

BOOK CHAPTER

Infrastruktur *Berbasis* Kearifan Lokal



Moh. Yusuf Tuloli | Barry Y. Labdul | Eko Pariyadi | Marike Mahmud | Aryati Alitu | Nur Atika Tambipi
Nurhayati Panigoro | Rawiyah Husnan | Ria Defriyanti Ali | Indriati Martha Patuti | Fadly Achmad
Nurnaningsih M. Olli | Rahmani Kadarningsih | Arif Supriyatno | Yudistira Idris | Kasmat S. Nur
Mohammad Reza Eka Prasetya | Frice L. Desei | Yuliyanti Kadir | Moh. Taufiq Hamzah
Anton Kaharu | Setiawan Koniyo | Ahmad Syawal | Arfan Utiahman

Infrastruktur
B e r b a s i s
Kearifan Lokal

Moh Yusuf Tuloli dkk.

Infrastruktur **B e r b a s i s** **Kearifan Lokal**

ideas
PUBLISHING

IP.018.07.2022

Infrastruktur Berbasis Kearifan Lokal

Moh. Yusuf Tuloli, Barry Y. Labdul, Eko Pariyadi, Marike Mahmud, Aryati Alitu, Nur Atika Tambipi, Nurhayati Panigoro, Rawiyah Husnan, Ria Defriyanti Ali, Indriati Martha Patuti, Fadly Achmad, Nurnaningsih M. Oliy, Rahmani Kadarningsih, Arif Supriyatno, Yudistira Idris, Kasmat S. Nur, Mohammad Reza Eka Prasetya, Frice L. Desei, Yuliyanti Kadir, Moh. Taufiq Hamzah, Anton Kaharu, Setiawan Koniyo, Ahmad Syawal, Arfan Utiahman

Pertama kali diterbitkan pada Juli 2022

Oleh **Ideas Publishing**

Alamat: Jalan Ir. Joesoef Dalie No. 110

Kota Gorontalo

Surel: infoideaspublishing@gmail.com

Anggota IKAPI No. 001/GORONTALO/14

ISBN: 978-623-234-251-4

Penyunting : Allan Tri Putra Amilie

Penata Letak : Siti Khumaira Dengo

Desainer Sampul : Allan Tri Putra Amilie

Dilarang mengutip, memperbanyak, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik dan mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, maupun dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit.

Daftar Isi

Kata Pengantar Ketua Jurusan Teknik Sipil — vii

- 1. Indeks Pencemaran Air Sungai
untuk Kebutuhan Air Bersih Masyarakat
(Studi Kasus: Kelurahan Donggala Kota Gorontalo)**
Eko Pariyadi, Marike Mahmud, Aryati Alitu..... 1
- 2. Analisis Laju Infiltrasi pada Daerah Pesisir Kelurahan Poho
Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo**
Nur Atika Tambipi, Barry Y. Labdul, Aryati Alitu 13
- 3. Penanggulangan Banjir dengan Kolam Retensi
(*Retarding Basin*) di Desa Bulota**
Nurhayati Panigoro, Rawiyah Husnan,
Barry Y. Labdul25
- 4. Analisis Pengaruh Muka Air Tanah terhadap Kapasitas
Dukung Fondasi Telapak Bujur Sangkar
di Kota Gorontalo**
Ria Defriyanti Ali, Indriati Martha Patuti,
Fadly Achmad.....47
- 5. Analisis Kualitas Air Sungai Wudubu
sebagai Sumber Air Baku dan Air Irigasi
Menggunakan Metode Indeks Pencemaran Air**
Nurnaningsih M. Oliy, Marike Mahmud,
Rawiyah Husnan65
- 6. Perbandingan Metode Rancang Campur Beton Normal
Menggunakan Agregat di Gorontalo**
Rahmani Kadarningsih, Arif Supriyatno, Yudistira Idris,
Kasmat S. Nur87

7. **Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan *Runway* Bandara Djalaludin Gorontalo Menggunakan Metode FAA dan Metode LCN**
Mohammad Reza Eka Prasetya, Frice L. Desei,
Yuliyanti Kadir99
8. **Evaluasi Perencanaan Saluran Drainase di Desa Bulotalangi Kecamatan Bulango Timur Kabupaten Bone Bolango**
Moh. Taufiq Hamzah, Anton Kaharu,
Moh. Yusuf Tuloli 125
9. **Tinjauan Sistem Drainase sebagai Pengendali Limpasan Air Permukaan (*Surface Run Off*) di Desa Pancuran Kecamatan Suwawa Selatan Kabupaten Bone Bolango**
Setiawan Koniyo, Moh. Yusuf Tuloli, Anton Kaharu ... 151
10. **Analisis Kompetensi Tukang pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus pada Pekerjaan Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji KUA Kecamatan Duhiadaa)**
Ahmad Syawal, Arfan Utiahman, Fadly Achmad..... 189

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Swt., yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga buku ***Infrastruktur Berbasis Kearifan Lokal*** dapat terbit. Buku ini merupakan bunga rampai (*book chapters*) hasil karya ilmiah dari tenaga pengajar dan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo dan merupakan bagian dari salah satu program kegiatan Jurusan, yaitu di bidang pendidikan. Tulisan ini merupakan gabungan dari enam konsentrasi yang ada di Jurusan Teknik Sipil, yaitu Struktur, Geoteknik, Keairan, Transportasi, Manajemen Rekayasa Konstruksi dan Lingkungan.

Besar harapan kami, dengan terbitnya buku ini dapat menambah referensi dan wawasan tentang Ketekniksipilan bagi tenaga pengajar, mahasiswa, praktisi, serta dapat digunakan sebagai rujukan oleh berbagai pihak yang berkaitan dengan bidang Teknik Sipil.

Gorontalo, Juli 2022
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Moh. Yusuf Tuloli, S.T., M.T.

Perbandingan Metode Rancang Campur Beton Normal Menggunakan Agregat di Gorontalo

Rahmani Kadarningsih
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
Pos-el: rkadarningsih@ung.ac.id

Arif Supriyatno
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
Pos-el: arif.supriyatno@ung.ac.id

Yudistira Idris
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
Pos-el: yudistira IDRIS3798@gmail.com

Kasmat S. Nur
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
Pos-el: kasmatnur@ung.ac.id

Abstrak

Ketersediaan agregat sebagai campuran beton baik buatan maupun alami di daerah Gorontalo cukup melimpah dan tersebar. Untuk mengetahui karakteristik agregat tersebut sebagai bahan campuran beton perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Pada penelitian ini digunakan metode rancang campur SNI 283-2002 dan SNI 7656-2012 pada kuat tekan rencana 15 MPa dan 30 MPa. Kuat tekan beton dengan menggunakan rancang campur SNI 03-2834-2000 pada beton mutu 30 MPa dan 15 MPa menggunakan material quarry Pancuran dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan. Sedangkan dengan SNI 7656:2012 pada beton mutu 30 MPa hanya mencapai 89,2% kuat tekan rencana pada material. Namun demikian dengan menggunakan rancang campur SNI 7656-2012 pada beton mutu 15 MPa menggunakan material quarry Pancuran dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan.

Kata Kunci: rancang campur beton, agregat, kuat tekan, faktor air semen, gradasi

A. Pendahuluan

Bahan galian sirtu di Provinsi Gorontalo memiliki potensi yang cukup besar. Berdasarkan data hasil penyelidikan

Dinas Pertambangan Energi Provinsi Gorontalo dan Direktorat Sumberdaya Mineral, potensi bahan galian di Provinsi Gorontalo terdiri dari potensi bahan galian mineral logam dan non logam. Bahan galian nonlogam salah satunya adalah sirtu. Pasir dan batu (sirtu) terdiri dari pasir kerikilan, agak kompak namun tidak terlalu keras. Sirtu terdiri dari sirtu darat dan sungai. Sirtu darat endapannya menunjukkan pelapisan dijumpai pada satuan batuan vulkanik, terdiri dari komponen-komponen batuan beku, terdapat di Kelurahan Leatu Utara, Kecamatan Kota Selatan. Namun yang paling banyak digunakan adalah sirtu sungai terdapat pada daerah endapan alluvial sungai seperti Sungai Bone, Kecamatan Kabila, Sungai Bilonga, Kecamatan Tapa, Sungai Bone, Kecamatan Suwawa dan Muara Sungai Bilungala, Kecamatan Bone Pantai. Selain itu penyebaran sirtu juga berada di Kecamatan Telaga, Batudaa, Limboto dan Sumalata.

Penambangan sirtu sebagai bahan bangunan baik secara tradisional maupun modern memiliki potensi ekonomi yang tinggi, seiring dengan pembangunan fisik daerah. Selain digunakan untuk material perkerasan jalan dan campuran aspal, sirtu atau agregat juga digunakan sebagai bahan campuran beton. Spesifikasi agregat untuk campuran beton antara lain adalah memnuhi gradasi gabungan pada SNI 283:2002, kadar lumpur pada SNI 03-4142-1996, kandungan bahan organik pada SNI 03-2816-1992, keausan agregat SNI 2427-2008 dan tentunya dapat memenuhi kuat tekan beton yang direncanakan. Persyaratan tersebut menjadi latar belakang pentingnya penelitian tentang penggunaan agregat di gorontalo pada campuran beton.

Nwofor dkk (2015) membandingkan dua metode desain campuran beton; Metode Departemen Lingkungan Inggris (DOE) dan Metode Institut Beton Amerika (ACI), menggunakan agregat kasar batu pecah dan alami pada berbagai kekuatan target. total empat puluh lima kubus

diproduksi. Lima belas kubus beton diproduksi dengan agregat batu pecah (Granit) menggunakan metode DOE. Lima belas kubus lainnya diproduksi dengan agregat kasar alami (kerikil) menggunakan metode DOE, sedangkan lima belas kubus beton lainnya diproduksi dengan agregat batu pecah menggunakan metode ACI. Masing-masing kubus ini diproduksi pada kekuatan campuran M20, M30 dan M50, menurut IS 456: 2000 dan diuji masing-masing pada umur yang berbeda; 7 hari, 14 hari dan 24. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa agregat alami memberikan kekuatan tekan 28 hari yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang diperoleh dari agregat batu pecah, tetapi sebaliknya untuk M50 adalah hasil yang diperoleh dengan menggunakan agregat batu pecah memberikan kekuatan yang lebih tinggi daripada yang diperoleh dari agregat alami. Juga ditemukan bahwa dengan menggunakan metode DOE, hasil keseluruhan yang diperoleh memberikan beberapa nilai kekuatan yang rendah dan tinggi di beberapa sampel, hal yang sama juga berlaku untuk metode ACI. Rata-rata 36.2 N/mm² untuk M20, 45.6 N/mm² untuk M30 dan 67.7 N/mm² untuk M50 diperoleh pada 28 hari menggunakan metode DOE. Rata-rata 33.9 N/mm² untuk M20, 46.9 N/mm² untuk M30 dan 73.35 N/mm² untuk M50 menggunakan ACI pada 28-hari. ACI tidak membuat ketentuan untuk agregat alami dalam metode desainnya, yang menyiratkan bahwa perbandingan tidak dapat dilakukan dalam hal itu.

Ejiogu dkk (2018) membandingkan Metode proporsi desain campuran 211-92 American Concrete Institute (metode ACI) untuk beton normal dengan metode proporsi desain Campuran DOE Inggris (metode DOE) dan metode proporsi desain campuran Standar India - IS 10262-82 (Metode IS) untuk mengevaluasi metode yang memberikan workability terbaik, efisiensi biaya, dan memenuhi kekuatan

tekan rata-rata yang ditargetkan (TMCS) dalam waktu 28 hari curing.

Ejiogu dkk melakukan studi banding terhadap kuat tekan vs w/c, kuat tekan vs kandungan semen, kuat tekan vs. kemampuan kerja, kuat tekan vs. rasio semen agregat, kuat tekan vs. kandungan agregat halus, kekuatan tekan vs. kandungan agregat kasar dan analisis biaya. Metode ACI dan metode IS lebih mudah untuk proporsional dibandingkan dengan metode DOE yang tidak praktis. Kuat tekan metode ACI dan metode IS memenuhi TMCS tetapi metode DOE tidak memenuhi TMCS untuk beton kelas M15, M20, M25, M30, dan M40. Metode ACI lebih hemat biaya daripada metode IS. Metode ACI lebih murah daripada metode IS dengan; 14.94%, 12.18%, 12.55%, 12.93% dan 4.10% masing-masing untuk grade beton M15, M20, M25, M30 dan M40. Metode ACI dengan demikian, direkomendasikan sebagai metode proporsi pilihan pertama untuk kelompok yang diteliti.

B. Metode Penelitian

Agregat yang digunakan adalah pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar, dengan lokasi pengambilan yaitu pada quarry PT Khumaira, Desa Pancuran, Kecamatan Suwawa Selatan. Metode rancang campur yang digunakan yaitu menggunakan SNI 2834:2002 dan SNI 7656:2012. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 15 MPa dan 30 MPa. Benda uji digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm, sebanyak 9 benda uji untuk masing-masing metode, dengan rincian sebagai berikut:

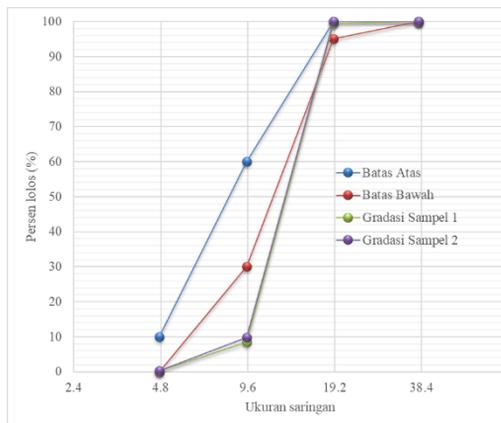
1. Benda uji mutu beton 15 MPa dengan metode SNI 2834:2002 (15-2000) sebanyak 3 buah.
2. Benda uji mutu beton 30 MPa dengan metode SNI 2834:2000 (30-2000) sebanyak 3 buah.

3. Benda uji mutu beton 15 MPa dengan metode SNI 7656:2012 (15-2012) sebanyak 3 buah.
4. Benda uji mutu beton 30 MPa dengan metode SNI 7656:2012 (30-2012) sebanyak 3 buah.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

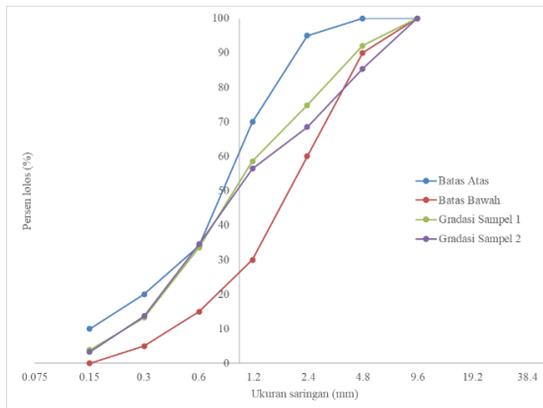
Pada material batu pecah dari quarry Desa Pancuran dilakukan pengujian gradasi agregat kasar dengan hasil seperti pada Gambar 1. Menurut BS (British Standard), gradasi agregat kasar maksimum 20 mm yang baik harus masuk dalam batas yang telah ditentukan., seperti pada Tabel 2. Berdasarkan British Standard, untuk saringan diameter 10 mm harus lolos dalam batas antara 25-55 persen. Hasil pengujian pada sampel 1 dan 2 memperlihatkan material batu pecah yang lolos pada saringan diameter 9,5 mm hanya sebanyak 8,44% dan 9,85% atau tertahan pada saringan tersebut sebanyak lebih dari 90%. Hal ini memperlihatkan keseragaman ukuran batu pecah quarry desa Pancuran yang berakibat pada gradasi senjang yang kurang baik karena akan menyebabkan banyaknya pori pada beton.



