

ANALISIS KARAKTERISTIK BETON NORMAL DENGAN BATU KARANG GUNUNG MADURA SEBAGAI SUBSTITUSI KERIKIL

Ziza Ayu Pertiwi¹, Akhmad Suryadi², Agus Sugiarto³

Mahasiswi Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email : ayupertiwi7@gmail.com¹, akhmad.suryadi@polinema.ac.id², agus.sugiarto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Akibat dari melimpahnya batu karang gunung di Pulau Madura yang pada dasarnya secara geografis Pulau Madura tersusun atas pegunungan batuan karang gunung, menyebabkan banyak masyarakat Madura yang memanfaatkan agregat batu karang gunung Madura sebagai agregat kasar dari pada harus mensuplay dari luar Pulau Madura. Untuk itu, penelitian ini dibuat bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat batu karang gunung Madura sebagai bahan alternatif pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah dengan variasi 0%, 50%, 75% dan 100%. Metode yang digunakan berupa eksperimental dengan mengacu pada SNI 03-2834-2000 untuk rencana pembuatan beton dengan kuat tekan rencana sebesar 25 MPa, benda uji silinder dengan ukuran Ø15 x 30 cm dan umur rencana 7, 21 dan 28 hari untuk kuat tekan dan 28 hari untuk kuat tarik belah beton dengan seluruh kegiatan dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. Dari hasil penelitian ini nilai kuat tekan dan kuat tarik tidak berpengaruh terhadap beton normal karena nilai kuat tekan tidak mencapai target yang direncanakan yaitu sebesar 25 MPa. Nilai kuat tekan rata-rata optimum umur 28 hari sebesar 18,825 MPa pada variasi 75%. Sedangkan untuk kuat tarik belah optimum umur 28 hari sebesar 2,795 MPa pada variasi 0%.

Kata kunci : Batu karang gunung madura; kuat tekan; kuat tarik belah.

ABSTRACT

As a result of the abundance of mountain rock on Madura Island, which is geographically based on Madura Island, it is composed of mountainous rocky mountains, causing many Madurese people to use Madura mountain rock aggregate as coarse aggregate rather than having to supply it from outside Madura Island. For this reason, this study aimed to determine the effect of using Madura mountain coral aggregate as an alternative material to substitute coarse aggregate on the compressive strength and split tensile strength with variations of 0%, 50%, 75% and 100%. The method used is experimental with reference to SNI 03-2834-2000 for the plan of making concrete with a design compressive strength of 25 MPa, cylindrical specimens with a size of 15 x 30 cm and a design age of 7, 21 and 28 days for compressive strength and 28 days for the split tensile strength of concrete with all activities carried out at the Materials Test Laboratory of Civil Engineering, State Polytechnic of Malang. From the results of this experiment the compressive strength and tensile strength values have no effect on original concrete because the compressive strength value does not reach the planned target of 25 MPa. The optimum average compressive strength value at 28 days is 18,825 MPa at a variation of 75%. Meanwhile, the optimum split tensile strength at 28 days is 2.795 MPa at variation of 0%.

Keywords : Madura mountain coral, compressive strength, splitted tensile strength

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan dalam bidang konstruksi yang sangat penting bahkan tidak bisa dihilangkan dalam konstruksi pembangunan. Agregat merupakan salah satu bahan pokok utama dalam komposisi pembuatan beton dan menjadi salah satu bahan yang sangat diperlukan dalam

konstruksi pembangunan. Sehingga, berakibat meningkatnya kebutuhan akan bahan campuran beton salah satunya yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Penyediaan bahan campuran berupa agregat kasar menjadi dilema bagi daerah kepulauan salah satunya yaitu Pulau Madura, dimana disana harus mensuplay agregat kasar

dari luar Madura untuk tetap terciptanya proses pembangunan. Madura sendiri pada dasarnya memiliki kondisi geografis yang tersusun atas pegunungan batuan karang gunung yang melimpah. Sehingga, banyak masyarakat yang memanfaatkan penggunaan agregat kasar tidak sepenuhnya menggunakan batu pecah/batu kali, akan tetapi menggunakan batuan karang gunung yang tentunya akan mengurangi dari sisi pembiayaan dari pada harus mendatangkan dari luar Madura.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengevaluasi penggunaan batu karang gunung Madura apakah bisa dijadikan sebagai alternatif pengganti agregat kasar dalam proses adukan beton dengan variasi 0%, 50%, 75% dan 100%. Karakteristik yang dimaksud diatas adalah perilaku pengujian beton yang mencakup kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton normal.

