

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Seiringnya dengan meningkatnya struktur pembangunan di wilayah Rokan Hulu, tidak terlepas dengan yang dinamakan beton. Pekerjaan beton sangat mudah dijumpai dalam setiap kegiatan pembangunan konstruksi contohnya pada bangunan seperti struktur beton yang terdiri dari balok, kolom, pondasi ataupun pelat. Selain itu dalam hal bangunan airpun beton dapat digunakan untuk membuat seperti saluran, drainase, bendung, atau bendungan. Bahkan dalam bidang jalan raya dan jembatan beton dapat digunakan untuk membuat jembatan, gorong-gorong atau yang lainnya. Beton saat ini banyak digunakan dalam suatu kegiatan proyek konstruksi karena beton lebih mudah dibentuk dalam pengerjaannya, bahan-bahan mudah didapat, mudah perawatannya dan tentunya harga lebih murah dari pada konstruksi baja. Jadi, hampir semua itu banyak yang memanfaatkan beton. Karena beton mempunyai karakteristik yang cocok untuk hal infrastruktur pembangunan.

Teknologi semakin maju dan semakin pesat terutama dalam hal perancangan beton mengakibatkan perancangan beton dicari dalam mutu dan kualitas. Setiap pekerjaan beton tentunya ada prosedur yang harus dilaksanakan baik dari segi kekuatan maupun untuk pekerjaan beton yang akan dipakai dalam suatu proyek pembangunan. Untuk wilayah kabupaten rokan hulu, penggunaan bahan atau material beton seperti pasir dan kerikil terdapat di beberapa tempat salah satunya adalah quarry sungai batang lubuh, Bangun purba barat, Kabupaten Rokan Hulu. Untuk menghasilkan kualitas beton dengan mutu yang baik maka harus dilakukan pengujian yang diawali dengan perencanaan campuran beton (*job mix design*).

Rancangan campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan suatu komposisi penggunaan bahan yang minimum dengan kekuatan yang maksimal dengan tetap mempertimbangkan kriteria standar mutu beton dan ekonomis jika ditinjau dari aspek biaya keseluruhannya (Mulyono, 2004).

Mutu bahan sebagai komposisi campuran beton di masing-masing daerah memiliki perbedaan tertentu, seperti kerikil, pasir dan tipe semen yang digunakan

sangat berpengaruh pada mutu beton yang direncanakan. Mutu dari masing – masing bahan untuk komposisi beton dapat diketahui melalui pengujian Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi.

Material alam yang berasal dari Quarry Sungai Batang Lubuh banyak dimanfaatkan oleh sebagian besar masyarakat Rokan Hulu telah memanfaatkannya untuk pembangunan infrastruktur. Di satu sisi belum diketahui atau dipahami oleh masyarakat yang menggunakan material alam Kabupaten Rokan Hulu (Quarry Sungai Batang Lubuh) untuk digunakan sebagai bahan dasar campuran beton yang berkualitas untuk pembangunan infrastruktur olehnya perlu adanya suatu studi penelitian tentang “ ***Rancangan Campuran Beton Rencana K-250 Dengan Metode ACI (American Concrete Institute)***”

### **1.2 Rumus masalah**

Dari Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Berapakah komposisi campuran beton rencana K- 250 menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute* ) secara teoritis.

### **1.3 Tujuan dan Manfaat penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi campuran beton rencana K- 250 menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) Secara Teoritis. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui komposisi campuran ACI (*American Concrete Institute*) secara teoritis
2. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan referensi penelitian lanjutan dimasa yang akan datang khususnya mengenai Metode ACI (*American Concrete Institute*).
3. Dapat Menambahkan pemahaman tentang Rancangan Campuran Beton Rencana K-250.

### **1.4 Batasan Penelitian**

Adapun batas masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Agregat ( sampel ) yang akan di ambil berasal dari Sungai Batang Lubuh Bangun Purba Barat.

2. Data Rancangan diperoleh dari pengamatan atas hasil pengujian dilaboratorium yang dibandingkan dengan teoritis.
3. Air yang digunakan air bersih dari laboratorium unuversitas pasir pengaraian
4. Uji rancangan campuran beton ini hanya menguji komposisi campuran secara teoritis tidak sampai pada adukan betonnya ataupun mutu kekuatan beton, Dikarena Alasan waktu, biaya, dan Prokes.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Arifal Hidayat (2012), Meneliti tentang Perbandingan Rancangan Campuran Beton Antara Metode DoE dan ACI Tujuan penelitian ini adalah membandingkan hasil rancangan (teoritis) campuran beton rencana  $f_c' 22,5$  MPa untuk 1 m<sup>3</sup> menggunakan metode Departement of Environment (DoE) dan metode American Concrete Institute (ACI), dari kedua metode tersebut akan diketahui secara teoritis penggunaan bahan-bahan yang optimal (ekonomis). Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, disimpulkan bahwa rancangan campuran beton metode ACI menghasilkan proporsi campuran bahan yang relatif lebih sedikit jika dibandingkan dengan menggunakan metode DoE. Artinya bahwa secara teoritis rancangan campuran beton metode ACI lebih ekonomis dari segi penggunaan bahan dari pada menggunakan metode DoE.

Florenia Inge Wibowoputri dkk (2012), Meneliti tentang Perbandingan Kinerja Mix DESIGN Menggunakan Metode DMDA Dan Metode ACI Tujuan Penelitian ini Adalah Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisa perbedaan kinerja beton dengan metode DMDA dan metode ACI ditinjau dari durabilitas, kuat tekan, workability, dan biaya pembuatan beton. Berdasarkan penelitian yang dilakukan beton dengan metode DMDA memiliki durabilitas yang lebih baik terlihat dari selisih hasil tes water absorption yaitu sebesar 55,82%, selisih hasil tes porosity sebesar 40,52% dan selisih kuat tekan beton sebesar 53,28%. Beton dengan metode DMDA menghasilkan beton dengan kualitas yang lebih baik serta jika dilihat dari segi ekonomi, beton dengan metode DMDA memerlukan biaya yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan beton metode ACI.

Masherni (2015), Meneliti tentang Analisa Agregat Kasar Sebagai Variabel Bahan Campuran Beton Menggunakan SNI dan ACI Tujuan Penelitian Ini Adalah untuk mengetahui dan membandingkan kuat tekan beton yang dapat dicapai menggunakan agregat kasar sumber Padang Ratu, Tegineneng dan Tanjungan. Selain itu juga untuk mengetahui kualitas agregat kasar yang bersumber dari

daerah Padang Ratu, Tegineneng dan Tanjungan sebagai bahan campuran beton dengan metode SNI dan ACI. Dari hasil penelitian, beton yang mencapai kuat tekan rencana adalah pada campuran beton menggunakan agregat kasar Tanjungan dengan umur 28 hari yaitu : 26,55 MPa (Metode ACI) dan 301,01 Kg/cm<sup>2</sup> (Metode SNI).

Arman A,SST., MT (2017), Meneliti tentang Beton Instan K-250 Pengeringan Memakai Cahaya Matahari Tujuan Penelitian Ini Adalah agar saat pengadukan agregat dengan semen tidak mengalami pembekuan atau pengerasan didalam kemasan sebelum dilakukan pengecoran dilapangan. Pengadukan agregat dengan semen dilakukan menggunakan mesin Los Angles. Proses pengemasan beton instan menggunakan kantong plastik dilapisi karung, ini dilakukan agar beton instan kedap air dan kedap udara. Agar tidak terjadi pengerasan terhadap campuran agregat dengan semen.Berdasarkan hasil pengujian sample, beton normal pada umur 3 hari memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 157,81 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 14 hari sebesar 244,42 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 28 hari sebesar 250,57 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan beton kemasan / beton instan 3 hari kemasan, dengan umur beton 3 hari memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 150,47 Kg/cm<sup>2</sup>, umur beton 14 hari 245,67 Kg/cm<sup>2</sup>, umur beton 28 hari 291,64 Kg/cm<sup>2</sup>. Dan nilai kuat tekan rata-rata beton instan 14 hari kemasan, umur beton 3 hari 124,72 Kg/cm<sup>2</sup>, umur beton 14 hari 247,02 Kg/cm<sup>2</sup> dan umur beton 28 hari sebesar 240,80 Kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil nilai rata-rata kuat tekan tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan hanya di beton instan 3 hari kemasan, sedangkan umur 28 tidak memenuhi beton rencana.

Riyu dkk (2017), Meneliti tentang Studi Berkekuatan Tinggi dengan Mix Design Menggunakan Metode ACI. Tujuan Penelitian ini Adalah untuk mengetahui pengaruh FAS yang bervariasi tersebut dengan penambahan additive terhadap kuat tekan karakteristik beton. Pengujian meliputi uji kuat tekan. Penentuan campuran beton menggunakan Metode ACI. Mutu beton yang direncanakan adalah  $f_c' = 40$  MPa. Dari hasil percobaan didapat nilai kuat tekan karakteristik yang menggunakan FAS 0,41 sebesar 45,12 MPa kenaikan persentase sebesar 1,67 %, pada saat menggunakan FAS 0,48 nilai kuat tekan 41,48 MPa mengalami penurunan persentase sebesar 6,61% dan saat

menggunakan FAS 0,57 nilai kuat tekan 26,78 MPa mengalami penurunan persentase sebesar 39,65 %.

Arifal Hidayat (2014), Meneliti tentang Perbandingan *JOB MIX DESIGN* Beton Metode DoE dan ASTM, Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan hasil rancangan (teoritis) campuran beton rencana  $f_c' 22,5$  MPa untuk  $1 \text{ m}^3$  menggunakan metode British Standard atau Page 192 JURNAL APTEK Vol. 6 No. 2 Juni 2014 Departement of Environment (DoE) dengan metode American Society for Testing Materials (ASTM) menggunakan agregat yang berasal dari quary Tanjung Belit kabupaten Rokan Hulu.

Arifal Hidayat (2014), Meneliti tentang Perbandingan *JOB MIX DESIGN* Beton Antara Metode DoE dan ACI. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan hasil rancangan (teoritis) campuran beton rencana  $f_c' 22,5$  MPa untuk  $1 \text{ m}^3$  menggunakan metode *Departemen of Environment* (DoE) dan metode *American Concrete Institute* (ACI), dari kedua metode tersebut akan diketahui secara teoritis penggunaan bahan-bahan yang optimal (ekonomis).

Suprianto (2013), Meneliti tentang pengaruh penambahan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton  $f_c' 30$  MPa menggunakan metode DoE. Dari Hasil Pnelitian Yang Dilakukan Dapat Disimpulkan Bahwa : Terdapat Interaksi Atau Pengaruh Yang Nyata Antara Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton  $f_c'30$  MPa Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Campuran Beton Dapat Memberikan Nilai Kuat Tekan Beton Naik Sebesar 5% Dari Berat Agregat Kasar.

Sarwindah (2013), dengan judul penelitian pengaruh penambahan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton  $f_c' 25$  MPa Dari Hasil Penelitian Yang Dilakukan Dapat Disimpulkan Bahwa : Terdapat Interaksi Atau Pengaruh Yang Nyata Antara Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton  $f_c'25$  MPa dengan menghasilkan komposisi campuran beton /  $\text{m}^3$  adalah sebagai berikut :

Kebutuhan semen

1. Semen :  $410 \text{ kg/m}^3$
2. Kebutuhan agregat halus :  $805,52 \text{ kg/m}^3$
3. Kebutuhan agregat kasar :  $937,18 \text{ kg/m}^3$

4. Kebutuhan air :221,32 liter/m<sup>3</sup>

Shanti Wahyuni Megasari dkk (2016), Meneliti tentang Karakteristik Beton Dengan Penambahan Limbah Serat Nylon Dan Polimer *Concrete*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik beton dengan penambahan limbah serat polimer (nylon) dan *concrete* terhadap pengujian tekan dan tarik belah.

Rezano Fajri Syiko (2013), Meneliti tentang pengaruh pemakaian agregat kasar dari limbah AMP terhadap kuat tekan beton  $f_c'$  18,5 MPa memakai metode doE kesimpulan dari penelitian adalah penggunaan agregat limbah AMP pada persentase 30% itu menghasilkan kuat tekan beton yang paling optimum yaitu sebesar 25,47 MPa.

## **2.2 Keaslian Penelitian**

Dari segi keaslian penelitian sebelumnya yang di jadikan perbandingan pada penelitian ini antara lain :

1. Lokasi penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
2. Pengambilan sampel di lakukan di quarry bangun purba barat
3. Pengambilan sampel dilakukan 1 hari.

## **BAB III**

### **LANDASARAN TEORI**

#### **3.1 Rancangan Campuran**

Pada saat ini dalam pembuatan bidang bangunan banyak digunakan beton mutu tinggi, sehingga kita dituntut untuk dapat merancang perbandingan campuran lebih tepat sesuai dengan teori perencanaan proporsi campuran adukan beton. Pembuatan beton dengan perbandingan volume 1 semen : 2 pasir : 3 krikil untuk beton biasa dan 1 semen : 1,5 pasir : 2,5 krikil untuk beton kedap air rupanya sudah kurang memuaskan lagi karena menghasilkan kuat desak yang sangat beragam. Dalam konsep pedoman beton 1989, perbandingan volume di atas hanya boleh dilakukan untuk beton mutu kurang dari 10 MPa dan dengan slump yang tidak boleh lebih dari 100 mm. Rencana campuran adukan beton dimaksudkan untuk mendapatkan komposisi campuran bahan-bahan beton antara air, semen, agregat halus ( pasir ), dan agregat kasar ( krikil / batu pecah ) sesuai dengan target kekuatan beton yang diharapkan, mudah dikerjakan dan sifat keawetan yang tinggi.

Selain harus memenuhi syarat-syarat di atas, rancangan campuran haruslah ekonomis, awet dan tanpa mengorbankan kualitas. Karena kualitas tergantung dari faktor air semen, maka jumlah air juga harus minimum untuk mengurangi kebutuhan semen.

Metode rancangan campuran hanyalah memperkirakan perbandingan campuran coba, sehingga setiap hasil hitungan rancang campuran harus dikontrol dengan uji coba berupa campuran percobaan ( *trial mix* ) untuk memastikan hasilnya.

#### **3.2 Beton**

Beton adalah material komposit (campuran) dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air dengan perbandingan tertentu dan dapat pula ditambah dengan bahan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi. Beton merupakan

campuran antara semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk masa padat.

Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai keunggulan dan kelemahan, keunggulan beton antara lain :

1. Harganya relatif murah
2. Mampu memikul beban yang berat
3. Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
4. Biaya pemeliharaan/perawatannya kecil.

Kelemahan beton antara lain :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa (meshes)
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton
3. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
4. Berat (bobotnya)
5. Daya pantul suara yang besar
6. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kualitas beton untuk mencapai kualitas yang baik yaitu:

1. Kualitas semen
2. Proporsi semen terhadap campuran,
3. Kekuatan dan kebersihan agregat,
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
7. Perawatan beton
8. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton.

Sifat-sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan dan perawatan beton selama proses pengerasannya. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, diupayakan oleh para ahli untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara

lain : workability, placeability, strength, durability, permeability dan corrosivity

Menurut SK SNIT-15-1991-03, berdasarkan berat volumenya beton dapat digolongkan menjadi tiga golongan sebagai berikut ini.

1. Beton Ringan.

Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat volume kurang dari 1900 kg/m<sup>3</sup>.

2. Beton Normal.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat volume antara 2200 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 2500 kg/m<sup>3</sup>.

3. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang mempunyai berat volume lebih besar dari 2500 kg/m<sup>3</sup>.

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yaitu : semen, agregat, air serta bahan tambahan lain dengan penambahan tertentu. Semen tersusun atas bahan-bahan dasar yang terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi. Empat unsur yang paling penting adalah C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A, dan C<sub>4</sub>AF. dua unsur pertama biasanya merupakan 70%-80% dari semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen (Kardiyono, 1992).

Untuk menentukan kekuatan semen ditentukan oleh suatu prosentase komposisi senyawa penyusun semen tersebut yaitu C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A, dan C<sub>4</sub>AF dengan dipengaruhi oleh umur dalam proses pengerasannya, dan sangat berperan dalam menentukan kekuatan beton. Selain itu hal lain yang menennikan kekuatan suatu beton juga dapat dilihat dari faktor air semen (water-cement ratio) (Popovics, 1998). Beton biasa merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat 2400 kg/m<sup>3</sup> dan menghantarkan panas untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panasnya maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton disebut sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup> (Kardiyono, 1992).

### 3.2 Material Penyusun Beton

Sebagai material komposit, ada 3 sistem umum yang melibatkan semen, yaitu pasta semen, mortar dan beton.

### 3.2.1 Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda.

#### 1. Semen Portland

Semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, oksidabesi, dan oksida-oksida lainnya (Wuryati samekto,2001). Secara umum terdapat lima jenis semen yang lazim dikenal yakni semen tipe I-V. Berikut komposisi susunan oksida kimia pembentuk semen portland.

**Tabel 3.1** Komposisi susunan oksida kimia pembentuk semen portland

Cement	Type of data	Compound composition (%)								Number of samples
		C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	CaSO <sub>4</sub>	Free CaO	MgO	Ignition loss	
Type I	Max.	67	31	14	12	3,4	1,5	3,8	2,3	21
	Min.	42	8	5	6	2,6	0,0	0,7	0,6	
	Mean	49	25	12	8	2,9	0,8	2,4	1,2	
Type II	Max.	55	39	8	16	3,4	1,8	4,4	2,0	28
	Min.	37	19	4	6	2,1	0,1	1,5	0,5	
	Mean	46	29	6	12	2,8	0,6	3,0	1,0	
Type III	Max.	70	38	17	10	4,6	4,2	4,8	2,7	5
	Min.	34	0	7	6	2,2	0,1	1,0	1,1	
	Mean	56	15	12	8	3,9	1,3	2,6	1,9	
Type IV	Max.	44	57	7	18	3,5	0,9	4,1	1,9	16
	Min.	21	34	3	6	2,6	0,0	1,0	0,6	
	Mean	30	46	5	13	2,9	0,3	2,7	1,0	
Type V	Max.	54	49	5	15	3,9	0,6	2,3	1,2	22
	Min.	35	24	1	6	2,4	0,1	0,7	0,8	
	Mean	43	36	4	12	2,7	0,4	1,6	1,0	

(Sumber: Popovics, *Concrete materials, properties, specifications and testing*)

Menurut Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981), definisi Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (hydraulic binder) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

### 3.2.2 Agregat

Agregat merupakan bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama ( *durable*) dan ekonomis.

#### 1. Jenis agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (*Standar ASTM*). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm.

##### a) Agregat halus

Agregat halus (*pasir*) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (*pasir*) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*).

Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat alam dan agregat buatan (*pecahan*). Dari ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus adalah material yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang semua butiran agregatnya lolos saringan no.4 (4,75 mm). Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh *British standard* (SK.SNI.T-15-1990-03). Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah sebagai berikut :

### 1. Susunan butiran (Gradasi)

Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Analisa saringan akan memperlihatkan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa maka akan diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) agregat. SK.SNI.T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat gradasi untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard*, dimana gradasi agregat halus dikelompokkan menjadi 4 daerah gradasi yaitu daerah 1, daerah 2, daerah 3 dan daerah 4. Batas gradasi agregat halus tersebut adalah sebagai berikut :

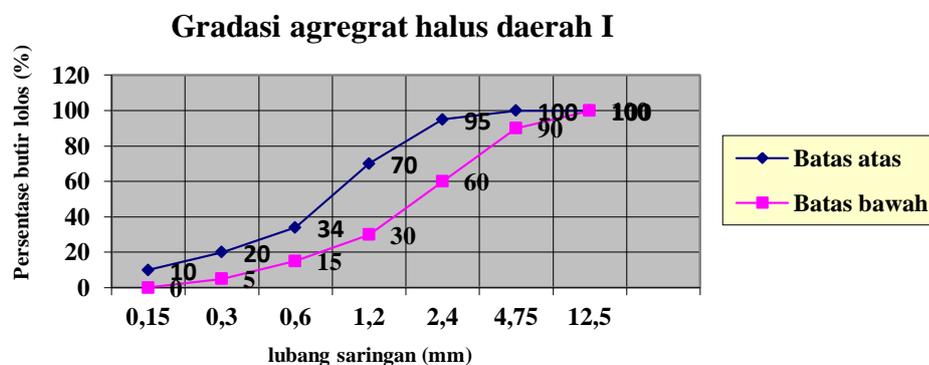
**Tabel 3.2** Batas gradasi agregat halus

Lubang ayakan(mm)	Daerah gradasi agregat halus yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah III
	Pasir kasar	Pasir agak kasar	Pasir halus	Pasir agak halus
12,5	100	100	100	100
4,75	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-100	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	3-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : Batas gradasi agregat halus SK.SNI.T-15-1990-03)

Pembagian daerah gradasi ini bertujuan untuk mengetahui bahwa agregat halus tersebut dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, sehingga dapat mempermudah dalam perencanaan campuran beton. Berikut adalah gradasi agregat halus menurut *British standard* :

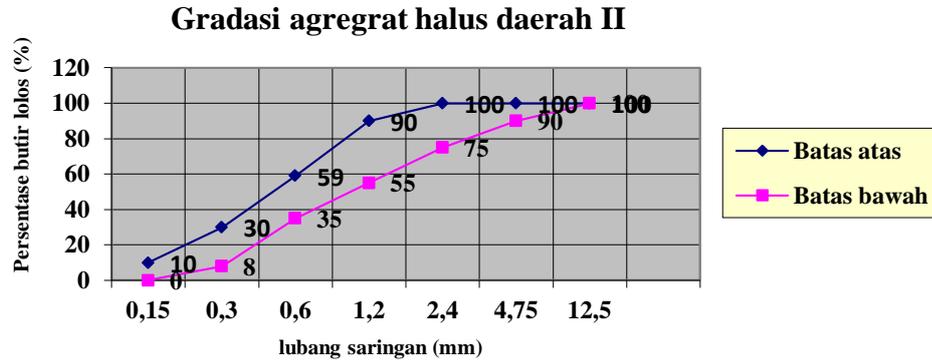
#### 1) Gradasi agregat halus daerah I



Gambar 3.1 Gradasi agregat halus daerah I

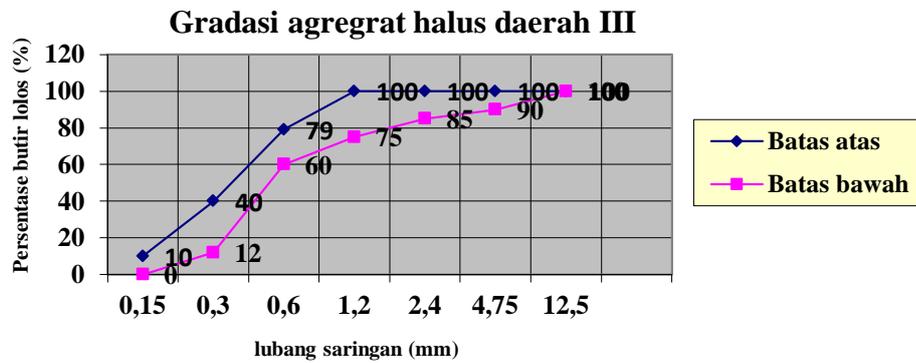
(Sumber : Gradasi agregat halus daerah I SK.SNI.T-15-1990-03)

2) Gradasi agregrat halus daerah II

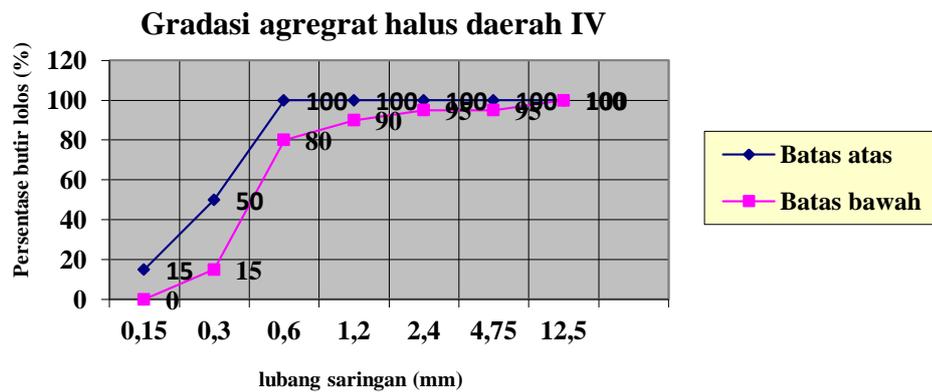


Gambar 3.2 Gradasi agregrat halus daerah II  
(Sumber : Gradasi agregrat halus daerah II SK.SNI.T-15-1990-03)

3) Gradasi agregrat halus daerah III



Gambar 3.3 Gradasi agregrat halus daerah III  
(Sumber : Gradasi agregrat halus daerah III SK.SNI.T-15-1990-03)



Gambar 3.4 Gradasi agregrat halus daerah IV  
(Sumber : Gradasi agregrat halus daerah III SK.SNI.T-15-1990-03)

2. Nilai modulus halus butir (MHB) agregrat halus

Spesifikasi standar nilai modulus halus butir (MHB) agregrat halus harus 1,5% - 3,5%.

3. Berat jenis dan penyerapan air agregrat halus

Spesifikasi standar berat jenis agregrat halus, baik itu berat jenis bulk, berat jenis SSD, dan berat jenis semu adalah 2,58 gram/cm<sup>3</sup> - 2,85 gram/cm<sup>3</sup>. Sedangkan persentase penyerapan air harus 2% - 7%.

4. Kadar lumpur agregrat halus

Spesifikasi standar kadar lumpur agregrat halus harus lebih kecil dari 5%. Apabila nilai kadar lumpur lebih dari nilai itu, maka agregrat halus harus dicuci.

5. Kadar air agregrat halus

Spesifikasi standar kadar air agregrat halus harus 3% - 5%.

6. Berat isi agregrat halus

Spesifikasi standar berat isi agregrat halus baik dalam keadaan gembur maupun dalam keadaan padat adalah 1,4 gram/cm<sup>3</sup> - 1,9 gram/cm<sup>3</sup>.

1. Analisa saringan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk memeriksa penyebaran butiran (gradasi) dan menentukan nilai modulus halus butir (MHB) agregrat halus. Persyaratan modulus halus butir (MHB) agregrat halus 1,5% - 3,8%. Nilai modulus halus butir (MHB) agregrat halus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{MHB}_{\text{pasir}} = \frac{\% \text{ tinggal kumulatif} \geq \text{saringan } 0.15\text{mm}}{100}$$

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh SSD (*saturated surface dry*), berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan air dari agregat halus. Standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 sampai dengan 2,85 gram/cm<sup>3</sup>.

3. Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan ini dilakukan untuk memeriksa kandungan lumpur pada agregrat halus. Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus tidak dibenarkan melebihi 5% dari berat kering.

#### 4. Pemeriksaan berat isi

Pemeriksaan berat isi pasir ini dilakukan untuk menentukan berat isi (*unit weight*) pasir dalam keadaan padat dan gembur. Standar spesifikasi berat isia gregrat halus yaitu 1,4 -1,9 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 5. Pemeriksaan kadar air

Pemeriksaan ini dilakukakan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregrat. Selain itu kadar air yang dikandung agregrat dapat mempengaruhi kuat tekan beton atau dengan kata lain faktor air semen (fas) dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Maka dari itu pemeriksaan kadar air ini perlu untuk dilakukan.

#### b. Agregrat kasar

Agregrat kasar adalah material yang semua butiran agregratnya tertahan saringan no.4 (4,75 mm). Agregrat kasar yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh *British standard* (SK.SNI.T-15-1990-03). Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregrat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

##### 1. Susunan butiran (Gradasi)

Agregrat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen. SK.SNI.T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat gradasi untuk agregrat kasar yang diadopsi dari *British Standard*, dimana gradasi agregrat kasar dikelompokkan menjadi 3 daerah gradasi gradasi agregrat kasar untuk ukuran agregrat maksimum 10 mm, 20 mm, dan 40 mm. Batas gradasi agregrat kasar tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.3** Batas gradasi agregrat kasar

Lubang ayakan (mm)	Persentase berat butir yang lewat ayakan		
	40 mm	20 mm	10 mm
38,0	95-100	100	100
19,0	30-70	95-100	100
12,5	10-35	25-55	40-85
4,75	0-5	0-10	0-10

(Sumber : Gradasi agregrat kasar SK.SNI.T-15-1990-03)

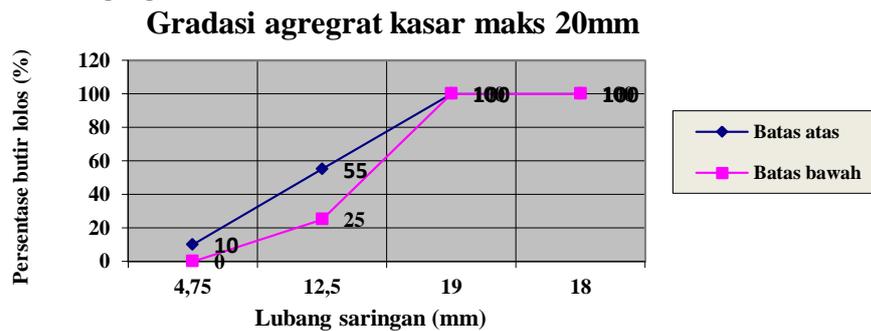
Syarat gradasi diatas digunakan sebagai panduan dalam pengujian kelayakan gradasi agregrat kasar, sehingga dapat mempermudah dalam perencanaan campuran beton. Berikut adalah grafik gradasi kasar menurut *British standard* :

- 1) Gradasi agregrat kasar untuk ukuran maksimum 10 mm



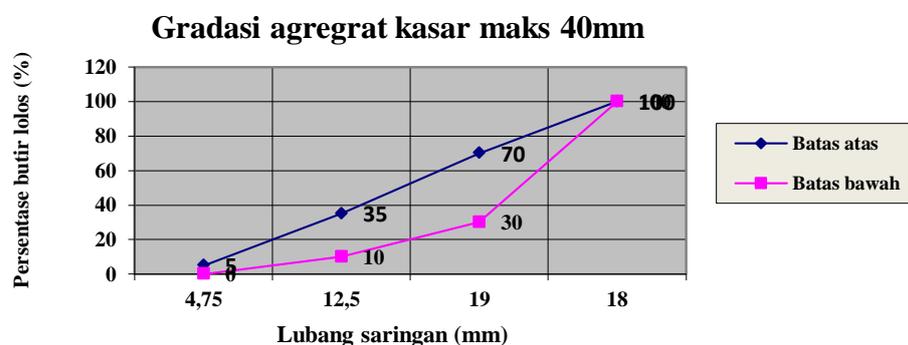
Gambar 3.5 Gradasi agregrat kasar maks 10 mm  
(Sumber : Gradasi agregrat kasar SK.SNI.T-15-1990-03)

- 2) Gradasi agregrat kasar untuk ukuran maksimum 20 mm



Gambar 3.6 Gradasi agregrat kasar maks 20 mm  
(Sumber : Gradasi agregrat kasar SK.SNI.T-15-1990-03)

- 3) Gradasi agregrat kasar untuk ukuran maksimum 40 mm



Gambar 3.7 Gradasi agregrat kasar maks 40 mm  
(Sumber : Gradasi agregrat kasar SK.SNI.T-15-1990-03)

2. Nilai modulus halus butir (MHB) agregrat kasar

Spesifikasi standar nilai modulus halus butir (MHB) agregrat kasar harus 5% - 8%.

3. Berat jenis dan penyerapan air agregrat kasar

Spesifikasi standar berat jenis agregrat kasar, baik itu berat jenis bulk, berat jenis SSD, dan berat jenis semu adalah 2,58 gram/cm<sup>3</sup> - 2,85 gram/cm<sup>3</sup>. Sedangkan persentase penyerapan air harus 2% - 7%.

4. Kadar lumpur agregrat kasar

Spesifikasi standar kadar lumpur agregrat kasar harus lebih kecil dari 1%. Apabila nilai kadar lumpur lebih dari nilai itu, maka agregrat kasar harus dicuci.

5. Kadar air agregrat kasar

Spesifikasi standar kadar air agregrat halus harus 3% - 5%.

6. Berat isi agregrat kasar

Spesifikasi standar berat isi agregrat kasar baik dalam keadaan gembur maupun dalam keadaan padat adalah 1,4 gram/cm<sup>3</sup> - 1,9 gram/cm<sup>3</sup>.

Pemeriksaan yang dilakukan terhadap agregat kasar meliputi :

1. Analisa saringan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk memeriksa penyebaran butiran (gradasi) dan menentukan nilai modulus halus butir (MHB) kerikil. Persyaratan modulus halus butir (MHB) agregrat kasar 5 - 8%. Nilai modulus halus butir (MHB) kerikil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$MHB_{\text{kerikil}} = \frac{\% \text{ tinggal kumulatif } \geq \text{ saringan } 0.15\text{mm}}{100}$$

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering, berat jenis SSD (*saturated surface dry*), berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan air dari agregrat kasar. Standar spesifikasi berat jenis agregrat kasar yaitu 2,58 sampai dengan 2,85 gram/cm<sup>3</sup>.

3. Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan ini dilakukan untuk memeriksa kandungan lumpur pada agregrat kasar. Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar tidak dibenarkan melebihi 1% dari berat kering.

#### 4. Pemeriksaan berat isi

Pemeriksaan isi agregat kasar ini dilakukan untuk menentukan berat isi (*unit weight*) kerikil dalam keadaan padat dan gembur. Standar spesifikasi berat isi agregat kasar yaitu 1,4 -1,9 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 5. Pemeriksaan kadar air

Pemeriksaan ini dilakukakan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat. Selain itu kadar air yang dikandung agregat dapat mempengaruhi kuat tekan beton atau dengan kata lain faktor air semen (fas) dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Maka dari itu pemeriksaan kadar air ini perlu untuk dilakukan.

### **3.2.3 Air**

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya). Air yang digunakan sebagai campuran harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton. Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan beton. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

Air sebagai bahan dasar pembentuk beton dapat menentukan mutu beton selain agregat dan semen. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai campuran dan perawatan beton pada umumnya adalah air suling, sedangkan air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula asam, alkali atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air selain digunakan sebagai bahan dasar pembentukan beton, air juga dipakai juga sebagai perawatan setelah beton dimasukkan ke dalam cetakan dengan cara membasahi beton secara terus menerus atau direndam dengan air.

Untuk mengetahui apakah air yang digunakan untuk campuran beton memenuhi kriteria standar yang diberikan atau tidak dapat dilakukan dengan cara analisis kimia. Analisis ini meliputi pemeriksaan terhadap sulfat, magnesium,

amonium, klorida, pH, karbondioksida, minyak dan lemak, zat-zat yang menyusut.

Menurut SK SNI S-04-1989-F bahwa persyaratan untuk kualitas air yang digunakan dalam pengadukan beton adalah :

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung yang dilihat visual
3. Tidak mengandung tersuspensi lebih dari 2 gram per liter
4. Tidak boleh mengandung garam, asam, zat organik yang terlarut yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram per liter, klorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai  $SO_3$
5. Bila dibanding dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air suling, penurunan kekuatan adukan dan beton yang dipakai air diperiksa tidak lebih 10 %
6. Air yang meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutu menurut pemakaiannya
7. Khusus beton pratekan, kecuali syarat-syarat di atas air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

### **3.3 Sifat dan Karakteristik Campuran Beton**

Sifat dan karakteristik campuran beton yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Sifat dan karakteristik bahan penyusun Selain kekuatan pasta semen, hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah agregat. Proporsi campuran agregat dalam beton adalah 70-80%, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi tekniknya. Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya. Jika melihat fungsi agregat dalam campuran beton hanya sebagai pengisi maka diperlukan suatu sifat yang saling mengikat dan saling mengisi (interlocking) yang baik, hal ini dapat tercapai jika bentuk permukaan dan bentuk agregatnya memenuhi syarat yang diberikan baik itu syarat ASTM, ACI dan SII.
2. Metode pencampuran
3. Perawatan
4. Kondisi pada saat pengerjaan pengecoran

### 3.4 Mutu Beton K-250

Beton dengan mutu K-250 menyatakan kekuatan tekan karakteristik minimum adalah 250 kg/cm<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan kubus beton ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Mengacu pada PBI 71 yang merujuk pada standar Eropa lama

### 3.5 Klasifikasi dan Mutu Beton

Kelas dan mutu beton menurut SK. SNI. T-15-1990-03 adalah:

**Tabel 3.4** Kelas dan mutu beton

Kelas	Mutu (MPa)	fb' (Kg/cm <sup>2</sup> )	fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tujuan
I (Rendah)	Bo	-	-	Non
	BI	-	-	Struktural
	fc' 12,5	125	fcr' = fc' + 1,64.S	Struktural
	fc' 17,5	175		Struktural
II (Sedang)	fc' 22,5	225	fcr' = fc' + 1,64.S	Struktural
	fc' 30	300		Struktural
	fc' 35	350		Struktural
III (Tinggi)	fc' 40	400	fcr' = fc' + 1,64.S	Struktural
	fc' > 40	> 400		Struktural

(Sumber : Kelas dan mutu beton menurut SK. SNI. T-15-1990-03)

Keterangan:

- fc' = kuat tekan karakteristik beton (MPa)
- fb' = kuat tekan beton yang diperoleh dari benda uji (Kg/cm<sup>2</sup>)
- fcr' = kekuatan beton rata-rata (Kg/cm<sup>2</sup>)
- S = deviasi standar

### 3.6 Metode *American Concrete Institute (ACI)*

*American Concrete Institute (ACI)* adalah metode umum digunakan untuk amerika utara, menyarankan suatu cara perancangan campuran yang memperhatikan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air per meter kubik adukan menentukan tingkat konsistensi / kekentalan (*slump*) adukan itu.

Secara garis besar, urutan langkah pembuatan campuran beton menurut ACI

ialah sebagai berikut :

1. Rencanakan kuat tekan yang dikehendaki
2. Tetapkan factor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki (tabel H lampiran 3 ) dan keawetannya (berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (tabel 2 lampiran 3. Dari dua hasil dipilih yang paling rendah.
3. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregatnya. Slump yang dianjurkan pada jenis pekerjaan berkisar antara 20 mm sampai dengan 100 mm. penetapan nilai slump dapat dilihat pada tabel J lampiran 3.
4. Tetapkan jumlah air yang diperlukan,berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan. ( tabel L lampiran 4)
5. Hitungan semen yang diperlukan,berdasarkan langkah (2 ) dan (4) b di atas.
6. Tetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusya.
7. Hitung volume agregat halus yang diperlukan,berdasarkan jumlah air,semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan ( metode volume ) ( tabel M lampiran 4 ). Bisa juga dengan menggunakan metode berat ( tabel N lampiran 4 ).

### **3.7 Faktor air semen (FAS)**

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (fas) sangat mempengaruhi kekuatan beton, karena semakin besar nilai fas maka semakin rendah kuat desak betonnya. Nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi, tetapi ada batas-batas yang harus diperhatikan. Nilai fas yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan sehingga mutu beton menurun. Umumnya nilai fas minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan nilai maksimumnya adalah 0,65 (Tri Mulyono, 2004). Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

**Tabel 3.5** Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan SK SNI T – 15 – 1990 – 03

Uraian	Jumlah semen minimum per m <sup>3</sup> beton ( kg )	Nilai faktor air semen maksimum
1. Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non – korosit	275	0,60
b. keadaankeliling korosit disebabkan oleh kondensasi atau uap korosit	325	0,52
2. Beton diluar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
3. Beton yang masuk dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti – ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	–	–
4. Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar	–	–
b. air laut	–	–

(sumber: SK SNI T – 15 – 1990 – 03)

a. Sifat-Sifat Fisis Agregat

Untuk menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan seperti yang diinginkan maka sifat-sifat agregat yang berpengaruh dalam campuran beton harus diperiksa. Agregat yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0052-80 (Mutu dan cara uji agregat beton).

b. Kadar air agregat

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air agregat dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu :

1. Kadar air kering tungku, artinya keadaan yang benar-benar tidak berair.
2. Kadar air kering udara, artinya kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.

3. Kadar air SSD (jenuh kering muka), yaitu suatu keadaan dimana saat tidak ada air di permukaan tetapi agregat masih mampu menyerap air.
4. Kondisi basah, yaitu kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air, sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air campuran beton.

Dari keempat kondisi tersebut hanya dua kondisi yang sering dipakai dalam penelitian yaitu kering tungku dan kondisi SSD.

c. Penyerapan air agregat

Penyerapan air agregat adalah banyaknya air yang mampu diserap oleh agregat pada kondisi jenuh permukaan kering (JKP) atau *saturated surface dry* (SSD), kondisi ini merupakan:

1. Keadaan kebasahan agregat hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya.
2. Kadar air di lapangan lebih banyak mendekati kondisi SSD dari pada kondisi kering tungku.

d. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis agregat akan menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut.