

Studi Penggunaan Agregat Kasar Ungaran Dalam Pencapaian Kuat Tekan Beton Mutu Sedang

Nur Sya'bani Mumtaz¹, Dr. Ir. H. Sumirin, MS.², Prof. Dr. Ir. Antonius, MT.³

^{1, 2, 3} Universitas Islam Sultan Agung Semarang

^{1, 2, 3} Jalan Raya Kaligawe KM 4 Semarang

¹mumtazsyabani@gmail.com

Abstrak – Meningkatnya penggunaan agregat setiap waktu akan mengurangi ketersediaannya di alam sehingga bukan tidak mungkin apabila suatu saat harga agregat naik. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alternatif untuk mengatasi kondisi tersebut. Salah satunya adalah dari kecamatan pringapus yang sudah mulai digunakan oleh masyarakat lokal setempat. Namun karakteristiknya dirasa jauh tidak lebih unggul dibanding dari Muntilan ataupun Gringsing. Penulis meneliti agregat supaya dapat dimanfaatkan secara optimal dengan cara mengetahui karakteristiknya melalui beberapa pengujian dan merencanakan proporsi campuran yang tepat untuk agregat dalam memenuhi kebutuhan beton mutu sedang. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder berukuran 150x300mm berjumlah 9 buah yang diuji pada saat beton berumur 7 hari. Metode yang digunakan dalam merencanakan campuran adalah metode SNI 7656:2012. Variasi untuk campuran beton dibuat melalui perbandingan berat masing-masing material penyusun beton hasil perhitungan yang kemudian dibagi dengan berat satuannya. Dari hasil pemeriksaan material dan perhitungan mix desain didapat perbandingan variasi komposisi berturut-turut 1semen : 2pasir : 3kerikil, 1semen : 2pasir : 2,5kerikil, dan 1semen : 1,5pasir : 2,5kerikil. Dari ketiga komposisi tersebut kuat tekan maksimum diperoleh pada perbandingan komposisi 1semen : 1,5pasir : 2,5kerikil yaitu sebesar 189,63 kg/cm².

Kata kunci: agregat kasar, kuat tekan, beton mutu sedang, Ungaran

Abstract – The increasing of the use of aggregate every time will reduce its availability in the nature so that it is not impossible if one day the price of the aggregate rises. Because of that, it is needed an alternative to overcome this condition. One of them is from the Pringapus district which has already begun to be used by the local community. But its characteristics are considered more superior than from Muntilan or Gringsing. The author examines the aggregate so that it can be optimally utilized by knowing its characteristics through several tests and planning the proportion of the mixture that is right for the aggregate to meet the needs of medium quality concrete. This research uses nine cylindrical test specimens with dimension 150x300mm which is tested 7 days after the concrete are formed. The used method in planning a mixture is the SNI 7656: 2012 method. Variations for a concrete mixture are made through a comparison of the weight of each concrete constituent which is calculated and then divided by the weight of the unit. From the results of the examination of the material and the calculation of the design mix, it is obtained that the composition variation is successively 1 cement: 2 sand: 3 pebble, 1 cement: 2 sand: 2,5 pebble, and 1 cement: 1.5 sand: 2.5 pebble. From these three compositions, the maximum compressive strength was obtained in the composition of 1 cement: 1.5 sand: 2.5 pebble, whereas the value is 189.63 kg / cm².

Key words: coarse aggregate, compressive strength, medium strength concrete, Ungaran

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan pembangunan infrastruktur di segala bidang pada sepuluh tahun terakhir membuat produksi beton meningkat secara signifikan. Selain karena bahan bakunya yang murah dan mudah untuk didapatkan, beton juga dikenal memiliki kemampuan lebih dalam hal kekuatan dan kekakuan apabila dibandingkan dengan material pembentuk struktur yang lain. Sifat tersebut tidak lepas dari sifat bahan pembentuknya yang terdiri dari agregat, semen, dan air dengan atau tanpa bahan tambah.

Dalam pembuatan struktur utama beton bertulang di wilayah Semarang dan sekitarnya umumnya memakai bahan campuran beton berikut, yaitu semen Portland tipe I, agregat halus dari sungai Krasak (Muntilan), air dari lokasi setempat, sedang agregat kasar (batu pecah) umumnya diambil dari Pudak Payung, Kali Kuto, Gunung Pati, atau Ungaran (Marsudi, 2007). Adanya beberapa sumber agregat yang berbeda ini dapat menghasilkan mutu beton yang beragam. Dewasa ini beton mutu sedang yang paling umum digunakan diantaranya pembuatan jalan rigid, bangunan bertingkat, jembatan, bangunan irigasi dan lain-lain. Beton mutu sedang adalah beton dengan kuat tekan karakteristik $20 < 35$ MPa atau $K 250 < K 400$ kg/cm² (Mangantha, 2018).

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70-75% volume beton (Dipohusodo, 1996).

Sebagian besar pembangunan di wilayah Semarang memanfaatkan agregat yang berasal dari Muntilan ataupun Gringsing karena terkenal dengan karakteristiknya yang baik. Meningkatnya penggunaan agregat setiap waktu akan mengurangi ketersediaannya di alam sehingga bukan tidak mungkin apabila suatu saat harga agregat naik. Dalam hal ini masyarakat memerlukan suatu alternative agregat yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kelangkaan agregat dominan yang diperkirakan terjadi pada masa yang akan datang. Salah satunya adalah agregat yang berasal dari kecamatan Pringapus. Agregat ini sudah mulai digunakan oleh masyarakat lokal setempat. Namun karakteristiknya dirasa jauh tidak lebih unggul dibanding agregat yang berasal dari Muntilan ataupun Gringsing. Untuk itu penulis akan meneliti agregat supaya dapat dimanfaatkan secara optimal dengan cara mengetahui karakteristiknya melalui beberapa pengujian dan merencanakan proporsi campuran yang tepat untuk agregat dalam memenuhi kebutuhan beton mutu sedang.

B. Rumusan Masalah

Dari penjelasan subbab latar belakang maka timbul beberapa pertanyaan yang kemudian akan dibahas pada penulisan Tugas Akhir ini meliputi :

1. Bagaimana sifat-sifat dari agregat kasar Ungaran?
2. Bagaimana pengaruh agregat kasar Ungaran terhadap kuat tekan beton mutu sedang?

C. Tujuan Masalah

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sifat-sifat dari agregat kasar Ungaran
2. Mengetahui pengaruh agregat kasar Ungaran terhadap kuat tekan beton mutu sedang?

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diambil dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Semen yang dipakai adalah semen yang sesuai dengan standar SNI 15-7064-2004 untuk semen jenis PCC (Portland Composite Cement) sehingga tidak perlu dilakukan pengujian karena sifat fisis dan mekanis semen dianggap telah layak dan sesuai dengan standar
2. Agregat halus diambil dari stok material di laboratorium yang berasal dari quarry Muntilan Magelang
3. Agregat kasar yang akan dipelajari adalah salah satu agregat yang diambil dari daerah lokal semarang, yaitu agregat yang berasal dari Ungaran
4. Air yang digunakan adalah air PDAM dari laboratorium bahan
5. Benda uji beton berupa silinder ukuran 150 x 300 mm
6. Pemeriksaan agregat baik halus maupun kasar meliputi analisa ayak, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, dan berat volum
7. Pengujian beton segar sebatas nilai slump
8. Pengujian beton keras meliputi pengujian kuat tekan yang akan dilakukan saat benda uji berumur 7 hari
9. Mix design tidak menggunakan bahan tambah

II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah suatu bahan bangunan yang diperoleh dari pencampuran antara agregat kasar (*coarse aggregate/split*), agregat halus (*fine aggregate/pasir*), semen dan air serta dalam hal-hal tertentu masih diberikan suatu bahan tambahan (*admixture*) untuk mendapatkan maksud tertentu dari beton tersebut tetapi tidak menambah kekuatan tekan dari beton. Nawy mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Kelebihan Beton :

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen Portland
2. Memiliki kekuatan tekan tinggi serta tahan korosi
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam berbagai bentuk dan ukuran
4. Beton termasuk tahan aus dan tahan suhu tinggi (kebakaran) sehingga biaya perawatan termasuk rendah

Kekurangan Beton :

1. Berat sendiri besar sekitar 2400 kg/m^3
2. Kekuatan tariknya rendah
3. Dapat mengembang dan menyusut terhadap perubahan suhu
4. Tidak kedap air secara sempurna
5. Bersifat getas
6. Dalam pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi

Didalam peraturan SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, beton dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan berat satuan yaitu sebagai berikut :

1. Beton ringan, dengan berat satuan sebesar $\leq 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal, dengan berat satuan sebesar 2200 kg/m^3 sampai dengan 2500 kg/m^3
3. Beton berat, dengan berat satuan sebesar $> 2500 \text{ kg/m}^3$

Sedangkan berdasarkan kuat tekan karakteristik dari benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, beton dapat dikelompokkan kedalam tiga jenis mutu beton seperti yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 diantaranya :

1. Beton mutu rendah (*low strength concrete*) dengan kuat tekan $f'c < 20$ MPa
2. Beton mutu sedang (*medium strength concrete*) dengan kuat tekan $f'c$ antara 21 MPa hingga 40 MPa
3. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) dengan kuat tekan $f'c \geq 41$ MPa

2.2. Bahan Penyusun Beton

2.2.1. Agregat

Agregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik (SNI 03-2847-2002).

Dalam bukunya yang berjudul Teknologi Beton, Mulyono menyebutkan bahwa secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar tersebut berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4,80 mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan 4,80 mm atau 4,75 mm atau 5,0 mm. Sedangkan agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4,80 mm atau 4,75 mm atau 5,0 mm.

2.2.1.1. Persyaratan agregat

Persyaratan agregat halus

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. jika lebih dari 5% maka agregat harus dicuci.
3. Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
4. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan berturut-turut 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm (PBI 1971), harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
 - a. Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2 % berat
 - b. Sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10 % berat
 - c. Sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar 80 % - 95 % berat
 - d. Untuk pasir modulus halus butir antara 2,50 – 3,80
 - e. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.
 - f. Modulus Halus Butir (FM) sebesar 6 – 7 (ASTM C 33-93)
 - g. Berat isi ≥ 1200 kg/m³ (ASTM C 33-93)

Persyaratan agregat kasar

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
2. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir pipih yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang dimaksud dengan lumpur melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melalui 1 % maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif alkali.
5. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudolf dengan beban pengujian 20 ton, dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24 % berat
 - b. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22 %
Atau dengan mesin Los Angeles, dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50 %
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan secara berturut-turut sebagai berikut : 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
- a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus 0 % berat
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar 90 % - 98 % berat
 - c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60 % dan minimum 10 % berat
7. Besar butir agregat maksimum yang tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang sampai cetakan. Sepertiga dari tebal pelat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kecil.
8. Berat isi agregat kasar minimal 1200 kg/m³ (ASTM C-33 Tabel 33)
9. Modulus Halus Butir (FM) sebesar 6 – 7 (ASTM C 33-93)

2.2.2. Semen

Ada dua macam semen, yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis. Semen non hidrolis adalah semen (perekat) yang dapat mengeras tetapi tidak stabil dalam air. Semen hidrolis adalah semen yang akan mengeras bila bereaksi dengan air, tahan terhadap air (*water resistance*), dan stabil di dalam air setelah mengeras. Kebutuhan dunia akan semen hidrolis ini mencapai ratusan juta ton setiap tahun sehingga harus diproduksi dari material mentah alamiah daripada bahan kimia murni semata. Salah satu semen hidrolis yang biasa dipakai dalam konstruksi beton adalah semen Portland (Antoni, 2007).

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Menurut Tjokrodinuljo, semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak / padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10 % dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah.

Peraturan Beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) dalam ulasannya di halaman 1, membagi semen portland menjadi lima jenis (SK SNI T-15-1990-03:2) yaitu :

1. Tipe I, semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain
2. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang
3. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi
4. Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah
5. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat

2.2.3. Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagaimana tertuang dalam PBI 1971 yaitu sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter
4. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter

2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton memikul beban tekan maksimum per satuan luas. Kekuatan tekan beton dilakukan dengan membuat sejumlah benda uji berbentuk kubus atau silinder yang diuji tekan pada berbagai umur, dapat dimulai dari umur paling muda 3 hari atau sampai dengan umur 28 hari (Kusdiyono, 2012).

Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \text{ atau } MPa \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P = beban tekan maksimum (kg atau N)

A = luas bidang tekan (cm^2 atau mm^2)

Kuat tekan beton bergantung pada faktor air semen, gradasi batuan, bentuk batuan, ukuran maksimum batuan, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan perawatan) dan umur beton (Tjokrodinuljo, 1996).

Beton dapat mencapai kuat tekan 80 MPa atau lebih, bergantung pada perbandingan air, semen, dan tingkat pematannya. Disamping dipengaruhi oleh perbandingan air dan semen, kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh faktor lainnya, yaitu jenis semen, kualitas agregat, efisiensi perawatan, umur beton, dan bahan admixture (Murdock dan K.M. Brook, 1991).

Dalam SNI 7656:2012 disebutkan bahwa untuk bisa mencapai kuat tekan yang hendak dicapai pada saat beton berumur 28 hari diperlukan faktor air semen tertentu. Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari diberikan pada tabel berikut

Tabel 2.4. Hubungan Rasio Air Semen dengan Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan Beton Umur 28 hari, MPa	Rasio Air Semen	
	Tanpa Penambahan Udara	Dengan Penambahan Udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

2.4 Penelitian Terdahulu

Indriani (2015) dalam penelitiannya membandingkan pengaruh penggunaan agregat kasar dari Merak yang akan ditambahkan pada agregat dari Batu Gadur terhadap kuat tekan beton mutu normal. Variasi yang digunakan adalah beton yang menggunakan kedua jenis agregat tersebut dalam campurannya. Dengan menggunakan metode analisis regresi polinomial pangkat dua dapat diketahui bahwa perkembangan kuat tekan beton meningkat pada usia benda uji 7 hari. Akan tetapi semakin besar persentase penambahan agregat x pada setiap campuran kuat tekan beton akan semakin rendah.

Masherni (2015) melakukan penelitian terhadap agregat dari tiga sumber yang berbeda untuk mengetahui kemampuan masing-masing beton yang dihasilkan dari pemakaian agregat dengan mutu rencana dan metode rancang campur yang sama. Mutu rencana yang dipakai adalah beton mutu K-300 dengan metode perancangan SNI dan ACI. Dari ketiga penggunaan agregat ada yang bahkan tidak dapat mencapai mutu rencana. Sedangkan benda uji yang mencapai kuat tekan rencana dan memperlihatkan kuat tekan paling tinggi dihasilkan oleh benda uji berpengaruh terhadap mutu beton

Rahmadianty (2017) meneliti tentang pemilihan komposisi campuran yang efisien dari segi waktu dan biaya untuk kebutuhan beton mutu sedang dengan metode perbandingan volum. Variabel yang diteliti untuk range mutu rencana K-250 – K-300 berupa nilai faktor air semen 0,4, 0,5, dan 0,6 dan komposisi campuran 1:2:3, 1:2:2,5, dan 1:1,5:2,5. Setelah dilakukan pengujian dapat diketahui bahwa campuran yang paling mendekati untuk mencapai mutu rencana K250 – K300 adalah perbandingan campuran 1:2:2,5 dengan nilai faktor air semen 0,45 sampai dengan 0,41 dengan syarat harus menggunakan material agregat yang memenuhi persyaratan kadar lumpur.

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

A. Tinjauan Umum

Metode penelitian yang digunakan peneliti dalam tugas akhir ini adalah metode eksperimen. Wiersma (1991) dalam Emzir (2009) mendefinisikan eksperimen sebagai suatu situasi penelitian yang sekurang-kurangnya satu variabel bebas, yang disebut sebagai variabel eksperimental, sengaja dimanipulasi oleh peneliti. Sedangkan Arikunto (2006) mendefinisikan eksperimen sebagai suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

B. Prosedur Penelitian

1. Pemeriksaan Material

2. Perancangan Campuran
3. Pengujian Beton Segar
4. Pembuatan Benda Uji
5. Perawatan Benda Uji
6. Pengujian Benda Uji

IV. HASIL

Hasil pemeriksaan material agregat halus dan kasar ditunjukkan dalam tabel berikut ini

Syarat Fisik	Hasil Pemeriksaan	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Penyerapan Air	3.16%	12.36%
Berat Volum	1.5 gr/cm ³	1.83 gr/cm ³
Kadar Air	1.02%	3.09%
Kandungan Lumpur	0%	4.76%
Analisa Saringan	8.61	1.82

Kedua agregat yang telah diperiksa memenuhi persyaratan yang telah ditentukan berdasarkan peraturan SNI. Kemudian dibawah ini akan ditampilkan kebutuhan bahan hasil perancangan campuran dengan acuan SNI 2012.

Kuat Tekan Rencana	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)	Perbandingan Komposisi
K275 (22 MPa)	4.646	12.891	15.571	4.725	1 : 2 : 3
K300 (24 MPa)	4.909	12.652	15.571	4.701	1 : 2 : 2.5
K375 (31 MPa)	5.800	11.843	15.571	4.618	1 : 1.5 : 2.5

Dari ketiga perbandingan komposisi tersebut kemudian akan dibandingkan hasil kekuatannya dan diambil yang paling efektif. Berikut ini disajikan tabel hasil berat volum untuk mengetahui apakah beton termasuk dalam beton kategori normal atau tidak.

Kode Sampel	Perbandingan Komposisi	Berat Volum (kg/m ³)
1	1 : 2 : 2.5	2385.77
2		2349.55
3		2398.78
4	1 : 1.5 : 2.5	2471.03
5		2251.47
9		2373.88
6	1 : 2 : 3	2367.66
7		2381.24
8		2385.01

Karena nilai masing-masing berat volum berada diantara 2200 – 2500 kg/m³ maka beton berbasis agregat kasar Ungaran termasuk kedalam kategori beton normal. Pada tabel berikut akan disajikan kuat tekan beton dari masing-masing perbandingan komposisi.

Kode Sampel	Perbandingan Komposisi	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	1 : 2 : 2.5	141.20	150.75
2		165.75	
3		145.29	
4	1 : 1.5 : 2.5	238.75	189.63
5		99.59	
9		230.56	
6	1 : 2 : 3	131.65	117.1
7		110.51	
8		109.14	

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, cara pemadatan yang kurang sempurna juga sangat berpengaruh terhadap hasil kuat tekan. Pemadatan yang kurang sempurna pada salah satu benda uji salah satu perbandingan campuran, yaitu 1 : 1,5 : 2,5 dengan kode sampel 5 membuat beton keropos dan berongga saat beton sudah mengeras karena masih banyaknya udara yang terperangkap didalam adukan sehingga dapat mengurangi kekuatan beton. Meskipun demikian, kuat tekan normal yang dihasilkan oleh perbandingan komposisi 1semen : 1,5pasir : 2,5split ini pada sisa sampel benda uji menghasilkan kuat tekan yang paling besar jika dibandingkan dengan sampel untuk perbandingan komposisi 1 : 2 : 3 dan 1 : 2 : 2,5 sehingga untuk proyek dengan skala kebutuhan campuran yang tidak terlalu besar bisa menggunakan beton berbasis agregat kasar Ungaran dengan perbandingan komposisi campuran 1 : 1,5 : 2,5.

V. SIMPULAN

1. Beberapa sifat agregat kasar Ungaran yang telah diperiksa guna mendukung perencanaan campuran beton sesuai dengan metode SNI 7656:2012 yaitu :
 - a. Berat isi rata-rata sebesar 1500 kg/m³ memenuhi ketentuan ASTM C-33 Tabel 33 yaitu minimal berat isi agregat kasar 1200 kg/m³
 - b. Kandungan lumpur sebesar 0 % memenuhi ketentuan ASTM C.33-95 yaitu minimal kadar lumpur 1 %
 - c. Modulus Halus Butir yang dihasilkan pada uji analisa saringan sebesar 8,61. Sedangkan pada ketentuan ASTM persyaratan minimal nilai modulus halus butir adalah 6 – 7, sehingga agregat kasar dikategorikan sebagai agregat yang cenderung kasar
 - d. Semakin besar jumlah perbandingan agregat akan semakin besar pula penurunan adukan yang terjadi pada saat dilakukan slump test
2. Berat volum benda uji rata-rata yang dihasilkan dari campuran beton berbasis agregat Ungaran pada penelitian adalah 2373,82 kg/m³ sehingga beton masuk dalam kategori beton normal yaitu dengan berat volum antara 2200 – 2500 kg/m³.
3. Setelah dilakukan uji kuat tekan pada hari ke -7 maka dari perbandingan komposisi campuran yang diambil penulis dalam tugas akhir yaitu komposisi 1semen : 2pasir : 3kerikil, 1semen : 2pasir : 2,5kerikil, dan 1semen : 1,5pasir : 2,5kerikil, untuk campuran beton berbasis agregat kasar Ungaran kuat tekan rata-rata terbesar dihasilkan oleh perbandingan komposisi 1semen : 1,5pasir : 2,5kerikil yaitu sebesar 189,63 kg/cm². Ini menunjukkan bahwa banyaknya jumlah perbandingan agregat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Semakin besar jumlah agregat kasar pada perbandingan-perbandingan komposisi yang dipakai maka akan semakin banyak pula ruang kosong yang dihasilkan dalam campuran oleh karena tidak terisinya rongga-rongga tersebut dengan pasir dan semen sehingga kuat tekan akan berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, Tri, 2004, Teknologi Beton, Andi Offset, Jakarta.
- Murdock, L. J., K. M. Brook, dan Stephanus Hendarko, 1986, Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, Jakarta.
- Nugraha, Paul, 2007, Teknologi Beton, Andi Offset, Surabaya.
- Rahmadianty, Luthfia, 2017, Analisa Campuran Beton dengan Perbandingan Volum dan Pengamatan Karakteristik Beton Mutu Sedang, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro Semarang, Indonesia.
- SNI 03-2834-2000, 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal., Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002, 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004, 2004, Semen Portland, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 7656:2012, 2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa, Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, Kardijono, 1996, Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta.
- Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, 2016/2017, Buku Pedoman Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi., Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNISULA, Semarang.