

Analisis Penggunaan Agregat Buntu Barana' Sebagai Agregat Kasar dengan Penambahan Zat Tambah Betonmix Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Alfaolan Kala' Tangga, Syahrul Sariman, Fauzy Lebang

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : alfoalankalatangnga@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 20-02-2023

Direvisi: 16-08-2023

Disetujui: 30-09-2023

Abstract. Along with the very high demand for concrete, therefore the use of dead-end aggregate as coarse aggregate and with the addition of additives for mixed concrete can be used like concrete in general. The aim of the research is to obtain normal concrete with a compressive strength $F'c$ of 25 Mpa, determine the effect of varying Buntu Barana' aggregates (25%, 50%, 75%, 100%) and with the addition of I-3 Betonmix additives on compressive strength, splitting tensile strength of concrete and determining the relationship between compressive and splitting tensile strength of concrete using Buntu Barana' aggregate with the addition of concrete mix. From the results of the study, it was obtained an analysis of the use of Buntu Barana' aggregate as coarse aggregate with the addition of mixed concrete additives to the compressive strength and split tensile strength of concrete. In this study, the compressive strength with 25% of Buntu Barana' aggregate is 27.46 MPa; 50% yielded a compressive strength of 27.08 MPa; 75% yielded a compressive strength of 26.61 MPa; and 100% produces a compressive strength of 25.95 MPa. In the split tensile strength with 25% dead-end aggregate, it is 3.28 MPa; 50% of 3.21 MPa; 75% of 3.18 MPa and 100% of 2.59 MPa. the equation of the relationship between the compressive strength and split tensile strength of concrete with a value of $R^2 = 0.95375$ and $y = 0.9979 x^{0.34}$.

Abstrak. Seiring dengan permintaan beton yang sangat tinggi maka dari itu penggunaan agregat buntu barana' sebagai agregat kasar dan dengan penambahan zat tambah betonmix dapat digunakan seperti beton pada umumnya. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh beton normal dengan kuat tekan $F'c$ 25 Mpa, menentukan pengaruh agregat Buntu Barana' yang bervariasi (25%, 50%, 75%, 100%) dan dengan penambahan I-3 zat tambah Betonmix terhadap kuat tekan, kuat tarik belah pada beton serta menentukan hubungan kuat tekan dan tarik belah beton dengan menggunakan agregat Buntu Barana' dengan penambahan betonmix. Dalam penelitian ini kuat tekan dengan agregat Buntu barana' 25 % adalah 27,46 MPa; 50% menghasilkan kuat tekan 27,08 MPa; 75% menghasilkan kuat tekan 26,61 MPa; dan 100% menghasilkan kuat tekan 25,95 MPa. Pada kuat tarik belah dengan agregat Buntu barana' 25% sebesar 3,28 MPa; 50% sebesar 3,21 MPa; 75% sebesar 3,18 MPa dan 100% sebesar 2,59 MPa. persamaan hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan nilai $R^2=0.95375$ dan $y= 0.9979 x^{0.34}$.

Keywords:

Buntu Barana Aggregate;
Betonmix; Tensile Strength;
Compressive Strength

Corresponden author:

Email: alfoalankalatangnga@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Beberapa hal yang perlu ditinjau dalam pembuatan beton adalah harganya relatif murah, mudah didapat, memiliki kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap faktor kondisi lingkungan. Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan kataristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (workability), durabilitas, dan waktu pengerasan (Mc.Cormac, 2004). Secara Sederhana Beton dibentuk oleh pengkerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah kerikil). Kadangkadang ditambahkan campuran bahan lain (admixture) untuk memperbaiki kualitas beton (Astroni, 2010).

Material Buntu Barana' merupakan material yang berupa batuan kars yang berada di Toraja Utara, Kecamatan Tikala, Kelurahan Buntu Barana'. Batu kapur (limestone) ($CaCO_3$) adalah sebuah batuan sedimen

terdiri dari mineral calcite (kalsium carbonate). Sumber utama dari calcite ini adalah organism laut. Organisme ini mengeluarkan shell yang keluar ke air dan terdeposit di lantai samudra sebagai pelagic ooze Batu Kapur dapat terjadi dengan beberapa cara yaitu secara organik secara mekanik atau secara kimia sebagian batu kapur dialam terjadi secara organik. Jenis ini berasal dari pengembangan cangkang atau rumah kerang dan siput. Untuk batu kapur yang terjadi secara mekanik sebetulnya bahannya tidak jauh beda dengan batu kapur secara organik yang membedakannya adalah terjadinya perombakan dari bahan batu kapur tersebut kemudian terbawa oleh arus dan biasanya diendapkan tidak jauh dari tempat semula. Betonmix Admixture atau Aditif adalah material tambahan yang sering digunakan pada pembuatan campuran beton cor ready mix yang terbuat dari kimia, zat tambahan ini dicampurkan setelah air, semen, dan kerikil, yang ditambahkan ke beton atau mortar sebelum atau selama pencampuran.

Agregat halus pada umumnya berbutir lebih kecil dari 4,80 mm, contoh agregat halus seperti, pasir, baik berupa pasir alami atau dari hasil pemecahan batu. Pasir alam dapat diperoleh dari dalam tanah, dasar sungai, atau dari tepi laut, (Tjokrodinuljo, 2010). Agregat kasar pada umumnya berbutir lebih besar dari 4,80 mm, contoh agregat kasar seperti, kerikil, kerikil, batu pecah, atau split. Kerikil sebagai hasil desintregasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Menurut SNI 03 – 2847 – 2002. Menurut Mulyono, kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Kusumo, 2013). Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm, diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Berdasar hal tersebut, permintaan beton yang sangat tinggi disemua tempat khususnya di daerah toraja, maka dari itu penelitian ini dimaksudkan untuk menjadikan agregat Buntu Barana' sebagai bahan alternatif penggunaan batu pecah seperti pada umumnya, penggunaan batu pecah dalam pembuatan beton sangatlah tinggi, pengambilan batu pecah di daerah toraja sampai ke luar daerah maka dari itu, penggunaan agregat Buntu Barana ini diharapkan dapat digunakan seperti batu pecah pada umumnya dengan penambahan admixture Beton Mix yang digunakan ini berupa zat cair, sedangkan material Buntu Barana' berupa batuan kars yang di pecahkan seperti batu pecah pada umumnya. Dengan menggunakan batu pecah ini kita dapat memproduksi beton yang seragam dan dapat memproduksi mutu beton yang akan dicapai.

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh beton normal dengan kuat tekan $F_c' 25$ Mpa, menentukan pengaruh agregat Buntu Barana' yang bervariasi (25%, 50%, 75%, 100%) dan dengan penambahan I-3 zat tambah Betonmix terhadap kuat tekan, kuat tarik belah pada beton serta menentukan hubungan kuat tekan dan tarik belah beton dengan menggunakan agregat Buntu Barana' dengan penambahan betonmix.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar. Material yang digunakan berasal dari Kelurahan Buntu Barana', Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. dengan titik koordinat -2,9426843, 119,8934656.

Prosedur penelitian ini meliputi persiapan benda uji yaitu, data agregat halus. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir. Adapun langkah pengujian ini dilakukan sebagai berikut :

- a) Pemeriksaan analisa saringan agregat halus. Tujuan pemeriksaan metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus menggunakan saringan.
- b) Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus Tujuan pemeriksaan untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus.
- c) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus Tujuannya Pemeriksaan tujuannya untuk menentukan berat jenis (bulk specific gravity) dan penyerapan agregat halus.
- d) Pemeriksaan berat volume Tujuan pemeriksaan menentukan berat isi agregat halus atau campuran yang didefinisikan sebagai perbandingan antar berat material kering dengan volumenya.
- e) Pemeriksaan kadar air agregat halus Tujuan pemeriksaan untuk menentukan angka persentase kadar air agregat halus dengan cara pengeringan sangrai. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air dalam adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

Pada penelitian ilmiah kali ini beton yang akan diuji yaitu berukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm untuk kuat tekan dan 15 cm x 15 cm x 60 cm untuk kuat lentur. Beton yang diuji telah dilakukan curing atau perawatan selama 28 hari.

Langkah-langkah pengujian kuat tekan :

- a) Beton di angkat setelah 28 hari perendaman
- b) Beton ditimbang sebelum dilakukan pengujian
- c) Beton di beri capping menggunakan sulfur
- d) Beton diuji kuat tekan dengan mesin uji kuat tekan

Rumus perhitungan kuat tekan

$$F_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

F_c = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban maksimum

A = Luas penampang

Langkah-langkah pengujian kuat lentur

- a) Beton di angkat setelah 28 hari perendaman
- b) Beton ditimbang sebelum dilakukan pengujian
- c) Beton di uji kuat tarik belah dengan mesin uji kuat tarik belah

Rumus perhitungan kuat lentur dimana bidang patah terletak di daerah pusat (1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut.

$$T = \frac{2P}{\pi.L.d}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum

L = Panjang benda uji (mm)

d = Diameter benda Uji

Korelasi antar kuat tekan dan kuat tarik belah dapat di hitung dengan menggunakan metode curve fitting dengan persamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) = 0$$

Dimana :

X_i = Kuat Tekan Beton sampe ke-i

Y_i = Kuat Tarik Belah sampe ke-i

a = Faktor Korelasi antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Tabel 1. Notasi dan Jumlah Sampel

Notasi Sampel	Semen	Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)	Beton Mix (%)	Material Buntu Barana (%)	Jumlah sampel	
						Kuat Tekan	Kuat Tarik
Beton Normal	a	100	100	-	-	20	3
BT-1	a	75%	100	0,8	25%	3	3
BT-2	a	50%	100	0,8	50%	3	3
BT-3	a	25%	100	0,8	75%	3	3
BT-4	a	0%	100	0,8	100%	3	3
Jumlah						44	

Analisa data dan Pembahasan Data yang diperoleh dari hasil pengujian & perhitungan kuat tekan, kuat lentur, workability serta air content selanjutnya dianalisa. Setelah semua data tersebut dianalisa maka dilakukan pembahasan terhadap hasil analisa. Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan. Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya dilakukan dengan meninjau kuat tekannya. Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban terhadap luas penampang beton. Menurut Susilorini dan Suwarno (2009) faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton antara lain :

- a) Umur Beton Kuat tekan beton bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, Semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.
- b) Jumlah Semen Jika nilai slump sama (nilai faktor air semen berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jika nilai slump sama dan jumlah air juga hampir sama maka mempengaruhi penambahan semen hal ini berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berakibat penambahan kuat tekan betonnya.
- c) Sifat Agregat Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus dan kasar berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk.

Sedangkan ukuran maksimum agregat akan mempengaruhi kuat tekan betonnya.

Pemeriksaan kuat tarik belah betondilakukan untuk mengetahui secara pasti akankekuatan tarik belah beton pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan

benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Kuat tarik belah beton dari benda uji.

Table 2. Spesifikasi dan Hasil Pengujian Analisa Saringan (Agregat Halus)

No.	Ukuranayakan	% Lolos	Interval
	Saringan (ASTM E11)		
1.	3/8 in (9,5 mm)	100	-
2.	No. 4 (4,75 mm)	100	90-100
3.	No. 8 (2,36 mm)	96,29	80-100
4.	No. 16 (1,18 mm)	71,07	50-85
5.	No. 30 (0,6 mm)	49,90	25-60
6.	No. 50 (0,3 mm)	25,62	5-30
7.	No. 100 (0,15mm)	7,20	0-10
8.	No. 200 (0,075 mm)	1,70	-

Table 3. Spesifikasi dan Hasil Pengujian Analisa Saringan (Agregat Kasar)

No.	Ukuranayakan	% Lolos	Interval
	Saringan (ASTM E11)		
1.	¾ in (19,05 mm)	100	90-100
2.	½ in (12,7 mm)	36,87	20-55
3.	3/8 in (9,5 mm)	9,17	0-15
4.	No. 4 (4,75 mm)	3,58	0-5
5.	No. 8 (2,36 mm)	2,06	-
6.	No. 16 (1,18 mm)	0,46	-
7.	No. 30 (0,6 mm)	0,44	-
8.	No. 50 (0,3 mm)	0,40	-
9.	No. 100 (0,15mm)	0,39	-
10.	No. 200 (0,075 mm)	0,34	-

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir

Jenis Pemeriksaan	Metode	Benda Uji		Rata-rata
		A	B	
Berat jenis dan penyerapan				
1. Bulk	SNI 03-1970-2008	2,37	2,41	2,39
2. SSD		2,40	2,45	2,42
3. Semu		2,44	2,50	2,47
4. Penyerapan		1,28	1,40	1,34

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Batu Pecah

Jenis Pemeriksaan	Metode	Benda Uji		Rata-rata
		A	B	
Berat jenis dan penyerapan				
1. Bulk	SNI 03-1970-2008	2,48	2,49	2,49
2. SSD		2,53	2,54	2,54
3. Semu		2,62	2,61	2,62
4. Penyerapan		2,16	1,81	1,99

Tabel 6. Komposisi Kebutuhan Material Beton

Bahan Mortar	Berat / M ³ Beton (Kg)	Volume Benda Uji	Berat Untuk 1 Silinder	Berat Untuk 5 Silinder
Air	193,90	0,0053	1,03	6,16
Semen	436,17		2,31	13,87
Pasir	658,33		3,49	20,93
Bp 1-2	960,95		5,09	30,55

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kuat tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm, diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996). Berdasarkan Gambar 1 di bawah ini, dapat digambarkan grafik perbandingan kuat tekan beton normal terhadap kuat tekan beton variasi sebagai berikut :

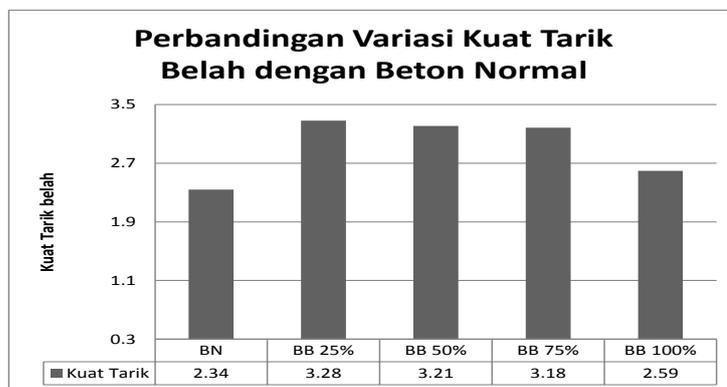


Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa kuat tekan beton variasi lebih tinggi daripada kuat tekan beton normal. Menurut Armin. (2017) bahwa salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah memilih jenis agregat kasar yang tepat. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan kualitas agregat kasar dari batu gunung dan dari batu sungai terhadap kuat tekan beton f_c' 30 MPa (K300) dan kuat tarik belah beton. Selanjutnya Sumajouw (2014) menyatakan sifat karakteristik dari material pembentuk beton mutu tinggi yang nantinya merupakan dasar untuk mendisain komposisi (mix-design) beton mutu tinggi. Setelah komposisi campuran beton mutu tinggi diperoleh, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap nilai kuat tekan beton mutu tinggi. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan menghasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. tren menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari.

Pengujian Kuat Tarik belah Beton

Uji kuat tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui berapa gaya tarik maksimal yang diberikan kepada beton dalam satuan KN. Setelah mencapai umur rencana perawatan benda uji 28 hari, maka setiap benda uji dibagi berdasarkan variasi agregat Buntu Barana' yang digunakan, kemudian dilakukan uji tarik belah di Laboratorium. Berdasarkan Gambar 2 di bawah ini, dapat digambarkan grafik perbandingan kuat tarik belah beton normal terhadap kuat tarik beton variasi sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa kuat tarik belah beton variasi lebih tinggi dari pada kuat tarik beton normal.

Adapun perbandingan persentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton variasi yaitu :

Tabel 7. Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi

No	Notasi	Kuat Tekan	Selisih %
1	BN	25.89	
2	BB 25%	27.46	1.59
3	BN	25.89	
4	BB 50%	27.08	1.21
5	BN	25.89	
6	BB 75%	26.61	0.74
7	BN	25.89	
8	BB 100%	25.95	0.08

Adapun perbandingan persentase kenaikan kuat tarik belah beton normal dengan kuat tarik beton variasi yaitu :

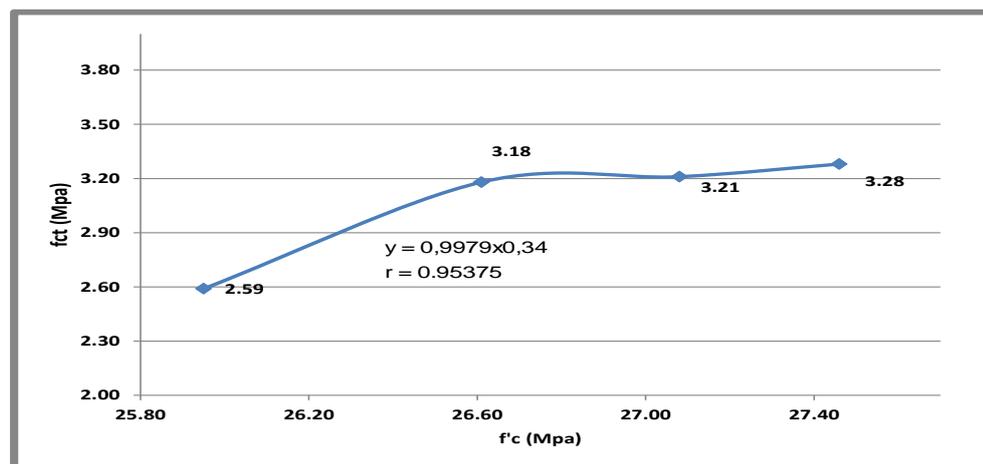
Tabel 8 Persentase Kenaikan Kuat Tarik Belah Beton Normal dengan Beton Variasi

No	Notasi	Kuat Tarik	Selisih %
1	BN	2.34	
2	BB 25%	3.28	0.94
3	BN	2.34	
4	BB 50%	3.21	0.87
5	BN	2.34	
6	BB 75%	3.18	0.85
7	BN	2.34	
8	BB 100 %	2.59	0.26

Berdasarkan Gambar 8 di atas di peroleh nilai kuat tarik belah tertinggi sebesar 3.28 Mpa, Pada penggunaan agregat Buntu Barana' sebesar 25% dan Sedangkan nilai kuat tekan terendah sebesar 2.59 Mpa pada penggunaan agregat Buntu Barana' sebesar 100%.kenaikan kuat tekan beton disebabkan karena agregat Buntu Barana' memiliki kualitas yang baik, dalam hal ini agregat Buntu Barana' yang digunakan berbentuk bentuk batu pecah pada umumnya

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik

Korelasi antar kuat tekan dan kuat tarik belah dapat di hitung dengan menggunakan metode curve fitting. Gambar 3. diperoleh persamaan hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik dengan nilai $R^2 = 0.85375$ dan $y = 0.9979 x 0.34$, dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan tarik beton.



Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik belah beton

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan campuran beton normal $f'c$ 25 MPa diperoleh komposisi campuran pasir 658.54 kg/m³, batu pecah 960.99 kg/m³, semen 436.17 kg/m³, dan air 194.30 kg/m³. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton normal adalah 25,89 Mpa. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pengaruh agregat Buntu Barana' yang bervariasi dan dengan penambahan zat tamah betonmix dengan nilai kuat tekan dan tarik belah pada umur 28 hari mengalami kenaikan kuat tekan dan tarik belah terhadap beton normal (BN). Hasil pengujian, hubungan kuat tekan dan tarik belah beton yang diperoleh dari persamaan hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik dengan nilai $R = 0.95375$ dan $y = 0.9979 x 0.34$

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Antono, 1989, Beton Tulangan, Andi Offset, Yogyakarta.
- Chandra, P.A., 2011. Tinjauan Kuat Tekan Beton Dengan Metode ACI dan SNI 1990 Dengan Penambahan Bahan Aditive. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Cholink, Arwin. "Pengaruh Penambahan Additive Beton Mix Dan Batu Kapur Terhadap Kuat Tekan Beton" Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang (2019)
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia NI-2, Yayasan LPMB, Bandung.

- Departemen Pekerjaan Umum, 1982. Peraturan Umum Bahan bangunan Indonesia, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2000. Tata Cara Perhitungan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi, SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03), Yayasan LPMB, Bandung.
- D.H, Bambang., Pengaruh Perbedaan Karakteristik Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2007.
- F.X., Supartono, 1998. Beton Berkinerja Tinggi, Keunggulan dan Permasalahannya, Seminar HAKI, Jakarta.
- Hartono, Hartono. "Studi Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Dari Batu Kapur" Jurnal Teknik Sipil 2013.
- Mulyono, T, 2005. Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1978, Bahan Dan Praktek Beton, Erlangga, Jakarta.
- Muklis, Yelvi. Pengaruh Beberapa Jenis Pasir Terhadap Kekuatan Beton. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, 2013
- Neville dan Brooks, 1987. Bahan Dan Praktek Beton, Erlangga, Jakarta.
- Rajak, F. S. A., Dapas, S. O., Sumajouw, M. D. J., 2020. Pengujian Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Agregat Lokal dengan Pemanfaatan Abu Sekan Padi dan Batu Apung sebagai Substitusi Parsial Semen, Jurnal Sipil Statik Vol 8 No 2, ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sagel, R.Ing, DKK, 1993, Pedoman Pengerjaan Beton (Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03),Erlangga, Jakarta.