17	15	20	18	16
ϵ sebanding (1.10^{-5})	70	75	85	80	90	80
E_c grafis (Mpa)	17.142	22.666	17.647	25.000	20.000	20.000
E_c empiris (Mpa)	20.815	27.219	22.520	28.336	24.983	24.963
				28.110	28.110	28.027

5.2 Pembahasan

5.2.1 Keausan Agregat

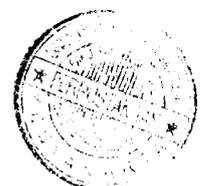
Dari uji keausan yang telah dilakukan diperoleh nilai keausan batu kuning yaitu sebesar 37,58 %. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini membuktikan bahwa batu kuning memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam PBI-1971, yaitu bahwa agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton tidak boleh kehilangan berat lebih dari 50 %.

5.2.2 Berat Volume Agregat

Setelah dilakukan penelitian dan penghitungan diperoleh nilai berat volume batu kuning sebesar $1,25 \text{ T/m}^3$ dan berat volume split sebesar $1,51 \text{ T/m}^3$. Selisih dari berat volume batu kuning terhadap berat volume split cukup besar, yaitu sebesar 17 %. Hal ini terjadi karena pada permukaan batu kuning terdapat pori-pori, sedangkan pada split permukaannya tidak terdapat pori-pori.

5.2.3 Uji Kekentalan

Sebelum dilakukan pembuatan silinder beton, maka adukan beton harus di uji kekentalannya dengan menggunakan kerucut *Abrams* untuk mengetahui nilai slumpnya. Dari Tabel 5.4 terlihat nilai slump yang bervariasi pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning (2,5 cm – 7,5 cm), sedangkan pada beton yang menggunakan agregat



kasarnya split menghasilkan nilai yang tetap (15 cm). Hal ini terjadi karena penyerapan yang terjadi pada batu kuning berbeda-beda tergantung dari sifat dan diameter agregat kasarnya serta faktor air semen.

Agregat kasar yang bersifat menyerap air akan menghasilkan nilai slump dari adukan beton yang rendah. Hal ini terjadi karena air yang berada dalam adukan beton ini terserap oleh agregat kasar itu sendiri, sehingga adukan beton ini kekurangan air dan akan terjadi penggumpalan antara agregat kasar dengan mortar yang sulit terpisahkan.

Agregat kasar yang memiliki diameter besar akan banyak menyerap air, karena butiran untuk penyerapan air akan lebih luas dan keadaan pori-pori di dalam agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk penyerapan air yang lebih banyak.

Faktor air semen yang digunakan dalam adukan beton yang cukup tinggi akan menghasilkan nilai slump yang tinggi pula, karena jumlah air tergantung dengan faktor air semennya.

Nilai dari kekentalan ini berpengaruh terhadap nilai kuat desak beton dan kemudahan dalam pengerjaannya. Adukan beton yang memiliki nilai slump rendah akan menghasilkan kuat desak yang tinggi, namun pengerjaannya untuk konstruksi bangunan sangat sulit. Hal ini terjadi karena adukan beton terlalu padat dan penggumpalan antara agregat kasar dengan mortar sangat mungkin terjadi.

5.2.4 Berat Volume Beton

Dalam penelitian ini dihitung berat volume beton dalam keadaan basah maupun dalam keadaan kering. Dari tabel 5.4 dapat dilihat bahwa berat volume pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya split, baik dalam keadaan basah maupun kering. Berat volume basah pada beton yang menggunakan agregat kasar batu kuning memiliki nilai sebesar $2,27 \text{ t/m}^3$ sampai $2,305 \text{ t/m}^3$, sedangkan pada split sebesar $2,375 \text{ t/m}^3$ sampai $2,415 \text{ t/m}^3$. Untuk berat volume kering pada beton yang menggunakan agregat kasar batu kuning memiliki nilai sebesar $2,26 \text{ t/m}^3$ sampai $2,285 \text{ t/m}^3$, sedangkan pada split sebesar $2,35 \text{ t/m}^3$ sampai $2,39 \text{ t/m}^3$. Selisih berat volume pada kedua jenis beton diatas yaitu sebesar 5%. Hal ini terjadi karena berat volume dari agregat kasarnya itu sendiri, dimana berat volume batu kuning lebih kecil dibandingkan berat volume split. Kedua jenis beton diatas mengalami penurunan berat volume dari keadaan basah ke keadaan kering, karena air yang terdapat di dalam adukan beton menguap seiring dengan pengerasan beton yang terjadi. Penurunan berat volume ini dipengaruhi oleh faktor air semen, diameter agregat, perbandingan campuran, dan jenis agregat kasarnya.

Faktor air semen yang tinggi akan mengakibatkan penurunan berat volume yang cukup besar bila dibandingkan pada faktor air semen yang rendah. Hal ini terjadi karena pada faktor air semen yang tinggi akan

menghasilkan berat air yang banyak, sedangkan pada faktor air semen yang rendah akan menghasilkan berat air yang sedikit.

Diameter dari agregat kasar yang digunakan pada adukan beton akan berpengaruh terhadap berat volume betonnya. Pada campuran beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya besar, maka jumlah agregat kasar yang terdapat dalam adukan beton ini akan sedikit. Sehingga luas bidang penyerapan yang tersedia lebih kecil jika dibandingkan jumlah agregat kasarnya yang banyak. Karena luas permukaan ini berkaitan dengan besarnya penyerapan, maka semakin luas bidang penyerapannya akan mengakibatkan semakin tinggi penyerapan yang akan dilakukan oleh agregat kasar itu.

Untuk perbandingan campuran yang tinggi akan memerlukan air yang lebih banyak dibandingkan kebutuhan air pada perbandingan campuran yang rendah pada faktor air semen yang sama. Hal ini terjadi karena pada perbandingan campuran yang tinggi akan menyebabkan jumlah semen yang banyak dibandingkan pada perbandingan campuran yang rendah, padahal jumlah air tergantung pada jumlah semen. Jika jumlah semennya banyak maka jumlah airnya juga akan banyak, sedangkan jika jumlah semennya sedikit maka jumlah airnya akan sedikit juga.

Sifat agregat kasar yang digunakan dalam adukan beton berpengaruh terhadap besar atau kecilnya penyerapan yang dilakukan oleh agregat kasarnya. Jika agregat itu bersifat menyerap air maka penurunan berat

volume akan besar dibandingkan dengan agregat kasar yang tidak atau sedikit menyerap air.

5.2.5 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton adalah hal mendasar dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan beton, karena berkaitan dengan kekuatan dari konstruksi bangunan menahan beban yang akan dipikulnya. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa kuat desak pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya split. Kuat desak beton yang terjadi pada agregat kasar batu kuning yaitu sebesar 20,30 Mpa sampai 29,05 Mpa, sedangkan pada split yaitu sebesar 30,10 Mpa sampai 32,93 Mpa. Prosentase selisih kuat desak yang dihasilkan antara beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning terhadap beton yang menggunakan agregat kasarnya split bervariasi yaitu sebesar 33% sampai 9%, tergantung dari faktor air semen, diameter agregat kasar, perbandingan campuran, sifat agregat kasar, dan gradasinya.

Pada faktor air semen yang rendah akan mengakibatkan lekatan antara agregat kasar dengan mortar akan besar, sehingga kekuatan beton menahan beban cukup tinggi. Hal ini terjadi karena sisa air yang digunakan untuk bereaksi dengan semen sangat sedikit, dan sisa air ini hanya digunakan sebagai pelumas dalam adukan beton.

Beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya kecil akan lebih mampu menahan beban dibandingkan beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya besar. Hal ini terjadi karena pada beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya kecil banyak terdapat luas permukaan butiran yang diselubungi oleh pasta, dimana pasta ini akan memperkuat lekatan antar agregat kasar yang mengakibatkan gesekan antar agregat kasar akan besar. Sedangkan pada beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya besar akan membutuhkan pasta yang menyelubungi permukaan butiran sedikit, sehingga gesekan antar agregat kasar akan kecil.

Pada perbandingan campuran yang tinggi menyebabkan kebutuhan semen yang banyak, sedangkan pada perbandingan campuran yang rendah mengakibatkan kebutuhan semen yang sedikit. Karena kuat desak beton tergantung dari jumlah semen, maka kuat desak yang dihasilkan pada perbandingan campuran yang tinggi akan lebih besar dibandingkan dengan perbandingan campuran yang rendah.

Kuat desak beton tergantung dari keausan dan kekasaran agregat kasarnya, jika keausan agregat kasarnya rendah maka kuat desak beton yang dihasilkan akan lebih besar dibandingkan beton yang memiliki keausan yang tinggi, dan jika permukaan agregat kasarnya kasar akan mengakibatkan gesekan antara agregat kasar dengan mortar akan besar sehingga kuat desak beton yang dihasilkan akan tinggi.

Gradasi butiran pada penelitian ini menggunakan gradasi seragam, karena ukuran dari agregat kasarnya hampir sama tiap variasi diameter agregatnya. Gradasi seragam ini memiliki ukuran butiran yang sama besar sehingga rongga antar butiran ditempati oleh mortar, karena banyaknya mortar dalam beton akan mengakibatkan gesekan antar agregat kasar berkurang karena selip yang terjadi pada mortar akibat gaya desak.

Kuat desak beton yang terjadi mengakibatkan beton akan retak-retak atau pecah. Hal ini berarti beton sudah tidak dapat menahan beban yang lebih besar lagi dari kekuatan maksimum beton tersebut. Dari penelitian yang telah dilakukan dihasilkan bahwa silinder beton mengalami retak atau pecah pada pastinya dan sedikit pada agregat kasarnya. Hal ini berarti bahwa perbandingan campuran yang digunakan kurang tepat, dalam artian kekuatan mortar yang terjadi jauh lebih kecil dibandingkan kekuatan agregat kasarnya. Faktor lain yang mempengaruhi juga dapat terjadi karena kurang baiknya pengadukan pada saat membuat adukan beton.

5.2.6 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah sangat kecil dibandingkan kuat desaknya, sehingga dalam perencanaan kuat tarik belah beton tidak diperhitungkan. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa kuat tarik belah pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih kecil dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya split, yaitu sebesar

2,30 Mpa sampai 2,36 Mpa untuk beton dengan agregat kasar batu kuning, sedangkan pada beton dengan agregat kasar split sebesar 2,47 Mpa sampai 2,54 Mpa. Perbandingan kuat tarik belah terhadap kuat desaknya sangat kecil, yaitu sebesar 8% sampai 11%. Hal ini terjadi karena ikatan antara agregat kasar dengan mortar sangat kecil terhadap gaya tarik, sehingga beton tidak kuat menahan kuat tarik. Meskipun kuat tarik ini tidak diperhitungkan dalam perencanaan beton, namun dalam perencanaan beton diharapkan kuat tarik beton bertulang yang terjadi tidak kurang dari kuat tarik beton polos.

Dari hasil penelitian didapatkan kuat tarik belah yang lebih kecil dibandingkan kuat tarik belah yang dihasilkan dari hitungan rumus. Hal ini terjadi karena kemungkinan faktor pengerjaan yang kurang baik

5.2.7 Modulus Elastis

Modulus elastis merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami perpanjangan atau perpendekan. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa elastisitas beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split, jadi beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning akan lebih mudah mengalami regangan dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split. Nilai modulus elastis beton pada agregat kasar batu kuning sebesar 17.142 Mpa sampai 20.000, sedangkan

pada agregat kasar split sebesar 22.666 Mpa sampai 25.000 Mpa. Kenaikan nilai modulus elastis beton dipengaruhi oleh kuat desak beton dan berat volume betonnya. Semakin tinggi kuat desak atau berat volumenya, maka nilai modulus elastis akan semakin tinggi.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai modulus elastis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai modulus elastis yang didapatkan dengan menggunakan rumus. Hal ini terjadi karena pada nilai modulus elastis hasil dari penelitian terdapat faktor kekasaran agregat kasarnya dan kemungkinan adanya faktor pengerjaan yang kurang baik.

Pada Gambar 5.9 dan 5.10 dapat dilihat pada beton dengan agregat kasar batu kuning bahwa perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 lebih linier dibandingkan dengan perbandingan campuran 1 : 2 : 3, baik pada diameter agregat kasar 10 mm maupun 20 mm. Hal ini mengakibatkan nilai modulus elastis yang terjadi pada perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 lebih tinggi dibandingkan perbandingan campuran 1 : 2 : 3. Pada Gambar 5.11 dan 5.12 dapat dilihat perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 dengan 1 : 2 : 3 memiliki kelinieran yang hampir sama, hal ini menunjukkan bahwa nilai modulus elastis yang hampir sama pada kedua jenis perbandingan campuran diatas. Pada Gambar 5.13 dan 5.14 dapat dilihat beton dengan agregat kasar split memiliki kemiringan yang lebih curam dibandingkan pada beton dengan agregat kasar batu kuning, hal ini membuktikan nilai modulus elastis pada beton yang menggunakan split lebih besar dibandingkan menggunakan batu

kuning. Pada Gambar 5.15 dan 5.16 dapat dilihat kemiringan garis yang hampir sama antara beton yang menggunakan split dibandingkan beton yang menggunakan batu kuning, hal ini membuktikan bahwa nilai modulus elastis yang terjadi memiliki nilai selisih yang sangat kecil pada kedua jenis beton itu.

Nilai modulus elastis ini dapat ditentukan berdasarkan kemiringan kurva pada grafik regangan-tegangan. Kemiringan kurva ini dipengaruhi oleh kuat desak dari beton itu sendiri. Beton yang memiliki kuat desak tinggi akan menghasilkan kemiringan yang lebih curam dan panjang garis linier yang lebih panjang dibandingkan dengan beton yang memiliki kuat desak yang rendah. Hal ini terjadi karena seiring dengan bertambahnya beban, maka kekakuan dari material akan berkurang sehingga perubahan regangan tidak lagi linier dengan tegangannya.