Gambar 1. Distribusi ukuran butir agregat kasar

2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan batas-batas gradasi agregat halus SNI 03-2834:1993, pasir quarry Desa Pancuran dan Desa Bonda Raya, Suwawa Selatan termasuk pada gradasi pasir kasar atau zona 1 (Gambar 5.3 dan Gambar 2). Meskipun proporsi yang tertahan pada saringan 4,75 mm sampel 2 pasir quarry Desa Pancuran sedikit lebih banyak, namun rata-rata sampel menunjukkan pasir masuk pada zona 1 atau jenis pasir kasar. Pasir kasar pada beberapa penelitian menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan pasir dengan butiran yang halus. Hal ini disebabkan memiliki karakteristik *workability* dan *pumping* yang baik serta *bleeding* yang rendah.

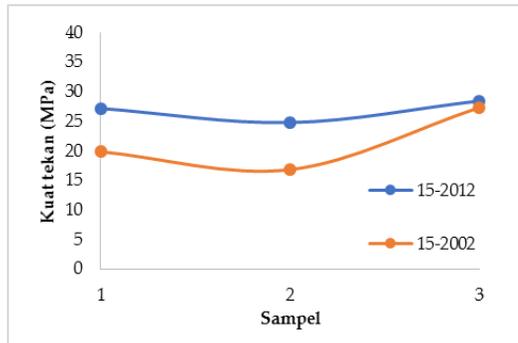


Gambar 2. Distribusi ukuran butir agregat halus

3. Perbandingan rancang campur SNI 03-2834-2002 dan SNI 7656:2012 pada kuat tekan beton rencana 15 MPa

Hasil pengujian beton yang menggunakan rancang campur SNI 7656:2012 menunjukkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan rancang campur SNI 2834-2002 (Gambar 3). Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan proporsi campuran beton yang digunakan pada masing-masing

metode. Perbandingan jumlah semen, air, pasir dan batu pecah SNI 2834-2002 dan SNI 7656:2012 berturut-turut adalah 1: 0,57: 2,44: 2,60 dan 1: 0,47: 2,88: 1,94. Sedangkan perbandingan jumlah semen dan agregat SNI 2834-2002 dan SNI 7656:2012 berturut-turut adalah 1: 5,04 dan 1: 4,82. Perbedaan proporsi campuran tersebut dikarenakan banyak faktor, diantaranya perbedaan penentuan nilai fas, berat beton dan jumlah agregat.



Gambar 3. Perbandingan kuat tekan beton rancang campuran SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012 pada kuat tekan beton rencana 15 MPa

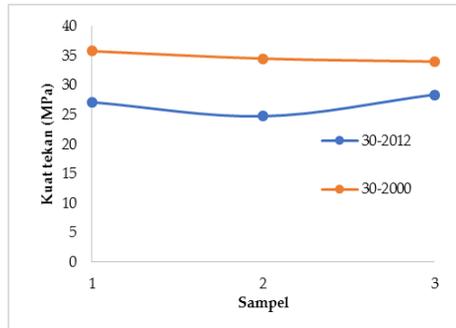
Nilai fas pada SNI 2834-2002 maksimum ditentukan sebesar 0,6 untuk beton di luar ruangan, hal ini menyebabkan jumlah semen yang lebih sedikit untuk jumlah air yang hampir sama. Nilai fas SNI 7656:2012 ditentukan sebesar 0,5 untuk struktur biasa tidak terlindung pada cuaca sedang, jumlah semen yang lebih banyak untuk jumlah air yang hampir sama.

Penentuan berat beton pada SNI 2834-2002 lebih ringan dibandingkan pada SNI 7656:2012 yaitu berturut-turut sebesar 2150 kg/m³ dan 2350.83 kg/m³. Beton yang lebih berat menyebabkan jumlah agregat yang lebih banyak untuk jumlah air dan semen yang sama.

Perbandingan jumlah agregat kasar terhadap agregat halus pada SNI 7656:2012 lebih kecil dibandingkan pada SNI 03-2834-2000 yaitu berturut - turut sebesar 0,69 dan 1,1. Perbandingan agregat kasar terhadap agregat halus yang lebih kecil pada SNI 7656:2012 berpengaruh kepada kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan SNI 2834-2000.

4. Perbandingan rancang campur SNI 03-2834-2002 dan SNI 7656:2012 pada kuat tekan beton rencana 30 MPa

Hasil pengujian beton yang menggunakan rancang campur SNI 03-2834-2000 menunjukkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan rancang campur SNI 7656:2012 pada quarry Pancuran (Gambar 5.7.). Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan proporsi campuran beton yang digunakan pada masing-masing metode. Perbandingan jumlah semen, air, pasir dan batu pecah SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012 berturut-turut adalah 1: 0,46: 1,69: 2,08 dan 1: 0,47: 2,88: 1,94. Sedangkan perbandingan jumlah semen dan agregat SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012 berturut-turut adalah 1: 3,77 dan 1: 4,82. Perbedaan proporsi campuran tersebut dikarenakan banyak faktor, diantaranya perbedaan penentuan nilai fas, berat beton dan jumlah agregat.



Gambar 4. Perbandingan kuat tekan beton rancang campuran SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012 pada kuat tekan beton rencana 30 MPa

Nilai fas pada SNI 03-2834-2000 didapat sebesar 0,462 hal ini menyebabkan jumlah semen yang lebih banyak untuk jumlah air yang hampir sama. Nilai fas SNI 7656:2012 ditentukan sebesar 0,5 untuk struktur biasa tidak terlindung pada cuaca sedang, jumlah semen yang lebih sedikit untuk jumlah air yang hampir sama.

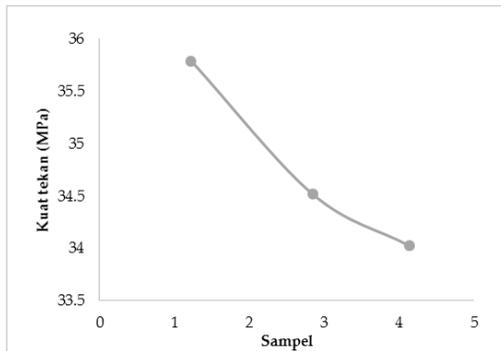
Penentuan berat beton pada SNI 03-2834-2000 lebih ringan dibandingkan pada SNI 7656:2012 yaitu berturut - turut sebesar 2150 kg/m³ dan 2350.83 kg/m³. Beton yang lebih ringan menyebabkan jumlah agregat yang lebih sedikit untuk jumlah air dan semen yang sama.

Rasio jumlah agregat kasar terhadap agregat halus pada SNI 7656:2012 lebih kecil dibandingkan pada SNI 03-2834-2000 yaitu berturut - turut sebesar 0,69 dan 1,26. Rasio agregat kasar terhadap agregat halus yang menurun pada SNI 03-2834-2000 kuat tekan rencana 30 MPa apabila dibandingkan dengan rasio agregat kasar terhadap agregat halus pada SNI 03-2834-2000 kuat tekan rencana 15 MPa quarry yang sama berpengaruh kepada kuat tekan beton yang meningkat.

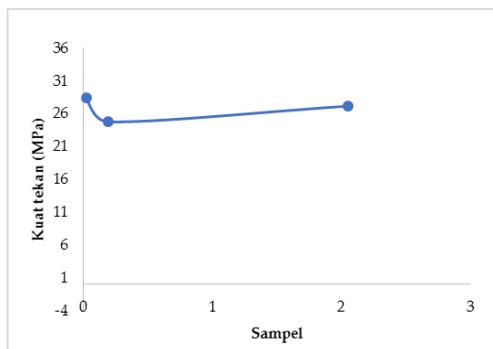
5. Absorpsi Benda Uji Silinder

Pengujian absorpsi perlu dilakukan untuk mengetahui kerapatan beton benda uji silinder. Besarnya absorpsi

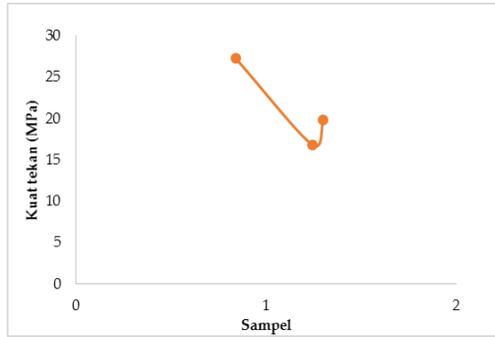
menjadi indikasi adanya pori-pori yang terjadi pada proses pencampuran, pencetakan dan pemadatan. Perhitungan absorpsi pada benda uji silinder pada mutu beton, metode rancang campur dan material quarry yang sama menunjukkan adanya hubungan antara kuat tekan beton dan besarnya absorpsi. Pada beberapa benda uji terlihat tinggi absorpsi mengakibatkan penurunan kuat tekan beton. Ditunjukkan pada Gambar 5 sampai dengan 7. Absorpsi disebabkan antara lain disebabkan kurang sempurnanya proses pemadatan dan karakteristik material beton.



Gambar 5. Hubungan kuat tekan dan absorpsi pada benda uji beton rancang campur SNI 2834-2002 pada kuat tekan beton rencana 30 MPa



Gambar 6. Hubungan kuat tekan dan absorpsi pada benda uji beton rancang campur SNI 7656-2012 pada kuat tekan beton rencana 15 MPa atau 30 MPa



Gambar 7. Hubungan kuat tekan dan absorpsi pada benda uji beton rancang campuran SNI 2834-2002 pada kuat tekan beton rencana 15 MPa

D. Penutup

1. Kuat tekan beton dengan menggunakan rancang campuran SNI 03-2834-2000 pada beton mutu 30 MPa dan 15 MPa menggunakan material quarry Pancuran dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan.
2. Kuat tekan beton dengan menggunakan rancang campuran SNI 7656-2012 pada beton mutu 15 MPa menggunakan material quarry Pancuran dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan.
3. Kuat tekan beton dengan menggunakan rancang campuran SNI 7656:2012 pada beton mutu 30 MPa hanya mencapai 89,2% kuat tekan rencana pada material Pancuran

Referensi

- [1] Nwofor T C, Sule S, Eme D B: Zanzoni A, A Comparative Study of the Methods of Concrete Mix Design Using Crushed and Uncrushed Coarse Aggregates. International Journal of Scientific & Engineering Research 2015;1182-1194.
- [2] Ejiogu I K, Comparative Study of Various Methods for Designing and Proportioning Normal Concrete Mixture 2018; 19 (1); 22-36.
- [3] Siregar A P N, Idha N, Suarnita I W, Pengaruh Penggunaan Gradasi Agregat Berbasis SNI 283-2002 dalam Campuran Beton terhadap Kuat Tekan dan Fracture Toughness Beton. Jurnal Teknik Sipil 2020; Vol 27(1); 71-77 DOI: 10.5614/jts.2020.27.1.8

- [4] SNI 03-1974-1990 Pemeriksaan Kuat Tekan Beton, Standard Nasional Indonesia, 1990
- [5] SNI 03-2816-1992, Kotoran Organik dalam Pasir, Standard Nasional Indonesia, 1992
- [6] SNI 03-12-1996 Pemeriksaan Bahan Lolos Saringan No. 200 Standard Nasional Indonesia, 1996
- [7] SNI 03-2834-2002 Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal, Standard Nasional Indonesia
- [8] SNI 7656;2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa, Standard Nasional Indonesia