

Limbah Beton Sebagai Material Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Karakteristik

Budiman^{1,a}

¹ Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak, Jl. Imam Bonjol Atas, Air Merah, Wagom, Fakfak, 98612, Indonesia

^a budiman@polinef.id



Abstract – Concrete waste from building construction can cause problems for the environment [1]. The use of fine aggregates from concrete waste can be a solution. The purpose of this study is to determine the value of aggregate characteristics and the value of concrete compressive strength from the utilization of concrete waste as substitution fine aggregate use the DOE (department of environment) method and referring to standards SNI. This study used 50% and 60% waste mortar substitution on sand. The results showed that the characteristics of fine aggregate and coarse aggregate met the characteristic requirements for fineness modulus sand of 2.65 (Zone 2) while the aggregate was roughly 6.44 (Zone 3). The value of compressive strength with 50% and 60% concrete waste substitution each obtained the value of characteristic compressive strength of 57.24 kg / cm² and 101.03 kg / cm². The value of using mortar waste as fine aggregate substitution gives a positive value to the quality of concrete. This is evidenced increase in the value of 14.89% in concrete waste substitution 60%.

Keywords – Aggregate Characteristics; Mortar Waste and Characteristics Compressive Strength

Abstrak – Limbah beton dari konstruksi bangunan dapat menimbulkan permasalahan bagi lingkungan [1]. Pemanfaatan agregat halus dari limbah beton diharapkan dapat menjadi solusi. Tujuan penelitian ini untuk menentukan nilai karakteristik agregat dan nilai kuat tekan beton dari pemanfaatan limbah beton sebagai substitusi agregat halus dengan menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*) dan mengacu pada standar SNI. Penelitian ini menggunakan substitusi limbah beton 50% dan 60% terhadap pasir. Hasil penelitian diperoleh nilai karakteristik agregat halus dan agregat kasar memenuhi syarat karakteristik untuk pasir modulus kehalusannya 2,65 (Zone 2) sedangkan agregat agregat kasar 6,44 (Zone 3). Nilai kuat tekan beton dengan substitusi limbah beton 50% dan 60% masing-masing di peroleh nilai kuat tekan karakteristik 57,24 kg/cm² dan 101,03 kg/cm². Nilai tersebut penggunaan limbah mortar sebagai substitusi agregat halus memberikan nilai positif terhadap mutu beton. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan nilai sebesar 14,89% pada substitusi limbah beton 60%.

Kata Kunci - Karakteristik Agregat, Limbah Mortar dan Kuat Tekan Karakteristik.

I. Pendahuluan

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan telah lama dikenal dan semakin berkembang sehingga kebutuhan akan material pembentuk beton semakin meningkat. Ketersediaan sumber daya material beton semakin berkurang sehingga dibutuhkan alternatif dalam penyediaannya. Pemanfaatan limbah beton dari bongkahan bangunan untuk menjadi material baru merupakan pemikiran dasar untuk diuji coba sebagai material bahan pengisi campuran beton. Limbah padat yang didaur ulang untuk dijadikan agregat untuk pembuatan beton secara massal telah dilakukan [1].

Beton sebagai bahan konstruksi yang terdiri dari campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat [2].

Pembangunan konstruksi pada umumnya menggunakan beton siap pakai (*ready mix*) yang penerapannya sering terjadi kelebihan supply, sisanya hanya dibuang disembarang tempat. Limbah beton yang dibiarkan tanpa ada penanganan akan menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan. Pembuangan limbah memerlukan biaya dan tempat pembuangan [3].

Penggunaan limbah konstruksi sebagai pengganti agregat kasar yang umum digunakan yaitu kerikil untuk pembuatan beton normal. Beton campuran agregat kerikil dan pecahan batu alam andesit mencapai kuat tekan karakteristik yang diisyaratkan yaitu 225 kg/ cm² [4]. Pemanfaatan Pecahan Beton Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar Sebagai Campuran Beton K-250 Kg/cm² [5]. Pembahasan tersebut diatas menjadi dasar pemikiran bagaimana penggunaan limbah

beton dengan memanfaatkan agregat halus dari bongkahan bangunan yang ditumbuk menjadi material daur ulang untuk disubstitusikan kedalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai karakteristik agregat dan nilai kuat tekan beton dari limbah beton. Penggunaan proporsi agregat daur ulang dalam penelitian ini adalah 0%, 50% dan 60% dari berat total agregat alami dengan umur pengujian 3, 7 dan 28 hari.

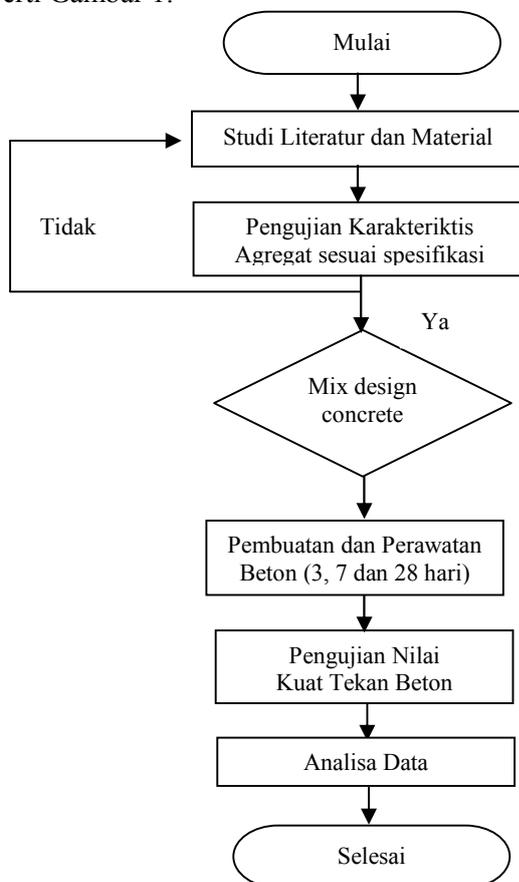
II. Metode Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak Provinsi Papua Barat dengan metode eksperimental. Ekperimen ini meliputi pengujian karakteristik agregat yang terdiri dari analisa saringan, kadar lumpur, kadar air, berat volume, modulus kehalusan dan modulus kekasaran

B. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

C. Rancangan Sampel Penelitian

Pembuatan sampel benda uji dalam penelitian ini menggunakan silinder ukuran 15 x 30 cm. Adapun jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Sampel penelitian

No.	Sampel Benda Uji Beton	Persentase Limbah Mortar %	Waktu Perawatan Beton (hari)
1	9 Sampel	0	3, 7, 28
2	9 Sampel	50	3, 7, 28
3	9 Sampel	60	3, 7, 28
Total 27 Sampel			

D. Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat menggunakan studi literatur pustaka yang sudah dirangkum [6] seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Metode pengujian agregat

No	Jenis pengujian	Metode
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 03-1970-1990
3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 03-1969-1990
4	Kadar Air	SNI 03-1971-1990
5	Berat Volume	SNI 03-4804-1998

E. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan compression machine test dianalisis menggunakan persamaan kuat tekan [7]

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

f_c = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = Beban yang dipikul (kg)

A = Luas penampang yang dibebani (cm^2)

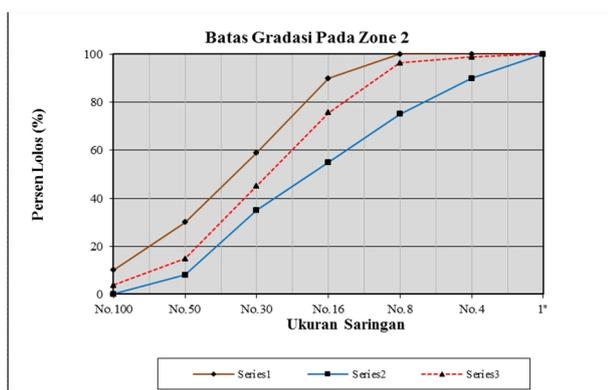
III. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) seperti pada Tabel 3 Sedangkan untuk hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik agregat halus

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 5%	3.26 %	Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 5%	3.68 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.53	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 - 2%	1.01 %	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. Nyata	1.6 - 3.3	1.737	Memenuhi
	Bj. dasar kering	1.6	1.768	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	1.754	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	1.50 - 3.80	2.656	Memenuhi