2. METODE

Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-2011, kuat tekan beton merupakan besarnya beban maksimum persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur pada tekanan tertentu yang diberikan oleh mesin uji tekan. Berikut merupakan rumus kuat tekan beton dapat dilihat pada **Persamaan 1**.

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

Keterangan :

f_c' = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

Kuat Tarik Belah Beton

Menurut SNI 03-2491-2002, kuat tarik belah berfungsi untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton dengan agregat ringan. Secara teoritis, syarat rencana kuat tarik belah beton memiliki perbandingan antara 9%-15% dari nilai kuat tekan beton. Berikut merupakan rumus kuat tarik belah beton pada **persamaan 2**.

$$f_{ct} = \frac{2 \times P}{L \times D} \quad (2)$$

Keterangan :

f_{ct} = Kuat Tarik Belah Beton (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

L = Panjang Benda Uji (mm)

D = Diameter Benda Uji (mm)

Agregat Batu Karang Gunung Madura

Jenis-jenis batu madura dari sisi tekstur dan kekerasan dapat dikelompokkan menjadi 2 secara fisik diantaranya :

1. Batu Kapur Madura

Batuan ini biasanya diambil dari hasil penggalian/pengerukan tanah. Dari teksturnya batuan ini berwarna coklat kekuning-kuningan dan mempunyai tingkat kekerasan yang kurang baik/mudah hancur terhadap tekanan/gesekan.

2. Batu Karang Gunung

Batuan ini biasanya dapat ditemukan di pegunungan yang tersusun atas batu karang. Dari teksturnya batuan ini berwarna coklat keputihan dan cenderung mempunyai kekerasan yang lebih baik dari pada Batu Kapur. Namun, dari tingkat kekasaran permukaan agregat ini cenderung lebih licin. Sehingga berkemungkinan untuk daya ikat antara mortar dan agregat kurang menyatu.

Untuk itu, batuan karang gunung dipilih untuk diteliti karena sebagian besar masyarakat banyak yang memanfaatkan agregat dari batu karang gunung, karena dari tingkat kekerasannya yang baik.

Pengambilan sampel agregat batu karang gunung di Desa Rang Perang, Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan, Madura.



Gambar 1 Agregat Batu Karang Gunung Madura

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Benda Uji

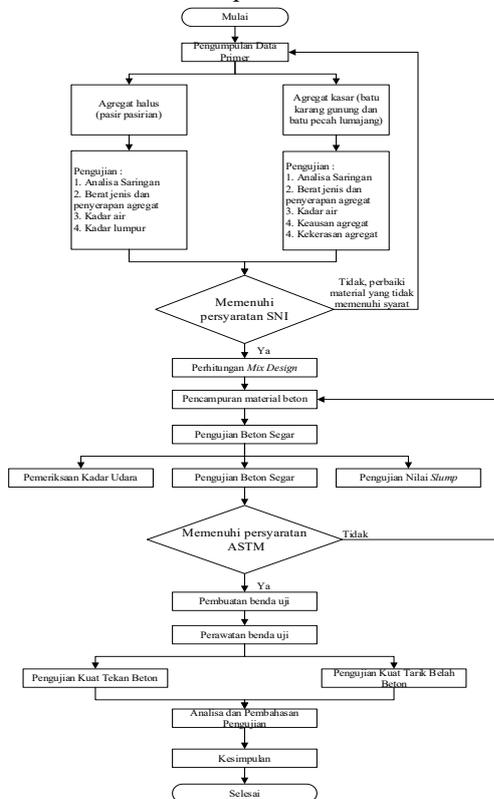
Pada penelitian ini dirancang dengan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Rencana jumlah benda uji sebanyak 48 buah benda uji, dimana 36 buah untuk pengujian kuat tekan dan 12 buah untuk pengujian kuat tarik belah dengan masing-masing variasi sebanyak 3 buah benda uji dan penambahan 3 buah benda uji untuk jagaan serta untuk pengujian beton segar. Jumlah benda uji yang dipakai dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Jumlah Benda Uji yang Digunakan

