

JURNAL PENELITIAN TEKNIK SIPIL

Intensip

Informasi Teknik Sipil



SALJU
311 17 003

DEWI NURSIH
311 17 004

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2020

Kuat Tekan Beton Mutu dengan Tinggi Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar

Salju^{1,a} Dewi Nursih^{1,b} Abdul Fattah, S.T.,M.T^{1,c} Jabair, S.T.,M.T^{1,d}

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea, Makassar 90245 Indonesia

^a Saljumandara@gmail.com

^b dewinursih@yahoo.com

RINGKASAN

Material penyusun beton adalah sumber daya yang lama-kelamaan akan habis dan tidak dapat diperbaharui apabila dipergunakan secara terus-menerus. Permasalahan inilah yang akan dicari alternatif penggantinya. Alternatif pengganti material yang akan digunakan adalah limbah beton untuk mencapai beton mutu tinggi. Pada penelitian ini limbah beton beton dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti agregat kasar (batu pecah) dengan 5 variasi agregat kasar. Variasi 1 yaitu 100% batu pecah-0% limbah beton, variasi 2 yaitu 25% limbah beton-75% batu pecah, variasi 3 yaitu 50% limbah beton-50% batu pecah, variasi 4 yaitu 75% limbah beton-25% batu pecah, dan variasi 5 yaitu 100% limbah beton-0% batu pecah, kemudian ditambahkan *admixture silica fume* sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton untuk menghasikan presentase kekuatan beton yang tinggi ($f'c$ 45 MPa) ditinjau dari kuat tekan dengan masing-masing 10 benda uji tiap variasi ($d = 10$ cm, $t = 20$ cm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata pada variasi 1 = 43,120 MPa, variasi 2 = 49,746 Mpa, variasi 3 = 42,722 MPa, variasi 4 = 43,198 MPa, dan variasi 5 = 39.842 MPa. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa hasil kuat tekan rata-rata paling tinggi terdapat pada variasi 2. Hal ini menunjukkan bahwa pengganti limbah beton sebagai agregat kasar dapat mempengaruhi kuat tekan beton.

Kata kunci: Beton Mutu Tinggi, Limbah beton, dan Kuat tekan

I. Pendahuluan

Perkembangan pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi semakin pesat dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan fasilitas infrastruktur seperti bangunan gedung, jembatan, dan bangunan konstruksi lainnya. Sebuah bangunan terdiri dari berbagai komponen, salah satu unsur utama dalam pembangunan adalah beton.

Beton merupakan komponen utama yang digunakan pada pekerjaan teknik sipil. Beton memiliki beberapa keuntungan sehingga bahan ini sangat diminati oleh pelaku industri konstruksi, yaitu bahan pembentuknya mudah didapatkan, memiliki harga yang tergolong murah, tidak memerlukan perawatan atau pemeliharaan khusus dan memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi lingkungan dibandingkan dengan material lainnya.

Bahan beton yang mudah didapatkan berdampak pada pembangunan sumber daya alam yang berlebihan sehingga mengakibatkan terjadi penurunan jumlah sumber daya alam yang tersedia. Dapat dilihat bahwa terdapat banyak sisa beton padat yang tidak terpakai dan menjadi limbah beton di tempat pembuangannya. Sangat diperlukan suatu

teknologi konstruksi yang dapat memanfaatkan limbah-limbah beton, salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali limbah beton untuk penggunaan beton baru (*recycle* beton).

Berdasarkan pengamatan di atas, maka penelitian tugas akhir ini dilakukan penempatan limbah beton untuk menghasilkan beton yang kuat dengan harga yang ekonomis sebagai bahan substitusi material konstruksi.

II. Metode Penelitian

Metode penelitian ini yaitu dengan membandingkan penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.

1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir diselenggarakan selama 6 (enam) bulan,

dilaksanakan mulai dari akhir bulan Februari 2020 sampai Juli 2020.

2. Alat dan Bahan

a. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini semuanya berasal dari Laboratorium Bahan dan Beton, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun alat yang digunakan adalah:

- 1) Saringan standar ASTM dengan ukuran 19,52 mm ; 12,5 mm ; 9,52 mm ; 4,75 mm ; 2,36 mm ; 1,18 mm ; 0,60 mm ; 0,30 mm ; 0,15 mm
- 2) Ayakan, digunakan untuk megayak agregat halus
- 3) Cawan, digunakan untuk wadah sampel dalam pemeriksaaan bahan yang akan digunakan dalam campuran beton
- 4) Oven, digunakan untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran beton
- 5) Desikator, digunakan untuk menjaga sampel agar tetap kering
- 6) Gelas ukur dan piknometer, digunakan untuk mengukur berat jenis
- 7) Timbangan, digunakan untuk mengetahui berat bahan penyusun pada campuran beton
- 8) Kerucut konus dan batang penumbuk, digunakan untuk pengujian pasir dalam kondisi jenuh kering muka.
- 9) Mesin Los Angeles, digunakan untuk menguji tingkat keausan agregat kasar
- 10) Mistar dan kaliper, digunakan untuk mengukur slump dan dimensi alat serta benda uji yang digunakan
- 11) Concrete mixer/molen
- 12) Kerucut Abrams, digunakan untuk pengujian slump beton segar dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, tinggi 30 cm, dan batang baja penumbuk untuk memadatkan beton.
- 13) Cetakan silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- 14) Meja getar (*vibrator*)
- 15) Alat *Compression Testing Machine* untuk pengujian kuat tekan beton

b. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni :

1. Semen yang digunakan ialah jenis semen OPC diambil dari PT. BOSOWA
2. Agregat halus (pasir), yang digunakan dalam penelitian ini ialah bersumber dari pasir alam asal Bili-bili.
3. Agregat kasar (batu pecah), yang digunakan dalam penelitian ini ialah batu pecah yang bersumber dari *stone crusher* Bili-bili
4. Air yang digunakan adalah air PDAM
5. Limbah beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah beton dari hasil

pengujian sampel Bandara Sultan Hasanuddin.

6. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah silicafume

3. Variasi Agregat dan Jumlah Benda Uji

Adapun variasi agregat yang digunakan adalah :

- 1) Agregat halus = 100 % pasir

- 2) Agregat kasar :

- a. batu pecah
- b. limbah beton

- 3) Bahan tambah

- 4) Faktor Air Semen (FAS) 0.34

Variasi jumlah benda uji pada penelitian ditunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 2.1 Variasi dan jumlah benda uji

No	Kode Benda Uji	Agregat Halus	Agregat Kasar		Jumlah Sampel
			Batu Pecah	Limbah Beton	
1	LBV1	100%	100%	-	10
2	LBV2	100%	25%	75%	10
3	LBV3	100%	50%	50%	10
4	LBV4	100%	75%	25%	10
5	LBV5	100%	-	100%	10

4. Prosedur Pelaksanaan

Pembuatan benda uji untuk setiap variasi harus dengan perlakuan yang sama agar kondisi yang didapatkan untuk setiap sampel terutama kondisi agregat harus sama. Kondisi agregat yang digunakan untuk semua variasi harus dalam keadaan SSD. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari perbedaan jumlah agregat yang dipakai dalam setiap variasi sampel.

Langkah-langkah yang akan digunakan dalam pembuatan sampel adalah sebagai berikut;

1. Analisa agregat halus

Analisa agregat halus ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari pasir yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah:

- a. Analisa saringan
- b. Analisa kadar air
- c. Berat isi
- d. Analisa kadar lumpur dan kandungan zat organik

2. Analisa agregat kasar

Analisa agregat kasar ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari agregat kasar yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah:

- a. Analisa saringan

- b. Analisa kadar air
- c. Berat isi
- d. Analisa kadar lumpur
- e. Impact tes

3. Persiapan pengecoran

- a. Melakukan pengecekan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan benda uji
- b. Merendam agregat (pasir dan kerikil) yang telah diuji karakteristik sebelumnya selama 24 jam
- c. Agregat halus yang telah direndam selama 24 jam di diamkan diruangan terbuka untuk mencapai kondisi kering permukaan (SSD)
- d. Agregat kasar yang telah direndam dilap permukaan sehingga mencapai kondisi kering permukaan (SSD)
- e. Agregat yang sudah dalam kondisi SSD dimasukkan kedalam wadah yang tertutup untuk menjaga agar agregat tetap dalam kondisi SSD

4. Pengecoran

- a. Melakukan pengecekan semua alat yang akan digunakan dalam proses pembuatan campuran beton
- b. Menimbang semua bahan yang akan digunakan sesuai dengan nilai yang direncanakan dalam *mix design*, penimbangan ini harus dilakukan dengan cepat agar kondisi agregat tetap dalam keadaan SSD
- c. Memasukan agregat kasar dan agregat halus terlebih dahulu kedalam concrete mixer sesuai dengan takaran yang telah ditentukan. Kemudian aduk sampai tercampur rata.
- d. Masukan air sesuai takaran yang telah ditentukan secara perlahan kedalam mesin concrete mixer.
- e. Mengaduk campuran beton sampai homogen selama kurang lebih 2 menit

5. Pengujian slump

- a. Membasahi kerucut uji slump terlebih dahulu dan menempatkan diatas papan slump. Papan slump harus ditempatkan diatas permukaan yang rata
- b. Mengambil beton segar dari dalam mesin concrete mixer dan memasukkannya kedalam kerucut abrams sebanyak tiga lapis.
- c. Lalu memadatkan beton segar dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali setiap lapisan
- d. Meratakan permukaan kerucut secara vertikal selama kurang lebih 25 detik
- e. Mengukur nilai slump dari beton segar tersebut

6. Pemasakan benda uji

- a. Memasukan beton segar kedalam setakan silinder diameter 10 mm dan tinggi 20 cm yang telah diolesi oli bekas sebanyak 3 lapisan

- b. Meletakkan benda uji diatas meja getar kemudian digetarkan hingga semua udara yang ada dalam campuran beton naik ke permukaan
- c. Meratakan benda ujin dengan menggunakan ruskam atau mistar perata

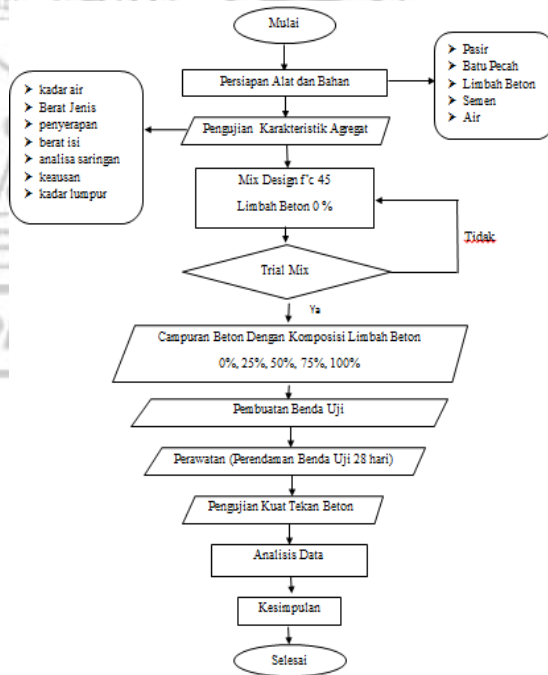
7. Penempatan cetakan

- a. Memeberi nama atau tanda pengenal pada
- b. sampel yang sudah digetarkan
- c. Menempatkan cetakan dekat dengan penyimpanan awal dimana benda uji akan disimpan selama 24 jam pada tempat yang permukaannya rata, keras, bebas dari getaran dan gangguan lainnya.
- d. Apabila pencetakan benda uji tidak dapat dikerjakan dekat dengan penyimpanan awa, benda uji tersebut harus dipindahkan segera sebelum dibentuk
- e. Permukaan benda uji harus dihindari dari benturan pada saat pemindahan ke tempat penyimpanan/perawatan.

8. Perawatan beton

- a. Membuka cetakan dan mengeluarkan benda uji setelah 24 jam setelah pembuatan benda uji
- b. merendam benda uji dalam bak perendaman yang berisi air agar proses pengikatan campuran beton berlangsung sempurna. Perendaman ini dilakukan sesuai dengan umur rencana penekanan beton yaitu 28 hari
- c. Mengeluarkan beton dan dikeringkan sehari sebelum beton tersebut ditekan.

9. Prosedur Pelaksanaan



Gambar 2.1 Skema penelitian

III. Hasil dan Deskripsi

1. Hasil Pengujian Material

Tabel 3.1. Hasil uji karakteristik agregat halus

No	Uraian	Interval batas	Hasil	Keterangan
1.	Kadar lumpur	0,2%-6%	3.40 %	Memenuhi
2.	Kadar organic	<No.3	No.2	Memenuhi
3.	Kadar air	3%-5%	4.73%	Relatif tinggi
4.	Barat volume	1,4-1,9 kg/ltr	1,46 kg/liter	Memenuhi
5.	Penyerapan	0,2%-2%	4,19 %	Rlatif tinggi
6.	Berat jenis SSD	1,60-3,20	2,50 gram	Memenuhi
7.	Modulus kehalusan	2,2-3,10	2,73	Zona 2

Tabel 3.2 Hasil ujia karakteristik agregat kasar

No	Uraian	Interval batas	Hasil	Keterangan
1.	Kadar lumpur	0,2%-1,0%	0,18 %	Memenuhi
2.	Kadar air	0,5%-2,0%	2,43 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1,4-1,9 kg/ltr	1,3 kg/liter	Relatif rendah
4.	Penyerapan	0,2%-4,0%	2,46 %	Memenuhi
5.	Berat jenis SSD	1,60-3,20	2,78 gram	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	5,5-8,5	4,78	Ukuran butir maks (40mm)
7.	Keausan	15%-50%	16,72 %	Memenuhi

Tabel 3.3 Hasil uji karakteristik limbah beton

No	Uraian	Interval batas	Hasil	Keterangan
1.	Kadar lumpur	0,2%-1,0%	0,39 %	Memenuhi
2.	Kadar air	0,5%-2,0%	2,43 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1,4-1,9 kg/ltr	1,21 kg/liter	Relatif rendah
4.	Penyerapan	0,2%-4,0%	3,6 %	Memenuhi
5.	Berat jenis SSD	1,60-3,20	2,81 gram	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	5,5-8,5		Ukuran butir maks (40mm)
7.	Keausan	15%-50%	20,57 %	Memenuhi

2. Hasil Mix Design

variasi (%)	volume 10 benda uji(m ³)	semen (kg)	pasir (kg)	batu pecah (kg)	limbah beton (kg)	Air (kg)	bahan tambah (silicafume)	volume Total
0	0,01884	11	13.1	19.5	-	3.4	0.05	47
25	0,01884	11	10.9	12.2	2.7	3.4	0.05	40
50	0,01884	10.5	13.2	9.8	9.9	3.4	0.05	46.85
75	0,01884	10.5	10.9	4	12.3	3.6	0.05	41.35
100	0,01884	10.5	12.2	-	18.6	3.7	0.05	45.05

3. Hasil Pengujian Beton Segar

No.	Variasi agregat kasar	Hasil pengukuran (cm)	Nilai slump (mm)
1	0%	3,6	36
		3,6	
		3,7	
2	25%	4,7	46
		4,4	
		4,7	
3	50%	3,4	35
		3,5	
		3,6	
4	75%	3,6	34
		3,4	
		3,6	
5	100%	2,6	26
		2,5	
		2,7	

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 3.4 Hasil Kuat Tekan Variasi 0%

NO	Kode	Tanggal		Berat (kg)	P Max (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
		Pengecoran	Kuat tekan				
1	LB0-1	12/8/2020	10/9/2020	3.75	217300	7850	28.835
2	LB0-2	12/8/2020	10/9/2020	3.73	385400	7850	51.141
3	LB0-3	12/8/2020	10/9/2020	3.72	299000	7850	39.676
4	LB0-4	12/8/2020	10/9/2020	3.77	299600	7850	39.756
5	LB0-5	12/8/2020	10/9/2020	3.72	287300	7850	38.124
6	LB0-6	13/8/2020	11/9/2020	3.79	344800	7850	45.399
7	LB0-7	13/8/2020	11/9/2020	3.73	301800	7850	39.737
8	LB0-8	13/8/2020	11/9/2020	3.7	488500	7850	64.32
9	LB0-9	13/8/2020	11/9/2020	3.69	283400	7850	37.315
10	LB0-10	13/8/2020	11/9/2020	3.76	356200	7850	46.9
Kuat Tekan Rata-rata LB0							43.120