Berdasarkan tabel 3 pengujian karakteristik agregat halus memenuhi semua, meskipun menggunakan pasir laut karena keterbatasan material pasir sungai. Hasil pengujian memenuhi syarat zone 2 dengan masuk kategori agak kasar dengan modulus kehalusan 2,656. Grafik hasil pengujian gradasi butiran agregat halus seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Gradasi agregat halus (pasir)

Tabel 4. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 1%	1.04 %	Tidak Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 2%	1.23 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.80	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 - 2%	1.04 %	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. dasar kering	1.6	1.114	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	1.140	Memenuhi
6.	Modulus kekasaran	5.5 - 8.5	6.46	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian tabel 4, dijelaskan bahwa pengujian kadar lumpur pada agregat kasar

diperoleh nilai 1.85% melewati batas interval yaitu maksimum 1%. Hal ini disebabkan karena agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini termasuk batu lokal dengan kandungan kapur yang cukup tinggi.

Untuk mengetahui kekuatan mutu beton yang akan dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) digunakan mutu beton $f'c$ 175 Mpa. Perhitungan penggabungan agregat diperoleh 30% pasir dan 70% batu pecah pada campuran beton (*mix design*) dengan factor air semen (W/C) = 0,75 seperti Tabel 5 sedangkan untuk substitusi limbah mortar dengan variasi 50%, dan 60% terhadap pasir seperti pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 5. Mix Design Rancangan Campuran Beton Normal

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	228,68	0,7351	1,4548	4,3645	13,0934
Semen	311,11	1,0000	1,9792	5,9376	17,8128
Pasir	495,06	1,5913	1,2598	3,7794	11,3382
Kerikil	1.115,13	3,5844	7,0942	21,2826	63,8477
Jumlah	2,150.00		13,678	41,033	123,099

Tabel 6. Mix Design Substitusi Limbah Mortar 50% dari Pasir

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	228,68	0,7351	1,454	4,3645	13,0934
Semen	311,11	1,0000	1,979	5,9376	17,8128
Pasir	495,06	1,5913	1,259	3,7794	11,3382
Kerikil	1.115,13	3,5844	7,094	21,2826	63,8477
Limbah 50%	247,5345	0,7956	1,574	4,7242	14,1727
Jumlah	2.397,5		13,99	41,978	125,934

Tabel 7. Mix Design Substitusi Limbah Mortar 60% dari Pasir

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	228,68	0,7351	1,4548	4,364	13,0934
Semen	311,1	1,0000	1,9792	5,937	17,8128
Pasir	495,06	1,5913	1,2598	3,779	11,3382
Kerikil	1.115,1	3,5844	7,0942	21,28	63,8477
Limbah 60%	274,53	0,7956	1,5747	4,724	14,1727
Jumlah	2.424,5		13,993	41,97	125,934

Berdasarkan tabel 5, 6 dan 7 berat beton normal dan berat beton dengan substitusi limbah mortar 50% dan 60% mengalami peningkatan yaitu masing-masing 2,150 (kg/m³), 2.397(kg/m³) dan 2.424 (kg/m³). Hal ini menunjukkan bahwa material limbah mortar berpengaruh terhadap berat beton segar dan nilai kuat tekan karakteristik beton.

Dari hasil hasil perhitungan *mix design* campuran beton normal dan beton dengan substitusi limbah mortar, selanjutnya dilakukan analisa nilai berat volume beton segar dengan cara berat beton segar rata-rata dibagi dengan volume benda uji selinder seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Berat Volume Beton Segar

No	Sampel	Berat Volume Beton Segar (kg/m ³)
1	Beton Limbah 0%	1.977,3
2	Beton Limbah 50%	2.356,6
3	Beton Limbah 60%	2.345,3

Berdasarkan tabel 8, berat beton normal sebelum mengalami substitusi limbah mortar diperoleh sebesar 1.977,3 kg/m³, jika dibandingkan dengan berat beton setelah substitusi limbah mortar 50% dan 60% diperoleh 2.345,6 kg/m³ dan 2.345,3 kg/m³ mengalami peningkatan sebesar 1,6% dan 1,5%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi persentase limbah mortar yang dimasukkan kedalam adukan beton maka akan mengurangi berat volume beton segar tersebut.

