

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan angka pembangunan pada saat ini semakin meningkat baik untuk pembangunan gedung jalan raya, bangunan air dan perumahan. Dan pembangunan itu rata-rata konstruksi yang digunakan adalah beton. Seiring bertambahnya jumlah pembangunan saat ini membuat pecahan-pecahan keramik di lingkungan sekitar semakin bertambah yang dimana biasanya pecahan keramik dijadikan sebagai timbunan bahkan di buang begitu saja ditempat sampah dan di lingkungan sekitar. Padahal sebenarnya pecahan keramik dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran pembuatan beton. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dicoba pengujian beton normal dari pecahan keramik yang digunakan untuk struktur, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan memanfaatkan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian campuran agregat kasar dalam konstruksi struktur bangunan.

Beton merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam membangun suatu gedung, dikarena fungsinya sebagai salah satu elemen pembentuk struktur hal ini disebabkan karena system struktur beton memiliki banyak kelebihan, salah satunya dalam mendukung tegangan tekan ,mudah dibentuk sesuai kebutuhan.Pada dasarnya, beton dibuat dengan cara mencampurkan semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat kasar (Batu Pecah), agregat halus (pasir) dan air yang menjadi satu kesatuan, kemudian mengeras dalam jangka waktu tertentu. Sifat beton yang sering diamati umumnya adalah kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur. Sifat-sifat sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain kualitas bahan dasar pembuat beton, komposisi campuran, umur dan keadaan cuaca atau faktor lingkungan.

1.2 Tujuan dan Manfaat penelitian

1) Tujuan penelitian yakni:

- Untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah keramik sebagai agregat kasar pada beton normal.
- Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan campuran agregat kasar pecahan keramik dan campuran agregat kasar batu pecah

2) Manfaat penelitian antara lain:

- Dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam hal pemanfaatan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton normal.
- Untuk meningkatkan kualitas beton, sehingga diharapkan dapat merekomendasikan penggunaan pecahan keramik sebagai campuran khususnya agregat kasar pada pembuatan beton normal.

1.3 Rumusan Masalah

- Seberapa besar pengaruh menggunakan agregat kasar menggunakan pecahan keramik pada beton normal.
- Seberapa besar kuat tekan beton menggunakan campuran agregat kasar dari pecahan keramik.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini diambil sebagai berikut ini.

1. Semen yang digunakan tipe 1 merek Semen Padang.
2. Pasir diambil dari daerah Binjai.
3. Agregat kasar yang digunakan berasal dari daerah Binjai (Agregat kasar biasa).
4. Agregat kasar yang digunakan berasal dari daerah sekitar Medan (Pecahan Keramik).
5. Air berasal dari Laboratorium Mekanika Bahan Universitas HKBP Nommensen Medan.
6. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
7. Pengujian sampel : 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
8. Presentase sampel : 0%, 10%, 20% dan 30%
9. Benda uji yang dihasilkan 48 buah
10. Mutu beton ($f'c$) 22,5 Mpa

1.5 Maksud Penelitian

Maksud penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal.

1.6 Metode penulisan

Urutan pokok permasalahannya maupun pembahasannya yang akan diuraikan dalam penelitian ini adalah :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini menguraikan latarbelakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, metode penelitian, metode penulisan, time schdule (waktu pelaksanaan), rencana penelitian dan anggaran biaya.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB ini menjelaskan tentang pengertian beton dan campuran-campuran pembentukan beton, dan limbah/pecahan keramik.

BAB III : METOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang penggunaan bahan dan serta tahan penelitian.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini merupakan lanjutan dari bab sebelumnya, yaitu pelaksanaan penglolahan data yang telah diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Bab ini merupakan bab terakhir atau bab penutup dari skripsi yang berisi kesimpulan dan saran-saran dengan tujuan yang baik untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

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 atau 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 2, berikut :

Tabel 2' 1. Komposisi Oksida Semen Portland

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

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air

bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis – lapis beton.

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

1. Sifat *workability* adukan beton
2. Besar kecilnya nilai susut beton
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu
4. Perawatan terhadap adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau. Bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain-lain, tetapi tidak berarti air yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai air minum.

Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut ini :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.
2. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

2.3.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70% - 75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan. Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm untuk kerikil.

Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm.

Penggunaan bahan utama dalam adukan beton berfungsi :

1. Menghemat penggunaan semen portland
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada betonnya
3. Mengurangi susut pengerasan
4. Mencapai susunan pampat beton dengan gradasi beton yang baik
5. Mengontrol workability adukan beton dengan gradasi bahan batuan baik.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antara agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
2. Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
5. Gradasinya harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.2. berikut ini :

Tabel 2.2. Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100

1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	90 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber : *Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007*

Keterangan :

Daerah I : Pasir kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah IV : Pasir halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu:

1. Pasir galian

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu.

2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat.

3. Pasir laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain dari garam ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton, oleh karena itu pasir laut sebaiknya tidak dipakai.

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil atau kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan baha agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat di antara batang-batang baja tulangan. Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan, yaitu :

1. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara $2,5 - 2,7 \text{ gr/cm}^3$. Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar $2,3 \text{ gr/cm}^3$.

2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari $2,8 \text{ gr/cm}^3$, misalnya magnetik (FeO_4) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm^3 . Penggunaanya dipakai sebagai pelindung dari radias.

3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari $2,0 \text{ gr/cm}^3$ yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih ringan.

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 2.3. Gradasi Kerikil

(mm) Lubang ayakan	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

2.3.4 Pecahan Keramik

Bahan keramik adalah suatu unsur bangunan yang dipergunakan untuk melapisi lantai atau dinding yang biasanya berbentuk plat persegi dan tipis yang dibuat dari tanah atau campuran tanah liat dan bahan mentah keramik lainnya. Keramik dibuat dengan di bakar dengan suhu tertentu, sehingga mempunyai sifat-sifat fisik khusus.

Menurut Frik, H dan Ch. Koesmartadi (1999) keramik dapat dogolongkan menjadi 4, yaitu :

1. Keramik kasar

Keramik kasar terbuat dari tanah liat (pasir kuarsa, tanah pekat, silb termasuk abu tertentu) yang dibakar pada suhu 1000°-1400°C. Jika dibutuhkan glasir maka keramik kasar dilapisi dengan campuran felspar, kuarsa, kaolin, kapurspar dan dolomit yang diaduk dengan air. Pada proses pembakaran glasir ini terjadinya lapisan seperti kaca tipis. Kegunaan keramik kasar berupa:

- a. Pipa keramik kasar (sebagai pipa saluran air kotor)
- b. Bata klinker (sebagai dinding batu merah yang terbuka terhadap udara)
- c. Ubin tanah liat (sebagai ubin lantai yang agak alamiah)

d. Genteng tanah liat berglasir (sebagai genteng keramik flam atau pres)

2. Keramik halus

Terbuat dari tanah liat yang halus sekali dengan campuran jerami yang digiling (tembikar merah) atau dengan tambahan kaolin, kuarsa, felspar, atau bubuk magnesium-silika yang dibakar (pembakaran tunggal) pada suhu 1330°. Kecuali barang tembikar yang berwarna agak merah, maka keramik halus biasanya berwarna putih kekuning-kuningan. Keramik halus umumnya dilapisi glasir (tembikar). Kegunaan keramik halus di dalam pembangunan berupa perlengkapan saniter (wastafel, kloset, urinoir, dan sebagainya)

3. Keramik pelapis dinding (*fayence*)

Keramik *fayence* terbuat dari tanah pekat putih yang halus sekali dan mengandung kaolin, felspar, kuarsa atau bubuk magnesium silikat sehingga warna menjadi putih. Setelah dicetak atau dibentuk keramik *fayence* dikeringkan dan dilapisi glasir (tembikar) yang mengandung banyak timah-oksida dan selama tembikar masih basah dilaksanakan proses pewarnaan. Kemudian dibakar pada suhu 1100°C (pembakaran ganda). Kegunaan keramik *fayence* di dalam pembangunan berupa : tegel dinding dan barang pecah belah.

4. Porselen (tembikar putih)

Terbuat dari 50 % kaolin, 25 % felspar, dan 25 % kuarsa. Sesudah dicetak atau dibentuk porselen dibakar pada suhu 1200° - 1300°C. Setelah dingin di beri glasir halus (tembikar putih) dan dibakar kedua kalinya pada suhu 1380° - 1450°C selama 24 jam sehingga menjadi lapisan seperti kaca tipis. Warna porselen biasanya putih dan jika perlu pewarnaan dapat dilakukan dengan kobalt-oksida (biru) atau krom-oksida (hijau) sebagai lapisan bawah glasir atau dengan cara memberi motif di atas tembikar putih (pembakaran ganda). Kegunaan porselen dalam pembangunan berupa : barang pecah belah.

Limbah pecahan keramik adalah sisa atau pecahan keramik dari keramik lantai sebuah bangunan. Dengan menggunakan limbah keramik peneliti bermaksud memberdayakan sumber daya lokal yang berupa pemanfaatan barang-barang rusak yang sudah tidak bisa dipakai sebagaimana mestinya.

Salah satu sumber daya lokal di sekitar kita yang dapat dimanfaatkan contohnya pecahan keramik, pecahan keramik yang peneliti manfaatkan adalah pecahan dari keramik ubin/ lantai. Dipilihnya pecahan keramik sebagai penelitian ini dikarenakan banyak masyarakat yang kurang maksimal memanfaatkan pecahan dari bahan keramik. Umumnya barang-barang yang terbuat dari bahan keramik yang sudah pecah atau rusak dibuang begitu saja, namun ada juga yang memanfaatkannya sebagai penghias pot bunga dengan cara di tempel.

Biasanya pecahan keramik yang sudah pecah atau rusak dijadikan sebagai timbunan seperti sampah, untuk itu penelitian ini memanfaatkannya sebagai bahan pengganti campuran agregat kasar pada pembuatan beton normal.



Gambar 2.1.pecahan keramik

2.4 Bahan Tambah

- a. Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna kalau sudah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kekedapan

- b. terhadap air. Menurut SK SNI S-18-1990-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, 1990), bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu :
- c. Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan yang lebih encer pada faktor air semen yang sama.
- d. Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
- e. Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.
- f. Bahan tambah ini berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
- g. Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Tri Mulyono menyebutkan dalam bukunya bahwa bahan tambah dibagi menjadi tujuh tipe yaitu :

1. Tipe A “*Water-Reducing Admixture*”

Water-Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

3. Tipe C “*Accelerating Admixture*”

Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

4. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixture*”

Water Reducing and Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

5. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixture*”

Water Reducing and Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton.

6. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixture*”

Water Reducing, High Range Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam tambah ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizer*. Bahan jenis ini pun termasuk dalam bahan kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia pengurang air. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.

7. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixture*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

2.5 Slump

Slump merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. *Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

- a. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
- b. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
- c. Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
- d. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindahkan dengan alat angkut (*mobility*)
- e. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*)
- f. Namun selain besaran nilai slump, yang harus diperhatikan untuk menjaga kelayakan pengerjaan beton segar adalah tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan pada saat pengujian slump dilakukan. Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak.

2.6 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi.

Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pendataan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu, ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65.

(Tri Mulyono, 2003).

Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, faktor air semen dapat diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen dan *additive cementious* yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi.

2.7 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 kg/cm² atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm² sampai 500 kg/cm². 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/cm². Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar *ASTM C 39*. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

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

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

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

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

Keterangan :

- P = Beban kuat teka (N)
- A = Luas penampang (cm²)
- Fu = faktor umur
- f'ci = Kuat tekan (MPa)
- f'cr = Kuat tekan rata-rata (MPa)
- f'c = Kuat tekan (MPa)

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini telah banyak dilakukan oleh penelitian sebelumnya seperti: *Andreas Ivo Jangin, Eddy Samsurizal, Asep Supriyadi, (2016)*. Meneliti studi eksperimental beton ramah lingkungan dengan menggunakan pecahan Keramik sebagai agregat kasar, Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa Pecahan

Keramik sebagai agregat kasar dalam campuran Beton ternyata tidak dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan. Nilai kuat tekan karakteristik Beton agregat kasar Pecahan keramik yaitu 8,39 MPa pada umur 28 hari. Disebabkan beberapa vaktor yaitu bentuk pecahan keramik yang pipih, sebagian permukaan licin, nilai berat jenis yang kecil, dan komposisi campuran Beton. Nilai kuat tarik belah rata – rata beton agregat pecahan keramik yaitu 0,99 MPa, sedangkan Beton normal yaitu 3,35 MPa. Untuk rata – rata nilai modulus elastisitas

Beton agregat pecahan keramik yaitu 3090,24 MPa, sedangkan Beton normal 20732 MPa. Terjadi perbedaan hasil Beton agregat batu dan Beton agregat pecahan keramik.

Dian Amri, (2019). Meneliti pengaruh penambahan pecahan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap massa dan kuat tekan beton. Medan, Universitas Medan Area. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa penambahan pecahan keramik pada campuran Beton mengakibatkan penurunan kuat tekan Beton normal disetiap variasi persentasenya. Hal ini disebabkan kurangnya daya ikat antara semen dan pasir. Berat jenis pecahan keramik menyebabkan pecahan keramik naik kepermukaan Beton saat proses pemadatan Beton menggunakan vibrator. Hal ini menyebabkan permukaan Beton menjadi tidak rata. pecahan keramik yang naik kepermukaan menyebabkan kekuatan pada permukaan Beton menjadi sangat lemah.

Mulyati, Aidi Adman, (2019). Meneliti pengaruh penambahan pecahan keramik dan sikacim concrete additive terhadap kuat tekan Beton normal. Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Institut Teknologi Padang. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa ternyata dapat meningkatkan nilai kuat tekan Beton dengan signifikan. Nilai kuat tekan Beton rata – rata pada umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara pecahan keramik 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari berat agregat dan semen, dengan sikacim concrete additive 0,7% dari volume air pada campuran Beton normal, terjadi peningkatan berturut – turut sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, 11,90% dari kuat tekan Beton tanpa bahan tambah. Hal ini terjadi karena cangkang pecahan keramik tekstur yang keras dan berbentuk menyudut dapat mengisi rongga – rongga pada Beton, sehingga akan membuat Beton menjadi lebih padat, sedangkan sikacim concrete additive berfungsi sebagai pengisi pori – pori Beton, mempermudah pengecoran, mempercepat proses pengerasan Beton, dan mengurangi keropos pada Beton.

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 dieksperimenkan. Pengujian beton akan dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton. Setelah dilakukan pengujian maka keluar hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar 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.

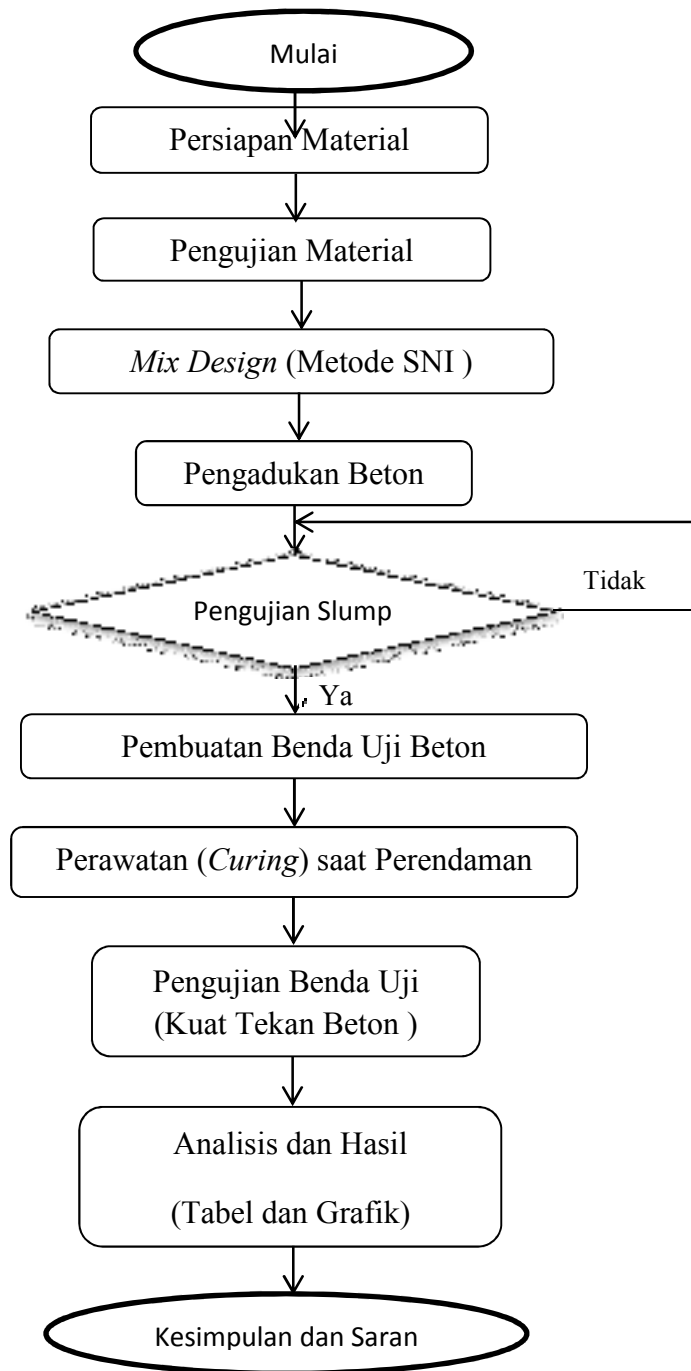
5. Pecahan Keramik

Pecahan keramik yang digunakan pada penelitian ini adalah pecahan keramik lantai dengan ukuran 40x40 cm dengan warna dan tekstur yang sama. Ukuran pecahan keramik yang digunakan adalah 1-2 cm dan untuk mendapatkan ukuran pecahan keramik 1-2 cm yaitu dengan cara memecahkan keramik menggunakan martil/palu, setelah dipecahkan keramiknya di saring dengan menggunakan saringan no. 9,5 mm dan 4,75 mm. Pecahan keramik yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton yaitu pecahan keramik yang lolos dari saringan no. 9,5 mm dan tertahan pada saringan no. 4,75 mm.

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
Beton Dengan Pecahan Keramik					
10 %	3	3	3	3	12
20 %	3	3	3	3	12
30 %	3	3	3	3	12
JUMLAH	12	12	12	12	48

3.3. Alur Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian

3.4 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.

3.5 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 :

3.5.1 Pengujian Kehalusan Semen Portland (SNI 15-2530-1991)

Tujuan pengujian kahalusan semen adalah untuk menentukan nilai kehalusan semen Portland dengan cara penyaringan. Kehalusan semen Portland adalah perbandingan berat benda uji yang tertahan di atas saringan no.100 dan 200 dengan berat benda uji semula. Adapun Peralatan yang digunakan adalah saringan (no.100,200,PAN) timbangan ketelitian 0,1%, kuas. Berikut langkah-langkah untuk melakukan pengujiannya yakni: Benda uji semen dimasukkan ke dalam saringan No.100 yang terletak di atas saringan No.200 dan dipasang PAN di bawahnya. Lalu saringan digetarkan menggunakan mesin penggetar selama 5 menit. Setelah itu, timbang masing-masing benda uji yang tertahan di setiap saringan dan catat beratnya. Dan hitunglah berapa nilai kehalusan semen.

Rumus perhitungan :

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

Keterangan:

A = Berat benda uji semula

B = Berat benda uji yang tertahan pada saringan no.200

3.5.2. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat (SNI 03-2531-1991)

Tujuan dari pemeriksaan ini ialah menentukan nilai berat jenis semen Portland dan untuk pengendalian mutu beton. Adapun Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini yakni: Botol Le Chatelier, Saringan No.200, Timbangan digital, Ember. Dan bahan yang digunakan yakni:

Semen Portland Tipe I sebanyak 64 gram, Air, Minyak tanah. Setelah peralatan dan bahan telah disiapkan berikut langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengujiannya yakni; Persiapkan alat dan bahan. Saring semen dengan menggunakan saringan No.200 sebanyak 64 gram untuk satu sampel. Lalu 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. Kemudian masukkan semen yang telah disaring ke dalam tabung Le Chatelier secara perlahan agar tidak ada semen yang menempel pada dinding tabung. Bisa menggunakan corong kaca. Kemudian tabung digoyang secara perlahan sampai gelembungnya hilang dan tidak ada lagi semen yang menempel di dinding tabung. Setelah itu, masukkan tabung Le Chatelier ke dalam ember, lalu rendam selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung dan baca skala pada tabung (V_2). Kemudian hitunglah data yang telah didapat.

Rumus perhitungan

$$BJ = \frac{w}{(V_2 - V_1)} \times d$$

Keterangan :

BJ = Berat jenis semen Portland (gram/ml)

W = Berat semen Portland (gram)

V = Volume awal (ml)

V₂ = Volume akhir (ml)

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

3.5.3. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus (SNI 03-1968-1990)

Tujuan Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat adalah untuk menentukan bagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Peralatan yang digunakan: 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, sikat kuningan. Dan bahan yang digunakan yakni Pasir dan Kerikil. Prosedur-prosuder yang digunakan dalam pengujiannya yakni: Bahan atau benda uji yang akan diuji di oven terlebih dahulu sampai mencapai berat tetap. Kemudian masukkan benda uji ke saringan yang telah disusun. Susunan saringan dimulai dari

saringan paling besar diatas sampai paling kecil dibawah. Lalu getarkan mesin penggetar selama 15 menit. Setelah 15 menit Pisahkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan. Kemudian timbang dan catat berat benda uji yang telah dipisahkan. Dan hitung analisis agregat saringan.

Rumus perhitungan :

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{jumlah \% kumulatif agregat tertahan}}{100}$$

3.5.4. Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)

Tujuan pengujian ini ialah untuk menentukan kadar air dalam suatu agregat dengan cara pengeringan. Dalam pengujian ini alat yang digunakan yakni timbangan, talam dan over dengan bahan uji agregat kasar sebanyak 6000 gram dan agregat halus sebanyak 1000 gram. Kemudian dilakukan pengujian dengan menimbang dan catat berat talam (W1), Kemudian masukan benda uji kedalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (W2), hitunglah berat benda uji (W3=W2-W1), setelah itu keringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, setelah kering timbang dan catat berat benda uji (W4)

Rumus perhitungan : **Kadar air Agregat** $= \frac{W3-W4}{W4} \times 100\%$

Keterangan :

W3 = berat benda uji semula (gram)

W4 = berat benda uji sesudah penelitian (gram)

3.5.5. Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus dan kasar. Dengan menggunakan Timbangan yang ketelitiannya 0,1 gram, wadah silinder, sekop, mistar perata, tongkat pemadat sebagai peralatan yang digunakan dan agregat kasar dan agregat halus sebagai bahan digunakan dalam pengujian berat isinya. Setelah alat dan bahan yang akan digunakan sudah disiapkan.

Lakukan pengujian pada agregat kasar dengan mengukur diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan terlebih dahulu menggunakan mistar. Lalu timbang dan catatlah berat wadah tersebut sebagai (W_1) kemudian isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok 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. Lalu timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat kasar (W_2). Kemudian hitunglah berat agregat kasar dengan rumus ($W_3 = W_2 - W_1$). Kemudian lakukan pengujian pada agregat halus dengan mengukur diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan terlebih dahulu menggunakan mistar. Lalu timbang dan catatlah berat wadah tersebut sebagai (W_1) kemudian isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok 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. Lalu timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus (W_2). Kemudian hitunglah berat agregat kasar dengan rumus ($W_3 = W_2 - W_1$).

$$\text{Rumus perhitungan : Berat Isi Agregat} = \frac{W}{V} \text{ kg/cm}^3$$

Keterangan :

W = Berat agregat (kg)

V = Volume Wadah (cm^3)

3.5.6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969-2008)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar, dengan menggunakan 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, PAN sebagai alat dalam pengujian menyiapkan agregat kasar sebanyak 2600 gram dibagi untuk 2 sampel pengujian dan air bersih. Setelah itu lakukan pengujian dengan menyiapkan semua alat dan bahan yang digunakan, lalu cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau kotoran yang melekat pada benda uji, setelah dicuci keringkan agregat dalam oven selama 24 jam setelah 24 jam dalam oven dinginkan agregat kemudian timbang (BK), lalu rendam agregat dalam air selama 24 jam, setelah selesai direndam 24 jam keluarkan benda uji dari air dan lap dengan menggunakan kain lap pada permukaannya, untuk mendapatkan agregat dalam keadaan SSD,

kemudian timbang berat agregat tersebut dan catat sebagai Berat SSD. Masukkan agregat tadi ke dalam gelas ukur plastik sedikit ditambah air pada batas tertentu, setelah itu kocok agar tidak ada lagi gelembung udara dan kemudian timbang berat bejana + air + agregat (B), lalu keluarkan agregat, kemudian masukkan air pada batas tertentu, lalu timbang (BT). Setelah itu lakukan pengolahan data untuk menentukan nilai Bj kering, Bj SSD, Bj semu dan penyerapan berdasarkan rumus yang telah ditentukan.

Rumus perhitungan

- **Berat Jenis (*Bulk Specify Gravity*)**
$$= \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots \dots \dots (1)$$

- **Berat Jenis SSD**
$$= \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots \dots \dots (2)$$

- **Berat Jenis Semu**
$$= \frac{Bk}{Bk - Ba} \dots \dots \dots (3)$$

- **Penyerapan (Absorpsi)**
$$= \frac{Bj - Bk}{Bk \times 100\%} \dots \dots \dots (4)$$

3.5.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970-2008)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dari agregat halus. Dengan menggunakan: Piknometer kapasitas 500 ml, Timbangan, Oven, Kerucut terpancung (cone), Batang penumbuk, Wadah, Saringan No.4 sebagai peralatannya dan Agregat halus dalam kondisi SSD sebanyak 500 gram. Setelah alat dan bahan yang akan digunakan sudah disiapkan, periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji ke dalam cone, masukkan benda uji ke dalam con sampai 3 bagian. 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. Lalu ambil agregat halus 500 gram yang lolos saringan No.4 timbang berat piknometer. Setelah itu tambahkan air hingga mencapai 90% isi piknometer tersebut lalu timbang beratnya, kemudian buang airnya. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD ke dalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang. Timbang piknometer berisi air dan benda uji dengan timbangan ketelitian 0,1 gram. Diamkan selama 24 jam dalam suhu ruangan. Setelah 24 jam 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.

Setelah 24 jam keluarkan benda uji dari oven, kemudian timbang benda uji tersebut. Dan catatlah beratnya.

Rumus perhitungan

$$\text{Berat Uji (Bulk)} = \frac{Bk}{(B+Bs+Bt)} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Berat Uji kering} = \frac{Bs}{(B+Bs+Bt)} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Berat Uji semu} = \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{Bs-Bk}{Bk} \times 1 \dots \dots \dots (4)$$

3.5.8. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (SNI 03-4428-1997)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur seharusnya sebesar 5% dari berat agregat halus. Dengan menggunakan: Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah sebagai peralatan yang digunakan, dan Agregat halus dan Larutan sebagai bahannya. Setelah alat dan bahan yang akan digunakan sudah disiapkan, masukkan pasir ke dalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml, lalu tambahkan air kedalam gelas ukur hingga mencapai 115 ml dan 125 ml, kemudian tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur. Setelah dikocok, simpan gelas ukur dan biarkan mengendap selama 24 jam. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir dan lumpur yang ada di gelas ukur tersebut.

Rumus perhitungan

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{V2}{V1+V2} \times 100\%$$

Keterangan :

V1= Pembacaan skala ke-1 (ml)

V2= Pembacaan skala ke-2 (ml)

3.5.9. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles (SNI 2417-2008)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan tingkat keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles. Dengan menggunakan: 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 gr, Oven, Wadah, Stopwatch dan agregat kasar sebanyak 5000 gram sebagai alat dan bahannya. Setelah alat dan bahan yang akan digunakan telah disiapkan timbang agregat kasar sebanyak 5000 gram, yaitu agregat yang lolos saringan 12,5 mm dan tertahan saringan 9,5 mm, Lalu cuci agregat tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, dan setelah di oven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang, Setelah dingin masukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja, Nyalakan mesin dengan kecepatan putaran 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putaran selama 15 menit. Setelah selesai, keluarkan agregat dari mesin Los Angeles dan saring menggunakan saringan 2,36 mm. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2,36 mm dan setelah itu lakukan pengolahan data.

Rumus perhitungan

$$\text{Keausan} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat tertahan saringan 2,36 mm}}{\text{berat awal}} \times 100$$

3.5.10. Pemeriksaan Keausan keramik dengan Mesin Los Angeles (SNI 2417-2008)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan tingkat keausan agregat kasar (keramik) dengan menggunakan mesin Los Angeles. Dengan menggunakan: 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 gr, Oven, Wadah, Stopwatch dan Agregat kasar (keramik) sebanyak 5000 gram sebagai alat dan bahannya. Setelah alat dan bahan yang akan digunakan telah disiapkan, timbang agregat kasar sebanyak 5000 gram, yaitu agregat yang lolos saringan 12,5 mm dan tertahan saringan 9,5 mm. Lalu cuci agregat tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, dan setelah di oven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang. Setelah dingin masukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja. Nyalakan mesin dengan kecepatan putaran 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putaran selama 15 menit. Setelah selesai, keluarkan agregat dari mesin Los Angeles dan saring menggunakan saringan 2,36 mm. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2,36 mm dan setelah itu lakukan pengolahan data.

Rumus perhitungan

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

3.6 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 pengendalian 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 3.1. Nilai Margin jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar

Persyaratan Kuat Tekan, $f'c$, MPa	Margin (m), Mpa
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 :

$$f'cr = f'c + m$$

- 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 guli/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 berdasarkan Gambar 3.7.1

Gambar 3.2. Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan

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 0,45

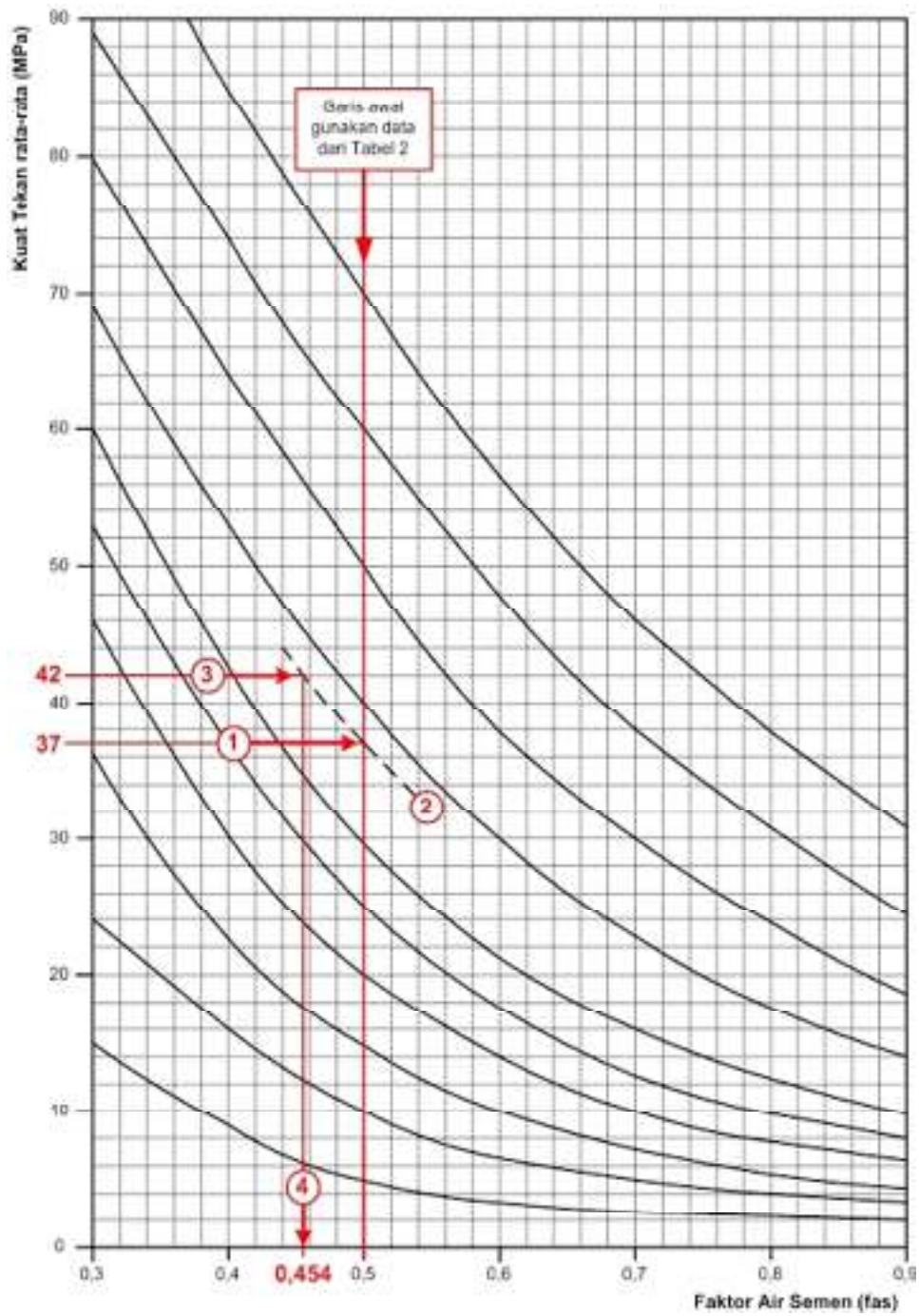
Tabel 3.2. Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan FAS 0,45

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

- c. Lihat Gambar. Lukislah titik A pada Gambar dengan nilai FAS 0,50 (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 3.3. Hubungan FAS dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder

Tabel 3.3. Persyaratan Nilai FAS Maksimum untuk Berbagai Pembetonan di Lingkungan Khusus.

Jenis Pembetonan	FAS Maksimum	Semen Minimum (kg/m ³)
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 3.4. Ketentuan Minimum untuk Beton Bertulang Dalam Air

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan berhubungan dengan	Faktor air semen maksimum	Tipe Semen	Kandungan Semen Minimum (kg/m ²)	
				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 3.5. Ketentuan untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Kadar gangguan Sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂		Sulfat (SO ₂) dalam air tanah g/l	Tipe Semen	Kandungan semen minimum berdasarkan ukuran agregat maksimum (kg/m ³)			Nilai FAS Maks
	Dalam Tanah				40 mm	20 mm	10 mm	
	Total SO ₂ (%)	SO ₂ 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* dengan memperhatikan jenis strukturnya agar proses pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan mudah dilaksanakan.

Tabel 3.6. 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. $1/5$ jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan, ataupun
 2. $1/3$ ketebalan pelat lantai, ataupun

3. $\frac{3}{4}$ jarak bersih minimum antara tulang-tulangan atau kawat-kawat, bundel tulang, 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 3.7. 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 guli	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu guli	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu guli	155	175	190	205

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

$$A = 0,67 \cdot A_h + 0,33 \cdot A_k$$

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 3.8. 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:

$$BJ_{camp} = \frac{P}{100} \times BJ_h + \frac{K}{100} \times BJ_k$$

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 horizontal 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).

3.7 Pembuatan Benda Uji

3.7.1 Tahapan penimbangan material

- a. Alat

1. Timbangan manual
 2. Ember atau talam untuk bahan
- b. Bahan
1. Agregat Kasar
 2. Agregat Halus
 3. Semen
 4. Abu Tongkol Jagung
 5. Air
- c. Tahapan

Menakar seluruh bahan yang digunakan dalam beton sesuai dengan *mix design* dan menimbang bahan-bahan tersebut agar sesuai dengan yang dibuat. Timbangan yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah timbangan manual.

3.7.2 Tahapan pengadukan beton segar

- a. Alat
1. Mesin pengaduk (molen)
- b. Bahan
1. Agregat kasar
 2. Agregat halus
 3. Semen
 4. Abu tongkol jagung
 5. Air
 6. Ember atau talam
 7. Sekop
- c. Tahapan

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.

3.7.3 Tahapan tes slump beton dengan kerucut Abram

a. Alat

1. Kerucut Abram
2. Batang penusuk
3. Penggaris atau alat ukur kerucut Abram
4. Pelat baja untuk alat tes *slump*

b. Bahan

1. Adukan beton

c. Tahapan

1. Menyediakan alat-alat tes *slump*. Kemudian menuangkan beton segar ke dalam cetakan kerucut sebanyak $\frac{1}{3}$ 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 waktu tidak dari 5 ± 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.

3.7.4 Tahapan penuangan dan pemadatan beton segar

a. Alat

1. Cetakan silinder 15x30
2. Batang perojok
3. Alat perata
4. Palu

b. Bahan

- Adukan beton

c. Tahapan

1. Masukkan adukan beton ke dalam silinder. Pemasukkan adukan beton sebanyak 3 kali, $1/3$ dari silinder.
2. Setiap $1/3$ 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.

3.8 Tahapan perawatan benda uji

Perawatan benda uji dapat dilakukan dengan perendaman. Perawatan benda uji dilakukan untuk menghindari penguapan air pada benda uji. Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut :

- a. Setelah 24 jam dari beton dibuat maka cetakan beton silinder dibuka, lalu dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.
- b. Perendaman dilakukan sampai umur beton 28 hari di dalam air biasa.
- c. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi tanda atau kode penamaan pada permukaan sampel.

3.9 Tahapan pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari.

- a. Alat
 1. Timbangan manual
 2. CONTROL-ITALY sebagai alat penguji kuat tekan
- b. Bahan
 1. Adukan Beton
- c. Tahapan
 1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian keringkan selama 24 jam.
 2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton.
 3. Meletakkan sampel beton di atas alat penguji, lalu hidupkan mesin dan lakukan pembebanan secara perlahan.
 4. Lakukan pembebanan sampai beton hancur.
 5. Mencatat hasil beban maksimum.