

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dimana hampir 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung, bangunan air, maupun bangunan transportasi. Beton tersebut terdiri dari pencampuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (split), dengan menambahkan bahan perekatsemen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan (Mulyono, 2003).

Indonesia merupakan negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80.000 km, yang memiliki keanekaragaman karakteristik kualitas pasir laut( Mangerongkonda, 2007).

Pasir laut umumnya memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman yang tidak menguntungkan bagi beton. Sehingga banyak disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antara butiran dan berpengaruh pada kekuatan dan ketahanan beton. Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir laut sebagai salah satu agregat halus dengan alasan mudah di dapat.

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling umum di pakai. Dengan menggunakan pasir laut, hal yang terpenting adalah kuat tekan bangunan tersebut. Bila kuat tekan pengujian tinggi maka sifat yang lain akan baik juga. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan, air semen, agregat, cara pengerjaannya seperti pencampuran pemadatan dan pengawetan serta umur pengujiannya.

Dalam penelitian ini saya tertarik untuk meneliti ini untuk memberi informasi tentang penggunaan pasir laut sebagai bahan pengganti pasir sungai. Karena pasir sungai sangat sulit di dapat Dan juga untuk memprediksi kekuatan

beton serta terobosan baru dalam dunia teknik sipil yang masih dibutuhkan. Pasir laut sebagai salah satu bahan bangunan yang diperlukan masyarakat.

Pengolahan sumber daya alam yang memperhatikan keseimbangan lingkungan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu alternatif untuk menguranginya yaitu menemukan bahan baru yang berfungsi sama dengan pasir sungai atau mencari lahan pasir baru misalnya di daerah pesisir atau pantai. Karena pada beberapa daerah terutama pulau-pulau kecil di tengah laut sangat sulit untuk mendapatkan pasir sungai.

## **1.2 Tujuan Dan Manfaat Penelitian**

### **1.2.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian untuk mengetahui sejauh mana kekuatan beton dengan menggunakan material pasir laut.

### **1.2.2 Manfaat Penelitian**

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tambahan tentang pemanfaatan pasir laut sebagai agregat halus campuran beton.
- b. Memberikan informasi terhadap pemerhati dan pelaku dunia konstruksi bahwa pasir laut memungkinkan sebagai pengganti pasir sungai

## **1.3 Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan diuji seberapa besar kekuatan pada penggunaan pasir laut sebagai agregat halus dan pembandingnya dengan kekuatan beton yang menggunakan pasir sungai dengan proporsi campuran yang sama.

## **1.4 Batasan Masalah**

- a. Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-1993 tatacara pembuatan rencana campuran beton normal :
  - Pengujian agregat halus pasir sungai dan pasir laut
- b. Mutu rencana  $f'c$  22,5 Mpa
- c. Benda uji silinder beton dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
- d. Agregat halus pasir laut dari pantai romantis
- e. Agregat kasar kerikil
- f. Umur benda uji 7, 14, 21 dan 28 hari
- g. Jumlah benda uji 3 buah per umur beton
- h. Perlakuan pasir laut yaitu :

- Pasir laut yang di cuci dengan air tawar
- Pasir laut yang tanpa di cuci
- i. Semen portland type I Semen Padang
- j. Air yang di pakai air yang ada di lab beton FT-UHN
- k. Uji kuat tekan dengan alat compressive test
  - Pengujian dilakukan dilaboratorium FT-UHN
- l. Alat penunjang lainnya
- m. Tidak membahas biaya

## **1.5 Sistematika Penulisan**

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisitentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah batasan masalah, sistematika penulisan dan daftar pustaka.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang penjelasan tentang beton dan campuran-campuran pembentuk beton.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang penggunaan bahan-bahan penyusun beton

### **BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pengolahan data yang telah di peroleh dari hasil penelitian

### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

## 2.1 Pengertian Umum

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Di samping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Syarat yang terpenting dari pembuatan beton adalah :

1. Beton segar harus dapat dikerjakan atau dituang
2. Beton yang dikerjakan harus cukup kuat untuk menahan beban dari yang telah direncanakan
3. Beton tersebut harus dapat dibuat secara ekonomis

## 2.2 Beton

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar (kerikil/batu guli) dan agregat halus (pasir). Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran dan merupakan komponen utama beton. Umumnya penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah  $\pm 70\% - 75\%$  dari seluruh beton. Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, antaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pembuatan adukan beton, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibanding kuat tariknya, merupakan bahan getas. Nilai kuat tariknya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya

beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang bekerja menahan tarik.

Berikut beberapa kelebihan dan kekurangan beton :

a. Kelebihan beton

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- Mampu memikul beban yang berat
- Tahan terhadap temperature yang tinggi
- Biaya pemeliharaan yang kecil

b. Kekurangan beton

- Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- Berat
- Daya pantul suara yang besar

Selain itu, beton juga memiliki beberapa sifat-sifat yang hanya terdapat pada beton. Berikut sifat-sifat beton :

a. *Durability* (keawetan)

b. Kuat tekan

c. Kuat Tarik

d. Modulus Elastisitas

e. Rangkak (*Creep*)

f. Susut (*Shrinkage*)

g. Keleccakan (*Workability*)

## **2.3 Bahan-bahan Penyusun Beton**

### **2.3.1 Semen Portland**

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan mengiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut past semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut dengan beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi.

Pada umumnya semen berfungsi untuk :

1. Mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton.
2. Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Komponen semen portland terdiri dari :

- a. Trikalsium Silikat ( $C_3S$ )
- b. Dikalsium Silikat ( $C_2S$ )
- c. Trikalsium Aluminat (C, A)
- d. Tetrakalsium Aluminoforit ( $C_4AF$ )

Komposisi oksida utama pembentuk semen dapat dilihat pada Tabel berikut :

**Tabel 2.1. Komposisi Oksida Semen Portland**

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60 – 65
SiO <sub>2</sub>	17 – 25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6
MgO	0,5 – 4
SO <sub>3</sub>	1 – 2
K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	0,5 – 1

Sumber : *Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007*

Semen portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (SK SNI S-04-1989-F) yaitu :

1. Jenis I

Semen portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Jenis II

Semen portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

3. Jenis III

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

4. Jenis IV

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.

5. Jenis V

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

### 2.3.2 Pasir

Pasir merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah dan pantai. Oleh karena itu pasir dapat digolongkan dalam tiga macam yaitu pasir galian, pasir laut dan pasir sungai.

Pada konstruksi bahan bangunan pasir digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton, bahan spesi perekat pasangan bata maupun keramik. Menurut standar nasional Indonesia disebutkan mengenai persyaratan pasir atau agregat halus yang baik sebagai bahan bangunan adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $< 2,2$ .
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila pasir mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
- c. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- d. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang diakui.
- e. Agregat halus yang digunakan untuk plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan pasir. Pasir adalah contoh bahan material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Fungsi pasir ialah sebagai berikut :
  1. Material urungan / pasir urug, yaitu pasir urug bawah pondasi, pasir urug bawah lantai, pasir urug dibawah pasangan paving block.
  2. Material mortar atau spesi / pasir pasangan, yaitu digunakan sebagai adukan untuk lantai kerja, pasangan pondasi batu kali pasangan dinding bata, spesi untuk pemasangan keramik lantai dan keramik dinding, spesi untuk pemasangan batu ala, plesteran dinding.
  3. Material campuran beton/ pasir cor, yaitu untuk campuran beton bertulang maupun tidak bertulang, bisa kita jumpai dalam struktur fondasi beton bertulang, sloof, lantai, kolom, plat lantai, cor dak, ring balok, dan lain-lain

Adapun jenis jenis pasir yaitu sebagai berikut:

- a. Pasir beton



Yaitu pasir yang warnanya hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali. Pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, pemasangan batu bata

b. Pasir pasang

Yaitu pasir yang lebih halus dengan pasir beton. Ciri-cirinya apabila dikepal akan menggumpal dan tidak akan kembali kesemul. Pasir pasang biasanya digunakan untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa dipakai untuk plesteran dinding.

c. Pasir Elod

Yaitu pasir yang paling halus diantara pasir beton dan pasir pasang. Ciri-cirinya apabila dikepal akan menggumpal dan tidak akan puyar kembali. Pasir jenis ini tidak bagus untuk bangunan. Biasanya dipakai untuk campuran pembuatan batako.

d. Pasir merah

Yaitu pasir yang ciri-cirinya hampir sama dengan pasir beton namun lebih kasar dan batumannya lebih besar. Pasir jenis ini bagus digunakan untuk bahan cor.

### **2.3.3. Pasir Laut Sebagai Pengganti Agregat Halus**

Penelitian pasir laut dalam bahan agregat halus tersebut sebagai alternatif bahan pengisi beton. Penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan beton. Pengamatan dilapangan telah menunjukkan bahwa masyarakat pesisir pantai telah menggunakan pasir pantai dalam beton untuk membangun rumah atau bangunan lainnya. Pasir laut diambil di Pantai Romantis Medan, Sumatera Utara. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

### **2.3.4. Air**

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam

pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton senyawa yang terkandung didalam air akan mempengaruhi kualitas beton, untuk itu diperlukan standart yang baik untuk kualitas air.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, kolam dan lainnya) maupun air laut, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida).

### **2.3.5. Sumber-sumber Air**

Sumber-sumber air yang ada adalah sebagai berikut :

#### **1. Air pada udara**

Air yang terdapat di udara atau atmosfer adalah air yang terdapat diawan. Kemurnian air ini sangat tinggi. Sayangnya, hingga sekarang belum ada teknologi untuk mendapatkan air atmosfer ini secara mudah.

#### **2. Air hujan**

Air hujan menyerap gas-gas serta uap dari udara kebumi. Udara terdiri dari komponen-komponen utama yaituzat asam atau oksigen, nitrogen dan karbon diosida. Bahan-bahan padat serta garamyang larut dalam air hujan terbentuk akibat peristiwa kondensasi.

#### **3. Air tanah**

Air tanah adalah air yang berada dibawah tanah didalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatknya sama atau lebuah besar dari tekanan atmosfer (Suryono, 1991:1). Dan disamping itu air tanah juga menyerap gas-gas serta bahan-bahan organik seperti  $CO_2$ ,  $H_2S$ , dan  $NH_3$ .

#### **4. Air permukaan**

Air permukaan terbagi menjadi air sungai, air danau dan air genangan aliran. Erosi yang disebabkan oleh alliran air permukaan, membawa serta bahanbahan organik.

## 5. Air laut

Air laut mengandung 30.000 - 36.000 mg garam perliter pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang, dengan kata lain untuk beton mutu tinggi.

Air asin yang mengandung 1000 – 5000 mg garam perliter. Air dengan kadar garam sedang, mengandung 200 – 1000 mg garam perliter. Air laut sebaiknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami aluminium didalamnya, beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangan akibat perubahan panas dan lingkungan yang lembab (SNI- 03-2834-1993)

### **2.4. Kerikil (Agregat Kasar)**

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain :

- a. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari  $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih antara baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.
- b. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{1}{3}$  kali tebal pelat.
- c. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{1}{5}$  kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Menurut PBI 1971, ketentuan mengenai penggunaan agregat kasar untuk beton harus memenuhi syarat, antara lain :

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
2. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih 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 diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.
5. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 T, dengan mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :
  - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
  - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat.
  - Atau dengan mesin pengaus los angeles dengan mana 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 yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat berikut :
  - Sisa diatas ayakan 3,15 mm, harus 0% berat.
  - Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat.
  - Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
7. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang smaping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tigaperempat 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 sehingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil.

**Tabel 2.2. Gradasi Kerikil**

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan	
	Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	30 – 70	95-100
10	10 – 35	25-55
4,8	0 – 5	0 – 10

*Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007*

## 2.5. Perencanaan Campuran Beton

Proses memilih bahan-bahan pembetonan yang tepat dan membutuhkan jumlah / kuantitas ketergantungan dari bahan-bahan tersebut dengan mempertimbangkan syarat mutu beton, kekuatan (strength), ketahanan (durability) dan kemudahan pengerjaan (workability).

Dari sudut pandang teknik, pencampuran yang tidak sesuai akan dapat menyebabkan penyusutan, keretakan dan hal ini tidak boleh terjadi melebihi batas-batas yang telah dipersyaratkan. Pencampuran yang tidak tepat juga bisa menyebabkan perubahan panas hidrasi dalam massa beton itu menjadi lebih tinggi yang bisa menyebabkan keretakan. Tata cara pembuatan rencana campuran beton dan nilai semen, jenis pasir, kerikil dan air.

## 2.6. Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai  $1000 \text{ kg/cm}^2$  atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum

digunakan adalah sekitar 200 kg/cm<sup>2</sup> sampai 500 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beton tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam satuan Mpa atau kg/cm<sup>2</sup>. Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar *ASTM C 39*. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'ci = \frac{P}{A} \times \frac{1}{fu} \dots\dots\dots (1)$$

$$f'ci = \frac{\sum_{i=1}^n f'ci}{n} \dots\dots\dots (2)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{(f'ci - f'cr)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (3)$$

$$f'c = f'cr - 1,64 sd \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- P = Beban kuat tekan (N)
- A = Luas penampang
- fu = Faktor umur
- f'ci = Kuat tekan
- f'cr = Kuat tekan rata-rata (MPa)
- f'c = Kuat tekan (Mpa)

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga dalam pelaksanaan dan hasil penelitian dapat

dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton normal  $f'c = 22,5$  Mpa sebagai kontrol dengan beton yang dieksperimen. Pengujian beton akan dilakukan dengan menggunakan alat uji pengujian kuat tekan beton. Setelah dilakukan pengujian maka keluar hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penggunaan pasir laut sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton.

