

KUAT TEKAN BETON DENGAN RASIO VOLUME 1 : 2 : 3 MENGUNAKAN AGREGAT DI KALIMANTAN TIMUR (SENONI, LONG IRAM, BATU BESAUNG, PENAJAM DAN SAMBERA) BERDASARKAN SNI 03- 2834-2000

Fachriza Noor Abdi¹, Heri Sutanto¹, Agus Al Fithrah¹

¹Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda
Jl. Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119
Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315
e-mail : aguss0194@gmail.com , dekan@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai peranan yang semakin luas seiring dengan laju pembangunan saat ini khususnya di Kalimantan Timur. Namun, beton dengan campuran perbandingan volume 1 : 2 : 3 merupakan komposisi campuran paling banyak digunakan di Kalimantan Timur yang dapat menghasilkan kualitas beton hingga K225. Dalam penelitian ini agregat beton menggunakan agregat lokal berbagai wilayah di Kalimantan timur yaitu agregat dari Senoni, Long Iram, Batu Besaung, Penajam dan Sambera. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton terbaik dari lima sampel tersebut. Sampel berbentuk beton terbuat dari kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ dengan usia kuat tekan beton umur 28 hari, dievaluasi berdasarkan SNI 03-2834-2000. Dari hasil pengujian, didapat nilai kuat tekan beton tertinggi menggunakan agregat dari senoni 303 kg/cm^2 , kemudian agregat dari Long Iram 270 kg/cm^2 , agregat dari Batu Besaung 255 kg/cm^2 , agregat dari Penajam 220 kg/cm^2 dan agregat terendah dari Sambera 194 kg/cm^2 .

Kata Kunci : Komposisi Beton 1 : 2 : 3, Kuat Tekan.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan zaman, penggunaan beton sebagai bahan konstruksi mengalami peningkatan seiring dengan peningkatannya pembangunan infrastruktur di Indonesia. Beton adalah bahan bangunan yang komponen penyusunnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus semen dan air dengan komposisi tertentu.

Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai peranan yang semakin luas seiring dengan laju pembangunan saat ini. Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar berupa pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

Berbagai macam perbandingan campuran beton saat ini digunakan. Namun, beton dengan campuran perbandingan 1 : 2 : 3 merupakan komposisi campuran yang paling banyak dijumpai dalam pembangunan rumah dan bangunan sederhana di Indonesia khususnya di Kalimantan Timur. Komposisi campuran beton 1 : 2 : 3 adalah perbandingan antara semen, pasir dan kerikil secara berturut-turut. Selama ini banyak pekerja konstruksi berpendapat komposisi campuran 1 : 2 : 3 (perbandingan volume) akan menghasilkan beton K175 hingga K225. Pandangan ini tentu saja perlu diluruskan sehingga tidak menjadi salah kaprah.

Diambilnya perbandingan campuran 1 : 2 : 3 dengan material di daerah Kalimantan Timur, guna untuk mengetahui kekuatan beton yang selama ini dilakukan oleh pekerja bangunan yang selama ini belum pernah dilakukan pengujian kekuatannya. Dalam penelitian ini diambil 5 (Lima) sampel Agregat yaitu, agregat Senoni, agregat Long Iram, agregat Batu Besaung, agregat Penajam dan agregat Sambera.

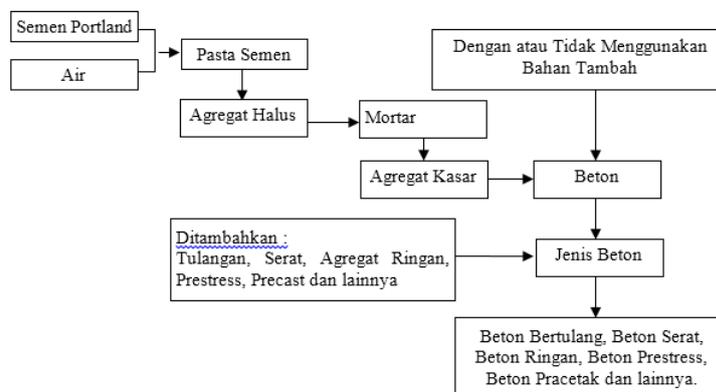
Sebelumnya, penelitian ini pernah dilakukan oleh Febrin Anas Ismail tentang campuran beton dengan campuran 1:2:3 berdasarkan pengambilan sampel di Sumatra Barat. Metoda pencampuran dilakukan dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil. Dari hasil penelitiannya didapat hasil kuat tekan beton berkisar antara 5 – 20 Mpa dengan kuat tekan beton terbesar di Kabupaten Solok yaitu 19,31 Mpa dan yang terkecil di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu 5,08 Mpa.

