

STUDI PERBANDINGAN MUTU BETON NORMAL BERDASARKAN VARIASI PENGAMBILAN AGREGAT KASAR DI PROVINSI JAWA TENGAH

Oleh: Robi Fernando¹, Agung Bhakti Utama², Eko Kusumo Friatmojo³

^{1,2,3}Staf Pengajar Prodi Teknik Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Pekerjaan Umum.
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang
E-mail: ¹ roferwong@gmail.com, ² agungbhaktiutama@yahoo.com, ³ ekusumof@pu.go.id

Abstrak

Agregat kasar merupakan bahan dominan yang digunakan dalam membuat beton normal, sehingga sangat perlu dilakukan pemeriksaan terhadap mutu agregat kasar sebelum membuat beton. Hasil yang paling penting untuk diketahui dari beton yang dihasilkan adalah kekuatan tekan, kekuatan tarik belah dan kekuatan lentur. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Muntilan, Kendal dan Jepara, kemudian Agregat halus adalah pasir dari Kendal. Penyelidikan laboratorium dilakukan untuk memeriksa properti agregat yang terdiri dari Pengujian kadar air, penyerapan air, berat jenis, analisis ayakan dan berat jenis. Rancangan campuran beton yang digunakan adalah SNI 2000. Untuk setiap jenis agregat kasar 6 silinder (300x150mm) dan 1 blok (150x150x750) dicor untuk memantau kuat tekan pada 14 dan 28 hari, kuat tarik pada 28 hari dan kuat lentur pada 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton yang terbuat dari agregat kasar Jepara memiliki kuat tekan tertinggi diikuti oleh Muntilan dan Kendal. Untuk hasil uji kuat tarik menunjukkan bahwa beton dengan agregat kasar Kendal memiliki angka tertinggi diikuti oleh Jepara dan Muntilan. Dan untuk hasil kuat lentur menunjukkan hal yang sama bahwa Kendal memiliki kekuatan lentur tertinggi disusul oleh Jepara dan Muntilan. Batasan agregat yang digunakan pada penelitian adalah kondisi apa adanya di pasaran.

Kata kunci: Beton, Agregat, Kuat tekan

Abstract

Coarse aggregate is dominant material used in making normal concrete, so it is very necessary to check the quality of coarse aggregate before making concrete. The most important results to know from resulting concrete are compressive strength, tensile strength and flexural strength. Coarse aggregate used is from Muntilan, Kendal and Jepara, then fine aggregate is sand from Kendal. Laboratory investigations were carried out to examine the properties of aggregates which consisted of testing water content, water absorption, specific gravity, sieve analysis and specific gravity. The concrete mix design used is SNI 2000. For each type of coarse aggregate 6 cylinders (300x150mm) and 1 block (150x150x750) are cast to monitor the compressive strength at 14 and 28 days, tensile strength at 28 days and flexural strength at 28 days. The test results show that concrete made from Jepara coarse aggregate has highest compressive strength followed by Muntilan and Kendal. The results of the tensile strength test show that concrete with Kendal coarse aggregate has highest number, followed by Jepara and Muntilan, And flexural strength results show the same thing that Kendal has the highest flexural strength, followed by Jepara and Muntilan. The coarse aggregate boundary for this study used actual condition sold in the market.

Keywords: Concrete, Aggregates, Compressive strength

1. Pendahuluan

Beton masih menjadi pilihan utama yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi diseluruh dunia. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat (dapat juga menggunakan variasi bahan tambahan mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan buangan non kimia) dengan perbandingan tertentu. Campuran tersebut

bila dituangkan dalam cetakan dan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen yang berlangsung selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras seiring dengan bertambahnya umur beton. Pada komposisi beton padat rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu

pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir), dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen) sehingga ruang yang ada didalam beton menjadi sedikit, dimana hal ini akan menjadikan kualitas beton semakin baik.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton serta lainnya bergantung pada propertis bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan caraperawatan selama proses pengerasan.