Tabel 3.5 Hasil Kuat Tekan Variasi 25%

NO	Kode	Tanggal		Berat (kg)	P Max (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
		Pengecoran	Kuat tekan				
1	LB25-1	12/8/2020	10/9/2020	3.63	371900	7850	49.35
2	LB25-2	12/8/2020	10/9/2020	3.64	426500	7850	56.595
3	LB25-3	12/8/2020	10/9/2020	3.73	421400	7850	55.918
4	LB25-4	12/8/2020	10/9/2020	3.55	395500	7850	52.481
5	LB25-5	12/8/2020	10/9/2020	3.65	370600	7850	49.177
6	LB25-6	13/8/2020	11/9/2020	3.68	438800	7850	57.776
7	LB25-7	13/8/2020	11/9/2020	3.67	276900	7850	36.459
8	LB25-8	13/8/2020	11/9/2020	3.71	332900	7850	43.823
9	LB25-9	13/8/2020	11/9/2020	3.72	461000	7850	60.699
10	LB25-10	13/8/2020	11/9/2020	3.72	267100	7850	35.168
Kuat Tekan Rata-rata LB25							49.745

Tabel 3.6 Hasil Kuat Tekan Variasi 50%

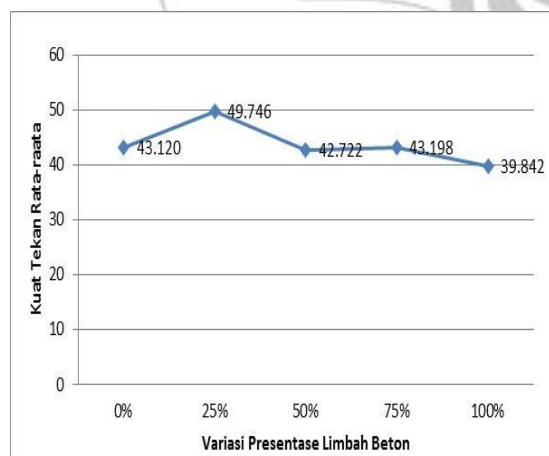
NO	Kode	Tanggal		Berat (kg)	P Max (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
		Pengecoran	Kuat tekan				
1	LB50-1	12/8/2020	10/9/2020	3.75	245600	7850	32.59
2	LB50-2	12/8/2020	10/9/2020	3.76	333100	7850	44.201
3	LB50-3	12/8/2020	10/9/2020	3.75	280900	7850	37.247
4	LB50-4	12/8/2020	10/9/2020	3.69	268100	7850	35.576
5	LB50-5	12/8/2020	10/9/2020	3.72	331700	7850	44.015
6	LB50-6	13/8/2020	11/9/2020	3.77	468200	7850	61.647
7	LB50-7	13/8/2020	11/9/2020	3.67	376200	7850	49.533
8	LB50-8	13/8/2020	11/9/2020	3.67	408500	7850	36.985
9	LB50-9	13/8/2020	11/9/2020	3.67	408500	7850	35.3
10	LB50-10	13/8/2020	11/9/2020	3.69	380500	7850	50.1
Kuat Tekan Rata-rata LB50							42.719

Tabel 3.7 Hasil Kuat Tekan Variasi 75%

NO	Kode	Tanggal		Berat (kg)	P Max (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
		Pengecoran	Kuat tekan				
1	LB75-1	12/8/2020	10/9/2020	3.7	290900	7850	38.601
2	LB75-2	12/8/2020	10/9/2020	3.7	276300	7850	36.664
3	LB75-3	12/8/2020	10/9/2020	3.56	339400	7850	45.037
4	LB75-4	12/8/2020	10/9/2020	3.65	296800	7850	39.384
5	LB75-5	12/8/2020	10/9/2020	3.67	326000	7850	42.924
6	LB75-6	13/8/2020	11/9/2020	3.67	358600	7850	47.216
7	LB75-7	13/8/2020	11/9/2020	3.64	391500	7850	51.548
8	LB75-8	13/8/2020	11/9/2020	3.61	423400	7850	55.748
9	LB75-9	13/8/2020	11/9/2020	3.62	332900	7850	43.832
10	10	13/8/2020	11/9/2020	3.67	235600	7850	31.021
Kuat Tekan Rata-rata LB75							43.198

Tabel 3.8 Hasil Kuat Tekan Variasi 100%

NO	Kode	Tanggal		Berat (kg)	P Max (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
		Pengecoran	Kuat tekan				
1	LB100-1	12/8/2020	10/9/2020	3.67	346900	7850	46.032
2	LB100-2	12/8/2020	10/9/2020	3.76	220900	7850	29.313
3	LB100-3	12/8/2020	10/9/2020	3.73	237800	7850	33.864
4	LB100-4	12/8/2020	10/9/2020	3.74	202100	7850	31.555
5	LB100-5	12/8/2020	10/9/2020	3.7	417200	7850	26.818
6	LB100-6	13/8/2020	11/9/2020	3.73	385000	7850	54.932
7	LB100-7	13/8/2020	11/9/2020	3.73	350400	7850	50.692
8	LB100-8	13/8/2020	11/9/2020	3.74	350400	7850	46.136
9	LB100-9	13/8/2020	11/9/2020	3.67	319700	7850	42.094
10	10	13/8/2020	11/9/2020	3.7	280900	7850	36.985
Kuat Tekan Rata-rata LB100							39.842



Gambar 3.1 Hubungan Antara Variasi Persentase Limbah Beton dengan Kuat Tekan

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar mengalami peningkatan kuat tekan. Variasi 0% (limbah beton) kuat tekannya 43.120 Mpa, pada variasi 25% (limbah beton) kuat tekan meningkat menjadi 49.746 Mpa, dan mengalami penurunan kuat tekan berturut – turut pada variasi 50% (limbah beton) menjadi 42.722, variasi 75% (limbah beton) menjadi 43.198, dan variasi 100% (limbah beton) 39.842.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar penambahan presentase limbah beton maka semakin besar penurunan kuat tekan yang terjadi.

Dari hasil kuat tekan dan variasi presentase limbah beton, menunjukkan bahwa proporsi limbah beton 25% adalah kadar optimum sebagai pengganti agregat kasar dibandingkan dengan proporsi 50%, 75%, dan 100%.

IV. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah kami lakukan, maka dapat kami simpulkan bahwa :

1. Penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar berpengaruh pada kuat tekan beton mutu tinggi. Kuat tekan cenderung menurun seiring dengan bertambahnya presentase agregat limbah beton. dengan rata-rata penurunan terendah terjadi pada proporsi limbah beton 50% sebesar 42.722, proporsi limbah beton 75% sebesar 43.198 dan penurunan terbesar pada proporsi limbah beton 100% sebesar 39.842
2. Dari hasil kuat tekan dan variasi presentase limbah beton, proporsi limbah beton 25% adalah kadar optimum sebagai pengganti agregat kasar.

2. Saran

Untuk menindak lanjuti penelitian ini kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi yang diperlukan agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Dalam melakukan penelitian dilaboratorium agar lebih teliti dalam penggunaan alat, penimbangan bahan, pembuatan sampel, pemadatan, dan perawatan sampel
2. Melakukan lebih lanjut sifat-sifat mekanik beton selain kuat tekan .

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penulisan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Dr. Andi Muh. Subhan, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Abdullah Latip, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
3. Abdul Fattah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Jabair, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Keluarga dan teman-teman tercinta, yang tidak dapat disebut satu-persatu, untuk bertukar pikiran, dan mendukung serta membantu terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

Daftar Pustaka

- ASTM Standard. 1996. *Annual Books of ASTM Standard*. Philadelphia: Badan Standardisasi Nasional.
2002. "SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Stuktur Beton untuk Bangunan Gedung". Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Mindess. Sidney et al. 2003. "Concrete and Edition". Pearson Education, Inc. USA
- Mulyuno, Tri. 2004. "Teknologi Beton". Yogyakarta. Andi Publisher.
- Nawy.Edwar, G, DR.P.E. 1998." Reinforced Concrete Fundamental, Aproach".Prentice Hall. New Jersey
- SNI 1974 : 2011. Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Tjokrodimuljo, K. 2007."Teknologi Beton". Yogyakarta. Nafiri