### **3.2. Bahan Baku dan Peralatan**

Bahan baku yang digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah

#### 1. Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton. Pada penelitian ini semen yang akan digunakan Semen Padang Tipe I kemasan 50 kg.

#### 2. Agregat Kasar

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan pada penelitian yaitu agregat kasar dari KIM 2 dengan ukuran  $\pm 1-2$  cm

#### 3. Agregat Halus

Agregat pasir yang digunakan adalah pasir dari daerah Binjai dan sebelum melakukan pembuatan beton dilakukan penyaringan untuk menentukan zona pasir dan kandungan lumpurnya.

#### 4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan. Secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

## 5. Pasir Laut

Pasir laut yang diambil dari pantai romantis, yang digunakan sebagai agregat halus.

**Tabel 3.1. Jumlah Sampel Benda Uji**

KELOMPOK	JUMLAH PENGUJIAN KUAT TEKAN PADA UMUR				JUMLAH BENDA UJI
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	
Beton Normal	3	3	3	3	12
Pasir laut yang dicuci	3	3	3	3	12
Pasir laut tanpa dicuci	3	3	3	3	12
JUMLAH	9	9	9	9	36

### 3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengamatan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan, Jalan Sutomo No. 4A Medan 20235.

### 3.4. Tahapan Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mendapatkan *mix design*. Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik yang terdapat dalam material tersebut sesuai dengan peraturan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian material penyusun beton :

#### 3.4.1. Pengujian Kehalusan Semen Portland

Metode pengujian kehalusan semen portland dengan SNI 03-2530-1991 Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk melakukan



pengujian kehalusan semen Portland dengan cara penyaringan dan selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu semen.

a. Peralatan yang digunakan adalah saringan No.100,200 dan PAN, timbangan dengan ketelitian 0,1 % dan kuas pembersih.

b. Bahan

Semen Portland Tipe I sebanyak 50 gram

c. Prosedur pengujian

1. Benda uji semen dimasukkan ke dalam saringan No.100 yang terletak di atas saringan No.200 dan dipasang PAN di bawahnya.

2. Saringan digetarkan menggunakan mesin penggetar selama 5 menit.

3. Setelah itu, timbang masing-masing benda uji yang tertahan di setiap saringan dan catat beratnya.

4. Hitunglah berapa nilai kehalusan semen

d. Rumus perhitungan

$$\text{Kehalusan (F)} = \frac{A}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4.1)$$

### **3.4.2. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland**

Tujuan dari pemeriksaan ini ialah menentukan nilai berat jenis semen secara laboratorium sehingga dapat mengetahui kemurnian semen dengan metode SNI 03-2531-1991.

- a. Peralatan yang digunakan adalah botol le chatelier, saringan No.200, timbangan digital dan ember.
- b. Bahan
  - Semen Portland Tipe I sebanyak 64 gram
  - Air
  - Minyak tanah
- c. Prosedur pengujian
  1. Persiapkan alat dan bahan.
  - 2 Saring semen dengan menggunakan saringan No.200 sebanyak 64 gram untuk satu sampel.
  - 3 Ambil tabung Le Chatelier yang diisi dengan minyak tanah, lalu rendam tabung dengan air bersih ke dalam ember selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung kemudian baca skala pada tabung ( $V_1$ ). Skala pada tabung 0-1.
  - 4 Masukkan semen yang telah disaring ke dalam tabung Le Chatelier secara perlahan agar tidak ada semen yang menepel pada dinding tabung. Bisa menggunakan corong kaca.
  - 5 Kemudian tabung digoyang secara perlahan sampai gelembungnya hilang dan tidak ada lagi semen yang menempel di dinding tabung
  - 6 Setelah itu, masukkan tabung Le Chatelier ke dalam ember, lalu rendam selama 20 menit.
  - 7 Setelah 20 menit, angkat tabung dan baca skala pada tabung ( $V_2$ ).

8 Hitunglah data yang telah didapat.

d. Rumus perhitungan

$$BJ = \frac{w}{(v_2 - v_1)} \times d \dots \dots \dots (3.4.2)$$

Keterangan :

Berat Jenis = Berat jenis semen Portland (gram/ml)

W = Berat semen Portland (gram)

V = Volume awal (ml)

V = Volume akhir (ml)

d = Massa jenis air pada suhu ruang yang tetap 4°C (1gram / ml)

### 3.4.3. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat

Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat dilakukan untuk menentukan bagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. menurut SNI 03-1968-1990

a. Peralatan yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari agregat yang akan diuji, saringan-saringan yang telah ditentukan ukuran lubangnya, oven dengan pengatur suhu (110±5)°C, alat penggetar, talam atau wadah, kuas pembersih dan sikat kuningan.

b. Bahan

1. Pasir sungai
2. Pasir laut
3. Kerikil

c. Prosedur pengujian

1. Bahan atau benda uji yang akan diuji di oven terlebih dahulu sampai mencapai berat tetap.
2. Masukkan benda uji ke saringan yang telah disusun. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar diatas sampai paling kecil dibawah.
3. Getarkan mesin penggetar selama 15 menit.
4. Pisahkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.
5. Timbang dan catat berat benda uji yang telah dipisahkan.
6. Hitung analisis agregat saringan.

d. Rumus perhitungan

$$\text{Modulus halus butir (MHB)} = \frac{\text{jumlah \% kumulatif agregat tertahan}}{100} \dots\dots\dots(3.4.3)$$

#### **3.4.4. Pengujian Kadar Air Agregat**

Tujuan pengujian ini ialah untuk menentukan kadar air dalam suatu agregat dengan cara pengeringan menurut SNI 03-1971-1990.

- a. Peralatan yang digunakan adalah timbangan, talam dan oven.
- b. Bahan
  - Agregat Kasar sebanyak 6000 gram
  - Agregat Halus sebanyak 1000 gram
- c. Prosedur pengujian
  1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
  2. Kemudian timbang talam sebelum diisi agregat halus dan agregat kasar. Catat beratnya.

3. Kemudian timbang agregat kasar sebanyak 6000 gram untuk 2 sampel pengujian dan timbang agregat halus sebanyak 1000 gram untuk 2 sampel pengujian.
4. Timbang kembali talam yang sudah diisi agregat kasar dan agregat halus. Catat beratnya.
5. Kemudian keringkan benda uji ke dalam oven dengan suhu  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  selama  $\pm 24$  jam .
6. Setelah 24 jam, keluarkan benda uji dan diamkan sampai dingin lalu timbang dan catat beratnya.

d. Rumus perhitungan

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{berat benda uji} - \text{berat benda uji kering}}{\text{berat benda uji}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4.4)$$

**3.4.5. Pemeriksaan Berat Isi Agregat**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus dan kasar menurut SNI 03-48041998.