Menurut SNI T.15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan kurang dari kuat tekan 10 Mpa boleh menggunakan 1 semen : 2 pasir : 3 batu pecah dengan slump kurang dari 10 cm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 Mpa boleh menggunakan penakaran volume. Pengerjaan beton dengan kuat tekan lebih dari 20 Mpa harus menggunakan campuran berat (Mulyono, Tri, 2005). Selanjutnya dilakukan *Compressive Strengt Test* untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan yang mampu diterima oleh benda uji.

2. LANDASAN TEORI

Kata *concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin *concretus* yang berarti tumbuh bersama atau menggabungkan menjadi satu. Bahasa Jepang digunakan kata *kotau-zai*, yang arti harfiahnya material-material seperti tulang.

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat (SK. SNI T-15-1990-03:1).



Gambar 1. Proses terjadinya beton

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang. Proses terjadinya beton dapat dilihat pada Gambar 1.

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kuat tekan beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C – 39 atau kubus dengan prosedur BS – 1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari.

Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut :

f'_c = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa).

f'_{ck} = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau dari silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (MPa).

f_c = Kekuatan tarik dari hasil uji belah silinder beton (MPa).

f'_{cr} = Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancang campuran beton (MPa).

S = Standar deviasi (MPa).

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume

beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005:19).

Semen terbuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu.

Bahan baku pembentuk semen Portland adalah :

- a. kapur (CaO) – dari batu kapur,
- b. *silica* (SiO_2) – dari lempung,
- c. aluminium (Al_2O_3) – dari lempung.

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidraulis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidraulis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PB.1989:3.2-8).

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan (Mulyono, 2005:65).

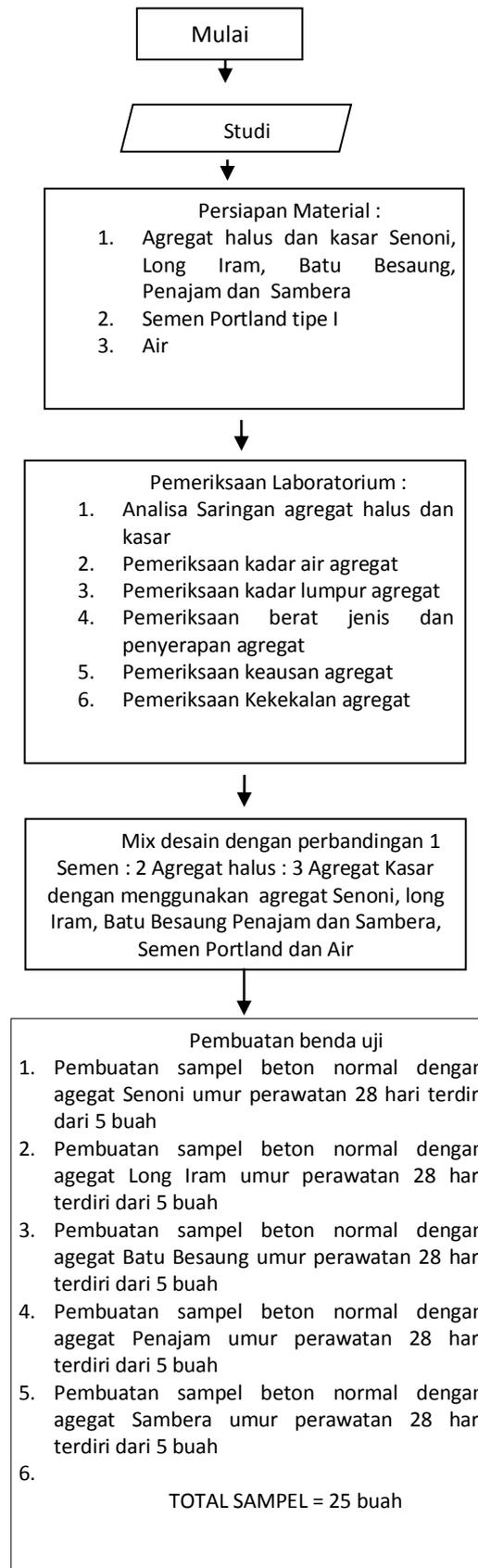
Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Untuk menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan seperti yang diinginkan, sifat-sifat ini harus diketahui dan dipelajari agar kita dapat mengambil tindakan yang positif dalam mengatasi masalah-masalah yang timbul. Agregat yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII 0052-80, "Mutu dan Cara Uji Agregat Beton" dan dalam hal-hal yang tidak termuat dalam SII. 0052-80 maka agregat tersebut harus memenuhi syarat dan ketentuan yang diberikan oleh ASTM C-33-82, "Standard Specification For Concrete Aggregates".

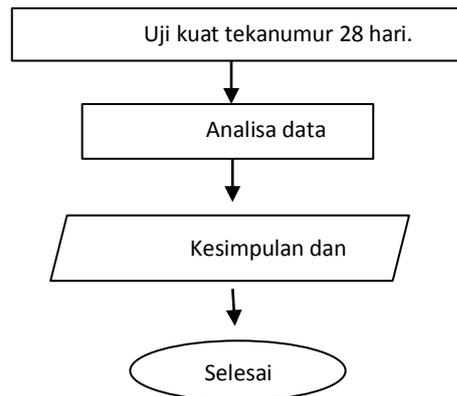
Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton, namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang pengaruh penggunaan *sika fume* dengan persentase penggunaan bahan tambah 0%,6%, 7.5%, 9%, 10.5% dan 12% terhadap campuran beton menggunakan agregat kasar Sambera dan agregat halus pasir Mahakam ditinjau dari kuat tekan pada penelitian ini.





Gambar 1. Bagan alir (*flow chart*) penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dengan tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pemeriksaan material bahan susun beton
3. Perancangan campuran beton
4. Pembuatan benda uji, meliputi pengadukan, uji kelecakan adukan dengan pengujian slump, pencetakan serta perawatannya.
5. Pengujian kuat tekan.

Pembuatan benda uji beton dilakukan dengan rencana campuran berdasarkan ketentuan SNI 03-2834-2000. Benda uji berbentuk kubus beton dengan ukuran tiap sisinya 15 cm, sebanyak 3 benda uji setiap pengujian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian material untuk campuran beton terdiri dari:

- a. Kadar air agregat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada agregat.
- b. Kadar lumpur agregat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan lumpur pada agregat.
- c. Berat jenis serta penyerapan agregat kasar dan berat jenis serta penyerapan agregat halus. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis campuran dan kemampuan agregat untuk menyerap air.
- d. Analisa saringan agregat kasar dan halus. Hasil dari analisa saringan ini digunakan untuk menentukan gradasi campuran.
- e. Keausan agregat atau abrasi. Nilai abrasi ini merupakan indikator dari kekerasan suatu agregat.
- f. Kekekalan agregat. Nilai kekekalan agregat ini merupakan indikator dari kekerasan suatu agregat

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Senoni	Long Iram	Batu Besaung
Kadar Air	1,44%	1,44%	2%
Kadar Lumpur	2,15%	4,45%	3,45%
Penyerapan	1,35%	0,74%	0,44%
Berat jenis SSD	2,61	2,58	2,63
Modulus Halus Butir	1,5	1,5	1,56
Kekekalan	8,4%	10%	9,9%

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Penajam	Sambera
Kadar Air	1,14%	1,66%
Kadar Lumpur	2,65%	3,4%
Penyerapan	0,87%	1,77%
Berat jenis SSD	2,54	2,63
Modulus Halus Butir	1,2	1,6
Kekekalan	12,6%	6,5%%

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Senoni	Long Iram	Batu Besaung
Kadar Air	0,32 %	1,11%	0,45%
Kadar Lumpur	0,92 %	0,98%	0,29%
Penyerapan	0,44 %	1,12%	0,88%
Berat jenis SSD	2,64	2,62	2,55
Modulus Halus Butir	7,9	7,3	8
Modulus Halus Butir Campuran	6,2	5,9	6
Kekekalan	0,7 %	1,4%	6,3%
Keausan	22,7 %	25,35%	26,48%

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

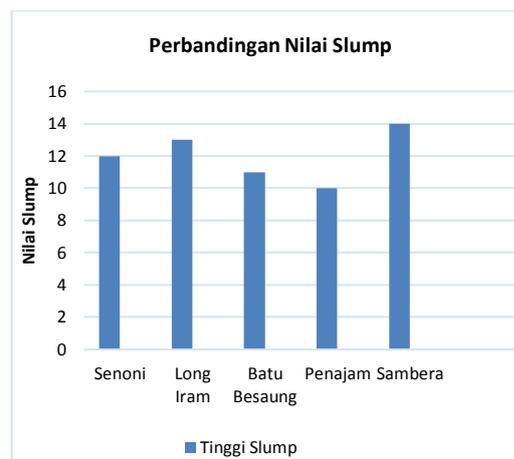
Jenis Pengujian	Penajam	Sambera
Kadar Air	0,85%	1,12%
Kadar Lumpur	1,06%	1,53%
Penyerapan	1,34%	2,05%
Berat jenis SSD	2,56	2,66
Modulus Halus Butir	7,3	8
Modulus Halus Butir Campuran	5,7	5,5
Kekekalan	8,5%	10,8%
Keausan	25,71%	25,4%

Uji Keleccakan Beton

Pada penelitian ini pemeriksaan nilai *slump* yang dilakukan di peroleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian *Slump* Beton

Sampel	Nilai <i>Slump</i> (cm)
Senoni	12
Long Iram	13
Batu Besaung	11
Penajam	10
Sambera	14



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai *Slump*

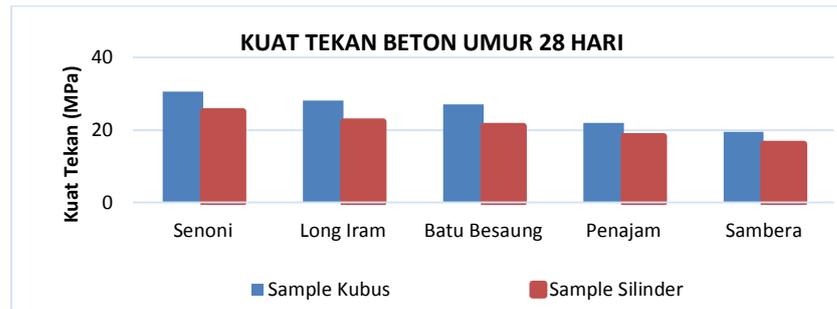
Dari Tabel 5 dan Gambar 2 dapat dilihat, bahwa nilai *slump* Senoni 12 cm, Long Iram 13 cm, Batu Besaung 11 cm, Penajam 10 cm dan Sambera 14 cm. Ada beberapa faktor yang menyebabkan bervariasinya nilai *Slump* diantaranya FAS dan kadar air, pada Gambar diatas terlihat Penajam memiliki tinggi *Slump* yang lebih kecil dari yang lainnya, hal ini bias terjadi pada kadar air agregat penajam yang yang kecil terutama pada agregat halus nya yang kemudian diikuti dengan penyerapan agregatnya yang kecil yang kemudian berpengaruh pada FAS yang mempengaruhi tingkat keleccakannya.

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan pada umur 28 hari. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dan grafik.

Tabel 6. Nilai kuat tekan beton dengan penambahan umur 28 hari

Lokasi	Kubus		Silinder	
	Mpa	Kg/cm ²	Mpa	Kg/cm ²
Senoni	30,65	312	25,19	303
Long Iram	27,49	280	22,34	270
Batu Besaung	26,15	266	21,14	255
Penajam	22,99	234	18,32	220
Sambera	20,51	209	16,15	194



Gambar 3. Grafik kuat tekan beton dengan umur 28 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan pada Tabel 4.13 didapatkan hasil bahwa nilai kuat tekan beton dari 5 daerah yang diuji memiliki nilai kuat tekan beton yang berbeda-beda pada umur 28 hari. Selanjutnya untuk nilai kuat tekan beton yang dilakukan pada pengujian menggunakan perbandingan volume 1 semen : 2 Pasir : 3 koral, maka di dapatkan agregat sambera memiliki nilai kuat tekan beton tertinggi yaitu 25,19 MPa., selanjutnya pada agregat Long Iram yang memiliki nilai kuat tekan beton 22,34 MPa, kemudian pada agregat Batu Besaung memiliki nilai kuat tekan beton 21,14 MPa. Selanjutnya untuk agregat Penajam dan Sambera memiliki nilai kuat tekan beton sedikit lebih rendah yaitu masing-masing memiliki nilai 18,32 MPa untuk agregat Penajam serta 16,15 MPa untuk agregat Sambera.

Dari data diatas terlihat daerah Senoni memiliki nilai kuat tekan tertinggi dari daerah lainnya, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor selain faktor air semen ada beberapa faktor dari sifat agregat masing-masing daerah. Untuk agregat halus setiap daerah memiliki sifat atau karakteristik yang relative sama. Namun untuk agregat kasar banyak memiliki perbedaan sifat atau karakteristik, diantaranya untuk agregat Senoni memiliki tekstur kubus kasar dan bersudut, agregat daerah Long Iram memiliki tekstur tidak teratur ada kubus, sudut, bulat, hingga lonjong, selanjutnya untuk daerah Batu Besaung memiliki tekstur kubus dan bersudut, untuk daerah Penajam memiliki tekstur agregat yang lonjong sedikit pipih, dan untuk daerah Sambera memiliki tekstur agregat yang pipih dan lonjong. Jika dibandingkan dari tekstur agregat yang memiliki bentuk sudut kubus serta kasar sangat mempengaruhi gaya lekat beton. Sehingga untuk segi tekstur yang baik untuk campuran beton agregat senoni. Selanjutnya ditinjau dari sifat keusan masing-masing agregat, Senoni memiliki nilai sebesar 22,70%, Long Iram 25,35%, Batu Besaung 26,48%, Penajam 22,85%, Sambera 25,40%. Nilai tersebut memenuhi syarat nilai abrasi berdasarkan SK SNI S-04-1989-F untuk mutu beton K125-K225 disyaratkan 27%-40% dan mutu lebih dari K225 disyaratkan <27%. Namun agregat Senoni memiliki nilai terkecil dan diikuti daerah berikutnya. Selanjutnya untuk sifat kekekalan masing-masing agregat, Senoni memiliki nilai 0,7, long Iram 1,4, Batu Besaung 6,3, Penajam 8,5, dan Sambera 10,4, setiap daerah memenuhi syarat ASTM C33-86 "Standard Specification for Concrete Aggregates" yaitu, untuk agregat kasar jika diuji menggunakan larutan garam sulfat (Natrium Sulfat, NaSO₄). Bagian yang hancur maksimum 12%. Namun agregat daerah senoni memiliki nilai terkecil dan seterusnya untuk daerah lainnya. Jadi, dari faktor sifat atau karakteristik agregat, dapat mempengaruhi terhadap hasil kuat tekan beton.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton dengan volume campuran 1 : 2 : 3 dari agregat Senoni, Long Iram, Batu Besaung dan Sambera memiliki nilai kuat tekan tertinggi pada agregat daerah Senoni, kemudian Long Iram, Batu Besaung dan Penajam serta terendah terdapat pada agregat daerah Sambera.
2. Kuat tekan beton dengan agregat daerah Senoni menghasilkan Kuat Tekan rata-rata 25,19 MPa (303 Kg/cm²), Kuat tekan beton menggunakan agregat Long Iram menghasilkan 22,34 MPa (270 Kg/cm²). Kuat tekan beton menggunakan agregat Batu Besaung

- menghasilkan 21,14 MPa (255 Kg/cm²). Kuat tekan beton menggunakan agregat Penajam menghasilkan 18,32 MPa (220 Kg/cm²). Kuat tekan beton menggunakan agregat Sambera menghasilkan 16,15 MPa (194 Kg/cm²)
3. Beton menggunakan agregat Senoni, agregat Long Iram dan agregat Batu Besaung, memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dari pada penajam dan sambera yaitu. 25,19 Mpa (303 Kg/cm²), 22,34 Mpa (270 Kg/cm²) dan 21,14 Mpa (255 Kg/cm²). Sedangkan Penajam dan Sambera memiliki nilai yaitu 18,32 Mpa (220 Kg/cm²) dan 16,15 Mpa (194 Kg/cm²). Dengan hasil berikut maka dapat dilihat agregat daerah Senoni, Long Iram dan Batu Besaung memiliki kelayakan yang baik untuk mutu beton setara K. 225 dan untuk agregat daerah Penajam dan Sambera memiliki kelayakan yang baik untuk mutu beton setara K. 175.
 4. Kuat tekan beton menggunakan agregat Senoni, Long Iram, Batu Besaung, Penajam serta Sambera menghasilkan mutu beton tertinggi pada agregat daerah Senoni yaitu sebesar 25,32 Mpa serta terendah menggunakan agregat Sambera yaitu sebesar 16,31 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000.
2. Badan Standardisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Slump Beton*. SNI 03-1972-1990.
3. Badan Standardisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SNI 03-1974-1990.
4. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Keausan Agregat Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI 03-2417-1991
5. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. SNI 03-1971-1990.
6. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus*. SNI 03-1968-1990
7. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 03-1970-1990
8. Departemen Pekerjaan Umum, (1971), Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, Cetakan Ke-7, Bandung.
9. Ismail, Febrin A, 1999, *Studi Kuat Tekan Beton Campuran 1 : 2 : 3 Berdasarkan Lokasi Pengambilan Agregat di Sumatra Barat*, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol 5 Nomor 2.
10. Mulyono, Tri, 2005, *Teknologi Beton Edisi 1*, Yogyakarta : Andi.
11. Nugraha, P dan Antoni, (2007). *Teknologi Beton (dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi)*. Yogyakarta: Andi
12. Rohman, Kholilur R, 2016, *Kuat Tekan Beton Campuran 1 : 2 : 3 dengan Agregat Lokal Sekitar Madiun*, Vol 1 Nomor 1.