Variasi	Kuat Tekan			Kuat Tarik Belah	Jagaan
	Umur Beton (hari)				
	7	21	28	28	
0%	3	3	3	3	3
50%	3	3	3	3	3
75%	3	3	3	3	3
100%	3	3	3	3	3
Total	36 buah			12 buah	12 buah
Total	48 buah				

Sumber : Hasil perencanaan

Berikut merupakan diagram alir seluruh kegiatan pada penelitian kali ini tercantum pada **Gambar 2**.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN Agregat Halus

Agregat halus pada penelitian kali ini memakai pasir Lumajang yang selanjutnya diuji sifat fisik agregatnya.

Berikut lampirkan hasil pengujian sifat fisik agregat halus pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar
Modulus Kehalusan	2,57	1,5 – 3,8
Berat Jenis SSD	2,7 gr/cm ³	2,5 – 2,8
Penyerapan	0,51%	1% - 10%
Kadar Lumpur	1,74%	≤ 5%
Kadar Air	4,29%	1% - 5%

Sumber : Hasil Pengujian, 2021

Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini memakai batu pecah Lumajang dengan ukuran butiran 4 cm. Agregat tersebut juga diuji karakteristik untuk menentukan sifat fisik agregatnya. Untuk pengujian sifat fisik agregat Madura sama halnya seperti agregat Lumajang. Berikut lampiran hasil pengujian sifat fisik agregat kasar Lumajang dan agregat Madura dalam **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil Agregat Lumajang	Hasil Agregat Madura	Standar
Modulus Kehalusan	5,66	5,59	5 - 8
Berat Jenis SSD	2,61 gr/cm ³	2,6 gr/cm ³	2,5 – 2,7
Penyerapan	2,37%	0,91%	1% - 5%
Kadar Air	1,99%	0,95%	1% - 5%
Keausan Agregat	58,08%	31,08%	27% - 40%
Kekerasan Agregat	13,26%	9,65%	< 40%

Sumber: Hasil Pengujian, 2021

Perencanaan Mix Desain

Perencanaan *Mix Desain* dimana nantinya untuk menentukan jumlah kebutuhan material pengecoran. Perencanaan ini mengacu pada SNI 03-2834-2000, dengan mutu rencana sebesar 25 MPa dengan total benda uji per variasi sebanyak 15 buah benda uji silinder. Berikut Lampiran dari kebutuhan komposisi campuran setelah dikoreksi proporsi campurannya dalam **Tabel 4**.

Tabel 4 Kebutuhan Bahan Campuran Beton per Variasi

No	Material	Kebutuhan (kg)		Jumlah Benda Uji	Total Kebutuhan(kg)	Fas Koreksi
		Per m ³	Per silinder			

1	Semen	283,00	1,5	15	22,52	0,53
	Air	150,00	0,79		11,92	
	Agregat Halus	661,87	3,64		54,59	
	Agregat Lumajang 100%	1279,84	6,78		101,72	
	Agregat Madura 0%	0,00	0,00		0,00	
2	Semen	283,00	1,50	15	22,52	0,52
	Air	147,40	0,78		11,71	
	Agregat Halus	686,83	3,64		54,59	
	Agregat Lumajang 50%	641,24	3,40		50,97	
	Agregat Madura 50%	641,24	3,40		50,97	
3	Semen	283,00	1,50	15	22,52	0,52
	Air	146,00	1,70		11,61	
	Agregat Halus	686,83	3,64		54,59	
	Agregat Lumajang 25%	320,95	1,70		25,51	
	Agregat Madura 75%	962,85	5,10		76,53	
4	Semen	283,00	1,50	15	22,52	0,53
	Air	144,70	0,77		12,00	
	Agregat Halus	686,83	3,64		54,59	
	Agregat Lumajang 0%	0,00	0,00		0,00	
	Agregat Madura 100%	1285,12	6,81		102,14	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Pengujian Beton Segar

Pengujian Slump

Salah satu pengujian beton segar yaitu pengujian *slump* dimana untuk menentukan tingkat *workability* dalam pembuatan benda uji. *Slump* yang direncanakan pada penelitian ini sebesar 3,0 – 6,0 cm, dimana pada saat pelaksanaan diambil 4 titik sampel dalam penurunannya. Berikut lampiran hasil pengujian nilai *Slump* dalam **Tabel 5**.

Tabel 5 Hasil Pengujian *Slump*

Variasi	Pemeriksaan Nilai <i>Slump</i>				<i>Slump</i> Rata-rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	
0%	4,0	4,0	3,5	3,0	3,6
50%	4,0	3,5	2,5	4,0	3,5
75%	3,5	3,5	3,0	3,0	3,3
100%	4,0	3,5	3,5	3,5	3,6

Sumber : Hasil Pengujian, 2021

Pengujian Kadar Udara

Pengujian ini untuk mengetahui seberapa banyak kandungan udara didalam beton. Beton dikatakan baik apabila kadar udaranya $\leq 6,3\%$. Berikut lampiran hasil pengujian kadar udara dalam **Tabel 6**.

Tabel 6 Hasil Pengujian Kadar Udara

Variasi Agregat	Nilai Kadar Udara (%)
Agregat 0%	2,7%

Agregat 50%	3,4%
Agregat 75%	5,5%
Agregat 100%	5,9%

Sumber: Hasil Pengujian, 2021

Pengujian Bobot Isi Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bobot/berat isi beton yang dihasilkan dari hasil pengecoran. Untuk berat isi beton normal menurut SNI 03-2834-2000 sebesar 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³. Berikut lampiran hasil pengujian bobot isi beton dalam **Tabel 7**.

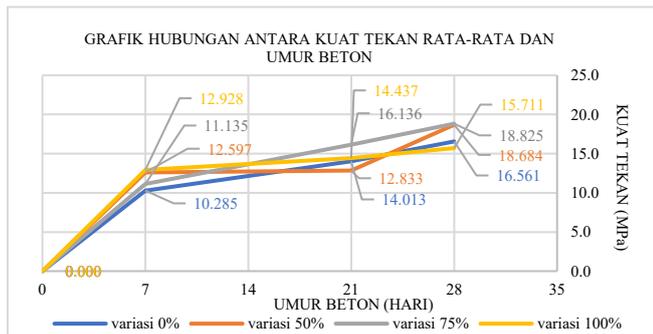
Tabel 7 Hasil Pengujian Bobot Isi Beton

Variasi Agregat	Nilai Bobot Isi Beton (gram)
Agregat 0%	2378
Agregat 50%	2395
Agregat 75%	2399
Agregat 100%	2467

Sumber : Hasil Pengujian, 2021

Pengujian Kuat Tekan Beton

Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 21 dan 28 hari dengan masing-masing 3 buah benda uji. Berikut merupakan lampiran grafik kuat tekan beton dalam **Gambar 3**.



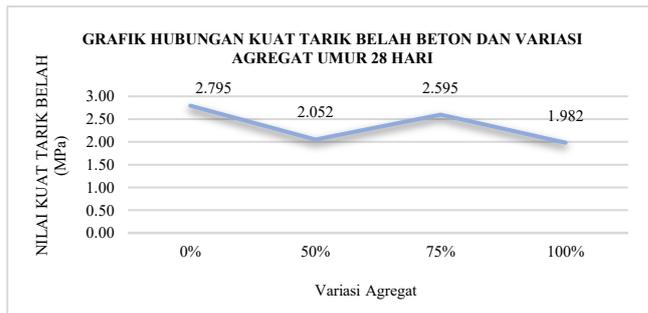
Gambar 3 Grafik Kuat Tekan Beton
 Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Gambar 3 dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat Lumajang maupun agregat Madura tidak memberikan pengaruh yang signifikan, dimana kuat tekan rencana yang dihasilkan tidak mencapai target yang direncanakan sebesar 25 MPa. Beton pada umur 7 hari dengan variasi 0% sebesar 10,285 MPa. Untuk variasi 50% sebesar 12,594 MPa. Untuk variasi 75% sebesar 11,135 MPa dan variasi 100% sebesar 12,928 MPa. Pada umur beton 21 hari dengan variasi 0% sebesar 14,013 MPa. Untuk variasi 50% sebesar 12,833 MPa. Untuk variasi 75% sebesar 16,136 MPa dan untuk variasi 100% sebesar 14,437 MPa. Pada umur beton 28 hari dengan variasi 0% sebesar 16,561 MPa. Untuk variasi 50% sebesar 18,684 MPa. Untuk variasi 75% sebesar 18,825 MPa dan untuk variasi agregat 100% sebesar 15,711 MPa.

Tidak tercapainya target rencana 25 MPa tersebut diduga diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya, pemilihan agregat kasar yaitu agregat Lumajang sebagai pembanding yang secara sifat fisik tidak memenuhi persyaratan. Seperti pada pengujian keausan agregat. Dari sisi agregat pun memiliki permukaan yang berpori. Faktor lain juga disebabkan oleh agregat Madura sendiri yang memiliki permukaan agregat yang licin dan memiliki bentuk ukuran yang seragam sama besar dan cenderung tumpul/tidak runcing. Sehingga, menyebabkan proses lekatan antara mortar dan agregat pun lebih kecil. Faktor selanjutnya diakibatkan oleh kurangnya penumbukan pada saat pengecoran sehingga menyebabkan benda uji berlubang/berongga, yang berakibat benda uji tidak maksimal menopang beban tekan.

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari dengan total jumlah benda uji sebanyak 12 buah. Berikut merupakan lampiran grafik pengujian kuat tarik belah beton pada Gambar 4.

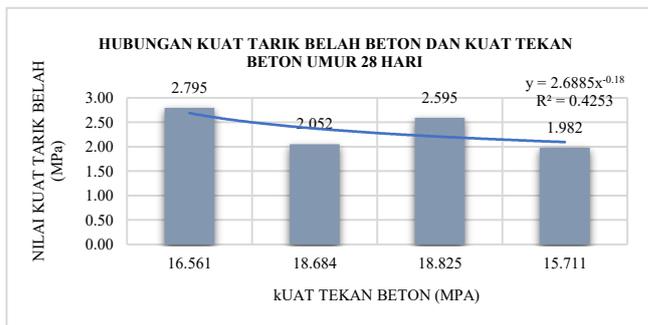


Gambar 4 Grafik Kuat Tarik Belah Beton
 Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Pada Gambar 4 diatas disimpulkan bahwa kuat tarik belah beton pada umur 28 hari, untuk variasi 0% sebesar 2,795 MPa. Untuk variasi 50% sebesar 2,052 MPa. Untuk variasi 75% sebesar 2,595 MPa dan untuk variasi 100% sebesar 1,982 MPa.

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah pada umur 28 hari, maka dibuat grafik hubungan antara keduanya. Berikut lampiran grafik hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Pada Gambar 5 diatas disimpulkan bahwa hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah berbanding terbalik. Dimana semakin meningkatnya nilai kuat tekan beton maka nilai kuat tariknya semakin menurun.

Menurunnya kuat tarik belah tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yang sama permasalahannya dengan faktor kuat tekan. Namun, yang paling mencolok yaitu kurangnya daya ikat antara mortar dengan agregat Madura. Dimana, agregat Madura sendiri memiliki permukaan agregat yang licin/tidak kasar. Sehingga berakibat banyak agregat Madura yang lepas dari tempatnya. Dibuktikan juga pada saat pengujian kuat tarik belah agregat Lumajang, agregatnya membelah akibat dari pengujian. Namun, berbeda dengan

agregat Madura. Dimana agregatnya banyak yang terlepas dari tempatnya/tidak membelah.

Hal ini juga didukung oleh J. Handoyo pada jurnal yang berjudul “Potensi Pemakaian Kerikil Paterongan, Torjun, dan Omben Di Pulau Madura Untuk Beton Struktur”. Menurutnya, agregat Madura mempunyai warna khas kecoklatan sedikit putih akan tetapi memiliki nilai kekerasan yang bagus dan diketahui bahwa daya lekatan antara agregat kasar Madura dengan semen kurang baik. Kurangnya ikatan ini, diakibatkan oleh tekstur permukaan yang memang pada dasarnya tergolong licin. Berikut merupakan gambar visual dari hasil pengujian kuat tarik belah antara agregat Lumajang dan agregat Madura pada lampiran **Gambar 6**.



Gambar 6 Perbedaan Visual Antara Kuat Tarik Belah Agregat Lumajang dan Madura
Sumber: Hasil Pengujian, 2021

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian diatas dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

- Karakteristik dari sifat fisik agregat Madura memiliki modulus kehalusan yang lebih rendah sebesar 5,59 dari pada agregat Lumajang yaitu sebesar 5,66. Untuk berat jenis SSD yang relatif hampir sama yaitu sebesar 2,6 gr/cm³ dari pada agregat Lumajang sebesar 2,61 gr/cm³ dengan tingkat penyerapan yang lebih kecil sebesar 0,91% dari pada agregat Lumajang yaitu sebesar 2,37%. Untuk kadar air agregat Madura cukup rendah yaitu sebesar 0,94% dari pada agregat Lumajang yaitu sebesar 1,99%. Untuk tingkat keausan agregat, agregat Madura sangat baik sebesar 31,08% dari pada agregat Lumajang yaitu sebesar 58,08% dan memiliki tingkat kekerasan agregat yang baik juga sebesar 9,65% dari pada agregat Lumajang yaitu sebesar 13,26%.
- Penggunaan agregat Madura tidak memberikan pengaruh yang signifikan, dimana kuat tekan rencana yang dihasilkan tidak mencapai target yang direncanakan sebesar 25 MPa. Beton pada umur 7 hari dengan variasi 0% sebesar 10,285 MPa. Untuk variasi 50% mengalami peningkatan 18,4% dari beton normal sebesar 12,594 MPa. Untuk variasi 75% mengalami peningkatan 7,6% dari beton normal sebesar 11,135 MPa dan variasi 100% mengalami peningkatan 20,4% dari beton normal sebesar

12,928 MPa. Pada umur beton 21 hari dengan variasi 0% sebesar 14,013 MPa. Untuk variasi 50% mengalami penurunan 9,2% dari beton normal sebesar 12,833 MPa. Untuk variasi 75% mengalami peningkatan kembali 13,2% dari beton normal sebesar 16,136 MPa dan untuk variasi 100% mengalami peningkatan 2,9% dari beton normal sebesar 14,437 MPa. Pada umur beton 28 hari dengan variasi 0% sebesar 16,561 MPa. Untuk variasi 50% mengalami peningkatan kuat tekan 11,4% dari beton normal sebesar 18,684 MPa. Untuk variasi 75% mengalami peningkatan juga 12% dari beton normal sebesar 18,825 MPa dan untuk variasi agregat 100% mengalami penurunan kuat tekan 5,4% dari beton normal sebesar 15,711 MPa.

- Penggunaan agregat Madura terhadap kuat tarik belah beton juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Pada umur 28 hari, untuk variasi 0% sebesar 2,795 MPa. Untuk variasi 50% mengalami penurunan kuat tarik belah 27% dari kuat tarik belah beton normal sebesar 2,052 MPa. Untuk variasi 75% mengalami penurunan kuat tarik belah 7% dari kuat tarik belah beton normal sebesar 2,595 MPa dan untuk variasi 100% mengalami penurunan kuat tarik belah 29% dari kuat tarik belah beton normal sebesar 1,982 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mukti, Moch. Hazin. *Kelayakan Batu Gunung Madura Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Madura.
- [2] Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [3] Nugraha, Paul, dkk. 2007. *Teknologi Beton, dari Material, Pembuatan, Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [4] Rochmah, Nurul. *Pemanfaatan Batu Kapur Didaerah Sampang Madura Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 1974-2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standarisasi.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03-2491-2002 Tentang Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi.