eJournal Teknik Sipil, 2017, 1 (1): 1-15
ISSN 0000-0000, ejournal.untag-smd.ac.id
© Copyright 2017

**Perencanaan Campuran Beton Normal F’c 40 MPa Dengan Material Lokal ( Agregat Kasar Ex. Selabing dan Ex Muara Wahau )**

**Setiaji Chandra Perdana**

**NPM. 12.11.1001.7311.026**

**Abstrak**

Setiaji Chandra Perdana, 2017, Perencanaan Campuran Beton Normal F’c 40 MPa Dengan Material Lokal ( Agregat Kasar Ex. Selabing dan Ex Muara Wahau )Studi Kasus proporsi campuran beton normal f’c 40 MPa (I) : Dr. Ir. H.Benny Mochtar EA,. M.T., Pembimbing (II) : Zonny Yulfadli., S.T, M.T

InstalasidanPengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Unit Gunung Lingai dengankapasitas debit 100 liter/detik telahmelayanipelanggan pada tahun 2017 adalah sebanyak 15.557 sambunganrumah.

Permasalahan yang terjadi adalah penggunaan material lokal di kabupaten kutai timur untuk mengetahui unsur fisik material agar mendapat proporsi campuran beton yang sesuai dengan perencanaannya.Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul : Perencanaan Campuran Beton Normal F’c 40 MPa Dengan Material Lokal ( Agregat Kasar Ex. Selabing dan Ex Muara Wahau )

1. Rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah : (1) Berapa proporsi Job Mix Design Beton untuk mutu beton*f’c40MPa*menggunakan bahan material lokal batu pecah ex.Selabing dan pasir alami ex.Muara Muara wahau.

Penelitian dengan melakukan pengujian material di laboratorium konstruksi , analisis dan dalam perhitungannya menggunakan metode SNI ( Standart Nasional Indonesia ).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Kuat tekan yang direncanakan adalah f’c 40 MPa dan kuat tekanrata-rata rencana yang ditargetkan (f’cr) 49 MPa. Menurut hasil percobaan dengan proporsi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :
* Didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap M³, sebagai berikut :

Semen Portland ex. Tonasa = 612 Kg

Air = 205 Kg

Agregat Kasar ex. Selabing = 872 Kg

Agregat Halus ex. Muara Wahau = 635 Kg

1. Dari proporsi campuran diatas didapatkan nilai slump dan hasil pengujian kuat tekan silinder adalah :
* Nilai slump yang didapat adalah 90 mm.
* Pada umur 7 hari, estimasi 28 hari nilai kuat tekan rata-rata adalah 53,28 MPa > 49 MPa dan nilai deviasi standard adalah 1,44
* Pada umur 28 hari nilai kuat tekan rata-rata adalah 50,16MPa> 49 MPa dan nilai deviasi standard adalah 0,88.
* Pada umur 7 hari dan 28 hari nilai kuat tekan rata-rata didapat adalah 51,72 MPa > 49 MPa dan nilai deviasi standard adalah 1,98

Kata kunci : Tingkat Pelayanan, Proyeksi, Manajemen Pelayanan.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang Masalah**

1. **LatarBelakang**

Beton adalah salah satu jenis material yang umum digunakan dalam konstruksi bangunan seperti bangunan gedung,dam,jalan,jembatan dll. Beton termasuk bahan campuran yang mudah diperoleh,karena disampingkan komponen-komponen bahannya seperti semen,agregat,dan air mudah diperoleh, juga mudah di campur, diangkut maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran yang dikehendaki. Namun demikian, untuk mendapatkan beton yang bermutu bukanlah hal yang mudah. Hasil akhir mutu beton setelah keras bergantung pada banyak faktor yang harus dikendalikan, antara lain mutu bahan campuran,rancangan campuran,pengendalian mutu beton segar saat pelaksanaan,dan perawatan (curing) beton. Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upuya untuk menigkatkan kualitas beton.Teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pengerjaan di lapangan.Dalam ilmu teknik sipil seorang peneliti dapat melakukan proses pengambilan sampel atau benda uji dilapangan atau data-datayang diperlukan dalam penelitian.Pengambilansample material yang akan di uji dilaboratorium yang berasal dari agregat kasar dan agregat halus yang sering digunakan oleh masyarakat untuk pembangun Jalan,pondasi,bangunan dan lain –lain. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar ex. Selabing dan Agregat halus ex. Muara Wahau yang berasal dari tempat pengumpulan atau quari yang cukup banyak dan dikelolaoleh masyarakat pada umumnya sebagai mata pencarian mereka sehari – hari di jual sebagai bahan bangunan atau kontruksi di dalam daerah khususnya kecamatan Muara Wahau Kabupaten Kutai Timur. Metode Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium dengan melakukan pengujian material berupa agregat kasar dan agregat halus untuk mengetahui sifat agregat kasar maupun agregat halus dan mendapatkan proporsi campuran antara agregat kasar,agregat halus, semen dan air. Hasil yang di dapat dari penelitian ini untuk mengtahui berapa proporsi campuran beton menggunakan material lokal untuk mencapai karakteristik beton yaitu *fc’ 40 MPa.* Didalam penelitian ini untuk menambah ilmu pengtahuan agar bisa bermanfaat bagi para pembaca dibidangnya sebagai seorang Teknik Sipil.

1. **Rumusan Masalah**

Adapun yang dapat diambil dari rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa proporsi Job Mix Design Beton untuk mutu beton*f’c40MPa*menggunakan bahan material lokal batu pecah ex.Selabing dan pasir alami ex.Muara Muara wahau ?

**1.3 Maksud dan Tujuan**

1. Untuk mengetahui berapa proporsi campuran beton menggunakan material lokal untuk mencapai karakteristik beton yaitu*fc’ 40 MPa.*

**1.4 BatasanMasalah**

1. Sample material yang digunakan untuk penelitian yaitu material asli dariKecamatan Muara Wahau , Kabupaten Kutai Timur.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis material tidak menganalisa unsur kimia agregat.
3. Penelitian ini hanya sebatas uji di laboratorium.

**1.5 Manfaat Penelitian**

1. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton.
2. Memberikan informasi tentang perbandingan campuran beton dengan menggunakan material lokal daerah Kecamatan Muara Wahau.

.

**1.6 Metodeologi Penulisan**

Penyusunan proposal ini terdiri dari beberapa Bab yang meliputi sebagai Berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Membahas tentang pendahuluan dari Laporan yang terdiri atas : Latar Belakang, Rumusan masalah, Tujuan Penelitian,Batasan Masalah, Manfaat dan sistematika penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan penjelasan tentang teori-teori dan referensi yang digunakan sebagai bahan analisa dan pehitungan terhadap judul tugas akhir yang ditulis.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang lokasi penelitian,jadwal atau waktu dilakukan penelitian, teknik pengumpulan data, metode analisis data.

**BAB IV : PEMBAHASAN**

 Bab ini berisikan tentang pelaksanaan data, analisa dan perhitungan atas data-data yang diperoleh serta dihasilkan dari hasil penelitian yang dilakukan.

**BAB V : PENUTUP**

 Bab ini berisikan tentang Kesimpulan dan saran yang di sampaikan penulis terhadap seluruh hasil penelitian.

**BAB IV**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian yang diperoleh melalui pengujian, meliputi pengujian sifat-sifat fisik agregat campuran beton.Dari pengujian ini diperoleh hasil perhitungan campuran beton dan kuat tekan beton.

**4.1 Karakteristik Material**

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang berasal dari Kabupaten Kutai Timur, agregat halus ex. Muara Wahau dan agregat kasar ex. Selabing. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di UPT Laboratorium Konstruksi dan UPR Jalan / Alat Berat, diperoleh hasil pengujian agregat yaitu sebagaiberikut :

1. Analisa Saringan

Pengujian ini menggunakan metode SNI ASTM C136.2012, pengujian ini meliputi pembagian partikel agregat halus dan agregat kasar dengan penyaringan. Adapun pengujiannya sebagai berikut :

1. Agraget Halus dan agregat kasar

Adapun prosedur pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Siapkan peralatan yang digunakan dalam pengujian analisa saringan seperti talam, kuas, sikat, timbangan, saringan, pengguncang saringan dan oven.
2. Pengambilan dan penyiapan contoh uji dengan cara menggunakan alat pemisah contoh atau cara perempat. Benda uji yang diperoleh berdasarkan standar yang berlaku menurut SNI ASTM C136-2012.
3. Lakukan pengovenan dengan suhu (110 ± 5) ºC, setelah pengambilan benda uji yang telah dilakukan pengambilan contoh dengan alat pemisah ataupun dengan cara perempat.
4. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran yang telah ditentukan dan diguncang dengan alat pengguncan mekanis selama kurang lebih 10 menit.
5. Lakukan perhitungan persentase benda berat uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.
6. Jumlah contoh uji agregat halus setelah kering harus minimum 300 gram dan contoh uji agregat kasar harus sesuai tabel 4.1.1. Jumlah agregat halus dan agregat kasar yang ditentukan menurut metode SNI ASTM C136-2012.