Pemenuhan kebutuhan Agregat di Jawa Tengah paling tidak ada 3 lokasi pengambilan yaitu Muntilan, Kendal dan Jepara. Namun pada saat ini masih banyak dijumpai penjual material beton abai dengan data pengujian peropertis yang berdifat wajib/mandatori wajib seperti: kadar lumpur, kadar organik, analisis saringan dan *soundness* dari agregat yang digunakan sehingga agregat yang ada dilapangan langsung dipakai untuk membuat beton, akibatnya beton yang dihasilkan tidak sesuai dengan mutu beton rencana. Untuk meninjau mutu agregat yang dijual dipasaran maka perlu dilakukan pengujian terhadap agregegat kondisi actual untuk membuat beton, sehingga bisa menjadi pemahaman kepada masyarakat bahwa “meskipun agregat suatu tempat terkenal bagus tetapi kondisinya belum sesuai standar maka bisa jadi beton yang akan dihasilkan menjadi jelek”.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Material Penyusun Beton

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik. beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis. Banyak sekali faktor yang harus diperhatikan dalam menghasilkan beton yang ideal dan perlu memadukan mutu agregat, metoda *Mix Design*, proses

transportasi, Pengecoran dan perawatan daalam suatu siklus konstruksi.

Tabel 1. Sifat agregat dan pengaruhnya terhadap beton .

Sifat Agregat	Pengaruhnya pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstrur, gradasi	Beton segar/ cair	Kelecekan Pengikatan dan pengerasan
Sifat disik, sifat kimia, mineral	Beton Keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

Agregat lebih murah daripada semen maka akan ekonomis bila agregat dimasukkan sebanyak mungkin selama secara teknis memungkinkan, dan kandungan semennya minimum. Meskipun dulu agregat dianggap sebagai material pasif, berperan scbagai pengisi saja, kini disadari adanya kontribusi positif agregat pada sifat beton, seperti stabilitas volume, ketahanan abrasi, dan ketahanan umum (*durability*) diakui. Bahkan beberapa sifat fisik beton secara langsung tergantung pada sifat agregat, seperti kepadatan, panas jenis, dan modulus elastisitas. Dengan demikian Agregat yang akan digunakan untuk beton harusmemenuhi persyaratan khusus, seperti kebersihan, kekerasan, kekuatan, ketahanan dan tidak mengandung material tertentu yang dapat mempengaruhi kekuatan beton pada umur tertentu, seperti tanah liat, mika, batu bara, kotoran organik dan jenis-jenis garam sulfat, seperti kalsium, magnesium dan sodium. Persyaratan agregat tersebut harus dipenuhi agar dapat menghasilkan beton yang memenuhi syarat teknik dan ekonomi.

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimia aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak melakukan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah selesai pengadukan dan juga dapat memperbaiki keawetan dari beton yang dikerjakan.

Bahan pembentuk beton yang lain adalah air. Umumnya air yang dapat diminim dapat dipergunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila digunakan dalam campuran beton akan menyebabkan penurunan kualitas beton yang dihasilkan dan juga akan mengubah sifat-sifat beton yang dibuat.

Karena karakter pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang ditinjau, tetapi perbandingan antara air dengan semen saja atau biasa disebut faktor air semen (water cement ratio). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai. Sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak akan tercapai seluruhnya, yang pada akhirnya akan mempengaruhi kekuatan mutu beton.

2.2. Perancangan campuran beton

Menurut Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI 03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat kasar dan air dengan atau tanpa material tambah membentuk massa padat. Sedangkan beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah

Kuat tekan beton tergantung pada rasio air dan semen, tingkat pemadatan, rasio semen terhadap agregat, ikatan antara mortar dan agregat, dan gradasi, bentuk, kekuatan dan ukuran agregat (Roccoand Elices, 2009; Elices dan Rocco, 2008).

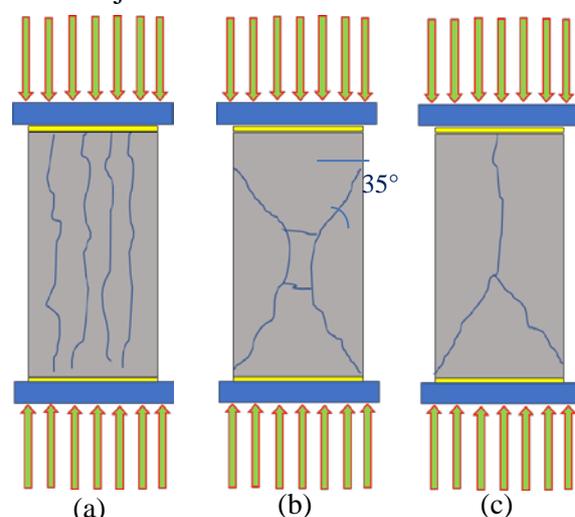
Beton dapat divisualisasikan sebagai material komposit multi-fase yang terdiri dari tiga fase; yaitu mortar, antarmuka mortar/agregat, dan fase agregat kasar. Agregat kasar pada beton normal sebagian besar berasal dari pecahan batuan yang bercirikan kekuatan tinggi. Oleh karena itu, antarmuka agregat bukan merupakan faktor pembatas yang mengatur kebutuhan

kekuatan (Beshr, Almusallam, dan Maslehuddin 2003). Timbulnya kegagalan dimanifestasikan oleh pertumbuhan retak pada beton. Untuk beton normal, pertumbuhan retak terutama terjadi di sekitar pasta semen atau pada zona antarmuka agregat/pasta semen. Kekuatan beton pada zona antarmuka pada dasarnya tergantung pada integritas pasta semen dan sifat agregat kasar.

2.3. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh Mesin Tekan. Dengan menggunakan semen dengan mutu terpilih, perbandingan-perbandingan bahan campuran dan cara pemadatan yang seksama serta sarana – sarana perawatan yang menguntungkan kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 800 kg/cm² (80 N/mm²).

Teori teknologi beton, dijelaskan bahwa kekuatan tekan beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti : faktor air semen, kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan sifat agregat. Namun setelah benda uji selesai dibuat dan kemudian akan ditekan, maka dua hal yang dapat mempengaruhi kekuatan tekanya, yaitu : kecepatan pembebanan dan eksentrisitas dari gaya tersebut. Kecepatan pemberian beban mempunyai pengaruh yang menentukan terhadap kekuatan tekan benda uji.



Gambar 2. Hasil uji tekan beton ((a). Belah,

(b) Geser, (c) gabungan).

Hasil – hasil pemeriksaan kekuatan tekan benda-benda uji beton menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan pemberian gaya dan kekuatan tekan adalah logaritmis, makin cepat pemberian gaya makin tinggi kekuatan tekan yang dihasilkan. Pengaruh pembebanan yang eksentris tampak jelas sehingga kelurusan arah penekanan dari mesin harus selalu diperhatikan, oleh karena setiap penyimpangan arah atau eksentrisitas cenderung untuk menyebabkan penurunan kekuatan tekan dari benda uji yang sedang diperiksa.

2.4. Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Uji ini terdiri dari pemberian gaya tekan sepanjang diameter specimen beton silinder pada kisaran laju yang ditentukan sampai batas keruntuhan. Pembebanan ini menimbulkan tegangan tarik pada bidang datar yang diberi beban dan gaya tekan yang relative tinggi didaerah sekitar beban kerja.

Penandaan garis diameter pada setiap ujung benda uji yang digunakan untuk memastikan bahwa kedua garis tengah tersebut berada pada bidang aksial yang sama. Ukur diameter benda uji sampai mendekati 0.25 mm dengan meratakan diameter dari tiga kali pengukuran pada kedua ujung dan bagian tengah benda uji.

Mengatur posisi dengan tanda garis diameter. Letakkan sebuah dari dua bantalan kayu lapis pada tengah – tengah pada bagian bawah blok penahan beban. Letakkan benda uji di atas bantalan kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada ujung benda uji terlihat tehak lurus terhadap titik tengah dari bantalan kayu lapis. Letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas selingder sedemikian rupa hingga bagian

tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder.

Mengatur posisi dengan alat bantu jig, letakkan lapisan perata beban, silinder uji dan batang perata beban tambahan dengan menggunakan peralatan bantu dan titik tengah sehingga peralatan batang perata beban tambahan dan titik tengah pada posisi uji harus berada tepat dibawah titik tengah blok perata beban bagian atas. Perhitungan kuat tarik belah dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

dengan :

- T* = Kuat tarik belah beton (Mpa)
- P* = Beban maksimum (N)
- l* = Panjang benda uji (mm)
- d* = Diameter (mm)

Laju pembeban pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakan dengan konstan antar 0.7 MPa/menit sampai 1.4 MPa/menit (100 psi/menit – 200 psi/menit). Catat beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji Catat jenis keruntuhan dan tampak penampang.



Gambar 3. uji tarik belah beton (a) Skema pengujian tarik belah (b) pengujian dengan mesin tekan.

2.5. Pengujian Lentur

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya

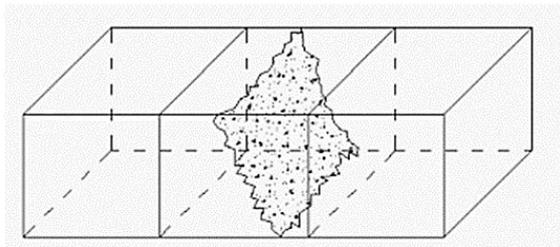
per satuan luas. Pembebanan dilakukan dengan kecepatan 8 kg/cm² – 10 kg/cm² per menit sampai benda uji patah.

Untuk hasil pengujian dimana bidang patah terletak didaerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2}$$

dengan :

- σ_1 = Kuat lentur beton (Mpa)
- P = Beban batas benda uji (N)
- L = Panjang benda uji (mm)
- b = Lebar balok (mm)
- d = Tinggi balok (mm)



Gambar 4. Bentuk keruntuhan lentur beton Normal.

3. Metodologi Studi

Pengujian akan dilaksanakan sesuai dengan aplikasi beton normal dilapangan, dimana material yang digunakan adalah Semen Portland biasa (yang tersedia secara komersial digunakan untuk tujuan ini. Semen ini memiliki berat jenis 3,15), Tiga jenis agregat kasar (Muntilan, Kendal dan Jepara), Agregat halus adalah pasir jenis Kendal dan Air untuk pencampuran. Pada pengujian ini akan membuat 3 jenis rancangan campuran berdasarkan variasi agregat kasar yang berasal dari sumber pengambilan yang berbeda, untuk prosedurnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

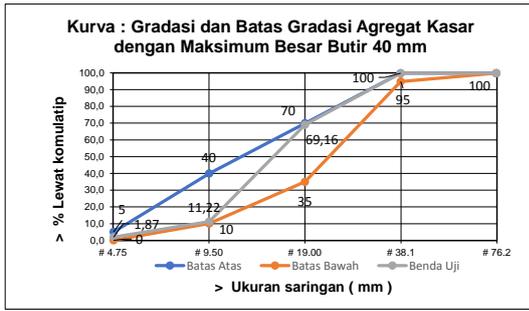


Gambar 5. Diagram alir metode penelitian kuat tekan beton berdasarkan variasi agregat kasar.

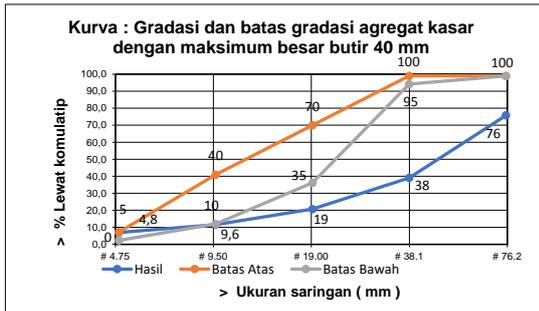
4. Pembahasan Dan Hasil Penelitian

4.1. Hasil Pengujian Propertis Agregat

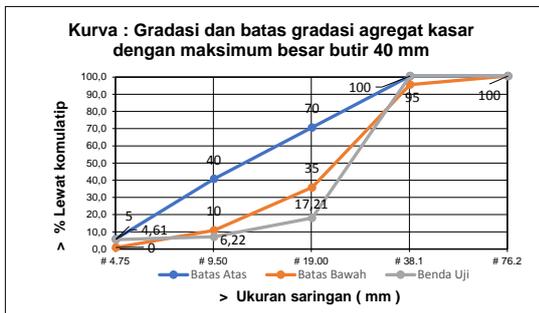
Hasil uji analisis ayakan pada agregat ditunjukkan pada Gambar 6-9. Sebagian besar bagian kurva gradasi untuk agregat berada dalam batas bawah dan batas atas persyaratan gradasi untuk agregat dari sumber alam BS 882 (1992). Hal ini menunjukkan bahwa agregat tersebut cocok untuk pekerjaan konstruksi. Namun, karena ada beberapa bagian kurva yang berada di bawah persyaratan batas bawah. Agregat mungkin memerlukan campuran pasir yang lebih besar untuk mencapai workability yang baik.



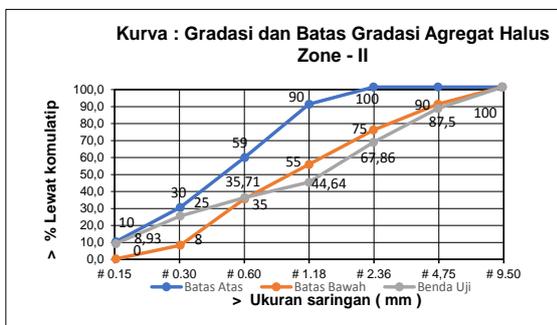
Gambar 6. Grafik analisa ayak agregat kasar Muntulan.



Gambar 7. Grafik analisa ayak agregat kasar Kendal.



Gambar 8. Grafik analisa ayak agregat halus Jepra.



Gambar 9. Grafik analisa ayak agregat halus Kendal.

Untuk hasil pengujian propertis agregat lainnya dapat dilihat di tabel 2.

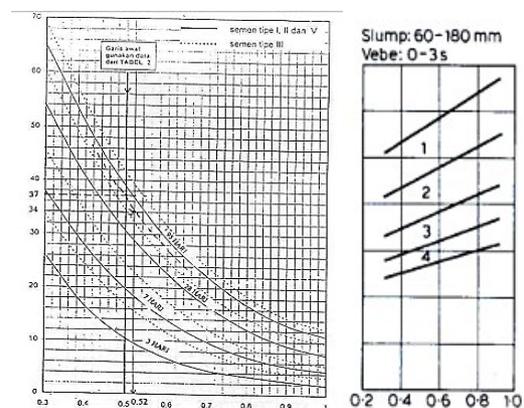
Tabel 2. Hasil pengujian propertis Agregat Kasar

Jenis Agregat Kasar	Muntulan	Kendal	Jepra
Kadar Air (%)	2.01	2.94	4.04
Penyerapan Air (%)	4.03	1.22	6.18
Berat Jenis (Kg/m ³)	2.45	3.38	2.69
Berat Volume	1.64	1.40	1.64

4.2. Metode Pencampuran Beton

Pencampuran mix design beton menggunakan metode SNI 2000. Jumlah material adalah untuk campuran enam buah silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Dalam proses mix design beton normal dengan menggunakan metode SNI 2000 hal pertama yang dilakukan adalah menentukan kuat tekan beton yang akan di buat. Untuk penelitian kali ini direncanakan kuat tekan beton normal adalah 25 MPa. Setelah menentukan kuat tekan beton normal hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menentukan fas untuk beton yang akan digunakan. Dalam menentukan fas digunakan grafik pada gambar 6.



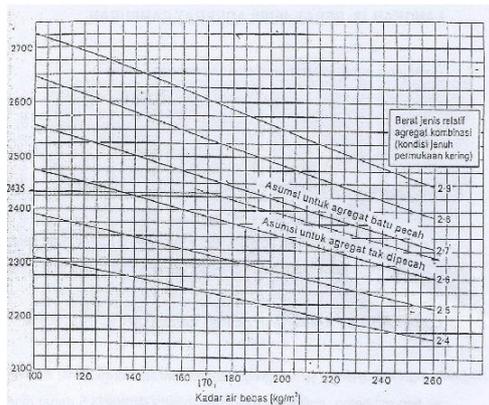
Gambar 10. Grafik nilai fas dan perbandingan

agregat

Setelah menentukan fas beton hal selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan kadar air yang akan digunakan dalam beton. Kemudian dengan menggunakan kadar air dan fas ditentukan jumlah semen yang akan digunakan untuk campuran beton.

Setelah mendapatkan jumlah air dan semen untuk campuran mix design hal selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan kadar agregat kasar dan agregat halus dalam beton yang dapat ditentukan dengan menggunakan grafik dari gambar 1.

Setelah mendapatkan jumlah campuran air, semen, agregat kasar dan agregat halus maka dapat ditentukan berat jenis beton basah yang akan dibuat menggunakan gambar 7.



Gambar 11. Grafik berat jenis beton basah

Setelah mendapat jumlah campuran yang dibutuhkan untuk membuat 1 m³ beton normal dengan kuat tekan 25 MPa, hal terakhir yang perlu dilakukan adalah menentukan hasil koreksi campuran dengan data propertis agregat yang sebelumnya sudah di uji.

Untuk masing masing mix design agregat kasar berdasarkan volume benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan agregat untuk Campuran beton berdasarkan variasi agregat kasar.

Jenis Agregat Kasar	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)
---------------------	------------	------------	--------------	----------

Muntilan	19	41	52	10
Kendal	22	32	40	13
Jejara	22	48	65	12

4.3. Pembuatan dan Curing Beton

Ada tiga set bahan campuran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Volume bahan campuran yang diperlukan diukur dan pencampuran dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa campuran homogen diperoleh. Sebelum pengecoran, slump beton diukur sesuai dengan pencampuran dalam mix desing SNI 2000 . Untuk setiap jenis agregat kasar, 6 Silinder (150x300 mm) dan 1 balok (150x150x750 mm) dicor. Setelah satu hari pengecoran, kubus beton dikeluarkan dari cetakan dan dipindahkan ke tangki air untuk curing sampai waktu pengujian. Perawatan Silinder dilakukan menurut SNI 2000. Beton dicuring sampai pada umur yang ditentukan yaitu 14 hari untuk pengujian kuat tekan 14 hari dan 28 hari untuk pengujian lainnya.

4.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Slump beton yang direncanakan menggunakan metode mix design SNI 2000 adalah 100 mm dengan toleransi 20 mm.

Hasil uji slump beton segar ditunjukkan pada tabel 3. Slump yang diperoleh berada di antara kisaran (70-90mm). Kemerosotan tertinggi diperoleh dengan beton yang dibuat dengan agregat kasar Jejara. Agregat kasar Jejara memiliki permukaan yang relatif halus, berbentuk bulat dan kadar lumpur yang rendah, dengan demikian meningkatkan kemampuan kerja beton segar. Agregat ini membutuhkan lebih sedikit pasta untuk melapisi permukaannya dan dengan demikian meninggalkan lebih banyak pasta untuk pelumasan sehingga interaksi antara partikel agregat selama pencampuran adalah diminimalkan.

Agregat kasar Muntilan adalah agregat kasar pecah dari pecahan batuan dan ini memberikan agregat karakteristik kasar dan berbentuk sudut. Agregat seperti ini

membutuhkan lebih banyak air bila digunakan untuk pekerjaan beton.

Agregat kasar kendal adalah agregat kasar pecah dari pecahan batuan yang ukurannya relatif kecil dan memiliki sudut yang lebih tumpul daripada agregat kasar muntulan. Akan tetapi kadar lumpur untuk agregat kasar kendal terlihat cukup banyak sehingga menurunkan mutu dan workability beton. Beton yang mengandung agregat kasar dihancurkan menunjukkan nilai workability yang lebih rendah.

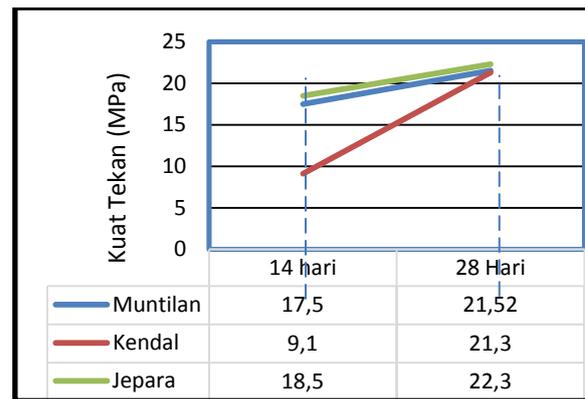
Tabel 4. Hasil pengujian slump

Jenis Agregat Kasar	Muntilan (mm)	Kendal (mm)	Jejara (mm)
Nilai Slump	80,3	70	87,3

Pengujian kuat tekan beton dilakukna dua kali. Yaitu pada beton umur 14 hari dan 28 hari. Hasil daripada uji kuat tekan beton dapat dilihat di gambar 10. Terlihat kalau nilai kuat tekan beton meningkat dari umur 14 hari ke umur 28 hari. Dengan rencana kuat tekan beton 25 MPa pada usia 28 hari maka dapat diketahui kalau perkiraan kuat tekan beton pada usia 14 hari adalah 70% dari kuat tekan rencana yaitu 17.5 MPa.

Dari hasil pengujian di dapat kalau tidak ada beton yang memenuhi persyaratan kuat tekan 25 MPa pada usia 28 hari dan hanya beton dengan agregat kasar Muntilan dan Jejara saja yang memenuhi persyaratan kuat tekan beton pada usia 14 hari. Adapun hal ini diyakini terjadi karena pasir kendal yang digunakan mengandung kadar lumpur yang tinggi.

Kuat tekan yang tertinggi di miliki oleh beton normal yang dibuat dengan agregat kasar Jejara di ikuti oleh Muntilan dan Kendal.



Gambar 12. Grafik kuat tekan beton untuk masing-masing variasi agregat kasar.

4.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian tarik belah beton dilakukan pada usia beton 28 hari. Hal ini dilakukan untuk membandingkan nilai kuat tarik belah beton dengan kuat tekan beton. Nilai kuat tari belah normal adalah 5% daripada kuat tekan beton. Karena nilai kuat tekan beton rencana adalah 25 MPa maka di dapat nilai kuat tarik belah rencana adalah 1.25 MPa.

Dari pengujian tarik belah di dapat kalau nilai kuat tekan yang paling tinggi adalah Kendal di ikuti oleh Jejara lalu Muntilan. Ketiga beton memiliki nilai kuat tarik belah yang memenuhi persyaratan rencana. Untuk nilai kuat tarik belah beton dapat dilihat di tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik belah

Jenis Agregat	Muntilan (MPa)	Kendal (MPa)	Jejara (MPa)
Kuat Tarik Belah	1,75	2,59	2,50

4.6. Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada usia beton 28 hari. Hal ini dilakukan untuk membandingkan nilai kuat lentur beton dengan kuat tekan beton. Nilai kuat lentur normal adalah 10% daripada kuat tekan beton. Karena nilai kuat tekan beton rencana adalah 25 MPa maka di dapat nilai kuat lentur rencana adalah 2,5 MPa.

Dari pengujian tarik belah di dapat kalau nilai kuat tekan yang paling tinggi adalah Kendal di ikuti oleh Jejara lalu

Muntilan. Ketiga beton memiliki nilai kuat tarik belah yang memenuhi persyaratan rencana. Untuk nilai kuat tarik belah beton dapat dilihat di tabel 5.

Jenis Agregat	Muntilan (MPa)	Kendal (MPa)	Jepara (MPa)
Kuat Lentur	3.2	3.8	3.7

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil pengujian ketiga agregat yang digunakan untuk membuat beton normal di dapatkan hasil bahwa agregat Jepara (22,3 MPa) memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi di ikuti oleh Muntilan (21,52 MPa) dan Kendal (21,3 Mpa).
- Hasil dari ketiga agregat yang digunakan untuk membuat beton normal di dapat kalau agregat Kendal (2,59 MPa) memiliki nilai kuat tarik belah yang paling tinggi di ikuti oleh Jepara (2,5 MPa) dan Muntilan (1,75 MPa).
- Hasil Dari ketiga agregat yang digunakan untuk membuat beton normal di dapat kalau agregat Kendal memiliki nilai kuat lentur yang paling tinggi (3,8 MPa) di ikuti oleh Jepara (3,7 Mpa) dan Muntilan (3,2 MPa).
- Agregat Muntilan biasanya menjadi pilihan utama untuk agregat yang paling berkualitas di Jawa Tengah, namun pada kondisi apa adanya (yang dijual dilapangan) terlihat agregat muntilan memiliki kadar lumpur yang tinggi sehingga menjadikan mutu agregat tersebut kalah dibandingkan Jepara.

5.2 Saran

Untuk kemajuan kedepan kami memberikan saran sebagai berikut :

- Pengecekan mutu agregat (pengujian mandatory) wajib dilakukan agar agregat yang kita gunakan sesuai dengan persyaratan.

- Seorang Quality control perlu hati-hati dalam memilih penyedia agregat, meskipun sumber suatu agregat sudah terkenal bagus, namun jika penambang/quary tidak memperhatikan factor penting agregat seperti: kadar lumpur, maka kualitas agregat tersebut akan cenderung rendah.
- Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian yang sama namun yang divariasikan adalah asal pengambilan pasirnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Nataraja M. T. dkk. 2016. Concrete Mix Design.
- Setiawan A. 2016. Perancangan Struktur Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta.
- BSN. 2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974-2011, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Rocco, C.G., and Elices, M., (2009), *Effect of Aggregate Shape on the Mechanical Properties of a Simple Concrete*, *Engineering Fracture Mechanics*, 2009, 76(2), pp 286-298.
- Nugraha P., Antoni. 2007. Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta
- Beshr, H., Almusallam, A.A., and Maslehuddin, M., (2003), *Effect of Coarse Aggregate Quality on the Mechanical Properties of High Strength Concrete*, *Construction and Building Materials*, 17(2), pp 97-103.
- BSN. 2000. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, SNI 03-2834-2000, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta.