

# Penambahan Limbah Mortar dan Additive Bestmittel Terhadap Kuat Tekan Beton

Budiman<sup>1,a</sup> Syilviana Dwi Adhistic<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Dosen Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak, Papua Barat, Indonesia

<sup>2</sup> Mahasiswa Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak, Papua Barat, Indonesia

<sup>a</sup> budiman@polinef.id, <sup>b</sup> syilvianaadisti@gmail.com,

Abstract - Along with the progress of the times, technology in the field of building construction has experienced rapid development, so we need a construction technology that can reduce the exploitation of nature. By utilizing mortar waste as an alternative to new materials. This study aims to identify the characteristics of aggregates as concrete constituent materials and determine the value of concrete compressive strength. The method used is DOE (Department of Environment) method with a type of laboratory experiment research with 50% mortar waste samples variation and 60% sand with 0.6% bestmittell additive. The results showed that using substitution of mortar waste in concrete mixes affected the compressive strength of the concrete characteristics. Where the compressive strength value characteristics at 28 days obtained 196.04 kg / cm<sup>2</sup> for normal concrete, while the value of concrete compressive strength after substitution of Mortar waste 50% and 60% with 0.6% bestmittel additive obtained 105.11 kg / m<sup>3</sup> and 167.56 kg / cm<sup>2</sup>. This value when compared with the mix design plan is 175 kg / m<sup>3</sup> or K-175, only normal concrete meets the concrete while the mortar with additive does not meet. Decrease in compressive strength value of 90.93 kg / cm<sup>2</sup> and 28.48 kg / cm<sup>2</sup> or 46.38% and 14.53% of normal concrete.

**Keywords** - Mortar Waste, Additive Bestmittel, Characteristics Compressive Strength (f'c).

Abstrak-Seiring dengan kemajuan zaman, teknologi dibidang konstruksi bangunan mengalami perkembangan pesat, Sehingga diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam. Dengan memanfaatkan limbah mortar sebagai alternatif material baru. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik agregat sebagai bahan penyusun beton dan menentukan nilai kuat tekan beton. Metode yang digunakan yaitu metode DOE (Departement Of Environment) dengan jenis penelitian eksperimen laboratorium dengan variasi sampel limbah mortar 50% dan 60% terhadap pasir dengan 0.6% *additive bestmittell*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan subsitusi limbah mortar pada campuran beton mempengaruhi nilai kuat tekan karakteristik beton. Dimana nilai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari diperoleh 196,04 kg/cm<sup>2</sup> untuk beton normal, sedangkan nilai kuat tekan beton setelah dilakukan subsitusi limbah Mortar 50% dan 60% dengan *additive bestmittel* 0.6% diperoleh 105.11 kg/m<sup>3</sup> dan 167.56 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai tersebut jika dibandingkan dengan *mix design* rencana yaitu 175 kg/m<sup>3</sup> atau K-175, hanya beton normal yang memenuhi sedangkan beton dengan llimbah mortar dengan *additive* tidak memenuhi.

Penurunan nilai kuat tekan sebesar 90.93 kg/cm<sup>2</sup> dan 28.48 kg/cm<sup>2</sup> atau 46.38% dan 14.53% terhadap beton normal.

**Kata Kunci** - Limbah Mortar, *Additive Bestmittel*, Kuat Tekan Beton.

## I. Pendahuluan

Perkembangan zaman era globalisasi yang semakin maju menimbulkan perkembangan teknologi konstruksi yang semakin pesat. Perkembangan teknologi diperlukan agar kebutuhan akan bahan yang dibutuhkan tersedia dengan mudah dan cepat. Namun, dalam perkembangan teknologi konstruksi menimbulkan beberapa sisi positif maupun negatif dalam pelaksanaannya.

Beton adalah salah satu teknologi konstruksi dalam disiplin ilmu bahan yang selalu berkembang hingga saat ini. Dalam pelaksanaan konstruksi, banyak pula limbah – limbah mortar hasil dari pengujian, pembongkaran bangunan maupun jalan. Kontribusi limbah mortar terhadap timbunan sampah konstruksi cukup besar. Hal ini sejalan dengan meningkatnya aktifitas konstruksi bangunan. Di Indonesia, limbah konstruksi biasanya tidak dimanfaatkan dengan baik, sebagian besar dibuang begitu saja dilahan terbuka dan beberapa digunakan sebagai bahan urugan, sehingga menyebabkan penumpukan limbah mortar [1].

Salah satu contoh upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali limbah mortar untuk penggunaan pembuatan beton baru. Hal ini menjadi alternatif bahan beton yang menguntungkan dari segi ekonomi, karena agregat yang digunakan adalah agregat yang telah dibuang. Agregat daur ulang ini memiliki beberapa kualitas, sifat fisik dan kimia. Variabilitas ini mengakibatkan perbedaan sifat – sifat material beton dan cenderung mempengaruhi kuat tekan beton.

Akan tetapi dalam beberapa kasus, campuran beton memerlukan bahan tambah untuk menunjang *performancenya*. Adanya tuntutan waktu terhadap *progress* pelaksanaan proyek sering kali memaksa agar beton dapat menunjukkan performance optimalnya di waktu lebih cepat dari waktu yang dibutuhkan beton normal. Karenanya diperlukan suatu bahan tambah yang dapat membantu proses tersebut. *Bestmittel* merupakan bahan tambah yang dapat membantu beton meningkatkan performancenya pada waktu yang lebih cepat. Berdasarkan bahan *Admixture Bestmittel* berdasarkan ASTM C 494-81 termasuk golongan type E *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton [2].

Berdasarkan uraian diatas maka, penulis mengambil judul penggunaan limbah mortar dan *additive bestmittel* terhadap kuat tekan beton. Variasi limbah mortar 50% dan 60% terhadap agregat halus dan penambahan additive *bestmittel* 0,6% dari berat semen. Pembuatan sampel beton menggunakan silinder ukuran 15 x 30 cm. Perawatan beton dilakukan pada umur pengujian 3, 7, dan 28 hari

## II. Metode Penelitian

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian eksperimental ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak Provinsi Papua Barat. Pelaksanaan Penelitian selama 4 (empat) bulan yang meliputi kegiatan persiapan material, pengujian agregat, mix design concrete, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan dan analisis data.

#### Rancangan Sampel Penelitian

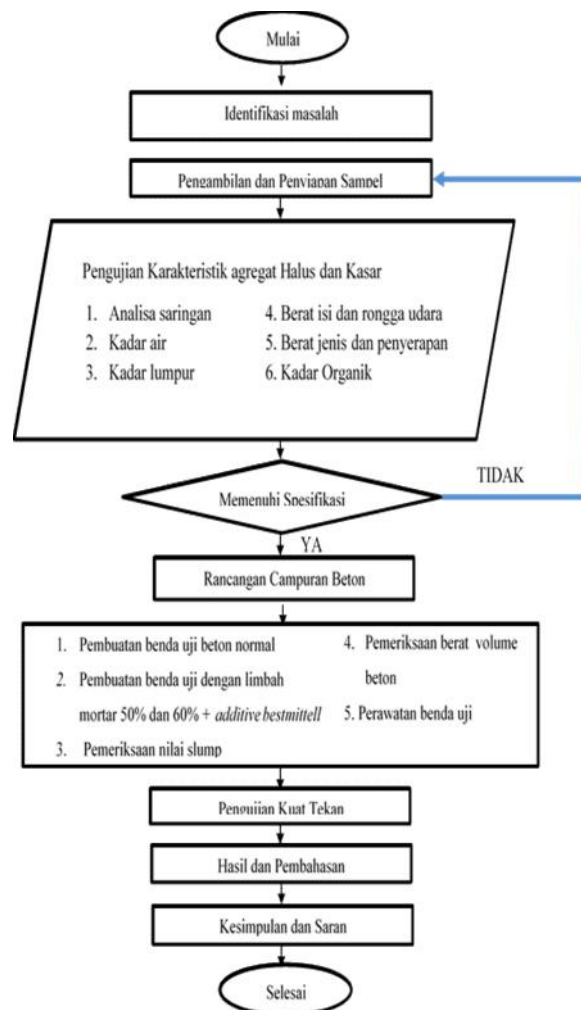
Pembuatan sampel benda uji dalam penelitian ini menggunakan silinder ukuran 15 x 30 cm. Adapun jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Sampel penelitian

No	Uraian Sampel Beton	Umur (Hari)			Jumlah Sampel	Keterangan
		3	7	28		
1	Beton normal	3	3	3	9	Uji tekan menggunakan silinder
2	Beton + Limbah Mortar 50% + <i>Bestmittel</i> 0.6% dari semen.	3	3	3	9	
3	Beton + Limbah Mortar 60% + <i>Bestmittel</i> 0.6% dari semen.	3	3	3	9	
Jumlah Sample					27	

### B. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah :



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

C. Pengujian Karakteristik Agregat

Tabel 2 Metode pengujian agregat

No.	Jenis Pengujian	Metode
1.	AnalisaSaringan	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

Sumber : Attamimi, 2015 [3]

D. Pengujian Kuat Tekan

SK SNI 03-1974-1990 [4], hasil uji kuat tekan beton menggunakan compression machine test dianalisis menggunakan persamaan kuat tekan :

$$f_c = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana:

fc = Kuat tekan (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban yang dipikul (kg)

A= Luas penampang yang dibebani (cm<sup>2</sup>)

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) seperti pada Tabel 2 Sedangkan untuk hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) sampel berasal dari Quarry PT. Sinar Sama Sejati

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 5%	2.00 %	Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 5%	4.00%	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.82	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 – 2%	1.08 %	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. Nyata	1.6 - 3.3	2.570	Memenuhi
	Bj. dasar kering	1.6	2.500	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	2.530	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	1.50 – 3.80	3.16	Memenuhi
7	Kadar Organik	-	1	Memenuhi

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) sampel berasal dari Quarry PT. Sari Wagom Indah

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 1%	0.518 %	Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 2%	1.00 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.68	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 – 2%	2.77 %	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. dasar kering	1.6 – 3.3.	2.390	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6 – 3.3	2.560	Memenuhi
6.	Modulus kekasaran	5.5 – 8.5	6.720	Memenuhi

Untuk mengetahui kekuatan mutu beton yang akan dihasilkan dengan menggunakan agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) digunakan mutu beton f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>. Perhitungan penggabungan agregat diperoleh 40% pasir dan 60% kerikil pada campuran beton (*mix design*) dengan factor air semen (W/C) = 0,54 seperti tabel 4 sedangkan untuk subsitusi limbah mortar dan additive bestmittel 0.6% dengan variasi 50% dan 60% seperti pada tabel 5 dan 6.

Tabel 4. Hasil rancangan campuran beton normal

Bahan Beton	Berat (Kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jumlah Semen (Kg)	Berat untuk 1 sampel (Kg)	Berat untuk 9 sampel (Kg)
Air	186.69	0.5338	1.19	10.69
Semen	351.85	1.00	2.24	20.15
Pasir	703.30	2.00	4.47	40.27
Kerikil	1,006.16	2.86	6.40	57.61
<b>Jumlah</b>	<b>2,248.000</b>		<b>14.301</b>	<b>128.710</b>

Tabel 5. Hasil rancangan campuran beton dengan limbah mortar 50% sebagai subsitusi agregat halus dan additive bestmittel 0.6%

Bahan Beton	Berat (Kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jumlah Semen (Kg)	Berat untuk 1 sampel (Kg)	Berat untuk 9 sampel (Kg)
Air	186.6901	0.5338	1.1877	10.6890
Semen	349.7407	1.0000	2.2250	20.0246
Pasir	351.6497	1.0055	2.2371	20.1339
Batu Pecah	1,006.1586	2.8769	6.4009	57.6081
Limbah mortar 50%	351.6497	1.0055	2.2371	20.1339
0.6% Bestmittel	2.1111	0.0060	0.0134	0.1209
<b>Jumlah</b>	<b>2,248.000</b>		<b>14.301</b>	<b>128.710</b>

Tabel 6. Hasil rancangan campuran beton dengan limbah mortar 60% sebagai substitusi agregat halus dan additive bestmittel 0.6%

Bahan Beton	Berat (Kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jumlah Semen (Kg)	Berat untuk 1 sampel (Kg)	Berat untuk 9 sampel (Kg)
Air	186.6901	0.54	1.1877	10.6890
Semen	349.7407	1.0000	2.2250	20.0246
Pasir	281.3198	0.8044	1.7897	16.1071
Batu Pecah	1,006.1586	2.8769	6.4009	57.6081
Limbah mortar 50%	421.9797	1.2065	2.6845	24.1607
0.6% Bestmittel	2.1111	0.0060	0.0134	0.1209
<b>Jumlah</b>	<b>2,248.000</b>		<b>14.301</b>	<b>128.710</b>

Setelah dilakukan perhitungan jumlah bahan selanjutnya dilakukan pencampuran bahan dan diperoleh berat volume beton segar (basah) seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat beton segar yang dihasilkan

No.	Umur (Hari)	Berat Sampel Beton Normal (kg)	Berat Sampel Limbah mortar 50% & additive bestmittel 0.6% (kg)	Berat Sampel Limbah mortar 60% & additive bestmittel 0.6% (kg)
1	3	13.02	12.41	12.68
2	3	13.09	12.45	12.69
3	3	12.95	12.44	12.58
4	7	13.08	12.41	12.73
5	7	12.93	12.40	12.56
6	7	13.06	12.31	12.57
7	28	13.17	12.37	12.60
8	28	13.00	12.58	12.77
9	28	13.14	12.36	10.61
<b>Jumlah</b>		<b>117.44</b>	<b>111.73</b>	<b>111.79</b>
<b>Berat beton segar rata-rata</b>		13.05	12.41	12.42
<b>Volume benda uji</b>		<b>0,00530</b>	<b>0,00530</b>	<b>0,00530</b>
<b>Berat volume beton segar</b>		<b>2461.4</b>	<b>2341.713</b>	<b>2342.97</b>

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan faktor koreksi pada sampel beton normal diperoleh nilai kuat tekan karakteristik sebesar 196.04 kg/cm<sup>2</sup>, sampel dengan limbah mortar 50% dan additive bestmittel 0.6% sebesar 105.11 kg/cm<sup>2</sup>, sampel dengan limbah mortar 60% dan additive bestmittel 0.6% sebesar 167.56 kg/cm<sup>2</sup> seperti pada tabel 8, 9 dan 10.

Tabel 8. Nilai kuat tekan karakteristik beton normal

No	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (kg)	Slump (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	Beban (P)		Faktor Koreksi		fc = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	fc - fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	(fc - fcr) <sup>2</sup> (kg <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup> )	
	Cor	Ter					(kN)	(kg)	Benda Uji	Umur				Saat test
1		18-May-18	3	13.09	3.00	176.714	125.70	12570	0.83	0.40	85.70	214.25	13.76	189.22
2		18-May-18	3	13.16	3.00	176.714	143.80	14380	0.83	0.40	98.04	245.10	44.61	1.989.77
3		18-May-18	3	13.01	3.00	176.714	150.40	15040	0.83	0.40	102.54	256.35	55.86	3.119.94
4		22-May-18	7	13.15	3.00	176.714	166.90	16690	0.83	0.65	113.79	175.06	-25.43	646.89
5		22-May-18	7	12.98	3.00	176.714	167.40	16740	0.83	0.65	114.13	175.59	-24.91	620.49
6		22-May-18	7	13.10	3.00	176.714	188.70	18870	0.83	0.65	128.65	197.93	-2.57	6.59
7		12-Jun-18	28	13.19	3.00	176.714	277.30	27730	0.83	1.00	189.06	189.06	-11.44	130.79
8		12-Jun-18	28	13.03	3.00	176.714	246.60	24660	0.83	1.00	168.13	168.13	-32.37	1,047.64
9		12-Jun-18	28	13.18	3.00	176.714	268.40	26840	0.83	1.00	182.99	182.99	-17.50	306.40
10		<b>Jumlah</b>										<b>1,804.471</b>		<b>8,057.73</b>

$$fcr = \frac{fc}{n} = 200.50 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (fc - fcr)^2}{n - 1}} = 1.997 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Koreksi } S = 2.716 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = fcr - 1,64 \times S = 196.04 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 9. Nilai kuat tekan karakteristik beton dengan limbah mortar 50% sebagai substitusi agregat halus dan additive bestmittel 0.6%

No	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (kg)	Slump (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	Beban (P)		Faktor Koreksi		fc = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	fc - fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	(fc - fcr) <sup>2</sup> (kg <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup> )	
	Cor	Ter					(kN)	(kg)	Benda Uji	Umur				Saat test
1		23-Mei-18	3	12.37	5.00	176.714	55.60	5560	0.83	0.40	37.91	94.77	-14.32	205.01
2		23-Mei-18	3	12.40	5.00	176.714	74.60	7460	0.83	0.40	50.86	127.15	18.07	326.41
3		23-Mei-18	3	12.41	5.00	176.714	81.40	8140	0.83	0.40	55.50	138.74	29.66	879.59
4		27-Mei-18	7	12.38	5.00	176.714	100.70	10070	0.83	0.65	68.66	105.63	-3.46	11.99
5		27-Mei-18	7	12.38	5.00	176.714	101.70	10170	0.83	0.65	69.34	106.67	-2.41	5.82
6		27-Mei-18	7	12.30	5.00	176.714	117.60	11760	0.83	0.65	80.18	123.35	14.26	203.48
7		17-Jun-18	28	12.41	5.00	176.714	135.10	13510	0.83	1.00	92.11	92.11	-16.98	288.22
8		17-Jun-18	28	12.59	5.00	176.714	161.40	16140	0.83	1.00	110.04	110.04	0.95	0.91
9		17-Jun-18	28	12.41	5.00	176.714	122.20	12220	0.83	1.00	83.31	83.31	-25.77	664.21
10		<b>Jumlah</b>										<b>981.784</b>		<b>2,585.61</b>

$$fcr = \frac{fc}{n} = 109.09 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (fc - fcr)^2}{n - 1}} = 1.782 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Koreksi } S = 2.424 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = fcr - 1,64 \times S = 105.11 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 10. Nilai kuat tekan karakteristik beton dengan limbah mortar 60% sebagai substitusi agregat halus dan additive bestmittel 0.6%

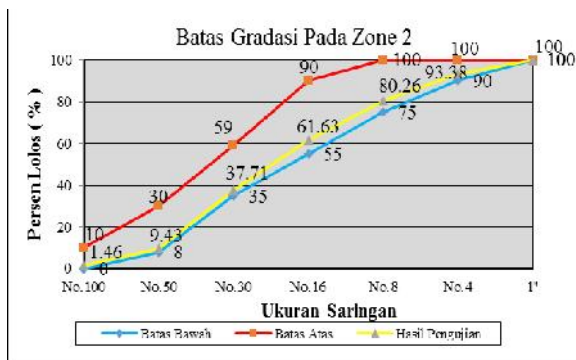
No	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (kg)	Slump (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	Beban (P)		Faktor Koreksi		fc = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	fc - fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	(fc - fcr) <sup>2</sup> (kg <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup> )	
	Cor	Ter					(kN)	(kg)	Benda Uji	Umur				Saat test
1		28-Mei-18	3	12.61	55.00	176.714	105.90	10590	0.83	0.40	72.20	180.50	8.40	70.64
2		28-Mei-18	3	12.62	55.00	176.714	122.20	12220	0.83	0.40	83.31	208.29	7.79	60.69
3		28-Mei-18	3	12.60	55.00	176.714	106.90	10690	0.83	0.40	72.88	182.21	-18.29	334.46
4		01-Jun-18	7	12.57	55.00	176.714	177.20	17720	0.83	0.65	120.81	185.87	-14.63	214.04
5		01-Jun-18	7	12.47	55.00	176.714	155.10	15510	0.83	0.65	105.75	162.69	-37.81	1,429.68
6		01-Jun-18	7	12.49	55.00	176.714	159.10	15910	0.83	0.65	108.47	166.88	-33.62	1,130.00
7		22-Jun-18	28	12.63	55.00	176.714	213.40	21340	0.83	1.00	145.49	145.49	-55.00	3,025.30
8		22-Jun-18	28	12.78	55.00	176.714	231.40	23140	0.83	1.00	157.77	157.77	-42.73	1,825.89
9		22-Jun-18	28	12.63	55.00	176.714	233.50	23350	0.83	1.00	159.20	159.20	-41.30	1,705.59
10		<b>Jumlah</b>										<b>1,548.892</b>		<b>9,796.3</b>

$$f_{cr} = \frac{f_c}{n} = 172.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{n - 1}} = 2.036 \text{ kg/cm}^2$$

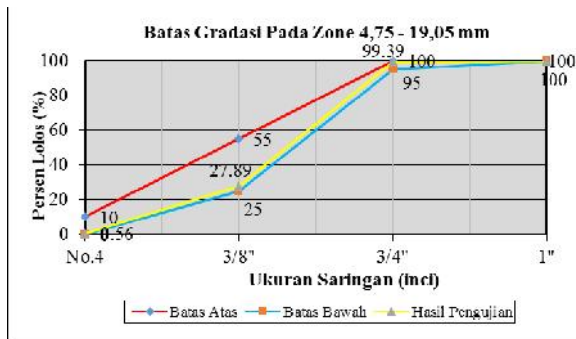
$$\begin{aligned} \text{Koreksi } S &= 2.769 \text{ kg/cm}^2 \\ f'_c = f_{cr} - 1,64 \times S &= 167.56 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Pada pengujian agregat halus menggunakan pasir kali, hasilnya memenuhi syarat dengan zone 2 masuk kategori agak kasar dengan modulus kehalusan 3.16. Grafik hasil pengujian gradasi butiran agregat halus seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Gradasi agregat halus (pasir) pada quarry PT. Sinar Sama Sejati

Sedangkan pada pengujian agregat kasar yang digunakan masuk dalam ukuran 20 mm dan termasuk kedalam zone 4.75 – 19.05. Grafik hasil pengujian gradasi butiran agregat kasar seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Gradasi agregat halus (pasir) pada quarry PT. Sari Wagom Indah

Berat volume beton segar yang dihasilkan mengalami kenaikan seiring dengan besarnya nilai persentase penambahan limbah mortar dan additive

bestmittel dibandingkan dengan mix design yang direncanakan. Dimana berat volume beton yang diperoleh dari hasil penambahan serat lebih berat. Hasil dari pengujian beton segar seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Tabel berat beton segar dengan atau tanpa serat

Uraian	Berat Beton yang Direncanakan (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Beton normal (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Sampel Limbah mortar 50% & additive bestmittel 0.6% (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Sampel Limbah mortar 60% & additive bestmittel 0.6% (kg/m <sup>3</sup> )
Berat Volume beton segar	2248.00	2461.4	2341.713	2342.97
Jumlah %	-	9.49	4.17	4.22

Dari hasil rancangan campuran beton dengan substitusi limbah mortar 50% dengan additive bestmittel 0.6% direncanakan 2248.00 kg/m<sup>3</sup> sedangkan pada pembuatan benda uji diperoleh hasil 2341.7 kg/m<sup>3</sup> ini menunjukkan berat beton lebih berat dari hasil mix design sebesar 93.71 kg/m<sup>3</sup> atau persentasenya naik 4.17%. Bila dibandingkan dengan berat beton normal direncanakan 2248.00 kg/m<sup>3</sup> sedangkan pada pembuatan benda uji diperoleh hasil 2461.39 kg/m<sup>3</sup> lebih berat dari hasil mix design 213.39 kg/m<sup>3</sup> atau persentasenya naik 9.49%. Melihat hasil ini akibat substitusi mortar berpengaruh pada berat beton. Sedangkan hasil rancangan campuran beton dengan substitusi limbah mortar 60% dengan additive bestmittel 0.6% direncanakan 2248.00 kg/m<sup>3</sup> sedangkan pada pembuatan benda uji diperoleh hasil 2342.97 kg/m<sup>3</sup> ini menunjukkan berat beton lebih berat dari hasil perkiraan mix design sebesar 94.97 kg/m<sup>3</sup> atau persentasenya naik 4.22 %.

Rekapitulasi nilai hasil pengujian kuat tekan karakteristik beton seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi nilai hasil pengujian kuat tekan

Uraian	Beton Normal	Berat Sampel Limbah mortar 50% & additive bestmittel 0.6% (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Sampel Limbah mortar 60% & additive bestmittel 0.6% (kg/m <sup>3</sup> )
Nilai kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	196.04	105.11	167.56

Berdasarkan tabel 12, hasil analisis data kuat tekan dari benda uji silinder dengan kuat tekan yang di jadikan dasar adalah silinder 15cm x 30cm dengan faktor koreksi 0,83 diperoleh kuat tekan karakteristik beton normal sebesar 196,04 kg/cm<sup>2</sup> (16.272 Mpa) lebih tinggi dari hasil mix design dimana direncanakan kuat tekan karakteristiknya

175 kg/cm<sup>2</sup> (14.525 Mpa) ini berarti kuat tekan karakteristiknya telah mencapai yang direncanakan.

Nilai kuat tekan beton pada dasarnya mengalami peningkatan pada umur 28 hari, namun setelah dilakukan substitusi limbah mortar 50% dan 60% dengan *additive bestmittel* 0.6% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 105.11 kg/cm<sup>2</sup> (8.724 Mpa) dan 167.56 kg/cm<sup>2</sup> (13.907 Mpa) atau persentasenya turun sebesar 46.38% dan 14.53%. Hal ini disebabkan karena limbah mortar sebelumnya adalah material yang sudah pernah digunakan dalam jangka waktu yang lama dan limbah mortar tidak dapat menyatu dengan pasir sehingga dapat menyebabkan penurunan mutu beton.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Agregat halus dari Quarry PT.Sinar Sama Sejati dan Agregat Kasar dari Quarry PT.Sari Wagom ( SP II Distrik Bomberay ) untuk bahan campuran beton semua memenuhi syarat karakteristik agregat beton, secara khusus untuk butiran pasir yang paling baik untuk campuran beton karena modulus kehalusannya 3.16 dimana interval nya anatara 1.5 – 3.8 dan masuk dalam daerah zona 2, sedangkan agregat kasar masuk dalam daerah zona 4,75-19,05 mm.
2. Nilai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari diperoleh 196,04 kg/cm<sup>2</sup> untuk beton normal, sedangkan nilai kuat tekan beton setelah dilakukan substitusi limbah Mortar 50% dan 60% dengan *additive bestmittel* 0.6% diperoleh 105.11 kg/m<sup>3</sup> dan 167.56 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai tersebut jika dibandingkan dengan mix *design* rencana yaitu 175 kg/m<sup>3</sup> atau K-175, hanya beton normal yang memenuhi sedangkan beton dengan limbah mortar dengan additive tidak memenuhi. Penurunan nilai kuat tekan sebesar 90.93 kg/cm<sup>2</sup> dan 28.48 kg/cm<sup>2</sup> atau 46.38% dan 14.53% terhadap beton normal.

Saran dan rekomendasi penelitian sebagai berikut :

1. Disarankan penelitian dapat dilanjutkan dengan variasi limbah mortar lebih besar yaitu 70% , 80% , 90%, 100% dengan *additive bestmittel*.
2. Disarankan penelitian dapat dilanjutkan dengan menggunakan variasi zat additive 0.2%, 0.3%, 0,4%, 0.5%.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Fakfak dalam pelaksanaan penelitian ini dan juga Jurusan Teknik Sipil atas dukungan prasarana Laboratorium Uji Bahan pada saat pengujian agregat, pembuatan, serta pengujian kuat tekan benda uji dan juga terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu.

#### Daftar Pustaka

- [1] Soelarso, dkk. 2016. "Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas". Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sultan Agung Tritayasa Banten.
- [2] Haryanto, Tri Helmi. 2012. "Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Arang Briket Dan Bestmittel". Program Studi Teknik Sipil. Universitas Muhamadiyah Surakarta. Surakarta.
- [3] 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
- [4] SK SNI 03-1974-1990. Kuat Tekan Beton. Badan Standardisasi Nasional. 1990.