- a. Peralatan yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, wadah silinder, sekop, mistar dan tongkat pematik.
- b. Bahan
  - Agregat Kasar
  - Agregat Halus
- c. Prosedur pengujian berat isi agregat kasar
  1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
  2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.

3. Dalam melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 metode yaitu berat isi lepas, perojokan, dan penggoyangan.

4. a. Pengujian dengan metode lepas

- Timbang dan catat berat wadah ( $W_1$ ).
- Masukkan agregat kasar dengan hati-hati agar tidak berjatuh dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- Ratakan permukaan agregat kasar dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat kasar ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat agregat kasar ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

b. Pengujian dengan metode perojokan

- Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
- Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal.
- Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojek sebanyak 25 kali secara merata.
- Pada saat lapis ke tiga, isi agregat kasar melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat kasar ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat agregat kasar ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

c. Pengujian dengan metode penggoyangan

- Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
- Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal.

- Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian
- Pada saat lapis ketiga, isi agregat kasar melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat kasar ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat agregat kasar ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

d. Prosedur pengujian berat isi agregat halus

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.
3. Dalam melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 metode yaitu berat isi lepas, perojokan, dan penggoyangan.

4. a. Pengujian dengan metode lepas

- Timbang dan catat berat wadah ( $W_1$ ).
- Masukkan agregat halus dengan hati-hati agar tidak berjatuhan dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- Ratakan permukaan agregat halus dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat agregat halus ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

b. Pengujian dengan metode perojokan

- Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
- Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal

- Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojek sebanyak 25 kali secara merata.
- Pada saat lapis ke tiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat agregat halus ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

c. Pengujian dengan metode penggoyangan

- Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
- Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
- Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
- Pada saat lapis ketiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat agregat halus ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

d. Rumus perhitungan

$$\text{Berat Isi Agregat} = \frac{W}{V} \text{ kg/cm}^3 \dots\dots\dots(3.4.5)$$

Keterangan :

W = Berat agregat (kg)

V = Volume Wadah ( $\text{cm}^3$ )



### **3.4.6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar menurut SNI 1969-2008

- a. Peralatan yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, saringan No.9,5 mm dan 4,75 mm, oven dengan suhu pemanasan  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ , wadah baja, gelas ukur, kain lap dan PAN.
- b. Bahan
  - Agregat kasar sebanyak 2600 gram dibagi untuk 2 sampel pengujian.
  - Air bersih
- c. Prosedur pengujian
  1. Persiapkan semua alat dan bahan yang digunakan.
  2. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau kotoran yang melekat pada benda uji.
  3. Setelah dicuci keringkan agregat dalam oven selama 24 jam.
  4. Dinginkan agregat kemudian timbang (BK).
  5. Rendam agregat dalam air selama 24 jam.
  6. Setelah selesai direndam 24 jam keluarkan benda uji dari air dan lap dengan menggunakan kain lap pada permukaannya, untuk mendapatkan agregat dalam keadaan SSD.
  7. Timbang berat agregat tersebut dan catat sebagai Berat SSD.
  8. Masukkan agregat tadi ke dalam gelas ukur plastik sedikit ditambah air pada batas tertentu.
  9. Setelah itu kocok agar tidak ada lagi gelembung udara dan kemudian timbang berat bejana + air + agregat (B).

10. Keluarkan agregat, kemudian masukkan air pada batas tertentu, lalu timbang (BT).
11. Lakukan pengolahan data untuk menentukan nilai  $B_j$  kering,  $B_j$  SSD,  $B_j$  semu dan penyerapan berdasarkan rumus yang telah ditentukan.

d. Rumus perhitungan

$$\text{- Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(3.4.6.1)$$

$$\text{- Berat Jenis SSD} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(3.4.6.2)$$

$$\text{- Berat Jenis Semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots(3.4.6.3)$$

$$\text{- Penyerapan (Absorpsi)} = \frac{B_j - B_k}{B_k \times 100\%} \dots\dots\dots(3.4.6.4)$$

**3.4.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dari agregat halus menurut SNI 1970-2008.

a. Peralatan yang digunakan adalah piknometer kapasitas, timbangan, oven, kerucut terpancung (cone), batang penumbuk, wadah, saringan No.4 dan alas.

b. Bahan

- Agregat halus dalam kondisi SSD sebanyak 500 gram.

c. Prosedur pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Kemudian periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji ke dalam cone, masukkan benda uji ke dalam con sampai 3 bagian.

3. Kemudian padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali, angkat kerucut. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak, apabila masih runtuh ulangi.
4. Ambil agregat halus 500 gram yang lolos saringan No.4.
5. Timbang berat piknometer.
6. Setelah itu tambahkan air hingga mencapai 90% isi piknometer tersebut lalu timbang beratnya, kemudian buang airnya.
7. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD ke dalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang.
8. Timbang piknometer berisi air dan benda uji dengan timbangan ketelitian 0,1 gram.
9. Diamkan selama 24 jam dalam suhu ruangan.
10. Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air kemudian saring untuk memisahkan air dengan agregat menggunakan saringan, kemudian masukkan ke dalam adah lalu keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
11. Setelah 24 jam keluarkan benda uji dari oven, kemudian timbang benda uji tersebut. Dan catatlah beratnya.

d. Rumus perhitungan

$$\text{Berat Uji (Bulk)} = \frac{Bk}{(B+Bs+Bt)} \dots\dots\dots(3.4.7.1)$$

$$\text{Berat Uji kering permukaan kering} = \frac{Bs}{(B+Bs+Bt)} \dots\dots\dots(3.4.7.2)$$

$$\text{Berat Uji semu} = \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)} \dots\dots\dots(3.4.7.3)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{Bs - Bk}{Bk} \times 100 \dots \dots \dots (3.4.7.4)$$

**3.4.8. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur seharusnya sebesar 5% dari berat agregat halus menurut SNI S-04-1989-F.

- a. Peralatan yang digunakan gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah
- b. Bahan
  - Agregat halus
  - Larutan
- c. Prosedur pengujian
  1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
  2. Masukkan pasir ke dalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml.
  3. Tambahkan air kedalam gelas ukur hingga mencapai 115 ml dan 125 ml.
  4. Tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
  5. Setelah dikocok, simpan gelas ukur dan biarkan mengendap selama 24 jam.
  6. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir dan lumpur yang ada di gelas ukur tersebut.
- d. Rumus perhitungan

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{V2}{V1 + V2} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4.8)$$

**3.4.9. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan tingkat keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles dengan metode SNI 03-2417-1991.

