

DESIGN MIX FORMULA MUTU BETON K-300 DENGAN CAMPURAN AGREGAT KASAR DARI QUARRY DESA SARANG TIUNG, DESA TANJUNG BATU SERTA AGREGAT HALUS DARI QUARRY DESA SUNGUP, DESA CANTUNG DITINJAU TERHADAP KUALITAS MUTU

Sylvina Permatasari¹, Satriani²

Prodi Teknik Sipil Politeknik Kota Baru^{1,2}

E-mail : sylvinapermata@gmail.com¹, satriani_ktb@yahoo.co.id²

ABSTRAK

Perencanaan *Design Mix* Formula target beton mutu K-300 dengan campuran agregat kasar (kerikil/batu pecah) dari *quarry* Desa Sarang Tiung dan Desa Tanjung Batu serta agregat halus (pasir) dari *quarry* Desa Sungup dan Desa Cantung ditinjau terhadap kualitas mutu. Pada pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan halus untuk mendapatkan mutu beton K-300 didapatkan: a. Agregat kasar *quarry* Desa Sarang Tiung memiliki gradasi maksimal 40 mm dengan niali kadar air 2,564% dan kadar lumpur 2,307% sehingga sebelum digunakan agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu. b. Agregat kasar *quarry* Desa Tanjung Batu memiliki gradasi maksimal 40 mm dengan kadar air 3,896% dan kadar lumpur 1,558% sehingga sebelum digunakan agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu. c. Agregat halus *quarry* Desa Sungup termasuk dalam zona 2 (Pasir agak kasar) dengan kadar air 6,382% dan kadar lumpur 11,17% sehingga sebelum digunakan agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu. d. Agregat halus *quarry* Desa Cantung termasuk dalam zona 3 (Pasir agak halus) dengan kadar air 8,695% dan kadar lumpur 2,173% sehingga sebelum digunakan agregat halus tersebut tidak harus dicuci terlebih dahulu. e. Nilai keausan agregat kasar *quarry* Desa Sarang Tiung 27,1%, 40% dan *quarry* Desa Tanjung Batu 38,3% 40%, sehingga memenuhi syarat keausan agregat.

Nilai kuat tekan beton rata-rata untuk sampel beton dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *quarry* Batu Desa Sarang Tiung dan *quarry* pasir Desa Sungup menghasilkan kuat tekan 250,874 kg/cm². Sedangkan *quarry* Batu Desa Sarang tiung dan *quarry* pasir Desa Cantung menghasilkan kuat tekan 232,711 kg/cm². Campuran Quarry Batu Desa Tanjung Batu dan *quarry* pasir Desa Sungup menghasilkan kuat tekan 219,111 kg/cm², Dan Campuran *quarry* Batu Desa Tanjung Batu dan *quarry* pasir Desa Cantung menghasilkan kuat tekan 249,333 kg/cm². Nilai kuat tekan tidak mencapai mutu rencana K-300, sehingga perlu adanya bahan tambah untuk meningkatkan mutu beton.

Kata Kunci : Agregat, *Quarry*, Kuat Tekan, Karakteristik Agregat, Mutu Beton.

PENDAHULUAN

Beton dalam konstruksi sipil merupakan material yang sangat penting dimana beton merupakan campuran yang berisi pasir, kerikil/batu pecah dan juga agregat lain yang dicampurkan menjadi

satu dengan suatu pasta terbuat dari semen dan air yang membentuk massa dan sangat mirip seperti batu dapat digunakan untuk membuat pondasi, balok, dan plat lantai. Dalam penggunaan beton, agregat memiliki peran yang sangat penting dimana agregat

merupakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan memberikan kekuatan, stabilitas, dan ketahanan terhadap kerusakan pada beton. Banyaknya batu pecah/kerikil dan pasir dari sumber yang berbeda memberi banyak alternatif pilihan bagi kontraktor dan perusahaan menghasilkan beton yang baik dan efisien.

Mutu beton K-300 merupakan salah satu mutu beton kelas menengah dengan kuat tekanya mencapai 300 kg/cm² atau 24,90 MPa setelah beton kering dan berumur 28 hari dari waktu setelah pengecoran. Sedangkan *quarry* adalah tempat penambangan agregat yang umum digunakan dalam industri konstruksi. Ada beberapa jenis agregat yang dapat diperoleh dari *quarry*, seperti pasir, kerikil, dan batu-batu kecil.

Untuk menghasilkan kualitas beton dengan mutu yang baik maka harus dilakukan pengujian yang diawali dengan perencanaan campuran beton (*Job Mix Design*). *Job Mix Design* mutu K-300 yang biasa digunakan untuk membangun sebuah bangunan yang kuat dan kokoh seperti pembangunan jembatan, pondasi atau pekerasan jalan raya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi campuran beton mutu K-300 dengan *quarry* yang berbeda dan mengetahui campuran agregat daerah mana yang terbaik untuk digunakan ditinjau terhadap mutu beton. Agar mengetahui hasil campuran mutu beton K-300 yang terbaik dari agregat tersebut dan dapat memberikan rekomendasi agregat yang terbaik dari segi mutu untuk digunakan dalam pembuatan beton mutu K-300, maka dibutuhkan suatu penelitian yang mendalam mengenai sifat-sifat bahan material penyusun beton yang mempengaruhi kuat tekan beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak

dipakai di Indonesia dalam pembangunan fisik. Karena sifatnya yang unik maka diperlukan pengetahuan yang cukup luas, antara lain mengenai sifat bahan dasarnya, cara pembuatannya, cara evaluasinya, dan variasi bahan tambahannya. Ditinjau dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Selain itu beton tahan terhadap serangan api. Sifat beton yang kurang disenangi adalah mengalami deformasi yang tergantung pada waktu dan disertai dengan penyusutan akibat mengeringnya beton serta gejala lain yang berhubungan dengan hal tersebut.

Mutu Beton

Mutu beton yaitu nilai beban tekan dibagi satuan luas yang mana nilai beban tekan diambil ketika sampel beton hancur dengan menggunakan alat kuat tekan. Mutu beton rencana (f'_c) yaitu mutu beton yang ditetapkan oleh seorang perencana bangunan struktur dengan menggunakan sampel beton silinder yang ukuran diameternya 150 mm dan tingginya 300 mm menggunakan satuan Mega Pascal (Mpa). Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f'_c = Mutu Beton (Mpa)

P = Gaya maksimum dari alat uji tekan (N)

A = Luas bagian sampel yang dibeban (mm²)

Jika kita ingin mendapatkan mutu beton sesuai dengan rencana, maka diperlukan perencanaan campuran beton dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000 mengenai metode perencanaan adukan beton normal. Selain itu, usahakan ketika beton diaduk benar-benar homogen sehingga tidak terjadi

segregasi (kelecekan). Kekuatan beton sangat ditentukan oleh komposisi bahan beton dan kepadatan campuran beton. Semakin sedikit rongga dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat tekan beton yang didapatkan.

Syarat-syarat penting pembuatan beton:

1. Beton segar harus mudah pelaksanaannya di lapangan dengan kata lain mudah pengerjaannya atau mudah dituang.
2. Adukan beton harus mampu menahan beban struktur bangunan rencana.
3. Beton direncanakan dan dianalisis seekonomis mungkin.

Sampel Beton

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat sampel benda uji berbentuk kubus untuk diuji kekuatannya. Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan berbentuk kubus perhitungan kebutuhan bahan tiap benda uji menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Volume Kubus} = 15 \times 15 \times 15$$

Slump Test

Sebelum melakukan pembuatan benda uji yang harus dilakukan adalah pengujian *slump test*. *Slump test* adalah salah satu ukuran kekuatan adukan beton, *slump test* berfungsi menentukan kekuatan atau konsistensi beton segar sehingga dapat ditentukan tingkat mudah dikerjakannya mudah dikerjakan (*workability*) tersebut dapat menilai campuran beton bermutu atau tidak, jika campuran beton terlalu cair akan membuat mutu beton tersebut rendah dan butuh waktu lama pengeringannya. Sedangkan beton dengan kadar air kurang akan membuat campuran tidak merata untuk itu dalam perencanaan campuran hal sesuai dengan acuan yang digunakan agar dalam *slump test* bisa menghasilkan *slump test* yang baik.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban persatuan luas permukaan beton, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (*Compression Testing Machine*). Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton tersebut. Hal ini dikarenakan karakteristik utama beton adalah sangat kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi sangat lemah dalam menerima gaya tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekan beton. Dalam perencanaan struktur beton bertulang, beton diasumsikan hanya berperan dalam menahan gaya tekan dan sama sekali tidak memberikan kontribusi dalam menahan gaya tarik.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan penelitian adalah kurang lebih 28 hari penelitian yang dilakukan pada dua tempat titik untuk pemeriksaan kadar lumpur dan kadar air kerikil, pembuatan dan perawatan benda ujin dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Kotabaru dan pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium PT.Glochatsa Tesalonika Sentosa, Desa Tarjun, Kecamatan Kelumpang Hilir, Kabupaten Kotabaru.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Tipe I (Semen Tiga Roda).

Agregat halus (Pasir)

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini pasir yang berasal dari

quarry Desa Sungup dan quarry Desa Cantung.

Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah hasil dari quarry Desa Sarang Tiung dan quarry Desa Tanjung Batu.

Air

Air yang digunakan pada penelitian adalah air bersih yang berada di laboratorium pengujian.

Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan untuk mengetahui kuat tekanan yang dihasilkan benda uji menggunakan cetakan kubus.

Jumlah sampel beton yang akan dibuat berjumlah 12 buah sampel dengan umur 28 hari, variasi sampel beton dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi Sampel Beton

Variasi Sampel	Umur Beton	Sampel
RKS.B _{SU} .P _{SU}	28 Hari	3
RKS.B _{SU} .P _{CA}	28 Hari	3
RKS.B _{TB} .P _{SU}	28 Hari	3
RKS.B _{TB} .P _{CA}	28 Hari	3
	Jumlah	12

(Sylvina Permatasari, 2023)

Keterangan :

- 1) BSU = Batu Sarang Tiung
- 2) PSU = Pasir Sungup
- 3) BTB = Batu Tanjung Batu
- 4) PCA = Pasir Cantung

HASIL PENELITIAN

Data rencana mutu beton :

Kuat Tekan (fc') : **K-300**
 Umur : 28 Hari
 Kemungkinan Gagal : 5%
 Jenis Pekerjaan : Plat lantai jembatan

Kuat Tekan Karakteristik (fc')

Kuat tekan karakteristik yaitu kuat tekan yang disyaratkan, kuat tekan beton karakteristik umur 28 hari yang jumlah

cacat tidak lebih dari 5% artinya kekuatan yang ada hanya 5% yang diperbolehkan dari jumlah yang dites.

$$\begin{aligned} \text{Nilai } f_c' &= 0,1 \times \sigma_{bk} \\ &= 0,1 \times 300 \text{ MPa} \\ &= 30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Menentukan nilai tambah atau Margin(M)

Nilai tambah atau *Margin* (M) = 12 Mpa. Apabila dihitung menurut rumus, $M = 1,64 \times 7 = 11,48 \text{ Mpa} \approx 12 \text{ Mpa}$

Kuat tekan rata-rata (fcr)

$$\begin{aligned} f_{cr} &= f_c' + 12 \\ &= 30 + 12 \\ &= 42 \text{ MPa} = 305,915 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Jenis Semen

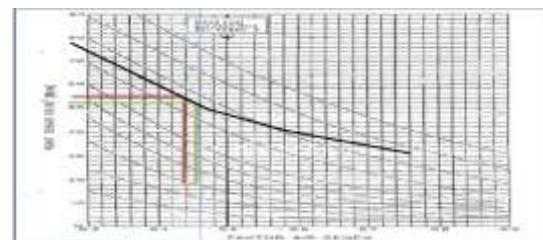
Jenis Semen yang digunakan yaitu semen tiga roda tipe I.

Jenis Agregat

Adapun jenis agregat yang digunakan yaitu agregat alami (tak pecah) dan batu pecah. Jenis agregat yang digunakan adalah pasir alam dan batu pecah.

Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen pada campuran beton.



Grafik 1. Faktor air semen (Sumber: Sylvina Permatasari, 2023)

Faktor air semen yang didapat dari grafik untuk umur 28 hari dengan kuat tekan 42 MPa, sebesar 0,52. (Fas =0,52).

Nilai Faktor air maksimum

Fas Max = 0,6, karena tidak terlindungi dan hujan dan terik matahari langsung.

Menetapkan Nilai Slump

Beton direncanakan untuk plat lantai jembatan, maka nilai slump 7,5 cm-15 cm = 75mm-150 mm.

Kadar Air bebas

Dengan ukuran 40 mm dan nilai slump 75 mm-150 mm. Didapat jenis batuan alami 225 (Wh) dan batu pecah 205 (Wk).

Maka di dapatkan nilai kadar air bebas:

$$A = \frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk$$

$$= (2/3 \times 225) + (1/3 \times 205)$$

$$= 218,330 \text{ kg/m}^3$$

Kebutuhan semen minimum

Kadar semen minimum ditentukan berdasarkan penggunaan beton pada tabel 2.14, diperoleh kadar semen minimum = 325 kg/m³. Karena tidak terlindungi dan hujan dan terik matahari langsung.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan oleh sampel yang diuji, apakah diperoleh nilai kuat tekan yang dibutuhkan atau tidak. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium PT. Glochatsa Tesalonica Sentosa Desa Tarjun, Kecamatan Kelumpang Hilir, Kabupeten Kotabaru, diperoleh hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari, seperti yang ditabulasikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus

No	Sampel	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Tekanan Pengujian (KN)
1	RKS.B _{SU} .P _{SU} (1)	28	7,830	550
2	RKS.B _{SU} .P _{SU} (2)		7,860	560
3	RKS.B _{SU} .P _{SU} (3)		8,100	550
4	RKS.B _{SU} .P _{CA} (1)	28	7,910	520
5	RKS.B _{SU} .P _{CA} (2)		7,990	520
6	RKS.B _{SU} .P _{CA} (3)		7,920	500
7	RKS.B _{TB} .P _{SU} (1)	28	7,780	400
8	RKS.B _{TB} .P _{SU} (2)		7,640	600
9	RKS.B _{TB} .P _{SU} (3)		7,670	450
10	RKS.B _{TB} .P _{CA} (1)	28	7,700	500
11	RKS.B _{TB} .P _{CA} (2)		7,950	550
12	RKS.B _{TB} .P _{CA} (3)		7,710	600

(Sylvina Permatasari, 2023)

Nilai Kuat Tekan Beton dengan campuran Agregat Kasar quarry Desa Sarang Tiung dan Agregat Halus quarry Desa Sungup

Kuat Tekan Beton

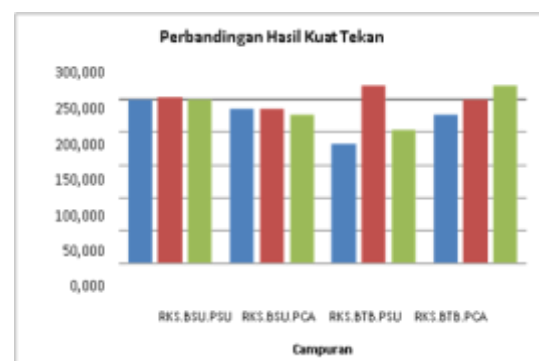
P

$\sigma_b = \frac{A}{225}$

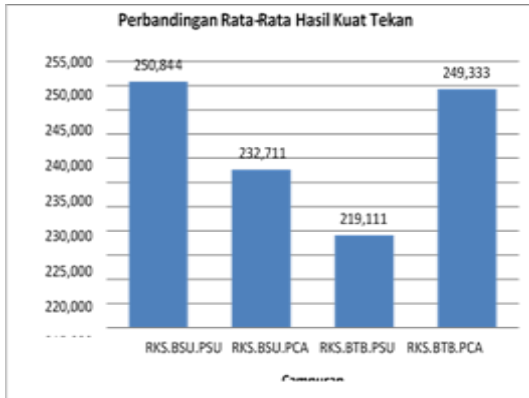
$= \frac{56,100}{225}$

$= 249,333 \text{ kg/cm}^2$

Dari hasil pengujian didapat perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan menggunakan campuran agregat kasar (kerikil/batu pecah) dari quarry Desa Sarang Tiung dan Desa Tanjung Batu serta agregat halus (pasir) dari quarry Desa Sungup dan Desa Cantung seperti ditunjukkan pada Grafik 2 dan 3 dibawah ini.



Grafik 2. Perbandingan Kuat Tekan (Sumber: Sylvina Permatasari, 2023)



Grafik 3. Perbandingan Rata-rata Hasil Kuat Tekan (Sumber: Sylvina Permatasari, 2023)

Pada Grafik 2 dan 3 tersebut, nilai kuat tekan pada masing-masing sampel benda uji dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *quarry* Batu Desa Sarang tiung dan *quarry* pasir Desa Sungup menghasilkan kuat tekan 249,333 kg/cm², 253,8673 kg/cm², dan 249,333 kg/cm², dan kuat tekan rata-rata 250,844 kg/cm² nilai kuat tekan ini tidak mencapai kuat tekan rencana 300 kg/cm². Sedangkan *quarry* Batu Desa Sarang tiung dan *quarry* pasir Desa Cantung menghasilkan kuat tekan 235,733 kg/cm², 235,733 kg/cm², dan 226,667 kg/cm², dan kuat tekan rata-rata 232,711 kg/cm² nilai kuat tekan ini tidak mencapai kuat tekan rencana 300 kg/cm². Campuran *quarry* Batu Desa Tanjung Batu dan *quarry* pasir Desa Sungup menghasilkan kuat tekan 181,333 kg/cm², 272,000 kg/cm², dan 204,000 kg/cm², dan kuat tekan rata-rata 219,111 kg/cm² nilai kuat tekan ini tidak mencapai kuat tekan rencana 300 kg/cm². Dan Campuran *quarry* Batu Desa Tanjung Batu dan *quarry* pasir Desa Cantung menghasilkan kuat tekan 226,667 kg/cm², 249,333 kg/cm², dan 272,000 kg/cm², dan kuat tekan rata-rata 249,333 kg/cm² nilai kuat tekan ini tidak mencapai kuat tekan rencana 300 kg/cm².

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Komposisi campuran berdasarkan hasil nilai kuat tekan beton dengan campuran agregat dari *quarry* yang berbeda, adalah sebagai berikut:

Semen = 419,871 kg/m³.

Air = 218,330 liter

Agregat Halus (*quarry* Desa Sungup) = 616,715 kg/m³

Agregat Halus (*quarry* Desa Cantung) = 507,231 kg/m³

Agregat Kasar (*quarry* Desa Sarang Tiung dan *quarry* Desa Tanjung Batu) dengan menggunakan Agregat Halus *quarry* Desa Sungup = 1.050,084 kg/m³

Agregat Kasar (*quarry* Desa Sarang Tiung dan *quarry* Desa Tanjung Batu) dengan menggunakan Agregat Halus *quarry* Desa Cantung = 1.169,568 kg/m³

2. Karakteristik/spesifikasi agregat kasar dan agregat halus yang diuji.

Agregat kasar *quarry* Desa Sarang Tiung memiliki gradasi maksimal 40 mm dengan nilai kadar air 2,564% dan kadar lumpur 2,307% sehingga sebelum digunakan agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.

Agregat kasar *quarry* Desa Tanjung Batu memiliki gradasi maksimal 40 mm dengan kadar air 3,896% dan kadar lumpur 1,558% sehingga sebelum digunakan agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.

Agregat halus *quarry* Desa Sungup termasuk dalam zona 2 (Pasir agak kasar) dengan kadar air 6,382% dan kadar lumpur 11,17% sehingga sebelum digunakan agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu.

Agregat halus *quarry* Desa Cantung termasuk dalam zona 3

(Pasir agak halus) dengan kadar air 8,695% dan kadar lumpur 2,173% sehingga sebelum digunakan agregat halus tersebut tidak harus dicuci terlebih dahulu.

3. Nilai keausan agregat kasar *quarry* Desa Sarang Tiung 27,1% < 40% dan *quarry* Desa Tanjung Batu 38,3% < 40%, sehingga memenuhi syarat keausan agregat.
4. Nilai kuat tekan beton rata – rata untuk sampel beton dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *quarry* Batu Desa Sarang tiung dan *quarry* pasir Desa Sungup menghasilkan kuat tekan 250,844 kg/cm². Sedangkan *quarry* Batu Desa Sarang tiung dan *quarry* pasir Desa Cantung menghasilkan kuat tekan 232,711 kg/cm². Untuk campuran *quarry* Batu Desa Tanjung Batu dan *quarry* pasir Desa Sungup menghasilkan kuat tekan 219,111 kg/cm², Dan Campuran *Quarry* Batu Desa Tanjung Batu dan *quarry* pasir Desa Cantung menghasilkan kuat tekan 249,333 kg/cm². Dari hasil tersebut maka nilai kuat tekan tidak mencapai mutu rencana K- 300 maka perlu adanya bahan tambah *admixture* untuk meningkatkan mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Binamarga, (2010). Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral. —Panduan Analisa Harga Satuan Pendukung Spesifikasi Umum Edisi November| Panduan Analisa Harga. Jakarta.
- Hamdi, Fauzan dan Franky Edwin. (2019). Teknologi Beton. CV. Tohar Media, Makasar.
- Lestari, Windi. (2015) —Pengujian Komposisi Campuran Beton Mutu K-250 Berdasarkan SNI-7394:2008 Dengan Menggunakan Material Alami Gorontalo (Quarry Sungai Bone).| Peradaban Sains, Rekayasa, dan Teknologi (t.thn.): 72-83. Gorontalo.
- Mulyati dan Herman.(2018). —Komposisi dan Kuat tekan beton Pada Campuran Portland Composite Cement, Pasir dan Kerikil Sungai dari beberapa Quarry di Kota Padang.| Jurnal Momentum : 34-38. Padang.
- Mulyono, (2005) Tri. Teknologi Beton. Yogyakarta: Lembaga Pengembangan Pendidikan. Yogyakarta.
- Permatasari, Sylvina, and Septyanto Kurniawan. "Analisis Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Terhadap Pengaruh Penambahan Batu Kapur Dari Desa Cantung Kecamatan Hampang Kabupaten Kotabaru." TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil 11.2 (2022): 87-94
- Rifani,Ahmad. (2018).Perencanaan Design Mix Formula Beton K-350 Menggunakan Agregat Kasar PT. AMR Desa Semisir dan Agregat Halus Desa Sungup Kecamatan Pulau Laut Tengah Kabupaten Kotabaru. Politeknik Kotabaru. Kotabaru.
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. BSN. Jakarta
- SNI-03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. BSN. Jakarta.
- SNI 2417-2008.Cara Uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. BSN. Jakarta.
- SNI-2836-2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. BSN. Jakarta.
- SNI-T-15-1991-03.Faktor Air Semen Minimum untuk Pembetonan. BSN. Jakarta.