

PRESENTASI KARANG KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Dominggus Bakarbesy

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Jl. Raya Sentani, Padang Bulan. Jayapura 99351

Email : domy.bakarbesy@gmail.com

Abstrak

Propinsi Papua khususnya di kota Jayapura memiliki sumber daya alam yang tersedia secara alami dan dapat dimanfaatkan secara umum misalnya batu karang (karang yang dipecahkan dari gunung) yang dapat dipakai untuk pembuatan Beton Normal yang dengan mereduksi material batu pecah (ciping), sehingga batu karang bisa dimanfaatkan secara baik dan benar oleh masyarakat setempat. Dari hasil penelitian dan pengujian kuat tekan beton menggunakan batu karang dengan presentase 10%, 20%, 30%. menghasilkan kuat tekan 10% sebesar 23.380 Mpa, 20% sebesar 20.552 Mpa, dan kadar karang 30% sebesar 27.152 Mpa, semuanya untuk umur beton setelah direndam selama 28 hari. Maka dari hasil penelitian tersebut perlu disampaikan bahwa karang bisa di gunakan sebagai bahan campuran beton normal.

Kata kunci : Butiran Karang, Kuat Tekan, Beton Normal.

1. PENDAHULUAN

Beton sebagai material konstruksi Beton banyak dipilih karena sangat baik dalam menerima gaya tekan aksial yang disebabkan oleh beban yang bekerja baik berupa beban hidup, beban mati maupun akibat beban sementara (gempa). Beton merupakan campuran dari material berupa agregat kasar agregat halus, air dan semen sebagai pengikat serta bahan tambah (admixture) untuk mengubah sifat tertentu beton.

Apabila sebagian dari material agregat kasar (batu pecah, kerikil) diganti dengan Batu kapur (karang) dapat dilakukan karena karang atau kapur mengandung 80% Karbonat kalsium dan karbonat magnesium yang menghasilkan suatu produk apabila mengalami pembakaran (Pettijohn, 1975). Senyawa CaO_2 yang terkandung didalam batu kapur jika bereaksi dengan CaO Pada semen akan menghasilkan reaksi $CaCO_3$ yang mana campuran antara semen dan batu kapur akan menghasilkan suatu masa yang sangat kuat dalam campuran beton.

Sesuai dengan penelitian terdahulu tentang pengaruh karang terhadap kuat tekan beton (karang halus yang direduksi dengan semen, septiman kamboaya) menghasilkan beton dengan kuat tekan normal, maka penelitian ini menggunakan karang kasar yang direduksi dengan agregat kasar guna menindak lanjuti penggunaan karang sebagai campuran beton dengan butiran yang lebih besar/kasar.

1.2. Perumusan masalah.

Agregat mengisih 60-80 % dari volume beton maka karakteristik kimia, fisik dan mekanik agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton dan berat agregat yang digunakan sangat menentukan berat beton yang dihasilkan dalam penelitian ini akan menggunakan karang kasar dari batu karang polimak dengan mereduksi agregat kasar/batu pecah dari kampung harapan dengan presentasi karang 10%, 20% dan 30% apakah dapat mencapai kuat tekan beton normal ataukah tidak.

1.3. Tujuan Penelitian

Memperoleh Kuat tekan beton dengan mereduksi agregat kasar dengan karang yang digunakan sebagai bahan material untuk memperoleh kuat tekan beton normal.

2. METODOLOGI

Metode penelitian adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berpikir dan memecahkan masalah mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung dilapangan, melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti. Proses penelitian di mulai menemukan dan mengenali permasalahan yang ada, dengan menggunakan tinjauan pustaka

untuk mengetahui sejauh mana tinjauan terdapat masalah yang akan diteliti.

2.1. Teknik Pengumpulan Data

2.1.1. Studi Pustaka

Studi pustaka di lakukan untuk memperoleh informasi dan defenisi-defenisi serta rumus-rumus yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.1.2. Teknik Observasi

Pengumpulan data terdiri dari :

1. Pengumpulan Data Primer
Data primer ini di peroleh dari di Laboratorium Beton teknik spil USTJ.
2. Pengumpulan Data Sekunder
Meninjau peraturan-peraturan atau sandart yang berlaku pada material yang akan digunakan dalam pencampuran beton.