Hasil pengujian kuat tekan karakteristik beton (f'c) pada umur 28 hari diperoleh nilai kuat tekan masing-masing pada sampel normal 0% sebesar 86,14 kg/cm², substitusi limbah mortar 50% sebesar 57,24 kg/cm² dan sampel dengan substitusi limbah mortar 60% sebesar 101,03 kg/cm² seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Kuat Tekan Karakteristik Beton

No	Sampel	Nilai f'c (kg/cm ²)
1	Beton Limbah 0%	86,40
2	Beton Limbah 50%	57,24
3	Beton Limbah 60%	101,03

Berdasarkan tabel 9, nilai hasil pengujian kuat tekan beton normal hingga umur 28 hari dengan limbah mortar (0%) sebesar 86,40 kg/cm², sedangkan beton dengan substitusi limbah mortar 50% sebesar 57,24 kg/cm² mengalami penurunan nilai kuat tekan sedangkan pada sampel dengan substitusi limbah mortar 60% sebesar 101,03 kg/cm² mengalami peningkatan. Peningkatan ini terjadi karena dari limbah mortar tersebut masih memiliki kandungan semen, sehingga menambah kekentalan adonan beton. Kekentalan adonan beton merupakan faktor utama dalam menentukan mutu beton.

Nilai kuat tekan yang dihasilkan cukup signifikan, dimana semakin besar persentase limbah mortar yang dimasukkan kedalam adukan beton, maka nilai kuat tekan meningkat pula. Dari hasil ini limbah mortar dari bongkahan bangunan memberikan nilai positif terhadap mutu beton dan menjadi solusi dalam mengatasi keterbatasan material konstruksi serta menjadi alternatif penanganan limbah konstruksi beton.

IV. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang ada, maka diuraikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah mortar dari bongkahan bangunan yang disubstitusi pada campuran beton mempengaruhi nilai kuat tekan karakteristik beton. Dimana nilai kuat tekan beton meningkat pada substitusi limbah mortar 60%.
2. Nilai kuat tekan karakteristik beton dengan substitusi limbah mortar 50% dan 60% masing-masing di peroleh kuat tekan karakteristik 57,24 kg/cm² dan 101,03 kg/cm² jika

dibandingkan dengan nilai kuat tekan tanpa limbah mortar diperoleh 86,14 kg/cm² mengalami penurunan sebesar 33,55% dengan substitusi limbah mortar 50% dan meningkat sebesar 14,89% dengan substitusi limbah mortar 60%.

- [6] Attamimi, Aqilah. 2015. Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir laut dan Pasir Sungai terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-250. Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak. Fakfak.
- [7] SK SNI 03-1974-1990. Kuat Tekan Beton. Badan Standardisasi Nasional. 1990.

Saran dan rekomendasi penelitian sebagai berikut :

1. Hasil penelitian nilai persentase substitusi limbah mortar belum diketahui sampai batas maksimum nilai kuat tekannya meningkat, sehingga masih dibutuhkan penelitian lanjutan dengan persentase yang lebih besar.
2. Beberapa parameter yang belum dikaji dalam penelitian ini antara lain pengujian karakteristik limbah beton yang digunakan sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut.
3. Direkomendasikan menggunakan limbah beton dalam substitusi agregat halus dengan proporsi 60% untuk campuran beton, selain menghemat biaya juga dapat mengurangi limbah yang berdampak pada lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Fakfak atas dukungan sarana prasarana melalui Jurusan Teknik Sipil Laboratorium Uji Bahan dalam pelaksanaan penelitian mulai pengujian agregat, pembuatan, serta pengujian kuat tekan benda uji.

Daftar Pustaka

- [1] SK SNI 03-2847-2002. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, Panitia Teknik Standardisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, Bandung.
- [2] Yahya, K. and Boussabaine, A.H. 2004. *Eco-costs of sustainable construction waste management*. Proceedings of the 4th International Postgraduate Research Conference, Salford, pp. 142-50.
- [3] Rosidawani. 2005. Studi Eksperimental Pengaruh Dimensi terhadap Panas Hidrasi pada Beton Agregat Alam dan Agregat Daur Ulang. Bandung : ITB Library.
- [4] Hendy Febriyatno. 2005 "Pemanfaatan Limbah Bahan Padat Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Normal" Universitas Gunadarma.
- [5] Eni Febriani. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Beton Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar Sebagai Campuran Beton K-250 Kg/cm².