Tabel.4.1.1 Berat Minimum Contoh Uji Agregat Kasar.

|  |  |
| --- | --- |
| Ukuran nominal maksimumBukaan saringan | Massa minimum contoh uji |
| Mm | Inci | kg | Lb |
| 9,5 | 3/8 | 1 | 2 |
| 12,5 | ½ | 2 | 4 |
| 19,0 | ¾ | 5 | 11 |
| 25,0 | 1 | 10 | 22 |
| 37,5 | 1 ½ | 15 | 33 |
| 50,0 | 2 | 20 | 44 |
| 63,0 | 2 ½ | 35 | 77 |
| 75,0 | 3 | 60 | 130 |
| 90,0 | 3 ½ | 100 | 220 |
| 100,0 | 4 | 150 | 330 |
| 125,0 | 5 | 300 | 660 |

Sumber :Pengujian Analisa Saringan Agregat (SNI ASTM C 136-2012)

Adapun tabel pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar sebagai berikut :

Tabel. 4.1.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

****Sumber : Hasil penelitian

 Keterangan :

Berdasarkan analisa saringan diatas berat total kering adalah 500gram.

a = Massa tertahan

b = Jumlah tertahan

c = Persentase komulatif tertahan

d = persentase komulatif lolos

 Perhitungan :

 c = $\frac{b}{500}x $100

 d = 100 – c

Berdasarkan analisa saringan diatas dengan material contoh dapat dikatagorikan dalam pasir bergradasi zona 1, berikut grafiknya :

Gambar 4.1.2 Kurvagradasi agregat halus zona 1.( Sumber : Hasil Penelitian )

Grafik gradasi diatas menunjukan bahwa butiran gradasi agregat halus masuk dalam zona 1 dan agregat halus (pasir) digolongkan dalam gradasi butiran kasar.

Tabel 4.1.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

****Sumber : Hasil penelitian

 Keterangan :

Berdasarkan analisa saringan diatas berat total kering adalah 5000 gram.

a = Massa tertahan

b = Jumlah tertahan

c = Persentase komulatif tertahan

d = persentase komulatif lolos

 Perhitungan :

 c = $\frac{b}{500}x $100

 d = 100 – c

Berdasarkan analisa saringan agregat kasar diatas membentuk kurva gradasi agregat kasar dengan maksimum 19 mm, sebagai berikut :

Gambar 4.1.3Kurva Gradasi Agregat Kasar. ( Sumber : Hasil Penelitian )

Grafik gradasi diatas masuk dalam grafik batas maksimum 20 mm dan tidak keluas zona spesifikasi yang sudah ditentukan dalam metode SNI 03-2834-2000.

1. Berat Jenisdan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-1970-2008,dalam pengujian ini kegunaannya adalah suatu sifat yang pada umumnya digunakan untuk menghitung volume yang ditempati oleh agregat dalam berbagai campuran yang mengandung agregat termasuk beton semen, beton aspal dan campuran lain diproporsikan atau dianalisis berdasarkan volume absolute.

Adapun prosedur pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Siapkan peralatan timbangan, piknometer, cetakan, batang penumbuk oven, alat bantu lain.
2. Siapkan contoh uji dengan melakukan penyaringan terlebuh dahulu dengan saringan 4,75 inci (no.4) dan ambilah contoh uji yang lolos saringan tersebut.
3. Keringkan dalam wadah yang sesuai sampai berat tetap, pada temperature (110±5) ºC. Biarkan dingin sampai temperature yang dapat dikerjakan, basahi dengan air, baik dengan cara melembabkan sampai 6% atau merendamnya biarkan (24±4) jam.
4. Lakukan pengujian kerucut untuk memeriksa kelembapan permukaan. Masukan sebagian agregat halus yang sedang diperiksa ke dalam kerucut sampai penuh dan meluber, ratakan bagian yang meluber dengan tetap menjaga posisi kerucut. Padatkan agregat yang berada didalam kerucut secara perlahan dan merata sebanya 25 kali dengan bebas batang penumbuk. Setiap penumbukan dilakukan dengan cara menjatuhkan dengan bebas batang penumbuk dari permukaan agregat yang dipadatkan
5. Isi piknometer dengan air sebagian saja. Segera masukan agregat ke dalam piknometer dalam keadaan jenuh kering permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Putar dan guncang piknometer sampai udara yang berada di dalam hilan dan tambahkan air sampai kapasitas piknometer. Pada umumnya dibutuhkan waktu kira-kira 20 sampai dengan 15 menit untuk menghilangkan gelembung udara yang berada di piknometer. Bersihkan buih kotoran yang berada di ujung piknometer dengan handuk kertas. Timbanglah agregat dan air yang berada di piknometer, setelah itu catatlah berat tersebut.
6. Keluarkan agregat halus dari piknometer, keringkanlah sampai berat tetap. Timbanglah dan catatlah hasil agregat kering oven tersebut.

Adapun hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus pada tabel berikut :

Tabel 4.1.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pengujian** | **Notasi** | **I** | **II** | **Satuan** |
| Berat Benda Uji Kondisi Kering Permukaan | S | 500 | 500 | Gram |
| Berat Benda uji Kering Oven | A | 494,2 | 494,9 | Gram |
| Berat Piknometer yang Berisi Air | B | 676,8 | 667,5 | Gram |
| Berat Piknometer dengan Benda Uji dan Air sampai Batas Pembacaan | C | 985,8 | 977,4 | Gram |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perhitungan | Notasi | I | II | Rata-rata |
| Berat jenis (sd) | $$\frac{A}{(B+S-C )}$$ | 2,59 | 2,60 | 2,60 |
| Berat jenis curah kering permukaan (Ss) | $$\frac{S}{( B+S-C )}$$ | 2,62 | 2,63 | 2,62 |
| Berat jenis semu (Sa) | $$\frac{A}{( B+A-C )}$$ | 2,67 | 2,68 | 2,67 |
| Penyerapan Air (Sw) | $$\frac{S-A}{A}x100$$ | 1,17 | 1,03 | 1,10 |

Sumber : Hasil Penelitian

 Keterangan :

A adalah berat benda uji kering oven (gram)

B adalah berat piknometer yang berisi air (gram)

C adalah berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)

S adalah berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

Dari hasil pengujian diatas , maka dihasilkan nilai rata-rata berat jenis curah 2,62 gram dan rata-rata penyerapan air 1,10 gram.Hasil rata-rata berat jenis curah digunakan untuk perhitungan proporsi campuran volume absolut agregat kasar.

1. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-1969-2008,dalam pengujian ini kegunaannya adalah suatu sifat yang pada umumnya digunakan untuk menghitung volume yang ditempati oleh agregat dalam berbagai campuran yang mengandung agregat termasuk beton semen, beton aspal dan campuran lain diproporsikan atau dianalisis berdasarkan volume absolute. Adapun prosedur pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Siapkan peralatan timbangan, wadah contoh uji, tangki air, alat penggantung, saringan 4,75 (no.4).
2. Siapkan contoh benda uji dengan melakukan penyaringan terlebih dahulu untuk memisahkan agregat yang lolos saringan 4,75 mm (no.4), kemudian cucilah secara menyeruluh untuk menghilangkan debu yang berda di permukaan agregat.
3. Rendamlah contoh uji selama (24±4) jam.
4. Pindahkan contoh uji dalam air dan guling-gulingkan pada suatu lembaran penyerap air sampai semua lapisan air yang terlihat hilang, timbanglah dan catatlah berat contoh kondisi jenuh kering permukaan.Stelah ditentukan beratnya segera tepatkan contoh uji didalam wadah lalu tentukan beratnya didalam air.
5. Keringkanlah contoh uji tersebut sampai berat tetap dengan temperatur (110±5) ºC, dinginkan pada temperature tempat selama satu atau tiga jam, sampai agregat telah dingin. Timbanglah agregat yang telah kering oven dan catatlah contoh uji. Adapun hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air, sebagai berikut :

Tabel 4.1.5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pengujian** | **Notasi** | **I** | **II** | **Satuan** |
| Berat benda uji kering oven | A | 1320,5 | 1272,2 | Gram |
| Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara | B | 1367,2 | 1317,7 | Gram |
| Berat benda uji dalam air | C | 838,8 | 813,2 | Gram |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Perhitungan** | **Notasi** | **I** | **II** | **Rata-rata** |
| Berat jenis curah kering (Sd) | $$\frac{A}{( B-C )}$$ | 2,50 | 2,52 | 2,51 |
| Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ss) | $$\frac{B}{( B-C )}$$ | 2,59 | 2,61 | 2,60 |
| Berat jenis semu (Sa) | $$\frac{A}{( A-C )}$$ | 2,74 | 2,77 | 2,76 |
| Penyerapan (Sw) | $$\frac{B-A}{A}x100$$ | 3,54 | 3,58 | 3,56 |

Sumber : Hasil Penelitian

Keterangan :

A adalah berat benda uji kering oven.

B adalah berat benda uji jenuh kering permukaan di udara.

C adalah berat benda uji dalam air.

Dari hasil pengujian diatas, maka dihasilkan nilai rata-rata berat jenis curah 2,60 gram dan rata-rata penyerapan 3,56 gram. Hasil rata-rata berat jenis curah digunakan untuk perhitungan volume absolut agregat kasar.

1. Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Beton

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-2816-2014 yang bertujuan untuk mendapatkan angka dengan larutan standart atau standart warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda uji pasir. Adapun prosedur pelaksanaannya, sebagai berikut :

1. Siapkan peralatan botol gelas yang mempunyai skala, larutan NaOH, alat standart warna.
2. Masukan contoh uji kedalam botol gelas yang telah disaring dengan menggunakan saringan 4,75 mm ( no.4) , contoh uji dalam keadaan kering udara dan masukan larutan NaOH sebanyak 3% dari jumlah air dan goncangkan sehingga tercampur. Diamkan selama (24±4) jam.
3. Catatlah perubahan warna pada cairan yang telah dicampur pada agregat halus dengan menggunakan standart warna. Adapun hasil pengujiannya sebagai berikut :



Gambar 4.1.4 Pengujian kotoran organik

Dari hasil pengujian diatas maka dihasilkan kandungan organik pada agregat halus dengan menggunakan standart warna atau organik place yaitu no.3. Jadi agregat halus yang digunakan untuk campuran beton dapat dipergunakan tanpa proses pencucian agregat terlebih dahulu.

1. Agregat Yang Lolos Saringan 0,075 mm (No.200).

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-4142-1996 yang bertujuan untuk mengetahui persentase agregat yang lolos saringan 0,075 mm (no.200).Adapun prosedur pelaksanaannya adalah, sebagai berikut :

1. Siapkan alat seperti saringan 0,075 mm (no.200) dan saringan 1,18 mm (no.16), wadah pencuci, bahan pembersih, timbangan dan oven.
2. Siapkan contoh uji, lakukan dengan cara acak menggunakan alat pemisah atau dengan cara perempat. Setelah itu oven contoh uji selama (24±4) jam.
3. Timbanglah contoh uji dalam keadaan kering oven.
4. Masukan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih.
5. Aduk contoh uji yang telah bercampur dengan bahan pembersih sehingga menghasilkan pemisahan yang sempurna.
6. Tuangkan air pencuci datas saringan 1,18 mm (no16) yang dibawahnya dipasang saringan 0,075 mm (no.200). Kembalikan semua contoh uji yang tertahan kedalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu (110±5) ºC sampai mencapai berat tetap.
7. Hitung persen bahan yang lolos saringan 0,075 mm (no.200).
8. Perhitungan hasil persentase dengan rumus adalah sebagai berikut :
* Berat kering benda uji awal

W3 = W1 – W2 …………………………………(1)

* Berat kering benda uji sesudah pencucian

W5 = W4 – W2 …………………………………(2)

* Bahan lolos saringan 0,075 mm (No.200)

$W\_{6}= \frac{W\_{3}-W\_{5}}{W\_{3}}×100\%$ …………………………(3)

 Keterangan :

 W1 = Berat kering contoh uji + wadah

 W2 = Berat wadah

 W3 = Berat kering contoh uji awal

 W4= Berat kering contoh uji sesudah pencucian + wadah

 W5 = Berat kering benda uji sesudah pencucian

 W6 = % bahan lolos saringan 0,075 mm (No.200)

Adapun hasil pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan 0,075 mm (No.200) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1.6 Hasil Pengujian Jumlah Bahan Lewat Dalam Agregat Yang Lolos Saringan 0,075 mm (No.200)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. Contoh | Ukuran maksimum agregat4,75 mm (No.4) | Satuan |
| I | II |
| Berat kering contoh uji + wadah (W1) | 643,9 | 655,1 | Gram |
| Berat wadah (W2) | 121,3 | 121,1 | Gram |
| Berat kering contoh uji (W3) | 522,6 | 534,0 | Gram |
| Berat kering contoh uji sesudah dicuci + wadah (W4) | 641,9 | 653,7 | Gram |
| Berat kering contoh uji sesudah pencucian (W5) | 520,6 | 532,6 | Gram |
| Persen bahan lolos saringan 0,075 (No.200) (W6) | 0,38 | 0,26 | % |
| Rata-rata | 0,32 | % |

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan dari hasil pengujian agregat halus diatas, maka nilai rata-rata pengujian tersebut adalah 0,32 %. Jadi dari hasil yang didapat tidak melampaui batas spesifikasi yang dianjurkan adalah kurang dari 5%. Selain melakukan pengujian agregat halus dengan metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan 0,075 mm (No.200), adapun pengujian agregat kasar dengan metode jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan 0,075 mm (No.200). Hasil pengujian agregat kasar dengan metode jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan 0,075 mm (No.200) adalah pada tabel berikut :

Tabel 4.1.7 Hasil Pengujian Jumlah Bahan Lewat Dalam Agregat Yang Lolos Saringan 0,075 mm (No.200)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. Contoh | Ukuran maksimum agregat19,1 mm (¾ inci) | Satuan |
| I | II |
| Berat kering contoh uji + wadah (W1) | 2677,1 | 2683,1 | Gram |
| Berat wadah (W2) | 120,2 | 121,5 | Gram |
| Berat kering contoh uji (W3) | 2556,9 | 2561,6 | Gram |
| Berat kering contoh uji sesudah dicuci + wadah (W4) | 2666,3 | 2674,1 | Gram |
| Berat kering contoh uji sesudah pencucian (W5) | 2546,1 | 2552,6 | Gram |
| Persen bahan lolos saringan 0,075 (No.200) (W6) | 0,42 | 0,35 | % |
| Rata-rata | 0,39 | % |

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan dari hasil pengujian agregat halus diatas, maka nilai rata-rata pengujian tersebut adalah 0,39 %. Jadi dari hasil yang didapat tidak melampaui batas spesifikasi yang dianjurkan adalah kurang dari 1%.

1. Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-2417-2008 yang bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi Los angeles. Adapun prosedur pelaksanaan pengujian keausan agregat dengan menggunakan mesin abrasi Los angeles adalah sebagai berikut :

1. Siapkan peralatan saringan, timbangan, bola-bola baja oven dan alat bantu pan dan kuas.
2. Siapkan contoh uji dan bersihkan contoh uji, pilih salah satu dari gradasi yang telah ditentukan dari 7 cara menurut tabel berikut :

Tabel 4.1.8 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji

|  |  |
| --- | --- |
| **Ukuran Saringan** | **Gradasi dan Berat Benda Uji ( gram)** |
| **Lolos Saringan** | **Tertahan Saringan** | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** |
| mm | inci | Mm | inci |
| 75 | 3,0 | 63 | 2 ½ | - | - | - | - | 2500±50 | - | - |
| 63 | 2 ½ | 50 | 2,0 | - | - | - | - | 2500±50 | - | - |
| 50 | 2,0 | 37,5 | 1 ½ | - | - | - | - | 5000±50 | 5000±50 | - |
| 37,5 | 1 ½ | 25 | 1 | 1250±5 | - | - | - | - | 5000±25 | 5000±25 |
| 25 | 1 | 19 | ¾ | 1250±5 | - | - | - | - | - | 5000±25 |
| 19 | ¾ | 12,5 | ½ | 1250±5 | 2500±10 | - | - | - | - | - |
| 12,5 | ½ | 9,5 | 3/8 | 1250±5 | 2500±10 | - | - | - | - | - |
| 9,5 | 3/8 | 6,3 | ¼ | - | - | 2500±10 | - | - | - | - |
| 6,3 | ¼ | 4,75 | No.4 | - | - | 2500±10 | 2500±10 | - | - | - |
| 4,75 | No.4 | 2,36 | No.8 | - | - | - | 2500±10 | - | - | - |
| Total | 5000±10 | 5000±10 | 5000±10 | 5000±10 | 10000±10 | 10000±10 | 10000±10 |
| Jumlah bola | 12 | 11 | 8 | 6 | 12 | 12 | 12 |
| Berat bola | 5000±25 | 4584±25 | 3330±20 | 2500±15 | 5000±25 | 5000±25 | 5000±25 |

Sumber : SNI 03-2417-2008

1. Saringlah contoh uji sesuai dengan berat menurut cara yang telah dipilih dari 7 cara tabel diatas, cucilah contoh uji sampai bersih dan keringkan pada temperature (110±5) ºC.
2. Setelah contoh uji kering masukkan kedalam mesin abrasi los angeles dan bola baja yang telah ditentukan dalam 7 cara pengujian abrasi, putarlah mesin sebanyak 500 putaran.
3. Setelah selesai pemutaran, keluarkan contoh uji dari mesin kemudian saringlah dengan 170 mm ( No.12), butiran yang tertahan diatasnya dicuci bersih, selanjutnya keringkan dalam oven pada temperatur (110±5) ºC sampai berat tetap.

Adapun hasil pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles dan uji abrasi agregat kasar menggunakan cara B. Berikut hasil pengujian abrasi :

Tabel 4.1.9 Hasil Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles

|  |  |
| --- | --- |
| **Gradasi Pemeriksaan** | **Jumlah Putaran = 500 putaran** |
| **Ukuran Saringan** | **I** | **II** |
| **Lolos** | **Tertahan** | **Berat****(a)** | **Berat****(b)** |
| 76,2 (3”) | 63,5 (2 ½”) |  |  |
| 63,5 (2 ½”) | 50,8 (2”) |  |  |
| 50,8 (2”) | 36,1 (1 ½”) |  |  |
| 36,1 (1 ½”) | 25,4 (1”) |  |  |
| 25,4 (1”) | 19,1 (3/4”) |  |  |
| 19,1 (3/4”) | 12,7 (1/2”) | 2500±10 | 2500±10 |
| 12,7 (1/2”) | 9,52 (3/8”) | 2500±10 | 2500±10 |
| 9,52 (3/8”) | 6,35 (1/4”) |  |  |
| 6,35 (1/4”) | 4,75 (No.4) |  |  |
| 4,75 (No.4) | 2,36 (No.8) |  |  |
| Jumlah Berat (a) | 5000 | 5000 |
| Berat Tertahan Saringan No.12 Sesudah Percobaan (b) | 3775,8 | 3718,9 |
| Perhitungan :1. a = 5000 gram

b = 3718,9 grama-b =1281,1 gramKeausan II = $\frac{a-b}{a}x100$ =25,62 %1. a = 5000 gram

b = 3775,8 grama-b =1224,2 gramKeauan I = $\frac{a-b}{a}x100$ =24,48 %Keausan Rata-rata = 25,05 %  |

Sumber : Hasil Penelitian

 Berdasarkan hasil tabel pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles, maka hasil rata-rata pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles adalah 25,05 %.

1. Bobot Isi (Unit Weight) dan Rongga Udara Dalam Agregat

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-4804-1998, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume agregat.Adapun prosedur pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Siapkan peralatan kuas, batang penumbuk, tabung pengujian, timbangan, sekop atau sendok sesuai kebutuhan.
2. Siapkan contoh uji dalam keadaan kering oven.
3. Setelah contoh uji kering oven mulailah pengujian bobot isi dan pengujian ini ada 2 cara yaitu dengan kondisi lepas dan padat.
* Kondisi Padat

 Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan, tusuk setiap lapisan agregat sebanyak 25 kali, ratakan permukaannya dengan batang perata, catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg.

* Kondisi Lepas (Gembur)

Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat,ratakan dengan batang perata dan catatlah beratnya sampai ketelitian 0,05 kg.

1. Laporan pengujian dicatat ddalam formulir yang mencantumkan berat isi hasil pengujian cara lepas dan hasil pengujian cara padat.

Adapun hasil pengujiannya bobot isia agregat kasar dan agregat halus adalah pada tabel berikut :

Tabel 4.1.10 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel. 4.1.11 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Halus

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil tabel pengujian bobot isi diatas, maka nilai rata-rata hasil pengujian keduanya didapat agregat kasar cara lepas 1,370 gr/cm3 dan cara padat 1,454 gr/m3, pengujian agregat halus didapat hasil rata-ratanya adalah cara lepas 1,554 gr/cm3 dan 1,666 gr/cm3.

1. Kadar Air Agregat

Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-1971-2011, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan air pada agregat. Adapun prosedur pelaksanaannya sebagai berikut

1. Siapkan peralatan yang dipakai dalam pengujian timbangan, oven, cawan.
2. Timbang dan catatlah berat cawan (W1)
3. Masukan contoh uji kedalam cawan kemudian timbang dan catatlah beratnya (W2).
4. Hitunglah berat benda uji (W3=W2-W1)
5. Keringkan benda uji kedalam oven dengan suhu (100±5) ºC sampai berat tetap.
6. Setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta cawan (W4).
7. Hitunglah berat benda uji kering (W5=W4-W1).
8. Hitung persentase kadar air dengan rumus sebagai berikut :

$Kadar air agregat= \frac{W3-W5)}{W5}x100\%$..........................................(1)

 Keterangan :

 W3 adalah berat benda uji semula kondisi basah (gram)

 W5 adalah berat benda uji semula kondisi kering (gram)

Adapun hasil pengujian kadar air agregat kasar maupun agregat halus, sebagai berikut :

Tabel. 4.1.12 Tabel Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Agregat Halus

****Sumber Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil tabel pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus diatas, maka hasil rata-rata adalah agregat kasar 0,24 % dan agregat halus 0,36 %.

**4.2 Perhitungan Rencana Campuran Beton (*Mix Design*)**

Perhitungan rencana campuran beton menggunakan metode SNI 7656-2012.Setelah melakukan pengujian bahan campuran untuk beton yaitu agregat kasar dan agregat halus, lakukan perhitungan rencana campuran beton. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kali mixing dengan satu macam mix design mengingat keterbataasan volume kapasitas molen pencampur beton. Langkah-lamhkah awal penentuan pemilihan campuran beton normal adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan Slump

Bila slump tidak disyaratkan, gunakan tabel 4.2.1.Rentang nilai slump tersebut berlaku bila beton didapatkan dengan getar. Slump boleh ditambah 25 mm untuk metode pemadatan selain dengan penggetaran.

Tabel 4.2.1 Nilai Slump Yang Dianjurkan Untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipe Konstruksi** | **Slump****(mm)** |
| **Maksimum** | **Minimum** |
| Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak) | 75 | 25 |
| Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah | 75 | 25 |
| Balok dan dinding bertulang | 100 | 25 |
| Kolom bangunan | 100 | 25 |
| Perkerasan jalan dadn plat lantai | 75 | 25 |
| Beton massa | 50 | 25 |

Sumber : SNI 7656-2012

1. Pemilihan Ukuran Besar Butiran Agregat Maksimum

Secara umum nominal agregat maksimum harus yang terbesar dapat diperoleh seca ekonomi dan tetap menurut dimensi komponen struktur/konstruksi.Ukuran nominal agregat maksimum tidak boleh melebehi 1/5 dari ukuran terkecil dimensi antara dinding-dinding cetakan/bagesting, 1/3 tebal pelat lantai slab, tidak lebih dari ¾ jarak minimum atar masing-masing batang tulangan atau tendon tulangan pra-tegang. Bila diinginkan beton berkekuatan tinggi, maka hasil terbaik dapat diperoleh dengan ukuran nominal agregat maksimum yang lebih kecil karena hal ini akan memberikan kekuatan lebih tinggi pada rasio air-semen yang diberikan.

1. Perkiraan Air Campuran dan Kandungan Udara

Perkiraan kebutuhan air untuk beberapa ukuran agregat dan target slump yang diinginkan lihatlah tabel 4.2.2. Secara umum banyaknya air tiap satuan isi beton yang dibutuhkan agar menghasilkan slump tertentu tergantung pada :

1. Ukuran nominal maksimum, bentuk partikel dan gradasi agregat.
2. Temperatur beton.
3. Perkiraan kadar udara.
4. Penggunaan bahan tambah kimia.

Perbedaan dalam kebutuhan air tidak selalu ditunjukan dalam kekuatan mengingat adanya faktor-faktor penyimpangan lain yang juga terlibat. Agregat kasar yang bundar dan bersudut, keduanya bermutu baik dan memiliki gradasi yang sama, dapat diharapkan menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang kira-kira sama untuk jumlah semen yang sama sekalipun ada perbedaan dalam rasio air-semen atau rasio air-(semen-pozolanik) yang dihasilkan dan kebutuhan air percampur yang berbeda. Bentuk partikel agregat tidak selalu menjadi indicator, baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kekuatan rencana. Adapun perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

Tabel 4.2.2 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara Untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah.

|  |
| --- |
| **Air (kg/m³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah** |
| **Slump****(mm)** | **9,5****mm\*** | **12,7****mm\*** | **19****mm\*** | **25****mm\*** | **37,5****mm\*** | **50****mm†\*** | **75****mm†‡** | **150****mm††** |
| **Beton tanpa tambahan udara** |
| 25-50 | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 134 |
| 75-100 | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 150-175 | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| >175\* | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Banyaknya udara dalam beton (%) | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| 25-50 | 180 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 75-100 | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 150-175 | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | - |
| >175\* | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut :ringan (%) | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 |
| Sedang (%) | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |
| Berat (%) | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 4,5 | 4,5 | 4,0 |

Sumber :Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal,Beton Berat dan Beton Massa ( SNI 7656-2012 )

1. Pemilihan Rasio Air-Semen atau Rasio Air-Bahan Bersifat Semen

Rasio w/c yang diperlukan tidak hanya ditentukan oleh syarat kekuatan, tetapi juga oleh beberapa faktor oleh keawetan. Oleh karena agregat, semen dan bahan bersifat semen yang berbeda-beda umumnya menghasilkan kekuatan yang berbeda untuk rasio w/c yang sama, sangat dibutuhkan adanya hubungan antara kekuatan dengan w/c dari bahan-bahan yang sebenarnya akan dipakai. Bila data ini tidak ada, maka perkiraan nilai lama dari beton yang menggunakan semen Portland tipe I, penentuan rasio air-semen dapat digunakan tabel 4.2.4. Dengan bahan-bahan tertahan, nilai w/c akan memberikan kekuatan seperti dalam tabel 4.2.4, berdasarkan hasil pengujian benda uji umur 28 hari yang dipelihara dalam kondisi baku di laboratorium. Kekuatan rata-rata harus melebihi kekuatan yang disyaratkan dengan perbedaan yang cukup tinggi untuk menggunakan hasil-hasil uji yang rendah dalam rentang batas tertentu.

Tabel 4.2.3 Hubungan Antara Rasio Air-Semen (w/c) atau Rasio Air-Bahan Bersifat Semen (w/(c+p) dan Kekuatan Beton.

|  |  |
| --- | --- |
| **Kekuatan Beton****Umur 28 Hari****(MPa)** | **Rasio Air-Semen (berat)** |
| **Beton tanpa tambahan udara** | **Beton dengan tambahan 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 |

Sumber :( SNI 7565-2012 )

Nilai ini adalah perkiraan rat-rata kekuatan beton yang mengandung tidak lebih dari 2% udara untuk beton tanpa tambahan udara dan 6% kadar udara total untuk beton dengan tambahan udara. Untuk w/c atau w/(c+p) yang tetap. Nilai kekuatan ini berdasaarkan pada benda uji silinder (150x300) mm yang dipelihara dalam kondisi lembab pada temperatur (23±1,7) ºC sebelum diuji. Hubungan yang ditunjukan dalam tabel adalah untuk ukuran agregat maksimum (19-25) mm. Untuk agregat yang telah ditentukan, w/c atau w/(c+p) tertentu, kekuatan akan bertambah bila ukuran nominal maksimum agregat berkurang.

1. Perhitungan Kadar Semen

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari penentuan dalam contoh-contoh di langkah 3 dan 4 tersebut diatas. Kebutuhan semen adalah sama dengan perkiraan kadar air pencampuran (langkah 3) dibagi rasio air-semen (langkah 4). Namun demikina, bila persyaratannya memasukan pembatasan pemakaian semen minimum secara terpisah salai dari persyaratan kekuatan dan keawetan, campuran haruslah didasarkan pada criteria apapun yang mengarah pada pemakaian semen yang lebih banyak. Penggunaan bahan pozolanik atau bahan tambah kimia akan mempengaruhi sifat-sifat dari beton baik beton segar maupun beton yang telah mengeras.

1. Perkiraan Kadar Agregat Kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai tiap satuan, volume beton. Volume agregat kasar per-satuan volume beton dapat dilihat pada tabel 4.2.5 atau dilakukan perhitungan analistis ataupun grafis. Untuk beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang lebih baik bila pengecoran dilakukan dengan pompa atau bila beton harus ditempatkan kedalam cetakan dengan rapatnya tulangan baja, dengan mengurangi kadar agregat 10% dari nilai yang ada pada tabel 4.2.5. Namun demikian harus tetap berhati-hati untuk menyakinkan agar hasil-hasil uji slump, rasio air-semen atau raio air-(semen,bahan bersifat semen) dan sifat-sifat kekuatan dari beton tetap memenuhi rekomendasi dalam langkah 1 dan langkah 4 serta memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang bersangkutan.

Tabel 4.2.4 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton

|  |  |
| --- | --- |
| **Ukuran Nominal Agregat Maksimum****(mm)** | **Volume Agregat Kasar Kering Oven Per-Satuan Volume Beton Untuk Berbagai Modulus Kehalusan Dari Agregat Halus** |
| **2,40** | **2,60** | **2,80** | **3,00** |
| 9,5 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 12,5 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 19,0 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| 25,0 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 37,5 | 0,75 | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 50,0 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 75,0 | 0,82 | 0,80 | 0,78 | 0,76 |
| 150,0 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 |
| * Volume berdasarkan berat kering oven sesuai SNI 03-4804-1998
* Lihat SNI 03-1968-1990 untuk menghitung modulus kehalusan
 |

Sumber :( SNI 7565-2012 )

Volume ini dibpilih dari hubungan untuk menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan untuk pekerjaan konstruksi secara umum.Untuk beton yang lebih kental (kelecakan rendah), seperti untuk konstruksi lapis lantai (pavement), nilainya ditambah 10%.

1. Perkiraan Kadar Agregat Halus.

Setelah selesai langkah 6, seluruh komponen bahan dari beton sudah dapat diperkirakan, kecuali agregat halus.Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metode berdasarkan berat atau berdasarkan volume absolute. Dalam hal ini informasi semacam ini tidak diperoleh, dapat digunakan tabel 4.2.6 untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per m³ tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuian secara mudah berdasarkan campuran percobaan seperti yang akan ditunjukan dalam contoh-contoh.

Tabel 4.2.5 Perkiraan Awal Berat Beton Segar

|  |  |
| --- | --- |
| **Ukuran Nominal Maksimum Agregat****(mm)** | **Perkiraan Awal Berat Beton Segar, Kg/m³** |
| **Beton tanpa tambahan udara** | **Beton dengan tambahan udara** |
| 9,5 | 2280 | 2220 |
| 12,5 | 2310 | 2230 |
| 19 | 2345 | 2275 |
| 25 | 2380 | 2290 |
| 37,5 | 2410 | 2350 |
| 50 | 2445 | 2345 |
| 75 | 2490 | 2405 |
| 150 | 2530 | 2435 |

Sumber :( SNI 7565-2012 )

Perhitungan campuran beton normal (mix design) mutu f’c 40 MPa dengan material agregat kasar (ex selabing) dan agregat halus (ex. Muara wahau) menggunakan metode SNI 7656-2012, sebagai berikut :

1. Agregat maksimum = 19 mm
2. Modulus kehalusan agregat halus = 3,0 %
3. SSD agregat halus = 2,62
4. SSD agregat kasar = 2,60
5. Berat isi agregat kasar = 1454 Kg/m³
6. Penyerapan agregat halus = 1,10
7. Penyerapan agregat kasar = 3,56
8. Kadar air agregat halus = 0,36 %
9. Kadar air agregat kasar = 0,24 %

 Data diatas adalah hasil dari pengujian agregat kasar dan halus, adapun perhitungannya sebagai berikut :

* Kuat tekan rencana disyaratkan (f’c) = 40 MPa
* Kuat tekan target rata-rata (f’cr) = 1,10.f’c + 5,0 (tabel 2.9.4)

 = 1,10.40 + 5,0

 = 49 MPa

* Rasio air-semen (tabel 4.2.4)

Dari hasil rasio air-semen (fas) didapat dengan cara melakukan perhitungan rumus interpolasi pada tabel 4.2.4. Diketahui bahwa nilai kuat tekan target yaitu 49 MPa, sebagai berikut :

|  |  |
| --- | --- |
| MPa | Fas |
|  50 | 0,32 |
| 45 | 0,37 |
| 40 | 0,42 |
| 35 | 0,47 |
| 30 | 0,54 |
| 25 | 0,61 |
| 20 | 0,69 |
| 15 | 0,79 |

Jadi :

Rumus interpolasi : $Y=Y1+\frac{(x-x1)}{(x2-x1)} (Y2-Y1)$

Karena kuat tekan target (f’cr) = 49 MPa itu artinya range yang didapat antara 45 sampai 50, dari tabel diatas ;

x = 49

 Y = ?

x1 = 50 Y1 = 0,32

x2 = 45 Y2 = 0,37

Y = Y1 + $\frac{(x-x1)}{(x2-x1)} (Y2-Y1)$

 = 0,32 + $\frac{\left(49-50\right)}{\left(45-50\right)}(0,37-0,32)$

 = 0,33

Jadi, nilai raio air-semen (fas) adalah 0,33

* Ukuran nominal maksimum agregat = 19 mm
* Slump rencana (tabel 4.2.3) = 75 – 100 mm
* Rencana air adukan (tabel 4.2.3) = 205 kg/m³
* Berat semen = 205 / 0,33

 = 621,212 ≈ 621Kg/m³

* Volume agregat kasar (tabel 4.2.5) = 0,60 m³

Maka berat kering (bobot isi) = 0,60 x 1454

 = 872,4 Kg ≈ 872 Kg/m³

Dengan sudah diketahui jumlah air, semen dan agregat kasar, maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat 1 m³ beton adalah agregat halus dan udara yang terperangkap. Banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolute sebagai berikut :

1. Atas dasar massa (berat)

Dari tabel 4.2.5, massa 1 m³ beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 19 mm, diperkirakan sebesar 2345 kg. Untuk percampuran percobaan pertama, pengaturan pasti nilai ini akibat adanya perbedaan slump, faktor air semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting. Berat (massa) yang sudah diketahui adalah :

1. Air (berat bersih) = 205 Kg
2. Semen = 621 Kg
3. Agregat kasar = 872 Kg

 Jumlah = 1698 Kg

 Jadi, massa (berat) agregat halus = 2345 – 1698

 = 647 Kg

1. Atas Dasar Volume Absolute

Dengan jumlah air, semen dan agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap terbesar 2 % yang diberikan dalam tabel 4.2.3, maka kadar pasir dapat dihitung bsebagai berikut :

1. Volume air = 205 / 1000 = 0,2050 m³
2. Volume semen = 621/ ( 3,15x1000) = 0,1971 m³
3. Volume agregat kasar = 872/ ( 2,60x1000) = 0,3354 m³
4. Volume udara = 0,0200 m³

Jumlah volume padat selain agregat halus = 0,7575 m³

Volume agegat halus = 1,000 – 0,7575 = 0,2425 m³

Berat agregat halus kering = 0,2482x2,62x1000 = 635 kg

Tabel 4.2.6 Perbandingan Berat Campuran (m³) Beton

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Berdasarkan perkiraan massa (berat) beton****(Kg)** | **Berdasarkan perkiraan Volume absolut****(Kg)** |
| Air ( Berat bersih) | 205 | 205 |
| Semen | 621 | 621 |
| Agregat kasar | 872 | 872 |
| Agregat halus | 647 | 635 |

Sumber : Hasil Penelitian

1. Koreksi Proporsi Campuran

Pengujian menunjukan kadar air agregat halus sebesar 0,36 %, untuk agregat kasar 0,24 % dan penyerapan agregat halus sebesar 1,10%, untuk agregat kasar 3,56%. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat volume absolut yang digunakan, maka berat volume absolut penyesuaian dari agregat menjadi, adalah :

1. Agregat Kasar = (0,24-3,56)x(872/100) = -28,95 kg
2. Agregat Halus = (0,36-1,10)x(635/100) = -4,70 kg
3. Koreksi proporsi agregat (m³)
* Agregat Kasar = 872 + (-28,95) = 843 kg
* Agregat Halus = 635 + (-4,70) = 630 kg
1. Koreksi kebutuhan air (m³)
* Air = 205 – ((-28,95)+(-4,70)) = 239 kg
1. Kebutuhan Semen (m³)
* Semen = 621 kg

Tabel 4.2.7 Tabel Proporsi Campuran (m³) Setelah Koreksi

|  |  |
| --- | --- |
| **Proporsi Campuran** | **Kebutuhan campuran****(kg)** |
| Tiap m³Semen | 621 |
| Air | 239 |
| Agregat Halus | 630 |
| Agregat Kasar | 843 |

Sumber Hasil Penelitian

1. Koreksi Campuran Berdasarkan Volume

Untuk campuran percobaan dilaboratorium, akan lebih mudah bila berat campuran tersebut diperkecil dan dengan kapasitas molen 0,3 m³. Jadi campuran yang dibuat menjadi sebagai berikut :

1. Volume Campuran Uji

Volume 1 benda uji = ¼. π. d². T

 = ¼ . 3,14. (15)².(30)

 = 5298,8 cm³ =0,0052988 m³

 Dibuat proporsi untuk 6 sampel= 6 x0,0052988 = 0,031793 m³

 Volume mixer beton 0,3 m³ = 0,031793 x 0,3 = 0,0095378 m³

 Volume koreksi campuran = 0,0413308 m³

Jadi, hasil volume koreksi untuk 6 sampel benda uji dalam 1 kali mixing atau pencampuran 0,0413308 m³, maka proporsi campuran untuk 6 sampel benda uji dengan mixer beton kapasitas 0,3 m³ adalah :

Proporsi mixing untuk 6 sampel benda uji, kapasitas mixer 0,3 m³ :

* Air = 239 x 0,0413308 = 9,88 kg/ltr
* Semen = 621 x 0,0413308 = 25,67 kg
* Agregat Kasar = 843 x 0,0413308 = 34,84 kg
* Agregat Halus = 630 x 0,0413308 = 26,04 kg
	1. **Pembuatan dan Perawatan Benda Uji**

Untuk mendapatkan produksi beton yang baik, perlu diikuti beberapa tahapan dalam pembuatan beton diantaranya :

1. Pemeriksaan mutu bahan yang cermat
2. Penentuan proporsi campuran yang tepat
3. Pelaksanaan pekerjaan yang baik dengan penggunaan peralatan dan tenaga yang tepat untuk mendapatkan mutu beton yang kuat.
4. Pengendalian mutu yang ketat, untuk mendapatkan mutu beton yang memenuhi syarat.

Untuk mendapatkan suatu pencampuran yang tepat, sebaiknya penakaran bahan didasarkan terhadap berat volume yang telah dikoreksikan dari berat.Bila terjadi perubahan kandungan air dalam agregat, maka dilakukan koreksi berdasarkan berat kering permukaan (SSD).Pengadukan beton sedapatnya mungkin dilakukan dengan menggunakan alat mekanik (mesin aduk mixer) agar campuran yang dihasilkan cukup homogeny dan tidak melampaui batas waktu. Langkah-langkah pembuatan campuran beton f’c 40 MPa adalah

1. Penimbangan material

Material ditimbang menurut hasil perhitungan campuran, berat material adalah sebagai berikut

* Air : 9,88 kg/ltr
* Semen : 25,67 kg
* Agregat Kasar : 34,84 kg
* Agregat Halus : 26,04 kg



**Gambar 4.3.1 Material campuran beton**

1. Pengadukan

Beton harus diaduk sedemikian rupa hingga tercapai penyebaran bahan yang merata dan semua hasil adukannya harus dikeluarkan sebelum mesin pengaduk diidi kembali. Waktu pengadukan sekurang-kurangnya selama 1,5 menit dan dilanjutkan 1,5 menit berikutnya setelah semua bahan dimasukkan kedalam mesin pengaduk.

1. Nilai Slump (Workabillity)

Kemudahan pekerjaan beton dapat dilihat dari nilai slump yang terjadi, karena nilai slump merupakan parameter workability (kemudahan pekerjaan). Dalam penelitian ini nilai slump yang harus ditargetkan berkisar 75-100 mm. Nilai slump yang didapat dalam penelitian berkisar 90 mm.



Gambar 4.3.2 Slump Test

1. Pembuatan Benda Uji Silinder (150x300) mm

Pembuatan benda uji silinder (150x300) mmsebanyak 30 benda uji, jadi dilakukan 5 kali mixing karena kapasitas molen tidak memadai dengan 1 kali mixing. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Setelah nilai slump didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukan kedalam cetakan silinder (150x300) mm. Pengisian dilakukan sebanyak 3 tahap, masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap tahap dilakukan pemadatan dengan tongkat baja sebanyak 25 kali.
2. Setelah padat ratakan permukaan silinder.
3. Setelah itu simpan cetakan yang berisi campuran beton ditempat yang sejuk, diletakan ditempat yang rata dan bebas dari ganguan getaran dan gangguan lain, biarkan selama 24 jam.
	1. **Pengujian Kuat Tekan Silinder (150x300mm)**

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Siapkan alat-alat uji yang akan digunakan terlebih dahulu.
2. Lakukan penimbangan dan pengukuran benda uji terlebih dahulu.
3. Setelah selesai penimbangan dan pengukuran lakukan pengepingan dengan metode SNI 6369-2008.
4. Semua benda uji untuk umur uji harus diuji dengan toleransi waktu yang diizinkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.4.1 Toleransi Waktu Yang Diizinkan

|  |  |
| --- | --- |
| **Umur Uji** | **Waktu yang diijinkan** |
| 12 jam | ± 15 menit atau 2,1 % |
| 24 jam | ± 30 menit atau 2,1 % |
| 3 hari | ± 2 jam atau 2,8 % |
| 7 hari | ± 6 jam atau 3,6 % |
| 28 hari | ± 20 jam atau 3,0 % |
| 90 hari | ± 2 hari atau 2,2 % |

Sumber : Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder (SNI 1974-2011)

1. Setelah proses penimbangan dan pengepingan benda uji diletakkan pada alat penekan .



Gambar 4.4.1 Pengujian Silinder (150x300mm)

1. Uji Benda uji silinder dengan kecepatan gerak yang disesuaikan dengan kecepatan pembebanan pada benda uji dalam rentang 0,15 MPa/detik sampai dengan 0,35 MP/detik.
2. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catat hasil beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan. Catat tipe kehancurannya dan kondisi visual benda uji.



Gambar 4.4.2 Tipe Kehancuran Silinder (150x300mm)

 Langkah-langkah diatas merupakan proses sebelum dan sesudah melakukan uji kuat tekan silinder (150x300mm), berikut ini merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan, pada tabel berikut ini :

Tabel 4.4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan SilinderMutu Rencana f’c 40MPa

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Umur****(hari)** | **Massa****Benda Uji****(kg)** | **Dimensi** | **Luas Bidang****(mm²)** | **Gaya Tekan****(kN)** | **Kuat Tekan****(N/mm²)** |
| **L****(mm)** | **D****(mm)** |
| 1 | 7 hari | 12,35 | 300,1 | 150,0 | 17662,5 | 620 | 54,00 |
| 2 | 12,19 | 300,1 | 150,0 | 17662,5 | 585 | 50,96 |
| 3 | 12,19 | 300,0 | 150,0 | 17662,5 | 590 | 51,39 |
| 4 | 12,25 | 300,2 | 150,0 | 17662,5 | 620 | 54,00 |
| 5 | 12,30 | 300,0 | 150,2 | 17709,6 | 615 | 53,43 |
| 6 | 12,33 | 300,0 | 150,1 | 17686,1 | 635 | 55,24 |
| 7 | 12,40 | 300,0 | 150,2 | 17709,6 | 635 | 55,16 |
| 8 | 12,30 | 300,0 | 150,1 | 17686,1 | 625 | 54,37 |
| 9 | 12,25 | 300,0 | 150,0 | 17662,5 | 635 | 55,31 |
| 10 | 12,28 | 300,1 | 150,2 | 17709,6 | 610 | 52,99 |
| 11 | 12,23 | 300,1 | 150,1 | 17686,1 | 610 | 53,06 |
| 12 | 12,41 | 300,2 | 150,1 | 17686,1 | 600 | 52,19 |
| 13 | 12,45 | 300,2 | 150,1 | 17686,1 | 590 | 51,32 |
| 14 | 12,29 | 300,2 | 150,0 | 17662,5 | 600 | 52,26 |
| 15 | 12,24 | 300,1 | 150,0 | 17662,5 | 615 | 53,57 |
| **Jumlah Rata-rata** | **53,28** |
| **Deviasi Standart** | **1,44** |
| Catatan : Pengujian pada umur 7 hari dengan koreksi umur 0,65 ( Tabel 2.10.9) |

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Mutu Rencana f’c 40 MPa

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Umur****(hari)** | **Massa****Benda Uji****(kg)** | **Dimensi** | **Luas Bidang****(mm²)** | **Gaya Tekan****(kN)** | **Kuat Tekan****(N/mm²)** |
| **L****(mm)** | **D****(mm)** |
| 1 | 28 hari | 12,48 | 300,0 | 150,1 | 17686,1 | 890 | 50,32 |
| 2 | 12,55 | 300,0 | 150,0 | 17662,5 | 875 | 49,54 |
| 3 | 12,61 | 300,0 | 150,2 | 17709,6 | 860 | 48,56 |
| 4 | 12,44 | 300,1 | 150,0 | 17662,5 | 895 | 50,67 |
| 5 | 12,64 | 300,2 | 150,0 | 17662,5 | 900 | 50,96 |
| 6 | 12,64 | 300,0 | 150,1 | 17686,1 | 905 | 51,17 |
| 7 | 12,59 | 300,0 | 150,0 | 17662,5 | 870 | 49,26 |
| 8 | 12,40 | 300,2 | 150,1 | 17686,1 | 880 | 49,76 |
| 9 | 12,55 | 300,1 | 150,0 | 17662,5 | 880 | 49,82 |
| 10 | 12,63 | 300,1 | 150,0 | 17662,5 | 910 | 51,52 |
| 11 | 12,60 | 300,1 | 150,1 | 17686,1 | 880 | 49,76 |
| 12 | 12,60 | 300,2 | 150,1 | 17686,1 | 885 | 50,04 |
| 13 | 12,42 | 300,0 | 150,2 | 17709,6 | 905 | 51,10 |
| 14 | 12,40 | 300,0 | 150,0 | 17662,5 | 865 | 48,97 |
| 15 | 12,61 | 300,1 | 150,1 | 17686,1 | 900 | 50,89 |
| **Jumlah Rata-rata** | **50,16** |
| **Deviasi Standart** | **0,88** |
| Catatan : Pengujian pada umur 28 hari dengan koreksi umur 1,00 (Tabel 2.10.9) |

Sumber : Hasil Penelitian

 Dari pengujian kuat tekan tabel 4.4.1 dan 4.4.2 didapatkanhasil dari 7 hari pengujian dan 28 hari. Dapat dilihat pada tabel 4.4.2 pengujian kuat tekan pada umur 28 hari didapatkan hasil pengujian adalah 50,16 N/mm².

**BAB V**

**PENUTUP**

**5.1 Kesimpulan**

Bedasarkan hasil penelitian data dan sempel laboratorium. Pengunaan material lokal agregat kasar ex. Selabing dan agregat halus ex. Muara wahau dalam menentukan proporsi campuran beton normal dengan mutu f’c 40 MPa, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan yang direncanakan adalah f’c 40 MPa dan kuat tekanrata-rata rencana yang ditargetkan (f’cr) 49 MPa. Menurut hasil percobaan dengan proporsi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :
* Didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap M³, sebagai berikut :

Semen Portland ex. Tonasa = 612 Kg

Air = 205 Kg

Agregat Kasar ex. Selabing = 872 Kg

Agregat Halus ex. Muara Wahau = 635 Kg

1. Dari proporsi campuran diatas didapatkan nilai slump dan hasil pengujian kuat tekan silinder adalah :
* Nilai slump yang didapat adalah 90 mm.
* Pada umur 7 hari, estimasi 28 hari nilai kuat tekan rata-rata adalah 53,28 MPa > 49 MPa dan nilai deviasi standard adalah 1,44
* Pada umur 28 hari nilai kuat tekan rata-rata adalah 50,16MPa> 49 MPa dan nilai deviasi standard adalah 0,88.
* Pada umur 7 hari dan 28 hari nilai kuat tekan rata-rata didapat adalah 51,72 MPa > 49 MPa dan nilai deviasi standard adalah 1,98

Maka dapat disimpulkan bahwa hasil campuran percobaan dengan dengan material lokal agregat kasar ex. Selabing dan agregat halus ex. Muara wahau mutu f’c 40 MPa dapat dipergunakan.

**5.2 Saran-Saran**

Dengan Penelitian ini diharapkan penggunaan agregat lokal yaitu agregat kasar ex. Selabing dan agregat halus ex. Muara wahau untuk produksi beton dapat digunakan di wilayah tersebut.Hal ini didukung dengan hasil penelitian agregat dan sisi kekuatan beton yang telah dilakukan.

**Hasil Penilaian Sistem Manajemen**

Hasil Penilaian Kinerja IPA Unit Gunung Lingai Kota Samarinda Utara di atas, maka diperoleh posisi Pertumbuhan/Agresif (pada kuadran I), karena kondisi internal lebih banyak faktor kekuatan (28) dibandingkan dengan faktor kelemahan (24) sedangkan kondisi eksternal cukup mendukung dimana faktor peluang (40) lebih besar dari ancaman (13) bobot nilainya.

Keadaan ini menempatkan Kinerja IPA Unit Gunung Lingai Kota Samarinda Utara pada posisi Pertumbuhan/Agresif (pada kuadran I) dan menerapkan strategi optimalisasi internal dengan ekspansi penuh.

 Secara diagramatis, posisi tersebut digambarkan seperti gambar berikut.

**POSISI EKSTERNAL**

**Peluang**

**40**

**(+)**

**Kuadran I :**

**Pertumbuhan/Agresif**

Kuadran III :

Stabilitas/Rationalisisasi

**POSISI INTERNAL**

**Kekuatan**

**Kelemahan**

**28**

**24**

**(+)**

**(-)**

Kuadran IV :

Survival/Defensif

Kuadran II :

Diversifikasi/Orientasi Keluar

**(-)**

**13**

**Ancaman**

Gambar 4.2 Diagram Posisi IPA Unit Gunung Lingai Kota Samarinda Utara

*Sumber : Hasil Perhitungan, 2017.*

Posisi Pertumbuhan/Agresif (pada kuadran I) : adalah kondisi internal faktor kekuatan lebih besar dari faktor kelemahan dan kondisi eksternal faktor peluang lebih besar dari faktor ancaman. Situasi ini menguntungkan perusahaan dalam memanfaatkan kekuatan dan peluang yang ada, sehingga strategi yang harus diterapkan adalah pertumbuhan yang agresif (*growth oriented strategy*).

* 1. **Penutup.**

Dari hasil survey lapangan, analisis dan perhitungan serta pembahasan pada skripsiini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1 .Pendapatan Penjualan Air dan Biaya Operasi :**P**

1. Pendapatan Penjualan Air, dengan laju pertumbuhan 6,20 %/tahun:
* Tahun 2017 : Rp. 17.406.850.264,00
* Tahun 2026 : Rp. 29.911.682.629,00
* Selisih (2026 – 2017) = Rp. 12.504.832.365,00
1. Biaya Operasi, dengan laju pertumbuhan 5,25%/tahun :
* Tahun 2017 : Rp. 15.691.664.875,00
* Tahun 2026 : Rp. 24.869.552.171,00
* Selisih (2026 – 2017) = Rp. 9.177.887.296,00
1. Pemasukan Biaya :
* Tahun 2017 : Rp. 1.715.185.389,00
* Tahun 2026 : Rp. 5.042.130.458,00
* Selisih (2026 – 2017) = Rp. 3.326.945.069,00
1. Sistem Kinerja Manajemen IPA Unit Gunung Lingai Kecamatan SamarindaUtara

berdasarkan pada kondisi internal perusahaan (kekuatan dan kelemahan) yang dimilikinya, dalam mengembang visi dan misinya terhadap kondisi eksternal (peluang dan ancaman) yang dihadapi. Dilakuakn dengan menggunakan Analisis SWOT dalam mengdiagnostik kondisi Eksternal faktor Kekuatan (*Strengths*) dan Kelemahan (*Weaknesses*) serta kondisi Internal faktor Peluang (*Opportunities*) dan Ancaman (*Threats*).

Berdasarkan hasil analisis manajemen, maka program-program utama pengembangan Kinerja IPA Unit Gunung Lingai Kecamatan Samarinda Utara, adalah sebagai berikut :

1. Program Bidang Teknis Operasional.
2. Program Bidang Keuangan.
3. Program Bidang Pelayanan dan Pemasaran.
4. Program Bidang Organisasi dan Manajemen.
5. Program Bidang Pengembangan SDM.
6. Program Bidang Pengembangan Hukum.
	1. **Saran**

Adapun saran yang penulis dapat berikan dalam skripsi ini, adalah sebagai berikut :

1. Pihak pelaksana IPA Unit Gunung Lingai Kecamatan Samarinda Utara - PDAM Kota Samarindaagar konsisten dalam meningkatkan kinerja sesuai dengan program-program yang direncanakan dalam penelitian ini.
2. Pelaksanaan program sepuluh tahun ke depan, dilaksanakan sesuai dengan skala prioritas.
3. Peningkatan mutu Sumber Daya Manusia (SDM) IPA Unit Gunung Lingai Kecamatan Samarinda Utara, perlu dilakukan secara kontinyu dan berjenjang dengan memperhatikan peningkatan karier pegawai dan penghargaan terhadap pegawai.

**DAFTAR PUSTAKA**

Antono, A, 1995, *Teknologi Beton*, Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Dipohusodo, Istimawan, 1994, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.

F.X, Supartono, 1998, *Beton Berkinerja Tinggi, Keunggulan dan Permasalahannya,* Jakarta

Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan Dan Jembatan, 2015, *Teknologi Beton*, Penerbit Pusjatan, Bandung.

*SNI 03-4142-1990, Pengujian Agregat Yang Lolos Saringan 0,075 mm (No. 200),* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-4804-1998, Pengujian Bobot isi dan Rongga Udara Dalam Agregat,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03- 1969- 2008, Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03- 1970- 2008, Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-1947-2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-1971-2011, Pengujian Kadar Air Agregat,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-2417-2008, Pengujian Keausan Agregat Dengan Masin Abrasi Los Angles,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-2834-2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, Beton Massa* , Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI ASTM C 136-2012, Pengujian Analisa Saringan Agregat,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-2847-2013, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

*SNI 03-2816-2014, Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Beton, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.*

Tjokrodimulyo, Kardiyono, 1992, *Teknologi Beton,* Biro Penerbit, Yogyakarta.