

# NILAI KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN VARIASI UKURAN DIMENSI BENDA UJI

Renaldo Glantino Regar

Marthin D. J. Sumajouw, Servie O. Dapas

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [renaldo.regar@gmail.com](mailto:renaldo.regar@gmail.com)

## ABSTRAK

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentu dengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran benda uji terhadap kekuatan tarik belah beton. Dimensi benda uji silinder divariasikan dalam 4 ukuran: 7,5/15 cm, 10/20 cm, 12,5/25 cm, dan 15/30 cm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji "Semiautomatic Concrete Compression Testing 400 kN Cap. Controls – Italy 50-C6632".

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin kecil dimensi benda uji semakin besar nilai kuat tarik belah beton. Untuk benda uji terkecil yaitu silinder 7,5/15 cm hasil kuat tariknya mengalami penurunan sehingga tidak sesuai dengan teori size effect. Hal ini dipengaruhi oleh perbandingan rasio diameter benda uji dan diameter maksimum agregat dan juga oleh arah pembebanan terhadap arah pengecoran. Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh perbandingan penampang dengan ukuran maksimum agregat. Semakin kecil rasio ukuran penampang terhadap ukuran maksimum agregat maka semakin kecil pula nilai kekuatan beton yang dihasilkan.

Kata Kunci : dimensi benda uji, size effect, kuat tarik belah, kekuatan beton

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Parameter kuat tarik beton secara tepat sulit untuk diukur. Suatu pendekatan yang umum untuk mengukur nilai kuat tarik beton adalah dengan pengujian kuat tarik belah beton yang umumnya memberikan hasil yang mencerminkan besarnya kuat tarik yang sebenarnya, hasilnya digunakan untuk menentukan nilai kuat tarik beton. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan  $0,50\sqrt{f_c}$ – $0,60\sqrt{f_c}$ , sehingga untuk beton normal digunakan nilai  $0,57\sqrt{f_c}$  (Dipohosodo, 1999).

Karena kecilnya nilai kuat tarik beton maka digunakan baja tulangan untuk memperbaiki nilai kuat tarik beton. Tapi masih saja ada terjadi keruntuhan bangunan akibat tidak mampu menahan beban. Kegagalan perencanaan kekuatan beton ini sering terjadi karena tidak baiknya *quality control* pada pekerjaan beton saat pelaksanaan.

Secara umum perencanaan yang baik mempertimbangkan semua aspek yang mungkin dapat terjadi pada bangunan. Salah satu aspek yang berperan penting dalam perencanaan adalah

menentukan karakteristik dan kemampuan material yang akan dipakai pada struktur. Hal ini membutuhkan pengujian secara mendalam terhadap sifat dari material seperti kekuatan, durabilitas, dan sifat mekanis beton lainnya. Data kekuatan beton yang diukur di laboratorium adalah kekuatan yang diuji pada skala kecil dan diuji hanya pada beberapa sampel dan satu jenis benda uji saja dan hasil kekuatan beton bukanlah suatu karakteristik mutlak.

### Rumusan Masalah

Penelitian terhadap sifat mekanik beton dengan variasi dimensi benda uji dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dimensi benda uji terhadap nilai kuat tarik belah beton.

### Pembatasan Masalah

Batasan-batasan dalam penelitian ini mencakup:

1. Beton yang direncanakan adalah beton normal.
2. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
3. Pengujian dilakukan pada umur beton mencapai 28 hari

4. Digunakan satu rencana komposisi campuran berdasarkan perencanaan *mix design*

### Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan hubungan kuat tarik belah dengan luas penampang.
2. Mengetahui pengaruh variasi ukuran dimensi benda uji terhadap nilai kuat tarik belah beton.

### Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Manfaat teoritis, untuk mengembangkan pengetahuan tentang teknologi beton.
2. Sebagai bahan informasi bagi perencana dan pelaksanaan bangunan teknik sipil.
3. Mendapatkan hubungan yang terjadi pada nilai kuat tarik, yang dianalisa berdasarkan perbandingan ukuran penampang.
4. Menambah pengetahuan tentang sifat mekanik beton dengan variasi benda uji, terutama pengaruhnya terhadap kuat tekan serta kuat tarik beton tersebut.
5. Mendorong pembaca melakukan penelitian lebih dalam yang dapat menemukan pengetahuan baru mengenai beton yang bermanfaat

## TINJAUAN PUSTAKA

### Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton sudah banyak diteliti oleh para ahli dibidang beton. Dalam SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5 ditetapkan bahwa besarnya nilai kuat tarik memiliki hubungan dengan nilai kuat tekan beton, yaitu sebagai berikut:

$$f_r = 0,70\sqrt{f_c'} \quad (1)$$

dimana:

$f_r$  = Nilai kuat tarik belah balok beton (MPa)

$f_c'$  = Nilai kuat tekan beton (MPa)

Dengan begitu maka faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan juga merupakan faktor yang mempengaruhi nilai kuat tarik belah secara signifikan. Faktor yang mempengaruhi kuat tarik belah tersebut adalah pengaruh ukuran, pengaruh rasio diameter spesimen-ukuran agregat, pengaruh rasio panjang-diameter, pengaruh kondisi kelembaban benda uji dan pengaruh karakteristik mesin uji.

### Pengaruh ukuran benda uji

Berdasarkan beberapa teori dan penelitian yang ada, secara umum didapat bahwa semakin bertambahnya ukuran benda uji menyebabkan turunnya nilai kuat tekan beton dan memunculkan variasi nilai hasil pengujian. Inilah yang dinamakan dengan *size effect* atau pengaruh ukuran, yang menyatakan bahwa bertambahnya diameter benda uji mengakibatkan besarnya kekuatan beton semakin berkurang.

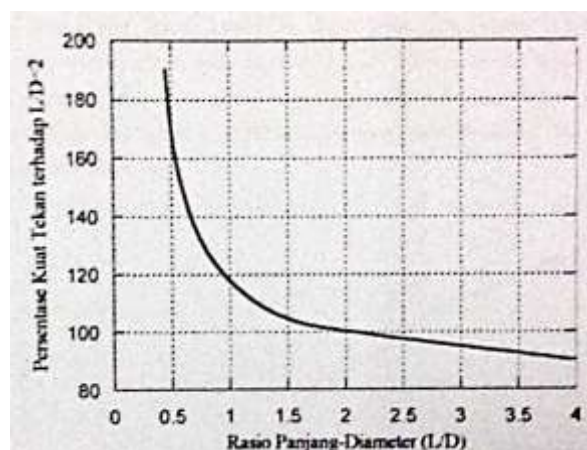
Teori tersebut menyatakan bahwa kemungkinan terjadinya faktor penyebab berkurangnya kekuatan beton seperti *bleeding* (naiknya air ke permukaan), *segregasi* (pemisahan) dan terjadinya cacat pada agregat meningkat pada saat ukuran benda uji bertambah, mengakibatkan peluang adanya bagian terlemah dari spesimen meningkat.

### Pengaruh rasio diameter benda uji–ukuran agregat

Secara empiris ditemukan bahwa lebar berkas retak beton berkorelasi dengan ukuran maksimum agregat, yaitu  $l_0 = \lambda_0 d_a$ , dimana  $\lambda_0$  merupakan konstanta perkiraan yang berkisar 2,0-3,0 (Kim dan Yi, 1993).

### Pengaruh rasio panjang–diameter benda uji

Rasio perbandingan panjang–diameter (L/D) akan mempengaruhi kekuatan dari benda yang diuji. Pengujian standar untuk silinder ditetapkan rasio (L/D) = 2. Pengaruh rasio tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, kekuatan meningkat jika nilai L/D berkurang diakibatkan karena pengaruh dari tahanan ujung yang disebabkan oleh gesekan antara pelat uji dan benda uji (Mindess, 2003).



Gambar 1. Hubungan rasio panjang–diameter terhadap kuat tekan

Sumber: Ozyildirim dan Carino, 2006.