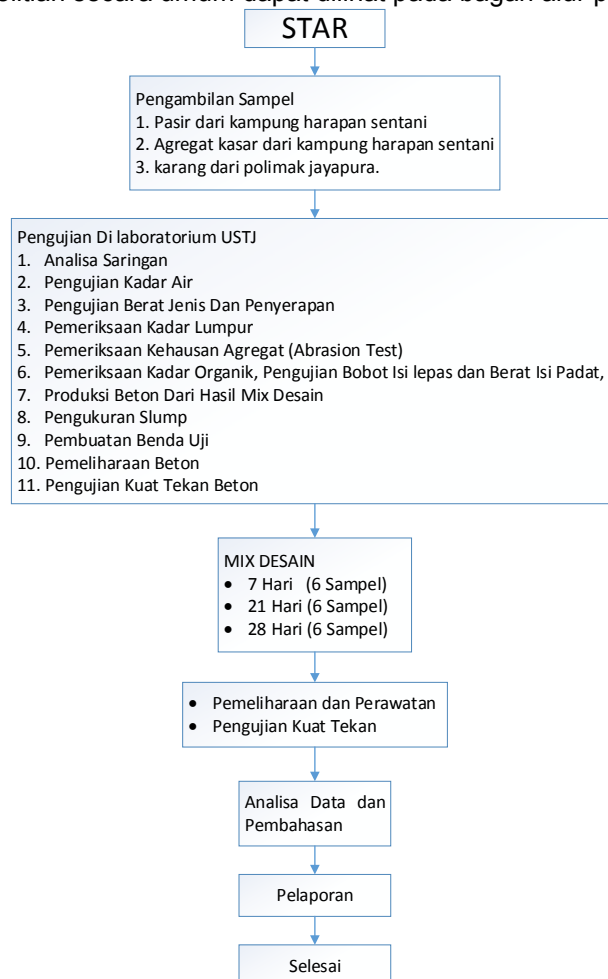
2.2. Lokasi Penelitian

Lokasi yang di gunakan sebagai penunjang dalam melakukan penelitian ini adalah Laboratorium Beton universitas sains dan teknologi.

2.3. Prosedur Pengolahan Data

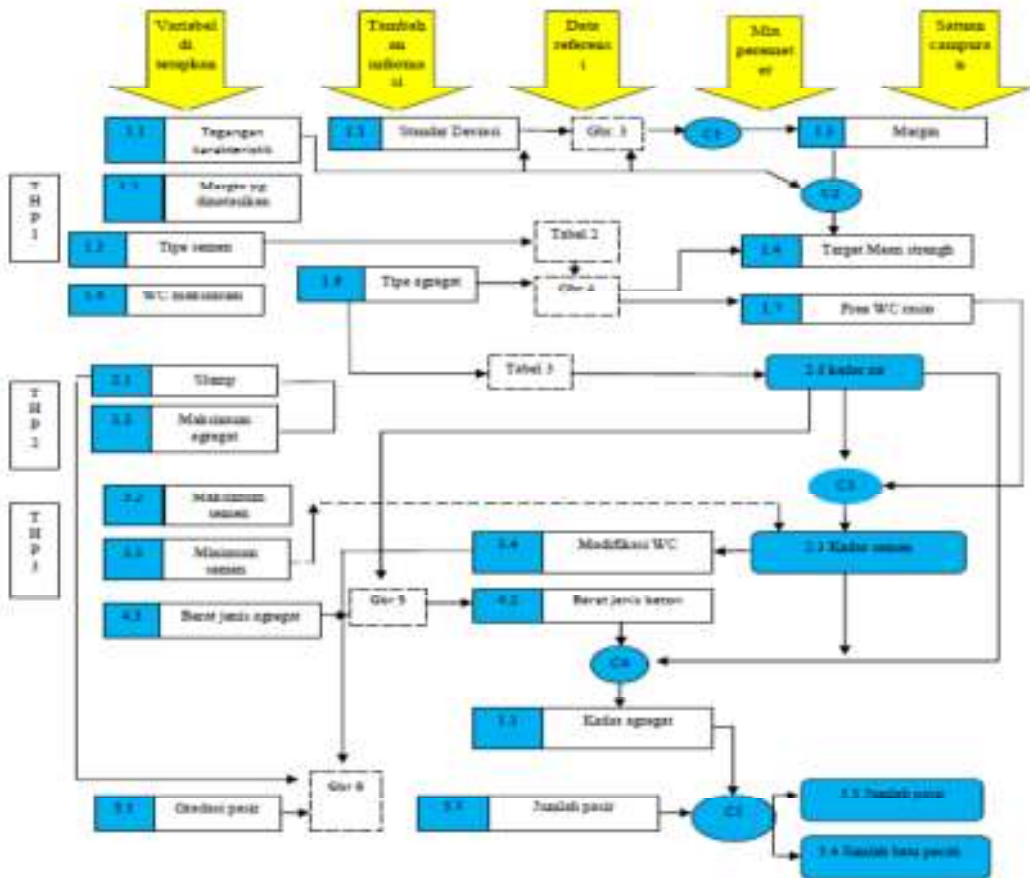
- 1 Analisa Saringan
- 2 Pengujian Kadar Air
- 3 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan
- 4 Pemeriksaan Kadar Lumpur
- 5 Pemeriksaan Kehausan Agregat (Abrasion Test)
- 6 Pemeriksaan Kadar Bahan Organik Yang Pengujian Bobot Isi lepas dan Berat Isi Padat,
- 7 Produksi Beton Dari Hasil Mix Desain
- 8 Pengukuran Slump
- 9 Pembuatan Benda Uji
- 10 Pemeliharaan Beton
- 11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Prosedur pengujian penelitian secara umum dapat dilihat pada bagan alur penelitian dibawah ini



Gambar 1. Prosedur pengujian penelitian

2.4. Bagan alur prosedur mix desain



Gambar 2. Bagan alur prosedur mix desain

3. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian material

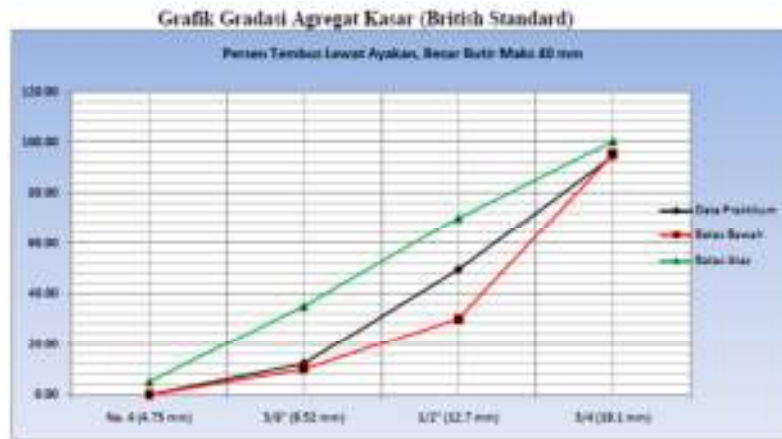
Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel. 1. Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Berat Contoh Kering : 2500 gram

Ukuran Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan - Berat Tertahan	Berat Tertahan	% Berat Tertahan (B) - (B - A) / 2500	Persentase		
					Berat Tertahan		Lulus (2500 - B) / 2500
					Pasir (A) - (A + B) / 2500	Kerasulir (B) - (B) / 2500	
1	2	3	4	5	6	7	8
3" (76.2 mm)	871.2	871.2	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2" (50.8 mm)	296	739.4	345.40	345.40	5.74	3.74	94.26
1.5" (38.1 mm)	183.7	357	121.30	120.70	48.85	35.38	49.41
1.18" (30.0 mm)	191.8	320.5	128.30	129.20	31.41	21.90	38.27
0.84" (21.3 mm)	372.3	712.4	405.13	259.10	16.00	17.54	12.06
No. 4 (4.75 mm)	889.8	889.8	889.80	249.38	12.00	89.94	0.88
No. 6 (2.5 mm)	278.6	278.1	0.50	249.38	0.02	99.98	0.04
No. 10 (1.5 mm)	197.8	198	0.10	249.38	0.00	99.96	0.04
No. 20 (0.84 mm)	483.2	483.2	0.00	249.38	0.00	99.96	0.04
No. 30 (0.6 mm)	190.3	190.3	0.15	249.00	0.00	99.96	0.04
No. 40 (0.425 mm)	234.4	234.4	0.00	249.00	0.00	99.96	0.04
No. 60 (0.25 mm)	234.8	235.1	0.30	249.38	0.00	99.96	0.02
Fin. Atlas (0.075 mm)	242.9	243.1	0.40	249.00	0.00	100.00	0.00
			2499.90		100.00	915.92	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Beton Tanggal April 2017



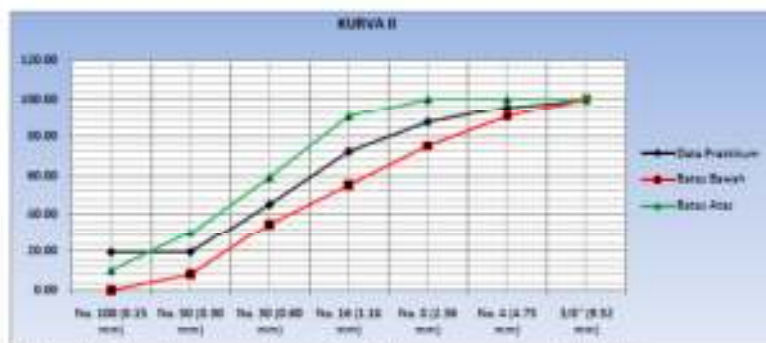
Gambar 1 Grafik analisa saringan agregat kasar

Tabel. 2. Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Berat Contoh Kering : 1500 Gram

Nomor Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Berat Tertahan	Σ Berat Tertahan	Σ Berat Tertahan	Persentase																																																																														
					Berat Tertahan		L. (%)																																																																												
					Persen (1) x 100 / 1497,9	Kumulatif (2) x 100 / 1497,9																																																																													
1	2	3	4	5	6	7	8																																																																												
1	2	3	4	5	6	7	8																																																																												
3\"/> <tr> <td>3\"/> <tr> <td>3/4 (19.1 mm)</td> <td>383.7</td> <td>383.9</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>99.99</td> </tr> <tr> <td>1/2\"/> <tr> <td>3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> </td></tr></td></tr></td></tr>	3\"/> <tr> <td>3/4 (19.1 mm)</td> <td>383.7</td> <td>383.9</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>99.99</td> </tr> <tr> <td>1/2\"/> <tr> <td>3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> </td></tr></td></tr>	3/4 (19.1 mm)	383.7	383.9	0.20	0.20	0.01	0.01	99.99	1/2\"/> <tr> <td>3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> </td></tr>	3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr>	No. 4 (4.75 mm)	369.6	432.4	62.88	71.18	4.19	4.75	95.25	No. 8 (2.36 mm)	278.8	401	122.40	185.58	8.17	13.92	87.08	No. 16 (1.18 mm)	287.8	622.6	335.70	402.20	26.87	37.99	72.01	No. 30 (0.60 mm)	463.2	807.7	402.50	821.70	54.88	42.14	47.14	No. 50 (0.30 mm)	389.5	774	383.50	1205.20	25.60	80.44	19.54	No. 100 (0.15 mm)	254.4	255.2	0.80	1206.00	0.05	80.51	19.49	No. 200 (0.075 mm)	234.4	478.9	244.50	1450.50	16.30	96.81	3.19	Tan Akhla (Total)		285.7	47.80	1497.90	3.19	100.00	0.00				1497.90		100.00	100.00	
3\"/> <tr> <td>3/4 (19.1 mm)</td> <td>383.7</td> <td>383.9</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>99.99</td> </tr> <tr> <td>1/2\"/> <tr> <td>3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> </td></tr></td></tr>	3/4 (19.1 mm)	383.7	383.9	0.20	0.20	0.01	0.01	99.99	1/2\"/> <tr> <td>3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> </td></tr>	3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr>	No. 4 (4.75 mm)	369.6	432.4	62.88	71.18	4.19	4.75	95.25	No. 8 (2.36 mm)	278.8	401	122.40	185.58	8.17	13.92	87.08	No. 16 (1.18 mm)	287.8	622.6	335.70	402.20	26.87	37.99	72.01	No. 30 (0.60 mm)	463.2	807.7	402.50	821.70	54.88	42.14	47.14	No. 50 (0.30 mm)	389.5	774	383.50	1205.20	25.60	80.44	19.54	No. 100 (0.15 mm)	254.4	255.2	0.80	1206.00	0.05	80.51	19.49	No. 200 (0.075 mm)	234.4	478.9	244.50	1450.50	16.30	96.81	3.19	Tan Akhla (Total)		285.7	47.80	1497.90	3.19	100.00	0.00				1497.90		100.00	100.00		
3/4 (19.1 mm)	383.7	383.9	0.20	0.20	0.01	0.01	99.99																																																																												
1/2\"/> <tr> <td>3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> </td></tr>	3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr>	No. 4 (4.75 mm)	369.6	432.4	62.88	71.18	4.19	4.75	95.25	No. 8 (2.36 mm)	278.8	401	122.40	185.58	8.17	13.92	87.08	No. 16 (1.18 mm)	287.8	622.6	335.70	402.20	26.87	37.99	72.01	No. 30 (0.60 mm)	463.2	807.7	402.50	821.70	54.88	42.14	47.14	No. 50 (0.30 mm)	389.5	774	383.50	1205.20	25.60	80.44	19.54	No. 100 (0.15 mm)	254.4	255.2	0.80	1206.00	0.05	80.51	19.49	No. 200 (0.075 mm)	234.4	478.9	244.50	1450.50	16.30	96.81	3.19	Tan Akhla (Total)		285.7	47.80	1497.90	3.19	100.00	0.00				1497.90		100.00	100.00											
3/8\"/> <tr> <td>No. 4 (4.75 mm)</td> <td>369.6</td> <td>432.4</td> <td>62.88</td> <td>71.18</td> <td>4.19</td> <td>4.75</td> <td>95.25</td> </tr> <tr> <td>No. 8 (2.36 mm)</td> <td>278.8</td> <td>401</td> <td>122.40</td> <td>185.58</td> <td>8.17</td> <td>13.92</td> <td>87.08</td> </tr> <tr> <td>No. 16 (1.18 mm)</td> <td>287.8</td> <td>622.6</td> <td>335.70</td> <td>402.20</td> <td>26.87</td> <td>37.99</td> <td>72.01</td> </tr> <tr> <td>No. 30 (0.60 mm)</td> <td>463.2</td> <td>807.7</td> <td>402.50</td> <td>821.70</td> <td>54.88</td> <td>42.14</td> <td>47.14</td> </tr> <tr> <td>No. 50 (0.30 mm)</td> <td>389.5</td> <td>774</td> <td>383.50</td> <td>1205.20</td> <td>25.60</td> <td>80.44</td> <td>19.54</td> </tr> <tr> <td>No. 100 (0.15 mm)</td> <td>254.4</td> <td>255.2</td> <td>0.80</td> <td>1206.00</td> <td>0.05</td> <td>80.51</td> <td>19.49</td> </tr> <tr> <td>No. 200 (0.075 mm)</td> <td>234.4</td> <td>478.9</td> <td>244.50</td> <td>1450.50</td> <td>16.30</td> <td>96.81</td> <td>3.19</td> </tr> <tr> <td>Tan Akhla (Total)</td> <td></td> <td>285.7</td> <td>47.80</td> <td>1497.90</td> <td>3.19</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1497.90</td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr>	No. 4 (4.75 mm)	369.6	432.4	62.88	71.18	4.19	4.75	95.25	No. 8 (2.36 mm)	278.8	401	122.40	185.58	8.17	13.92	87.08	No. 16 (1.18 mm)	287.8	622.6	335.70	402.20	26.87	37.99	72.01	No. 30 (0.60 mm)	463.2	807.7	402.50	821.70	54.88	42.14	47.14	No. 50 (0.30 mm)	389.5	774	383.50	1205.20	25.60	80.44	19.54	No. 100 (0.15 mm)	254.4	255.2	0.80	1206.00	0.05	80.51	19.49	No. 200 (0.075 mm)	234.4	478.9	244.50	1450.50	16.30	96.81	3.19	Tan Akhla (Total)		285.7	47.80	1497.90	3.19	100.00	0.00				1497.90		100.00	100.00												
No. 4 (4.75 mm)	369.6	432.4	62.88	71.18	4.19	4.75	95.25																																																																												
No. 8 (2.36 mm)	278.8	401	122.40	185.58	8.17	13.92	87.08																																																																												
No. 16 (1.18 mm)	287.8	622.6	335.70	402.20	26.87	37.99	72.01																																																																												
No. 30 (0.60 mm)	463.2	807.7	402.50	821.70	54.88	42.14	47.14																																																																												
No. 50 (0.30 mm)	389.5	774	383.50	1205.20	25.60	80.44	19.54																																																																												
No. 100 (0.15 mm)	254.4	255.2	0.80	1206.00	0.05	80.51	19.49																																																																												
No. 200 (0.075 mm)	234.4	478.9	244.50	1450.50	16.30	96.81	3.19																																																																												
Tan Akhla (Total)		285.7	47.80	1497.90	3.19	100.00	0.00																																																																												
			1497.90		100.00	100.00																																																																													

Sumber: Hasil Percobaan Laboratorium Bahan Teknik Sipil USTJ



Gambar 2. Grafik analisa saringan agregat Halus

Hasil Pengujian Material baik Agregat Kasar maupun halus dalam seperti tabel 3.

Tabel 3. Agregat Halus (pasir) Kampung Harapan

No.	Pengujian Yang dilakukan	Hasil	Spesifikasi
1	Analisa Saringan	Zona II	Zona I,II,III,IV
2	Kadar Air	3.45%	19%
3	Berat Jenis		
	- Kondisi (SSD)	2,403 gr/cm ³	2,3 - 2,6 gr/cm ³
	- Semu (Apparent)	2,674 gr/cm ³	
4	Penyerapan	7,2271%	5%
5	Kadar Lumpur	3,402%	□ 5%
7	Kadar Organik	Kuning Tua	Masuk Standar
8	Bobot Isi		
	- Kondisi Lepas	1.658 grm/cm ³	1,68 gr/cm ²
	- Kondisi Padat	1.918m/cm ³	

Tabel 4. Agregat Kasar (Batu Pecah) Kampung Harapan

No.	Pengujian Yang dilakukan	Hasil	Spesifikasi
1	Analisa Saringan	40 mm	40,30,20,10 mm
2	Kadar Air	1.19%	19%
3	Berat Jenis		
	- Kondisi (SSD)	2,605 gr/cm ³	2,3 - 2,6 gr/cm ³
	- Semu (Apparent)	2,682 gr/cm ³	
4	Penyerapan	1,692%	5%
5	Kadar Lumpur	0,273%	□ 5%
6	Abrasion tes	9,043%	40%
7	Kadar Organik	kuning Bening	Masuk Standar
8	Bobot Isi		
	- Kondisi Lepas	1.452 grm/cm ³	1,68 gr/cm ²
	- Kondisi Padat	1.711 grm/cm ³	

3.2. Perencanaan Komposisi Mix Desain

Perencanaan komposisi mix desain akibat reduksi agregat kasar yang diganti dengan karang dilakukan 2 tahap, yang pertama adalah menentukan perbandingan mix desain secara normal, baru kemudian melakukan modifikasi dengan mereduksi batu pecah dengan karang

sebesar 10%, 20% dan 30%, Langkah-langkah Perhitungan Standar Mix adalah sebagai berikut

- 1) Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari
- 2) Deviasi standar (S)
- 3) Nilai tambah (M)
- 4) Kuat tekan yang direncanakan 20 MPa
- 5) Jenis semen Tipe I, (Semen Tonasa)
- 6) Jenis agregat, Agregat Halus Pasir agak kasar (Alami) dari kampung harapan sentani, dan agregat kasar (Batu Pecah) dari kampung harapan sentani.
- 7) Factor air semen (FAS) diambil = 0,45 untuk beton normal.
- 8) Factor air semen maksimum = 0,6
- 9) Nilai slump = 100 mm
- 10) Ukuran maksimum agregat kasar = 40 mm
Grafik analisa agregat gabungan.
- 11) Kebutuhan air berdasarkan agregat agregat Halus (Alami) diperoleh $A_h = 225$, agregat Kasar (Batu Pecah) diperoleh $A_k = 205$ maka jumlah Air yang Dibutuhkan adalah:

$$A = 0,67 \cdot A_h + 0,33 \cdot A_k$$

$$= 0,67 \times 225 + 0,33 \times 205$$

$$= 218,4 \text{ dibulatkan menjadi } 219 \text{ liter.}$$
- 12) Kebutuhan semen Portland didapat

$$\text{langkah } (11 : 7) = \frac{\text{Jumlah Air}}{\text{FAS}}$$

$$= \frac{219}{0,45} = 486,667 \text{ kg}$$
- 13) Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg
- 14) Dipakai jumlah semen = 486,667 kg.
- 15) Penyesuaian jumlah FAS tidak dilakukan.
- 16) Daerah gradasi agregat halus zona II
- 17) Berat jenis agregat campuran $W = \frac{K-C}{C-P} \times 100$ dengan MHB Agregat Halus (P) = 3,59 dan MHB agregat kasar (K) = 9,16 dan MHB Campuran (C) diambil 5-7.
 Persentase berat pasir terhadap kerikil $W = 63.34$
 Persentase perbandingan agregat campuran,
 63.34 Pasir 38.78% dibulatkan 38%
 $\frac{63,34}{100}$ kerikil $\frac{61,22}{100}$ dibulatkan 62%
- 18) Berat Jenis agregat campuran

$$Bj \text{ cam} = \frac{P}{100} \times Bj \text{ pasir} + \frac{K}{100} \times Bj \text{ kerikil}$$

$$Bj \text{ cam} = \frac{38}{100} \times 2,682 + \frac{62}{100} \times 2,673$$
 Bj campuran = 2,679
- 19) Berat Jenis Beton didapat = 2375 kg/m³
- 20) Kebutuhan agregat = Bj Beton – Kebutuhan air – Kebutuhan Semen = 2375 – 219 – 486,667 = 1669,33 kg/m³

$$21) \frac{\% \text{ Berat Agregat halus}}{100} \times \text{kebutuhan Agg} \\ \frac{38}{100} \times 1669,33 = 634,345 \text{ kg/m}^3$$

$$22) \text{Kebutuhan agregatKasar.} \\ \text{Kebutuhan Agregat} - \text{Kebutuhan agregat} \\ \text{halus} \\ 1669,33 - 634,345 = 1034,985 \text{ kg/m}^3$$

Untuk 1 m³ beton (BJ betonnya = 2375.000 kg) dibutuhkan

- ✓ Air : 219 liter
- ✓ Semen : 486.667 kg
- ✓ Agregat halus (Pasir) : 634.345 kg
- ✓ Agregat kasar (Kerikil) : 1034.985 kg

Berdasarkan hasil mix desain diatan digunakan untuk mereduksi agregat kasar sebesar 10%, langkah perhitunganny adalah sebagai berikut.

- 23) Kadar Air bebas = 219 liter/m³
- 24) Menentukan jumlah agregat kasar + karang dalam mix desain
- 25) Kadar kerikil. 1034,985 kg/m³
- 26) Kadar karang
$$\frac{(100\% - P) \times W}{(100\% - 0,62 \times P) \times \left(\frac{W}{C + 0,45}\right)}$$

$$\frac{(100\% - 0,62 \times 10\%) \times \left(\frac{219}{1034,985 + 0,45}\right)}{(100\% - 0,62 \times 10\%) \times \left(\frac{219}{1034,985 + 0,45}\right)}$$
 = 993,5513 kg/m³
- 27) Kadar karang.

$$\frac{P \times C}{100 - P}$$

$$= \frac{10\% \times 993,5513}{100\% - 10\%} = 110,395 \text{ kg/m}^3$$

$$28) \text{Kadar karang + kerikil dalam Mix desain} \\ = 110,395 \text{kg/m}^3 + 993,5513 \text{ kg/m}^3 \\ = 1103,95 \text{ kg/m}^3$$

$$29) \text{Rasio FAS} = 0.45$$

$$30) \text{Persen berat agregat campuran} = 38\%$$

$$31) \text{Berat jenis agregat campuran} = 2.679 \text{ t/m}^3$$

$$32) \text{Berat jenis beton (Kepadatan)} = 2375 \text{ kg/m}^3$$

$$33) \text{Kadar agregat total} \\ = \text{Kepadatan} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan} \\ \text{semen} \\ = 2375 \text{ kg/m}^3 - 219 - 486.667 \text{ kg/m}^3 \\ = 1669.333 \text{ kg/m}^3$$

$$34) \text{Kadar agregat halus} \\ = \text{Kadar agregat total} \times \text{Persen berat} \\ \text{agregat} \\ = 1669.333 \text{ kg/m}^3 \times 38\% = 634.35 \text{ kg/m}^3$$

$$35) \text{Kadar agregat kasar} \\ = 1669.333 - 634.35 - 110,395 \\ = 924.588 \text{ kg/m}^3$$

$$36) \text{Kebutuhan semen} \\ = 486.667 \text{ /m}^3$$

$$37) \text{Kebutuhan karang} \\ = 110,395 \text{ /m}^3 \text{ (Kadar karang)}$$

$$38) \text{Kebutuhan agregat halus} \\ = 634.35 \text{ /m}^3 \text{ (Kadar agregat halus)}$$

$$39) \text{Kebutuhan agregat kasar} \\ = 924.588 \text{ kg/m}^3 \text{ (Kadar agregat kasar)}$$

Tabel 5. Volume Mix Desain 0,06 m³ Kadar Karang 10 %

Volume	Berat Total (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Karang (kg)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
1 m ³	2375	212	486.667	111.321	637.007	928.006
1 adukan	142.5	12.72	29.2	6.679	38.22	55.68

Tabel 6. Volume Mix Desain 0,06 m³ Kadar Karang 20 %

Volume	Berat Total (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Karang (kg)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
1 m ³	2375	212	486.667	232.682	637.007	806.645
1 adukan	142.5	12.72	29.2	13.961	38.22	48.399

Sudah dilakukan perhitungan mix Mix desain untuk 20% dan 30% diperoleh komposisi campuran berturut-turut adalah

Tabel 7. Volume Mix Desain 0,06 m³ Kadar Karang 30 %

Volume	Berat Total (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Karang (kg)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
1 m ³	2375	212	486.667	393.147	637.007	646.18
1adukan	142.5	12.72	29.2	23.589	38.22	38.771

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan

NO	WAKTU UJI		KODE	FAS	KADAR KARANG	SLJMP	UMUR (hari)	LUAS SILINDER (mm ²)	BERAT BENDA UJI (kg)			BEBAN (P) (ton)			KUAT TEKAN BENDA UJI (Mpa)			NILA RATARATA HASIL UJI (Mpa)
	TANGGAL	PUKUL							I	II	III	I	II	III	I	II	III	
	1	2							3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	22-Jan-13	14	A-1	0.45	10%	85	7	17678.57	12.27	12.264	12.325	38	35	30	21.495	19.798	16.97	19.421
2	22-Jan-13	14	A-2	0.45	10%	85	14	17678.57	12.395	12.425	12.34	39	42	42	22.061	23.758	23.758	23.192
3	22-Jan-13	14	A-3	0.45	10%	85	28	17678.57	12.37	12.385	12.465	40	49	35	22.626	27.717	19.798	23.38
4	24-Jan-13	16	B-1	0.45	20%	105	7	17678.57	12.267	12.28	12.125	30	35	29	16.97	19.798	16.404	17.724
5	24-Jan-13	16	B-2	0.45	20%	105	14	17678.57	12.32	12.277	12.247	34	35	39	19.232	19.798	22.061	20.364
6	24-Jan-13	16	B-3	0.45	20%	105	28	17678.57	12.2	12.28	12.265	35	38	36	19.798	21.495	20.364	20.552
7	28-Jan-13	17	C-1	0.45	30%	100	7	17678.57	12.255	12.252	12.28	38	45	41	21.495	25.455	23.192	23.38
8	28-Jan-13	17	C-2	0.45	30%	100	14	17678.57	12.405	12.24	12.24	48	45	42	27.152	25.455	23.758	25.455
9	28-Jan-13	17	C-3	0.45	30%	100	28	17678.57	12.2	12.246	12.285	52	45	47	29.414	25.455	26.586	27.152



Gambar 3. Grafik Hubungan Umur dengan Kuat Tekan Rata-Rata kurang 10 %

Gambar 3 Pada kadar karang 10% pada umur 7 hari diperoleh kuat tekan sebesar 19.421 Mpa, pada kadar karang 10% diperoleh kuat tekan beton umur 14 hari. Sebesar 23.192 Mpa, sedangkan kadar karang 10% diperoleh kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 23.380 Mpa.



Gambar 4. Grafik Hubungan Umur dengan Kuat Tekan Rata-Rata kurang 20 %

Gambar 4 Pada kadar karang 20% pada umur 7 hari diperoleh kuat tekan sebesar 23.380 Mpa, pada kadar karang 20% diperoleh kuat tekan beton umur 14 hari. Sebesar 20.364 Mpa, sedangkan kadar karang 20% diperoleh kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 20.552 Mpa.

Mpa, dengan kadar karang 20% diperoleh kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 25.455 Mpa, sedangkan kadar karang 20% diperoleh kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 27.152 Mpa.



Gambar 5. Grafik Hubungan Umur dengan Kuat Tekan Rata-Rata kurang 30 %

Gambar 5. Pada kadar karang 30% pada umur 7 hari diperoleh kuat tekan sebesar 17.724 Mpa, dengan kadar karang 30% diperoleh kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 20.364 Mpa, sedangkan kadar karang 30% diperoleh kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 20.552 Mpa.



Gambar 6.: Grafik Hubungan Umur beton dan kuat tekan rata-rata

Keterangan : Dari Grafik gabungan tersebut diatas disimpulkan bahwa hasil rata-rata kadar karang 10% dan 30% lebih besar dari pada kadar karang 20%. Hal ini disebabkan karna: pada saat pembuatan benda uji karang 20% kurang pemadatan sehingga menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan sesuai dengan batasan masalah dan tujuan penelitian dapat disimpulkan bahwa:

a. Komposisi Campuran Karang 10%

- ✓ Agregat Kasar = 55.680 kg
- ✓ Agregat Halus = 38.220 kg
- ✓ Semen = 29.200 kg
- ✓ Karang = 6.679 kg
- ✓ Air = 12.72 liter

Atau = 1 Semen : 1.907 Kerikil : 1.309 Pasir :
0.229 Karang : 0.436 Air

b. Komposisi Campuran Karang 20%

- ✓ Agregat Kasar = 48.399 kg
- ✓ Agregat Halus = 38.220 kg
- ✓ Semen = 29.200 kg
- ✓ Karang = 13.961 kg
- ✓ Air = 12.72 kg

Atau= 1 Semen : 1.6575 Kerikil : 1.308 Pasir :
0.436 Karang : 0.478 Air

c. Komposisi Campuran Karang 30%

- ✓ Agregat Kasar = 38.771 kg
- ✓ Agregat Halus = 38.22 kg
- ✓ Semen = 29.200 kg
- ✓ Karang = 23.589 kg
- ✓ Air = 12.72 liter

Atau= 1 Semen : 1.327 Kerikil : 1.308 Pasir : 0.436
Karang : 0.8078 Air

Hasil uji kuat tekan untuk persentase karang 60 %, 20%, dan 30%

a) Untuk kadar karang 10%

- ✓ Umur 7 hari = 19.421 Mpa
- ✓ Umur 14 hari = 23.192 Mpa
- ✓ Umur 28 hari = 23.380 Mpa

b) Untuk kadar karang 20%

- ✓ Umur 7 hari = 17.724 Mpa
- ✓ Umur 14 hari = 20.364 Mpa
- ✓ Umur 28 hari = 20.552 Mpa

c) Untuk kadar karang 30%

- ✓ Umur 7 hari = 23.380 Mpa
- ✓ Umur 14 hari = 25.455 Mpa
- ✓ Umur 28 hari = 27.152 Mpa

Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan di laboratorium beton dan bahan jalan USTJ, maka beton dengan kadar karang 10%, 20%, dan 30% dapat mencapai kuat tekan beton normal yaitu diatas 20 MPa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Balai Peningkatan Keahlian Teknik Konstruksi KE-PU-AN (2009), "Modul pelatihan pengendalian mutu beton" pusat pembinaan keahlian dan teknik konstruksi BPKSDM-Depertemen pekerjaan umum
- Subakti Aman (1994) "teknologi beton dalam praktek" Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil, FTSP-ITS
- "Modul Praktikum (2010) "Bahan Beton" jurusan teknik sipil, FTSP - USTJ