- a. Peralatan yang digunakan mesin los angeles, saringan No.12,5 mm, 9,5 mm dan saringan 2,36 mm, bola baja sebanyak 8 buah, timbangan digital ketelitian 0,01 gram, oven, wada dan stopwatch
- b. Bahan
  - Agregat kasar sebanyak 5000 gram
- c. Prosedur pengujian
  1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
  2. Timbang agregat kasar sebanyak 5000 gram, yaitu agregat yang lolos saringan 12,5 mm dan tertahan saringan 9,5 mm.
  3. Lalu cuci agregat tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, dan setelah di oven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang.
  4. Setelah dingin masukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja.
  5. Nyalakan mesin dnegan kecepatan putaran 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putaran selama 15 menit.
  6. Setelah selesai, keluarkan agregat dari mesin Los Angeles dan saring menggunakan saringan 2,36 mm.
  7. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2,36 mm.
  8. Lakukan pengolahan data.
- d. Rumus perhitungan

$$\text{Keausan} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat tertahan saringan 2,36 mm}}{\text{berat awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4.9)$$

### 3.5. Tata Cara Pembuatan Rencana *Mix Design* Menurut SNI 03-2834-1993

Berdasarkan SNI 03-2834-1993, dalam perencanaan campuran beton harus memenuhi persyaratan berikut :

- a. Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton.
- b. Komposisi campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba, yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Langkah-langkah perencanaan komposisi campuran adukan beton normal menurut SNI 03-2834-1993 adalah sebagai berikut :

- a. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f'c$ ) pada umur tertentu. Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan struktur dan kondisi setempat. Untuk struktur bangunan tahan gempa disyaratkan kuat tekan beton lebih dari 20 Mpa.
- b. Penetapan nilai deviasi standar ( $s$ ). Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu penendalian dalam pelaksanaan pencampuran beton. Semakin baik tingkat pengendalian mutu, semakin kecil nilai deviasi standarnya. Jika jumlah benda uji minimal 30 buah, maka data standar deviasi yang dimiliki bisa langsung digunakan. Jika jumlah benda uji kurang dari 30 buah, maka harus dilakukan penyesuaian.
- c. Menentukan nilai tambah atau *margin* ( $m$ )

$$m = 1,34s \text{ Mpa atau}$$

$$m = 2,33s - 3,5 \text{ Mpa}$$

(diambil nilai yang terbesar dari kedua persamaan di atas)

**Tabel 3.2. Nilai Margin jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Standart Deviasi**

<b>Persyaratan Kuat Tekan, <math>f'c</math>, Mpa</b>	<b>Margin (m), Mpa</b>
Kurang dari 21 Mpa	7,0
21 s/d 35	8,5
Lebih dari 35	10,0

d. Menetapkan nilai kuat tekan rata-rata yang harus direncanakan dengan menggunakan rumus :

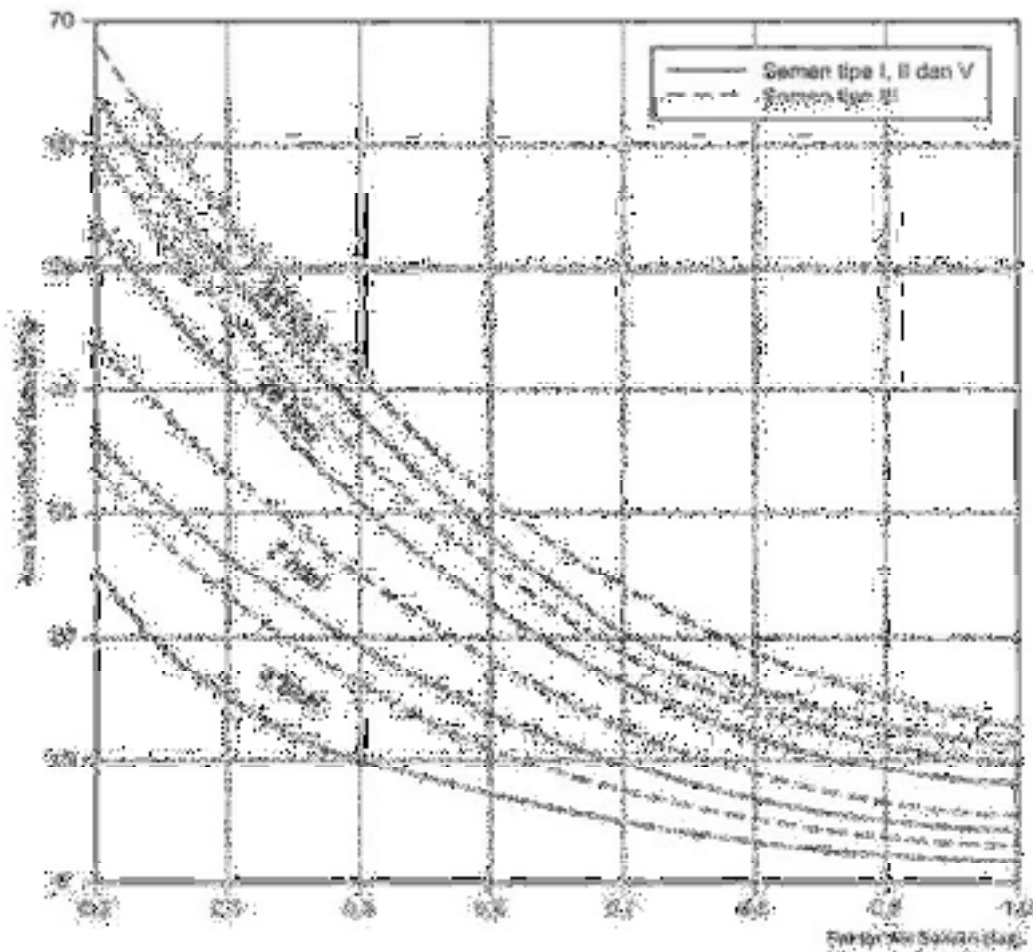
$$f'_{cr} = f'c + m \dots \dots \dots (3.5)$$

e. Menetapkan jenis semen

f. Menetapkan jenis agregat yang akan digunakan, baik untuk agregat halus maupun agregat kasar, harus jelas menggunakan agregat alami atau batu pecah/buatan.

g. Menentukan nilai faktor air semen (FAS); untuk tahapan ini bisa dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Cara pertama : berdasarkan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.



**Gambar 3.1. Hubungan Faktor Air Semen**

Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder Beton (sebagai perkiraan nilai FAS dalam rancang campuran)

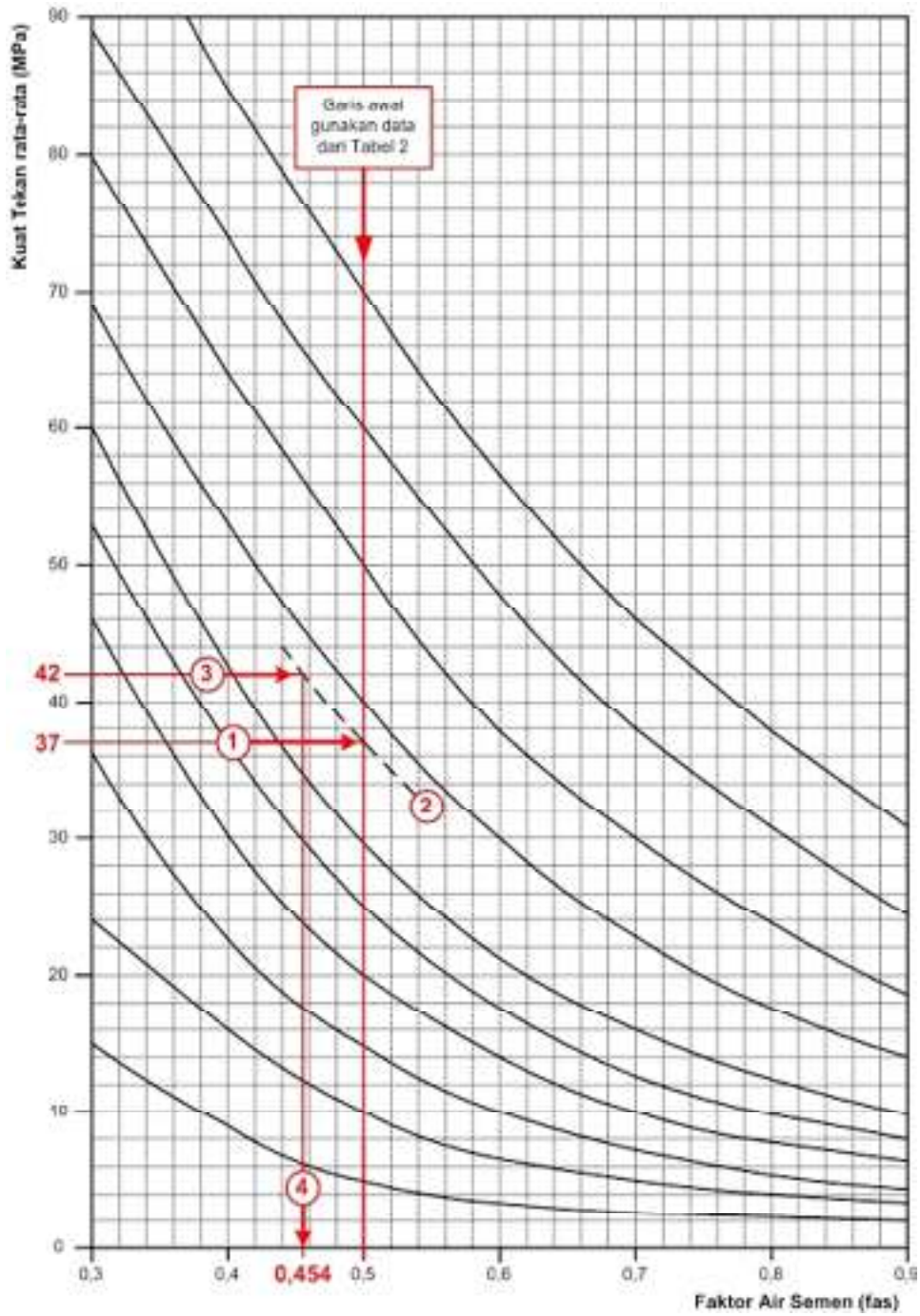
2. Cara kedua : untuk benda uji kubus, berdasarkan jenis semen yang digunakan, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata-rata beton yang direncanakan pada umur tertentu, dapat ditetapkan nilai faktor air semen dari Tabel 3.2. dan Gambar, dengan langkah-langkah sebagai berikut :
  - a. Perhatikan Tabel 3.2. di bawah ini. Berdasarkan data jenis semen, jenis agregat kasar, dan umur beton rencana, diperkirakan nilai kuat tekan beton yang akan diperoleh, jika
  - b. dipakai faktor air semen, sebesar 0,50.



**Tabel 3.3. Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan FAS 0,45**

Jenis Semen		Umur (hari)			
		3	7	28	91
I,II,V	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

- c. Lihat Gambar. Lukislah titik A pada Gambar dengan nilai FAS 0,45 (sebagai absis) dan kuat tekan beton yang diperoleh dari Tabel 3.2. (sebagai ordinat). Kemudian pada titik A tersebut dibuat grafik baru yang bentuknya sama/mengikuti 2 buah grafik yang ada di dekatnya. Selanjutnya tarik garis mendatar dari sumbu tegak di sebelah kiri, sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan, sampai memotong grafik baru tersebut, lalu tarik garis ke baah untuk memperoleh nilai faktor air semen yang sesuai.
- h. Menetapkan nilai faktor air semen maksimum. Agar beton yang diperoleh awet dan mampu bertahan terhadap pengaruh lingkungan sekitarnya, perlu ditetapkan nilai FAS maksimum menurut Tabel 3.3. Apabila nilai FAS maksimum ini lebih rendah daripada nilai FAS yang diperoleh dari langkah g, maka nilai FAS maksimum ini yang digunakan untuk langkah selanjutnya. Dengan kata lain, nilai FAS yang terkecil dari langkah g dan h, yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya:



Gambar 3.2. Hubungan FAS dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder

**Tabel 3.4. Persyaratan Nilai FAS Maksimum untuk Berbagai Pembetonan di Lingkungan Khusus**

Jenis Pembetonan	FAS Maksimum	Semen Minimum (kg/m <sup>3</sup> )
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan sekeliling non-korosif	0,60	275
b. Keadaan sekeliling korosif akibat kondensasi atau uap korosi	0,52	325
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55	325
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60	275
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55	325
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Lihat Tabel 3.5.	
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat Tabel 3.4	

**Tabel 3.5. Ketentuan untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat**

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan berhubungan dengan	Faktor air semen maksimum	Tipe Semen	Kandungan Semen Minimum (kg/m <sup>2</sup> )	
				Agregat maks.	
				40 mm	20 mm
Bertulang atau Prategang	Air tawar	0,50	Semua Tipe I-V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I + Pozolan (15%-40%) atau PPC	340	380
	Air laut	0,50	Tipe II atau V	290	330
		0,45	Tipe II atau V	330	370

**Tabel 3.6. Ketentuan untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat**

Kadar gangguan Sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO <sub>2</sub>			Tipe Semen	Kandungan semen minimum berdasarkan ukuran agregat maksimum (kg/m <sup>3</sup> )			Nilai FAS Maks
	Dalam Tanah		Sulfat (SO <sub>2</sub> ) dalam air tanah g/l		40 mm	20 mm	10 mm	
	Total SO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>2</sub> dalam campuran Air : Tanah = 2:1 g/l						
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa pozzolan (15-40%)	80	300	350	0,50
2.	0,2-0,5	1,0-1,9	0,3-1,2	Tipe I	290	330	350	0,50
				Tipe I pozzolan (15-40%) atau PPC	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe IV	250	290	340	0,55
3.	0,5-1,0	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe I pozzolan (15-40%) atau PPC	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,50
4.	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V dengan lapisan pelindung	330	370	420	0,45

- i. Menetapkan nilai *slump* (Tabel 3.7) dengan memperhatikan jenis strukturnya agar proses pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan mudah dilaksanakan.

**Tabel 3.7. Penetapan Nilai Slump**

Pemakaian Beton	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, Pelat Pondasi dan Pondasi Telapak Bertulang	12,5	5,0
Pondasi Telapak Tidak Bertulang, Kaison, dan Struktur di bawah Tanah	9,0	2,5
Pelat, Balok, Kolom, dan Dinding	15,0	7,5
Perkerasan Jalan	7,5	5,0
Pembetonan Masal	7,5	2,5

- j. Menentukan ukuran agregat maksimum. Berkaitan dengan pekerjaan konstruksi beton bertulang, ukuran maksimum nominal agregat kasar harus tidak melebihi :
1.  $\frac{1}{5}$  jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan, ataupun
  2.  $\frac{1}{3}$  ketebalan pelat lantai, ataupun
  3.  $\frac{3}{4}$  jarak bersih minimum antara tulang-tulangan atau kawat-kawat, bundel tulangan, atau tendon-tendon pratekan atau selongsong-selongsong.
- k. Menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk setiap  $m^3$  adukan beton berdasarkan ukuran agregat maksimum, jenis agregat, dan nilai *slump* yang diinginkan.

**Tabel 3.8. Perkiraan Kebutuhan Air untuk Setiap Meter Kubik Beton (liter)**

Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Jenis Batuan	<i>Slump</i> (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Apabila digunakan jenis agregat halus dan agregat kasar yang berbeda (alami dan batu pecah ), maka perkiraan kebutuhan jumlah air per- $m^3$  beton harus disesuaikan menggunakan persamaan berikut:

$$A = 0,67 \cdot A_h + 0,33 \cdot A_k \dots\dots\dots (3.5 \text{ tabel 3.8})$$

Dimana : A = Perkiraan kebutuhan air per  $m^3$  beton

$A_h$  = Kebutuhan air berdasar jenis agregat halus

$A_k$  = Kebutuhan air berdasar jenis agregat kasar

- l. Menghitung berat semen yang diperlukan untuk setiap  $m^3$  beton, dengan membagi kebutuhan jumlah air (hasil dari langkah k) dengan faktor air semen (hasil langkah g dan h )
- m. Menentukan kebutuhan semen minimum berdasarkan Tabel 3.3. ; 3.4. dan 3.5. , agar diperoleh beton yang awet dan tahan terhadap zat agresif yang terdapat di lingkungan sekitarnya.
- n. Menyesuaikan kebutuhan semen yang diperoleh dari langkah m. Apabila hasil perhitungan pada langkah l lebih sedikit daripada kebutuhan semen minimum di langkah m, maka harus digunakan hasil dari langkah m. Dengan kata lain, digunakan jumlah semen terbesar dari langkah l dan m.
- o. Apabila terjadi perubahan akibat langkah n, maka jumlah air atau faktor air semen juga harus disesuaikan dengan cara :

1. Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
2. Jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan nilai faktor air semen.

Perlu dicatat bahwa cara pertama akan menurunkan nilai faktor air semen, sedangkan cara kedua akan menambah jumlah air yang dibutuhkan.

- p. Menentukan daerah gradasi agregat halus berdasarkan Tabel 3.9. berikut

**Tabel 3.9. Batas Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-1993**

Ukuran Saringan	Persentase Berat yang Lolos Saringan			
	Gradasi Zona I	Gradasi Zona II	Gradasi Zona III	Gradasi Zona IV
9,60 mm	100	100	100	100
4,80 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60 mm	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30 mm	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15 mm	0-10	0-10	0-10	0-15

- q. Menentukan perbandingan antara agregat halus dengan agregat campuran berdasarkan ukuran butir maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen dan daerah gradasi agregat halus dengan menggunakan Gambar
- r. Menghitung berat jenis agregat campuran dengan persamaan berikut:

$$BJ_{camp} = \frac{P}{100} \times BJ_h + \frac{K}{100} \times BJ_k \dots \dots \dots (3.5. \text{ Tabel 3.9})$$

Dimana :

$BJ_{camp}$  = Berat jenis agregat campuran

$BJ_h$  = Berat jenis agregat halus

$BJ_k$  = Berat jenis agregat kasar

$P$  = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

- s. Menentukan berat jenis beton berdasarkan hasil hitungan berat jenis agregat campuran pada langkah r dan kebutuhan air per- $m^3$  beton dengan Gambar
  1. Berdasarkan berat jenis agregat campuran pada langkah r, dibuat garis kurva hubungan kandungan air dan berat beton yang baru dengan dasar garis kurva pada Gambar yang terdekat.
  2. Kebutuhan air yang diperoleh dari langkah k dimasukkan ke dalam Gambar dan ditarik garis vertikal hingga memotong garis kurva yang dibuat pada langkah di atas (1).
  3. Berat jenis beton diperoleh dengan menarik garis horisontal dari titik potong yang diperoleh pada langkah di atas (2) sampai memotong sumbu vertikal (berat beton per  $m^3$ ).
- t. Menentukan kebutuhan agregat campuran dengan cara mengurangi berat per- $m^3$  beton dengan jumlah kebutuhan air dan semen.
- u. Menghitung berat agregat halus yang dibutuhkan dengan cara mengalikan persentase agregat halus terhadap agregat campuran (langkah p) dengan berat agregat campuran yang diperoleh dari langkah t.
- v. Menentukan berat agregat kasar, yang dibutuhkan untuk setiap  $m^3$  beton, dengan cara menghitung berat agregat campuran yang dibutuhkan (hasil langkah t) dikurangi berat agregat halus yang dibutuhkan (hasil langkah u).



**Tabel 3.10. Perencanaan Mix Design**

No.	Uraian	Nilai		Tabel/Grafik/Hitungan
1.	Kuat tekan yang diisyaratkan $f'_c$ ( benda uji silinder)	22,5 Mpa	Mpa	Ditetapkan bagian cacat 5% , $k=1,64$
2.	Deviasi standar (s)	5,6	Mpa	Mpa
3.	Nilai tambah (m)	10	Mpa	$1,64 \times 5,6 = 9,2$ mpa
4.	Kuat tekan yang di targetkan $f'_{cr}$	32,5	Mpa	$22,5 + 10 = 32,5$ Mpa
5.	Jenis semen	Tipe 1	Kg	Ditetapkan
6.	Jenis agregat - Kasar - Halus	- alami - alami	-	
7.	Faktor air semen	0,60		Ditetapkan
8.	Faktor air semen dipakai	0,45		Ditetapkan
9.	Slump	$10 \pm 2$	Cm	Ditetapkan
10.	Ukuran agregat maksimum	20	Mm	Ditetapkan
11.	Kadar air bebas	205	$\text{Kg/m}^3$	Dihitung SNI 03-2834-2000
12.	Jumlah semen	341,66	$\text{Kg/m}^3$	(11)/(16)
13.	Jumlah semen maksimum	-	-	Tidak ditetapkan

Lanjutan tabel 3.10				
14.	Jumlah semen minimum	275	Kg/m <sup>3</sup>	
15.	Jumlah semen yang dipakai	345	Kg/m <sup>3</sup>	(12) > (14)
16.	Faktor air semen yang disesuaikan	0,6		SNI 03-2834-2000
17.	Susunan butir agregat halus	Daerah gradasi 2		Ditetapkan
18.	Berat jenis agregat halus Berat jenis agregat kasar	2,61 2,76	gr/cm <sup>3</sup>	Diketahui dan hitung/ table (4.1) dan (4.2)
19.	Persen agregat halus	42	%	Ditetapkan
20.	Berat jenis relatif SSD	2,6	gr/cm <sup>3</sup>	Diketahui dan dihitung
21.	Berat isi beton	2318	Kg/m <sup>3</sup>	Dihitung
22.	Kadar agregat gabungan	1768	Kg/m <sup>3</sup>	(21) – (15) – (11)
23.	Kadar air agregat halus	742,56	Kg/m <sup>3</sup>	(19) x (22)
24.	Kadar agregat kasar	1025,44	Kg/m <sup>3</sup>	(22) – (23)
25.	Proporsi campuran	-	-	-
	- Jumlah bahan (teoritis)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi SSD
				Halus      Kasar (kg)

				(kg)	
	- Tiap m <sup>3</sup>	345	205	742,56	1025,44
	- Tiap benda uji 0,19 m <sup>3</sup>	65,55	38,95	141,08	194,83
26.	Proporsi Campuran  Koreksi	Semen  (kg)	Air  (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar  (kg)
	- Tiap m <sup>3</sup>	345	155,25	742,56	1025,44
	- Tiap benda uji 0,19 m <sup>3</sup>	65,55	29,45	145,54	199,88

(Sumber : Hasil Penelitian)

**Tabel 3.11. Komposisi Campuran Beton kondisi lapangan**

Rencana Pembuatan Beton	Kebutuhan Dasar Beton				
	Volume	Berat	Air	Semen	Ag. Halus
m <sup>3</sup>	2318	155,55	345	766	1052

### 3.6. Pembuatan Benda Uji

#### 3.6.1. Tahapan penimbangan material

Pada tahapan ini alat yang diperlukan untuk penimbangan material adalah

Timbangan manual, ember atau talam untuk bahan dan Bahan yang digunakan agregat halus, agregat kasar, semen dan air.

#### 3.6.2 Tahapan pengadukan beton segar

Pada tahapan ini pengadukan beton segar dapat dilakukan dengan menggunakan alat dan bahan sebagai berikut: mesin pengaduk (molen) dan Bahan yang digunakan agregat halus, agregat kasar, semen, air ember atau talam dan sekop.

Dalam pengadukan beton menggunakan alat mesin pengadukan campuran beton selama penelitian. Langkah-langkah dalam proses pengadukan menggunakan mesin pengaduk adalah sebagai berikut :

1. Siapkan agregat-agregat yang akan di aduk.
2. Masukkan agregat halus dan semen terlebih dahulu dan memutar mesin pengaduk.
3. Masukkan agregat kasar dan putar kembali sampai campuran merata.
4. Masukkan air sedikit demi sedikit sampai 50% air yang akan dimasukkan dan putar mesin pengaduk dengan tenaga mesin.
5. Setelah campuran tersebut sudah kelihatan tidak kering lagi, masukkan sisa air berikutnya sedikit demi sedikit dan aduk kembali hingga rata sampai campuran terlihat homogen.

### **3.6.3. Tahapan tes *slump* beton dengan kerucut Abram**

Pada tahapan ini untuk test *slump* beton dengan menggunakan kerucut Abram dapat dilakukan dengan alat sebagai berikut: Batang penusuk, penggaris atau alat ukur kerucut Abram dan pelat baja untuk alat test *slump* dan bahan yang digunakan adukan beton

Tahapan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan alat-alat tes *slump*. Kemudian menuangkan beton segar ke dalam cetakan kerucut sebanyak  $1/3$  dari tinggi kerucut tersebut.
2. Kemudian melakukan perojokkan atau pemadatan terhadap beton sebanyak 25 kali rojokan. Lakukan kembali pemasukkan beton segar kemudian rojok kembali. Lakukan sampai cetakan kerucut penuh.
3. Setelah penuh beton diratakan bagian atasnya, dan angkat tabung kerucut tersebut secara vertikal tanpa adanya gerakan horizontal. Dengan aktu tidak dari  $5 \pm 2$  detik.
4. Kemudian letakkan tabung kerucut di samping beton yang tumpah dan penusuk tepat di atasnya.
5. Ukur dengan meteran dari puncak coran ke tiang penusuk. Hasil pengukuran adalah nilai *slump* dari coran tersebut. Apabila nilai *slump* memenuhi syarat maka coran beton bisa digunakan.
6. Selesaikan seluruh pekerjaan dari awal sampai akhir dengan waktu tidak lebih dari 2,5 menit.

#### **3.6.4. Tahapan penuangan dan pemadatan beton segar**

Pada tahapan ini alat yang di perlukan cetakan silinder 15x30 batang perojok dan alat perata, bahan yang digunakan adukan beton dengan tahapan sebagai berikut:

1. Masukkan adukan beton ke dalam silinder. Pemasukkan adukan beton sebanyak 3 kali,  $\frac{1}{3}$  dari silinder.
2. Setiap  $\frac{1}{3}$  lapisan lakukan perojokkan sebanyak 25 kali secara merata.
3. Setelah tiap lapisan dirojok, bagian luar silinder diketok menggunakan palu sebanyak 10 sampai 15 kali secara pelan-pelan untuk merapatkan lubang akibat rojokkan dan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap.
4. Setelah silinder terisi penuh, ratakan permukaannya dan bersihkan silinder.