### Pengaruh Arah Pembebanan Terhadap Arah Pegecoran

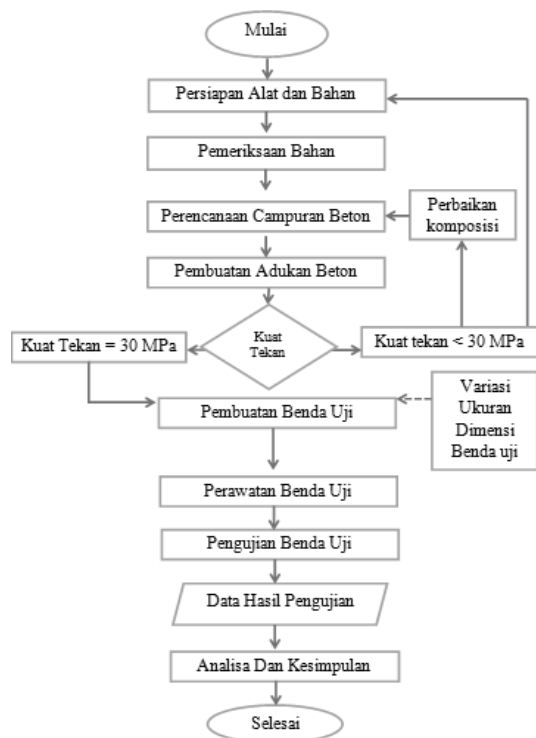
Dari penelitian yang dilakukan Ozyildirim, silinder beton yang dicetak, diuji secara paralel dengan arah pegecoran. Akan tetapi balok dan beton inti dapat diuji secara paralel maupun tegak lurus arah pegecoran, tergantung pada keadaan yang bersangkutan.

Secara umum pengujian yang dilakukan searah dengan arah pegecoran akan memberikan hasil kuat tekan yang lebih tinggi daripada yang diuji dalam arah tegak lurus. Pada beton inti yang diuji paralel terhadap arah pegecoran menghasilkan kekuatan 8% lebih tinggi dibandingkan jika diuji dengan arah tegak lurus (Ozyildirim, 2006).

### METODE PENELITIAN

Pemecahan masalah menggunakan cara statistik, yaitu dengan urutan kegiatan dalam memperoleh data sampai data itu berguna sebagai dasar pembuatan keputusan diantaranya melalui proses pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan cara pengambilan keputusan secara umum berdasarkan hasil penelitian.

Langkah-langkah penelitian seperti dalam bagan alir berikut :



Gambar 2. Flowchart metode penelitian

### Alat dan Bahan

#### Bahan:

- Semen yang digunakan semen portland komposit (PCC) tipe I merk Tonasa.
- Agregat kasar dari Tateli
- Agregat halus dari Girian
- Air yang digunakan berasal dari laboratorium, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

#### Alat:

- Mesin uji tekan 'Semiautomatic Concrete Compression Testing 400 kN Cap. Controls – Italy 50-C6632'

#### Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dalam penelitian merupakan langkah awal dalam memulai suatu percobaan yang akan dilakukan. Pemilihan dan pengambilan material sebagai bahan pembuat beton dipertimbangkan berdasarkan sifat fisik yang baik dan memenuhi standar.

#### Pemeriksaan Bahan

Pengujian dan pemeriksaan sifat fisik agregat mengacu pada standar ASTM Volume 04.02 Concrete and Aggregates, 2010 dan SNI.

#### Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan komposisi campuran beton ini didasarkan pada pedoman dalam American Concrete Institute (ACI 211.1-91 reapproved 2002). Langkah-langkah mix desain beton:

- Langkah 1 Pemilihan nilai Slump
- Langkah 2 Perkiraan jumlah air campuran dan kadar udara
- Langkah 3 Pemilihan Faktor Air-Semen (FAS)
- Langkah 4 Perhitungan Penggunaan Jumlah Semen
- Langkah 5 Perkiraan Jumlah Agregat Kasar
- Langkah 6 Perkiraan Jumlah Agregat Halus

#### Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa silinder dengan perbandingan diameter dan tinggi 7,5/15 cm, 10/20 cm, 12,5/25 cm dan 15/30 cm. Pemilihan dimensi benda uji tersebut didasarkan pada penelitian dari (Ozyildirim dan Carino, 2006). Masing-masing benda uji berjumlah 20 sampel untuk uji tarik belah dan 20 untuk uji tekan.

#### Pengujian Benda Uji

Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dalam penelitian ini menggunakan alat yang tersedia di laboratorium Fakultas Teknik yaitu

mesin uji ‘*Semiautomatic Concrete Compression Testing 400 kN Cap. Controls – Italy 50-C6632*’.

Fungsi untuk pengujian tekan dan tarik dapat diatur dengan kontrol yang sudah tersedia pada alat tersebut secara otomatis.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik agregat yang memenuhi semua persyaratan ASTM dan hasil *trial-mix* telah melampaui kuat tekan rencana 30 MPa.

#### Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Tabel 1. Nilai Kuat Tarik Belah Silinder 15/30 cm

nomor benda uji	berat		nilai tarik belah	
	kg	KN	MPa	
1	11,23	206,63	2,93	
2	11,28	212,11	3,00	
3	11,22	192,63	2,73	
4	11,14	169,79	2,40	
5	11,13	200,32	2,77	
6	11,26	200,32	2,83	
7	11,18	216,32	3,06	
8	11,29	198,95	2,81	
9	11,1	159,37	2,21	
10	11,05	173,37	2,44	
11	11,34	225,67	3,11	
12	11,24	215,44	2,98	
13	11,27	232,78	3,20	
14	11,35	247,11	3,50	
15	11,41	244,00	3,37	
16	11,33	234,67	3,30	
17	11,1	199,22	2,79	
18	11,12	177,33	2,51	
19	11,1	163,33	2,27	
20	11,18	175,56	2,49	
Nilai Tarik Belah Rata-Rata =				2,83

Tabel 2. Nilai Kuat Tarik Belah Silinder 12,5/25 cm

nomor benda uji	berat	nilai tarik belah		
		kN	MPa	
1	6,75	137,97	2,79	
2	6,86	140,93	2,85	
3	6,72	141,92	2,87	
4	6,61	140,44	2,84	
5	6,77	139,45	2,82	
6	6,65	138,96	2,81	
7	6,72	142,42	2,88	
8	6,79	144,89	2,93	
9	6,86	143,41	2,9	
10	6,72	141,43	2,86	
11	6,59	141,92	2,87	
12	6,77	141,43	2,86	
13	6,81	144,40	2,92	
14	6,83	143,90	2,91	
15	6,79	142,91	2,89	
16	6,84	141,92	2,87	
17	6,8	141,43	2,86	
18	6,77	142,91	2,89	
19	6,86	143,41	2,9	
20	6,79	142,42	2,88	
Nilai Tarik Belah Rata-Rata				2,87

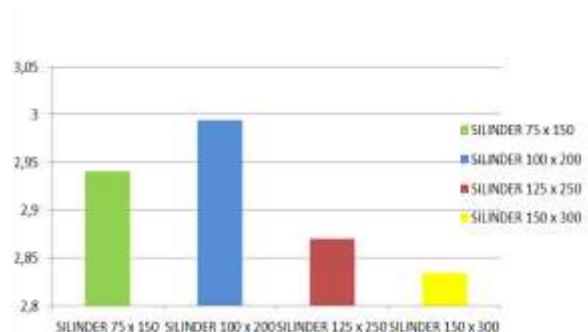
Tabel 3. Nilai Kuat Tarik Belah Silinder 10/20 cm

nomor benda uji	berat		Nilai Tarik Belah	
	Kg	KN	MPa	
1	3,29	80,11	2,58	
2	3,31	79,89	2,54	
3	3,29	82,84	2,62	
4	3,3	72,42	2,31	
5	3,31	74,32	2,37	
6	3,3	74,95	2,38	
7	3,31	82,63	2,59	
8	3,35	114,21	3,63	
9	3,39	112,00	3,51	
10	3,4	103,89	3,31	
11	3,34	90,32	2,87	
12	3,32	107,47	3,41	
13	3,3	90,95	2,89	
14	3,33	117,37	Error	
15	3,3	108,95	3,44	
16	3,31	96,00	Error	
17	3,32	108,42	3,45	
18	3,29	104,11	3,26	
19	3,35	81,26	2,56	
20	3,33	107,79	3,43	
Nilai Kuat Tarik Belah Rata-Rata				2,95

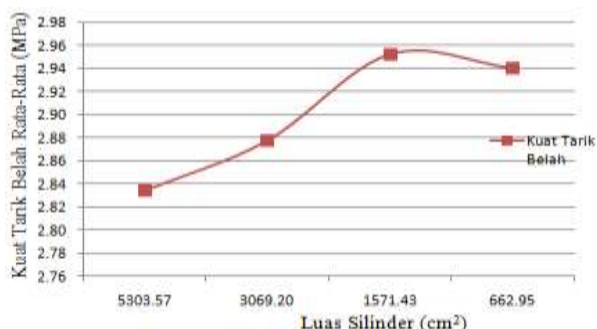
Tabel 4. Nilai Kuat Tarik Belah Silinder 7,5/15 cm

nomor benda uji	berat	nilai tarik belah		
		KN	MPa	
1	1,45	51,72	2,91	
2	1,48	54,21	3,05	
3	1,46	51,01	2,87	
4	1,44	52,08	2,93	
5	1,47	51,37	2,89	
6	1,44	51,01	2,87	
7	1,48	55,28	3,11	
8	1,46	52,26	2,94	
9	1,44	50,83	2,86	
10	1,47	51,01	2,87	
11	1,47	51,72	2,91	
12	1,45	56,52	3,18	
13	1,48	51,37	2,89	
14	1,44	51,72	2,91	
15	1,45	56,17	3,16	
16	1,49	51,19	2,88	
17	1,42	49,94	2,81	
18	1,44	52,08	2,93	
19	1,48	52,26	2,94	
20	1,45	51,54	2,9	
Nilai Kuat Tarik Belah Rata-Rata				2,94

#### Hubungan Dimensi Benda Uji dengan Kuat Tarik Belah



Gambar 3. Bar-Chart Perbandingan Kuat Tarik Belah Antar Variasi Dimensi Silinder



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kuat Tarik Belah Antar Variasi Luas Penampang

Dari Tabel 1. dan Gambar 3. terlihat kuat tarik belah dari silinder 15/30 cm sampai silinder 10/20 menghasilkan nilai yang terus naik seiring berkurangnya ukuran dari silinder itu sendiri, tapi hasil dari silinder terkecil 7,5/15 lebih kecil dibandingkan dengan nilai kuat tarik belah silinder 10/20 cm, akan tetapi nilai dari silinder 7,5/15 cm ini lebih besar daripada nilai 2 silinder lainnya.

Hipotesa yang mengatakan bahwa kekuatan akan semakin besar ketika dimensi spesimen semakin kecil terlihat hanya sampai pada nilai kuat tarik belah silinder 10/20 cm, tidak terlihat pengaruh dari *size-effect* lagi pada nilai kuat tarik belah silinder terkecil. Hasil penelitian untuk silinder 7,5/15 ini tidak sependapat dengan teori *size effect law* yang dikemukakan oleh Bazant (Bazant, 1984).

Ketidaksesuaian ini terjadi disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang pertama adalah perbedaan batasan penelitian yang ikut menyumbang pengaruh terhadap kekuatan pengujian. Seperti yang sudah terlihat pada nilai kuat tekan beton yang nilainya mengindikasikan adanya reduksi meskipun kecil, ini terjadi karena pengaruh rasio antara ukuran benda uji terhadap ukuran maksimum agregat.

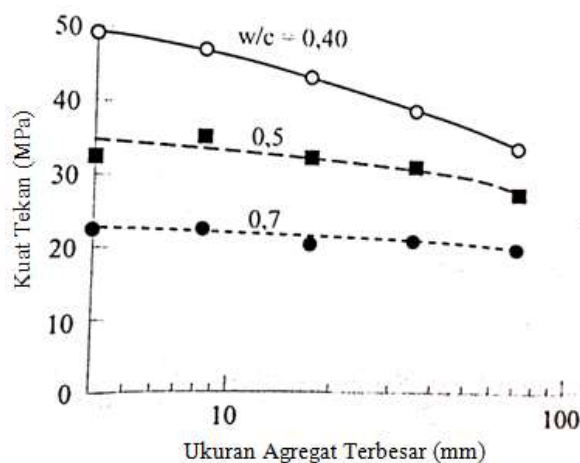
Penelitian oleh Bazant mempertahankan kesamaan geometris terhadap ukuran maksimum agregat. Rasio selalu dipertahankan sama untuk setiap ukuran benda uji yang bervariasi (Bazant, Ozbolt dan Eligehausen, 1944). Sebaliknya dalam penelitian ini menggunakan agregat dengan ukuran maksimum yang sama untuk semua benda uji, sehingga semakin besar benda uji, semakin besar pula rasio ukuran spesimen terhadap ukuran maksimum agregat.

Batasan masalah pada awal penelitian telah ditetapkan bahwa jenis agregat kasar dipakai sama untuk tiap variasi, sehingga penggunaan benda uji yang lebih kecil menyebabkan rasio diameter benda uji terhadap ukuran agregat

bertambah, semakin kecil rasionya, semakin kecil pula kekuatan yang dapat dihasilkan (Ozyildirim dan Carino, 2006). Nilai rasio inilah yang mereduksi perbedaan kuat tekan dan nilai kuat tarik belah yang dapat disebabkan oleh *size effect*.

Faktor yang kedua yang masih berhubungan erat dengan terjadinya reduksi kekuatan dan dampak dari *size effect* adalah pengaruh ukuran agregat terbesar. Keuntungan/kerugian memakai diameter agregat terbesar adalah diameter besar akan menyebabkan kebutuhan air untuk kelecakan yang lebih sedikit sehingga kekuatan yang dicapai lebih tinggi. Sebaliknya agregat dengan diameter besar menyebabkan total luas permukaan butir yang lebih kecil, dan karena kekuatan tergantung pada lekatan antar agregat maka kekuatannya akan tereduksi (Nugraha dan Antoni, 2007).

Reduksi ini akan sangat berpengaruh atau terlihat jika dalam pembuatan beton dengan mutu tinggi, oleh karena itu untuk pembuatan beton dengan mutu tinggi ukuran agregat terbesar harus dikontrol, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



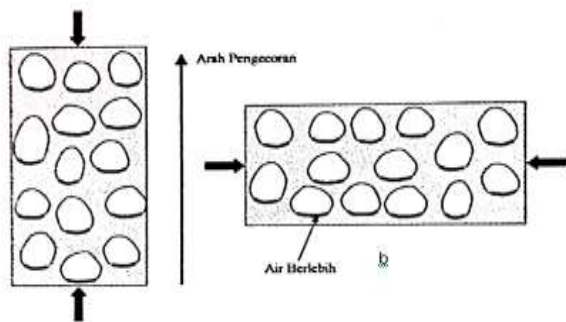
Gambar 5. Pengaruh ukuran agregat terbesar terhadap kuat tekan

Sumber: Nugraha dan Antoni, 2007.

Kemudian faktor ketiga yang mempengaruhi adalah pengaruh arah pembebanan terhadap arah pengecoran. Silinder beton yang dicetak, diuji secara paralel dengan arah pengecoran. Akan tetapi balok dan beton inti dapat diuji secara paralel maupun tegak lurus arah pengecoran karena tergantung pada keadaan cara pengecoran beton inti di lapangan. Secara umum pengujian yang dilakukan searah dengan arah pengecoran akan memberikan hasil kuat tekan yang lebih tinggi daripada yang diuji dalam arah tegak lurus (Ozyildirim dan Carino, 2006).

Reduksi kekuatan ini disebabkan oleh adanya perlemahan pada pertemuan agregat-pasta arah tegak lurus dari arah pengecoran akibat dari tambahan air atau rongga air pada bagian bawah butiran-butiran agregat kasar seperti digambarkan pada Gambar 6. (Ozyildirim dan Carino, 2006).

Hal tersebut menguatkan teori bahwa lekatan antar agregat yang berkurang mengakibatkan reduksi dari kekuatan beton itu sendiri. Maka reduksi kekuatan beton yang diuji secara tegak lurus arah pengecoran ditambah dengan faktor rasio ukuran agregat dan benda uji membuat nilai kuat tarik belah direduksi secara drastis, mengakibatkan dampak dari *size-effect* tidak terlihat pada benda uji silinder 7,5/15 cm tersebut. Beton inti yang diuji paralel terhadap arah pengecoran menghasilkan kekuatan 8% lebih tinggi dibandingkan jika diuji arah tegak lurus



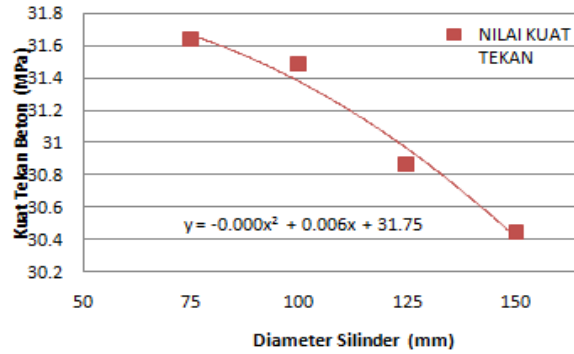
Gambar 6. Perlemahan akibat pengumpulan air pada bagian bawah agregat kasar dan *bleeding*  
 (a) Sumbu Vertikal (b) Sumbu Horizontal  
 Sumber: Ozyildirim dan Carino, 2006.

**Hubungan Dimensi Benda Uji dengan Kuat Tekan Beton**

Berdasarkan Tabel 5. dan Gambar 7. terlihat bahwa silinder yang paling besar memiliki nilai kuat tekan yang lebih kecil diantara semua benda uji silinder yang ada, dan silinder terkecil memiliki nilai kuat tekan maksimum. Hasil ini sesuai dengan hipotesa yang ada bahwa semakin

Tabel 5. Kuat Tekan Masing-masing Variasi Benda Uji

Variasi Benda Uji	Nilai Kuat Tekan
Silinder 75 x 150	31,63
Silinder 100 x 200	31,48
Silinder 125 x 250	30,86
Silinder 150 x 300	30,44



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kuat Tekan antar Variasi Dimensi Silinder

besar dimensi penampang benda uji maka semakin kecil kuat tekan ( $f_c$ ). Secara umum dapat dikatakan bahwa teori *size effect* dari Bazant nampak dalam hasil penelitian ini, didapat bahwa semakin bertambahnya ukuran benda uji menyebabkan penurunan kekuatan dan variasi hasil pengujian.

Alasan dibalik teori *size effect* (Bazant,1984) ini adalah kekuatan benda uji beton ditentukan oleh bagian terlemah dari benda uji, dan peluang terjadinya atau kemungkinan adanya cacat meningkat saat ukuran benda uji bertambah. Namun nilai kuat tekan yang dimiliki kubus terkecil 7,5/15 hanya 0,5% lebih besar dengan silinder 10/20 cm, kecilnya pertambahan nilai kuat tekan dibandingkan dengan hasil yang lainnya mengindikasikan adanya reduksi akibat faktor rasio perbandingan ukuran agregat-ukuran benda uji berkurang.

**Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah**

Hubungan antara nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik belah yang diperoleh berbeda dengan hubungan kuat tarik dan kuat tekan menurut SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5 yang menyatakan  $f_r = 0,70\sqrt{f_c}$ . Hubungan yang dikemukakan oleh Dipohosodo bahwa nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan  $0,50-0,60\sqrt{f_c}$ , sehingga untuk beton normal digunakan nilai  $0,57\sqrt{f_c}$  (Dipohosodo, 1999), lebih mencerminkan nilai yang sama dengan hasil dalam penelitian ini. Hubungan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Silinder 15/30 cm, memiliki hubungan kuat tarik terhadap kuat tekan :  $f_r = 0,513\sqrt{f_c}$
2. Silinder 12,5/25 cm, memiliki hubungan kuat tarik terhadap kuat tekan :  $f_r = 0,517\sqrt{f_c}$
3. Silinder 10/20 cm, memiliki hubungan kuat tarik terhadap kuat tekan :  $f_r = 0,534\sqrt{f_c}$

4. Silinder 7,5/15 cm, memiliki hubungan kuat tarik terhadap kuat tekan :  $f_r = 0,523\sqrt{f_c'}$

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis data penelitian dan hasil pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan beton dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan, kuat tarik belah dan kuat tekan beton secara signifikan sangat dipengaruhi oleh ukuran benda uji.
2. Semakin besar ukuran dari benda uji dan penampang, maka semakin kecil kuat tarik belah yang akan dihasilkan.
3. Hasil kuat tarik belah untuk silinder terkecil (7,5/15cm) tidak mengikuti *size effect law* disebabkan oleh perbedaan rasio dimensi benda uji terhadap ukuran maksimum agregat.
4. Hasil penelitian membuktikan hubungan korelasi antara dimensi benda uji, ukuran agregat dan kekuatan beton dimana semakin besar ukuran penampang maka semakin kecil nilai kekuatan betonnya. Dan semakin kecil rasio ukuran penampang terhadap ukuran maksimum agregat maka semakin kecil pula nilai kekuatan beton yang dihasilkan.
5. Hasil penelitian juga menghasilkan hubungan korelasi antara kuat tarik belah dengan kuat tekan beton, dimana faktor hubungan korelasi yang terjadi untuk tiap dimensi silinder terhadap kuat tarik belah dan kuat tekan adalah  $f_r = 0,522 \sqrt{f_c'}$ .

### Saran

Adapun saran-saran yang dapat disampaikan agar penelitian-penelitian selanjutnya dapat lebih baik adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini, bahwa variasi dimensi ukuran penampang sangat mempengaruhi hasil pengujian kuat tarik belah dan nilai kuat tekan, maka setiap pengujian mutu beton dilaboratorium sebaiknya mengacu pada ukuran silinder standar. Untuk mencegah adanya variasi nilai kekuatan beton dalam hasil pengujian.
2. Melihat hasil yang ada pada benda uji dengan ukuran terkecil yang mengalami penurunan kekuatan, dan belum secara meyakinkan melihat pengaruh yang terjadi, maka penelitian yang sama dapat dilakukan kembali dengan memperbanyak variasi ukuran dimensi penampang.
3. Pengujian kuat tarik belah benda uji yang diteliti hanya meninjau faktor panjang-diameter penampang yang sama saja yaitu  $L/D = 2$ , oleh karena itu sulit untuk memberikan hasil yang bisa dipakai untuk menggambarkan nilai tarik belah pada ukuran sebenarnya di lapangan. Pengujian yang lain dapat dilakukan dengan memperbanyak variasi faktor  $L/D$  tersebut.
4. Dalam hasil kuat tarik belah dimensi paling kecil, terjadi ketidaksesuaian dengan *size-effect law* diakibatkan rasio penampang dan ukuran agregat. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk bisa membandingkan faktor tersebut secara konstan terhadap tiap variasi dimensi silinder.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Committee C09, 2010. Concrete and Aggregate. dalam *Annual Book of ASTM Standards* (Vol. 04.02). West Conshohocken, PA, USA: ASTM International
- Bazant, Z. P., 1984. Size effect in blunt fracture: *Journal of Engineering Mechanics*, 199, 1828-1844
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-1993, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan., 1994. *Struktur Beton Bertulang*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Mulyono, T., 2003. *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Murdock, L. J., Brook, K. M., 1986. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.

- Nawy, E. G., 1990. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*, Terjemahan Ir. Bambang Suryoatmono, MSc, Cetakan pertama, PT. ERESKO, Bandung.
- Neville, A. M., 1990. *Properties of Concrete*, Third Edition, USA.
- Nugraha P., Antoni., 2007. *Teknologi Beton, dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ozyildirim, C., Carino, N. J., 2006. Concrete Strength Testing. dalam J. F. Lamond, J. H. Pielert (Penyunting), *Significance of Test and Properties of Concrete & Concrete-Making Materials* (hal. 125-140). West Conshohocken, PA, USA: ASTM International, ASTM Committee C9 on Concrete and Concrete Aggregate
- Tjokrodinuljo, K., 1992. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.