

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini berbagai bangunan sudah menggunakan material dari beton. Beton juga merupakan unsur yang sangat penting, mengingat fungsinya salah satu pembentuk struktur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Karena konstruksi beton mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan bahan lain. Keunggulan beton juga sebagai bahan konstruksi antara lain mempunyai kuat tekan yang tinggi, dapat mengikuti bentuk bangunan secara bebas, tahan terhadap api dan biaya perawatan yang relatif murah. Beton juga terbuat dari bahan campuran antara lain air, semen, agregat halus (pasir sungai) dan agregat kasar (kerikil). Saat ini juga ada banyak masyarakat yang menggunakan pasir pantai sebagai pengganti pasir sungai, karena sulitnya mendapatkan pasir sungai terutama di daerah pesisir dan pulau-pulau kecil. Pasir pantai juga biasanya di temukan di daerah pesisir dan tepi pantai.

Pasir pantai juga bisa digunakan sebagai pengganti pasir biasa untuk campuran antara semen portland, agregat halus atau kasar dan air, dengan campuran tersebut apabila dituangkan kedalam cetakan kemudian didiamkan menjadi keras seperti batu.

Dengan menggunakan pasir pantai, hal yang terpenting adalah kuat tekan bangunan tersebut. Bila kuat tekan pengujian tinggi maka sifat yang lain akan baik juga. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan, air semen, agregat, cara pengerjaannya seperti pencampuran, pemadatan dan pengawetan serta umur pengujiannya (Teknologi Bahan).

Dalam penelitian ini saya tertarik untuk meneliti pasir pantai yang ada di pantai cermin. Penelitian ini untuk memberikan informasi tentang penggunaan pasir pantai cermin sebagai bahan pengganti pasir sungai. Dan juga untuk memprediksi kekuatan beton, serta terobosan baru dalam dunia teknik sipil yang masih dibutuhkan (Besari, M.S. 2007). Pasir pantai sebagai salah satu bahan bangunan yang diperlukan oleh masyarakat. Permintaan masyarakat untuk memiliki tempat tinggal cukup tinggi, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Penggunaan pasir pantai sebagai mortar atau spesi, beton, plesteran pada bangunan rumah tinggal, gudang dan bangunan lainnya. Pengolahan sumber daya alam yang memperhatikan keseimbangan lingkungan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu

alternatif untuk menguranginya yaitu menemukan bahan baru yang berfungsi sama dengan pasir atau mencari lahan pasir baru misalnya di daerah pesisir atau pantai. Melihat beberapa macam bahan material alami yang dapat digunakan untuk pembuatan beton, pengganti atau pencampuran pembuatan beton tersebut seperti pasir pantai banyak dijumpai di Sumatera Utara dan berbagai daerah lain khususnya Indonesia. Dan untuk memanfaatkan pasir pantai yang selama ini belum banyak penggunaannya maka sebagai peneliti ingin membuat bangunan tersebut untuk mempermudah masyarakat membangun khususnya penduduk di sekitar pantai.

1.2 Identifikasi Masalah

Keterbatasan bahan baku pasir sungai dan sulitnya mendapatkan pasir sungai di beberapa daerah/ wilayah di Indonesia.

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

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

1.3.2 Manfaat Penelitian

- a) Memanfaatkan pasir pantai sebagai bahan pengganti pasir sungai
- b) Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tambahan tentang pemanfaatan pasir laut sebagai alternatif agregat halus campuran beton
- c) Memberi manfaat bagi orang disekitar pantai dalam pembangunan serta memberikan informasi terhadap pemerhati dan pelaku dunia konstruksi bahwa pasir pantai memungkinkan untuk di gunakan sebagai pengganti pasir sungai dalam campuran beton

1.4 Rumusan Masalah

- a) Pada penelitian ini akan diuji seberapa kekuatan beton dengan menggunakan pasir pantai sebagai agregat halus dan membandingkannya dengan kekuatan beton dengan menggunakan pasir sungai dengan proporsi campuran yang sama
- b) Keterbatasan bahan baku (baku) pasir sungai dan sulitnya mendapatkan pasir sungai di beberapa daerah / wilayah di indonesia
- c) Dapat mengetahui penggunaan pasir pantai dalam campuran beton

1.5 Batasan Masalah

- a) Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 2834-2000 tata pembuatan rencana campuran beton normal
- b) Pengujian agregat halus pasir sungai dan pasir laut.
- c) Mutu beton rencana $f'c$ 22,5 Mpa
- d) Benda uji silinder beton $\varnothing 15$ cm, h 30 cm
- e) Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.
- f) Menggunakan pasir pantai cermin sebagai agregat halus pada campuran beton.
- g) Jumlah benda uji 3 buah per umur beton
- h) Perlakuan pasir pantai yaitu:
 - pasir pantai di cuci dengan air tawar
 - pasir pantai tanpa di cuci (asli)
- i) Semen portland type I semen Padang
- j) Air yang di pakai air yang ada di leboratorium beton FT-UHN
- k) Uji kuat tekan dengan alat Compressive Test
- l) Pengujian dilakukan di laboratorium beton FT- UHN
- m) Tidak membahas biaya.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang penggunaan bahan.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi lanjutan dari bab sebelumnya yaitu : pengolahan data yang telah di peroleh.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

1.7 Time schdule (waktu pelaksanaan)

Adapun Time Schdule (waktu pekerjaan) dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1.8 Rencana Anggaran Biaya

Adapun anggaran biaya yang dikeluarkan dalam penyelesaian tugas akhir ini sebagai berikut:

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga	Jumlah Harga
1	Mengumpulkan bahan-bahan referensi	4	Bh	120.000	480.000
2	Browsing di internet	3	Bh	100.000	300.000
3	Pengerjaan laporan proposal	5	Ls	10.000	50.000
4	Seminar proposal	5	Ls	15.000	75.000
5	Pembuatan benda uji	1	Ls	1.500.000	1.500.000
6	Pengeumpulan data dan pengerjaan laporan	1	Ls	500.000	500.000
7	Laporan seminar isi	5	Ls	50.000	250.000
8	Laporan akhir	5	Ls	180.000	900.000
	TOTAL JUMLAH (Rp)				4.055.000

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Di samping itu, adukan beton harus diusahakan

dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Syarat yang terpenting dari pembuatan beton adalah :

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

2.2 Beton

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar (kerikil/batu pecah) 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 :

1. Kelebihan beton
 - Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
 - Mampu memikul beban yang berat
 - Tahan terhadap temperature yang tinggi
 - Biaya pemeliharaan yang kecil
2. 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. Kelecekan (*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 Pasir

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

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

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

Adapun jenis jenis pasir yaitu sebagai berikut:

- a. Pasir beton

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

b. Pasir pasang

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

c. Pasir Elod

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

d. Pasir merah

Yaitu pasir yang ciri-cirinya hampir sama dengan pasir beton namun lebih kasar dan batuanannya lebih besar. Pasir jenis ini bagus digunakan untuk bahan cor. 2:3:3 Pasir Pantai Sebagai Pengganti Agregat Halus

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

2.4. Air

Air dalam membuat mortar adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton senyawa yang terkandung didalam air akan mempengaruhi kualitas mortar, untuk itu diperlukan standart yang baik untuk kualitas air.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, kolam dan lainnya) maupun air laut, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum

umumnya dapat digunakan sebagai campuran mortar. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida).

2.4.1. Sumber-sumber Air

Sumber-sumber air yang ada adalah sebagai berikut :

1. Air pada udara

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

2. Air hujan

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

3. Air tanah

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

4. Air permukaan

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

5. Air laut

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

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

2.4.2 Syarat Umum Air

Syarat umum air yang dipakai haruslah berasal dari sumber yang sama dan terbukti dapat memenuhi syarat. Jika air tersebut terbukti memenuhi syarat harus dilakukan uji tekan mortar yang dibuat dibua dengan air tersebut, yang kemudian dibandingkan dengan campuran mortar yang menggunakan air suling. Hasil pengujian (pada usia 7 hari dan 28 hari) kubus adukan yang dibuat dengan air campuran yang tidak dapat diminum paling tidak harus mencapai 90% dari kekuatan spesimen serupa yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kuat tekan harus dilakukan untuk pengujian dilakukan berdasarkan “Tes Methods for Compressive Strength of Hidraulic Cemen Portland Using 30 mm Cube Speciments”. Adapun beberapa syarat umum

air yaitu sebagai berikut :

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

2.5. Kerikil (Agregat Kasar)

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

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

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

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.

2. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.
5. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 T, dengan mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat.
 - Atau dengan mesin pengaus los angeles dengan mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat berikut :
 - Sisa diatas ayakan 3,15 mm, harus 0% berat.
 - Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat.
 - Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
7. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang smaping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tigaperempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa sehingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil.

Tabel 2.2 Gradasi Kerikil

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

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007

2.6. Perencanaan Campuran Beton

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

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

2.6.1 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/cm^2 atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm^2 sampai 500 kg/cm^2 . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beton tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan berbeban 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 dalah standar *ASTM C 39*. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

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

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

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

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

Keterangan :

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

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga dalam pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton normal $f'c = 22,5$ Mpa sebagai kontrol dengan beton yang dieksperimen. Pengujian beton akan dilakukan dengan menggunakan alat uji pengujian kuat tekan beton. Setelah dilakukan pengujian maka keluar hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti 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 guli yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar yang berasal dari Binjai.

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.

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Benda Uji

KELOMPOK	JUMLAH PENGUJIAN KUAT TEKAN	JUMLAH
----------	-----------------------------	--------

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

3.3 Lokasi Penelitian

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

3.4 Alat yang Digunakan

Dalam proses pengujian bahan, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji digunakan beberapa alat yang telah disediakan oleh Laboratorium beton Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan untuk mempermudah dalam pembuatan benda uji. Alat-alat tersebut antara lain :

1. Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pembuatan sampel beton yang akan diuji kuat tekan.
2. Kerucut Abrams untuk mengetahui nilai slump beton.
3. Compression Testing Machine untuk pengujian kuat tekan beton.
4. Ayakan atau saringan digunakan untuk memperoleh ukuran butiran agregat tertahan.
5. Timbangan digunakan untuk menimbang atau mengukur berat suatu benda. Dalam penelitian ini timbangan digunakan untuk menimbang berat bahan penyusun beton yang akan digunakan agar sesuai dengan kebutuhan.
6. Piknometer dalam penelitian ini digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

7. Oven adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengeringkan suatu benda dengan suhu tertentu. Dalam penelitian ini oven digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dan agregat kasar, serta untuk pengujian kandungan lumpur agregat halus.
8. Sekop dalam penelitian ini digunakan untuk mengambil atau mengangkut kerikil dan pasir yang kemudian diletakan ke dalam ember
9. Cetok adalah alat berupa sendok adukan yang terbuat dari lempengan logam dan kayu sebagai pegangannya. Dalam penelitian ini cetok digunakan untuk mengambil pasir dan semen yang akan ditimbang bersama ember.
10. Ember dalam penelitian ini digunakan sebagai tempat untuk meletakkan bahan penyusun beton yang akan ditimbang. Setelah ditimbang, kemudian bahan tersebut dibawa ke tempat pengadukan beton.
11. Molen adalah alat pengaduk yang digunakan untuk mencampurkan bahan penyusun beton hingga merata seperti yang diinginkan dalam waktu tertentu.
12. Tongkat Penumbuk yang dimaksud adalah sebatang besi dengan diameter 16 mm dan panjang 600 mm yang memiliki ujung bulat. Tongkat penumbuk digunakan untuk memadatkan beton segar yang berada di dalam cetakan sebanyak 25 kali setiap pengisian sepertiga bagian cetakan agar beton tersebut merata dan padat.
13. Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur panjang suatu benda dengan ukuran tertentu. Dalam penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter dan tinggi sampel. Jangka sorong memiliki ketelitian 0,01 mm.
14. Mesin tekan dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh beton. Mesin ini memberi beban dengan gaya tekan secara konstan sampai sampel beton tersebut hancur.

3.5 Pengujian Bahan

Sebelum memulai untuk membuat benda uji, bahan-bahan yang akan digunakan harus diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahan-bahan tersebut telah memenuhi syarat yang telah ditentukan. Bahan-bahan yang akan diuji adalah agregat halus, dan agregat kasar.

3.5.1 Pengujian Agregat Halus

Yang termasuk dalam pengujian bahan agregat halus adalah pemeriksaan kandungan zat organik, pemeriksaan kandungan lumpur, pemeriksaan gradasi agregat halus, dan berat jenis agregat halus.

1. Pemeriksaan kandungan zat organik

- a. Mengambil pasir kira – kira $\pm 130 \text{ cm}^3$
- b. Mengeringkan pasir tersebut didalam tungku pada suhu 105 derajat selama 36 jam.
- c. Megeluarkan pasir dari tungku, kemudian mendingkan dengan *exicator* .
- d. Memasukkan pasir 130 cm^3 tersebut kedalam tabung gelas ukur 250 cc
- e. Menuangkan NaOH 3% ke dalam gelas ukur sampai batas 200 cc
- f. Mengocok gelas ukur yang berisi pasir dengan NaOH 3% selama 10 menit dan membiarkannya selama 24 jam.
- g. Mengamati dan mencatat warna larutan yang terdapat di atas pasir dan membandingkannya dengan *Gardner Standart Colour*.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur seharusnya sebesar 5% dari berat agregat halus.

a. Peralatan

- Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah

b. Bahan

- Agregat halus
- Larutan

c. Prosedur pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Masukkan pasir ke dalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml.
3. Tambahkan air kedalam gelas ukur hingga mencapai 115 ml dan 125 ml.
4. Tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
5. Setelah dikocok, simpan gelas ukur dan biarkan mengendap selama 24 jam.
6. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir dan lumpur yang ada di gelas ukur tersebut.

d. Rumus perhitungan Kadar lumpur = $\frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$

3. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

- a. Mengeringkan pasir dalam tungku pada suhu 105 °C selama kurang lebih 24 jam.
- b. Mengeluarkan pasir dari tungku dan mendinginkannya ke dalam *exicator*
- c. Menimbang pasir (B gram)
- d. Timbang berat awal masing-masing ayakan
- e. Susun ayakan dengan susunan ayakan sebagai berikut Ø 9,5 mm; Ø 4,75 mm; Ø 2,36 mm; Ø 1,18 mm; Ø 0,60 mm; Ø 0,30 mm; Ø 0,15; Pan.
- f. Timbang 500 gr pasir kering oven kemudian masukkan ke dalam ayakan yang telah disusun
- g. Saringan diletakkan di mesin pengayak lalu nyalakan mesin pengayak selama 10 menit dan kemudian diamkan mesin pengayak selama 5 menit.
- h. Timbang berat setiap ayakan + pasir yang tertahan di ayakan tersebut, kemudian hitung % lolos agregat halus tersebut.
- i. Dari pemeriksaan tersebut, didapatkan nilai modulus halus butir (MHB), yaitu nilai yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butiran agregat. Semakin besar nilai MHB-nya, maka butir-butir agregat tersebut juga akan semakin besar.

4. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dari agregat halus.

a. Peralatan

- Piknometer kapasitas 500 ml
- Timbangan
- Oven
- Kerucut terpancung (cone)
- Batang penumbuk
- Wadah
- Saringan No.4
- Alas

b. Bahan

- Agregat halus dalam kondisi SSD sebanyak 500 gram.

c. Prosedur pengujian

- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- Kemudian 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.
- 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.
- 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.

d. Rumus perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Berat Uji (Bulk)} &= \frac{Bk}{(B+Bs+Bt)} \\ \text{Berat Uji kering permukaan kering} &= \frac{Bs}{(B+Bs+Bt)} \\ \text{Berat Uji semu} &= \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)} \\ \text{Penyerapan (Absorption)} &= \frac{Bs-Bk}{Bk} \times 100 \end{aligned}$$

3.5.2. Pengujian Agregat Kasar

1. Berat Jenis

- a. Pilih sampel batun sungai dan batuan gunung yang akan diuji dengan kriteria permukaan rata, lalu timbang berat batu sungai tersebut.
- b. Siapkan alat-alat seperti cawan petri, mangkok dan air raksa.
- c. Timbang cawan petri, lalu catat hasilnya.
- d. Tuang air raksa ke dalam mangkok hingga penuh, kemudian ditimbang.
- e. Letakkan mangkok berisi air raksa tersebut di atas cawan petri dengan berhati-hati, jangan sampai air raksa tumpah.
- f. Masukkan sampel batuan tersebut ke dalam air raksa.
- g. Hitung volume air raksa yang tumpah diatas cawan petri.
- h. Hitung berat jenis batuan tersebut.

2. Pemeriksaan Penyerapan Agregat Kasar

- a. Agregat yang tertahan di saringan $\frac{1}{2}$ ' diambil dan ditimbang sebanyak 1000 gram..
- b. Rendam agregat selama 24 jam kemudian dicuci sampai bersih.
- c. Agregat dikeringkan dengan menggunakan kain lap sampai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) dan kemudian agregat ditimbang.
- d. Agregat dikeringkan dalam oven sampai dengan suhu 110 derajat celcius sampai kering.
- e. Agregat didinginkan kemudian ditimbang beratnya.

3. Analisa Saringan Agregat Kasar.

metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan saringan.

Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

- a) keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap. Sebaiknya untuk mendapatkan hasil dengan ketelitian tinggi, dilakukan minimal 2 kali pengujian
- b) keluarkan benda uji, lalu dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram
- c) susun saring dari yang lubangnya paling besar dari atas kebawah (jangan terbalik), masukkan benda uji dan langsung di ayak. Bila tidak tersedia saringan dan mesin pengguncang dengan kapasitas besar, maka pengayakan dilakukan dengan cara manual
- d) keluarkan benda uji dari masing-masing saringan dan letakkan masing-masing pada talam.

- e) timbang dan catat berat benda uji yang tertahan di masing-masing saringan. Dalam pembersihan saringan, gunakan sikat kawat untuk saringan dengan lubang besar, dan kuas untuk lubang yang halus.

6. Berat isi

Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

- a) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai berat tetap
- b) Keluarkan benda uji dari oven lantas dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram
- c) Letakkan silinder ukur pada tempat yang datar. Untuk pengujian berat volume padat, masukkan benda uji per 1/3 bagian dan tiap bagian di tumbuk 25 kali merata, lalu diratakan, dikerjakan sampai volume penuh. Sedang untuk pengujian berat volume gembur, benda uji dimasukkan dalam silinder sampai penuh (tanpa pemadatan) lalu diratakan.
- d) Timbang berat silinder berisi benda uji dan dicatat beratnya Hitung volume silinder.

3.5.3 Pengujian Semen Portland

1. Pengujian Kehalusan Semen Portland

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kehalusan dari semen.

a. Peralatan

- 1. Saringan No.100, No.200 dan PAN yang disusun berd
- 2. asarkan standar ASTM.
- 3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 %.
- 4. Kuas pembersih

b. Bahan

Semen Portland Tipe I sebanyak 50 gram

e. Prosedur pengujian

- 1. Benda uji semen dimasukkan ke dalam saringan No.100 yang terletak di atas saringan No.200 dan dipasang PAN di bawahnya.
- 2. Saringan digetarkan menggunakan mesin penggetar selama 5 menit.
- 3. Setelah itu, timbang masing-masing benda uji yang tertahan di setiap saringan dan catat beratnya.
- 4. Hitunglah berapa nilai kehalusan semen

f. Rumus perhitungan Kehalusan $(F) = \frac{A}{B} \times 100\%$

2. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland

Tujuan dari pemeriksaan ini ialah menentukan nilai berat jenis semen secara laboratorium sehingga dapat mengetahui kemurnian semen.

a. Peralatan

1. Botol Le Chatelier
2. Saringan No.200
3. Timbangan digital
4. Ember

b. Bahan

- Semen Portland Tipe I sebanyak 64 gram
- Air
- Minyak tanah

c. Prosedur pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan.
2. Saring semen dengan menggunakan saringan No.200 sebanyak 64 gram untuk satu sampel.
3. Ambil tabung Le Chatelier yang diisi dengan minyak tanah, lalu rendam tabung dengan air bersih ke dalam ember selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung kemudian baca skala pada tabung (V_1). Skala pada tabung 0-1.
4. Masukkan semen yang telah disaring ke dalam tabung Le Chatelier secara perlahan agar tidak ada semen yang menepel pada dinding tabung. Bisa menggunakan corong kaca.
5. Kemudian tabung digoyang secara perlahan sampai gelembungnya hilang dan tidak ada lagi semen yang menempel di dinding tabung
6. Setelah itu, masukkan tabung Le Chatelier ke dalam ember, lalu rendam selama 20 menit.
7. Setelah 20 menit, angkat tabung dan baca skala pada tabung (V_2).
8. Hitunglah data yang telah didapat.

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

Keterangan :

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

W = Berat semen Portland (gram)

V1 = Volume awal (ml)

V2 = Volume akhir (ml)

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

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 penendalian dalam pelaksanaan pencampuran beton. Semakin baik tingkat pengendalian mutu, semakin kecil nilai deviasi standarnya. Jika jumlah benda uji minimal 30 buah, maka data standar deviasi yang dimiliki bisa langsung digunakan. Jika jumlah benda uji kurang dari 30 buah, maka harus dilakukan penyesuaian.
- c. Menentukan nilai tambah atau *margin* (m)

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

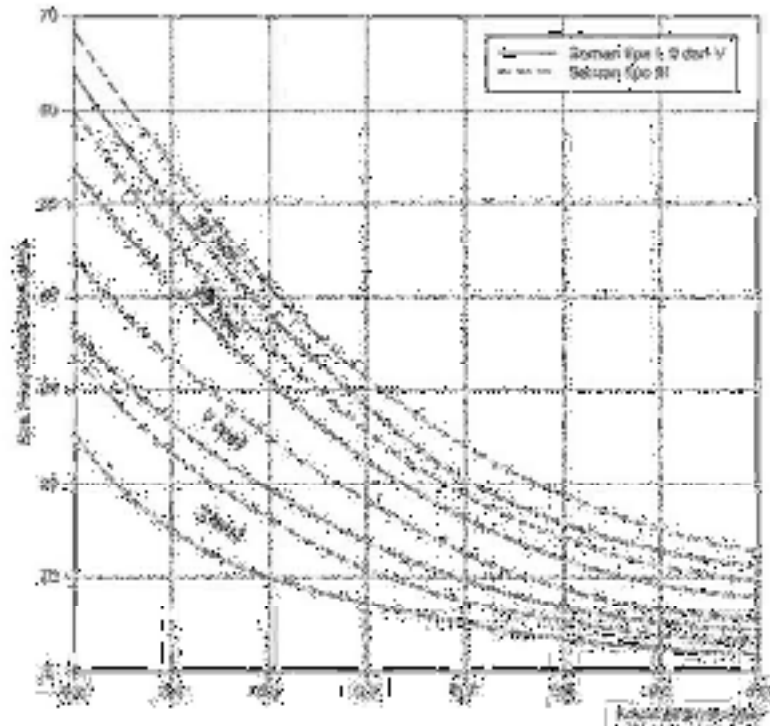
atau

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

} (diambil nilai terbesar dari kedua persamaan ini)

Tabel 3.2 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 Menetapkan jenis agregat yang akan digunakan, baik untuk agregat halus maupun agregat kasar, harus jelas menggunakan agregat alami atau batu pecah/buatan.
- f. 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 3.7.1

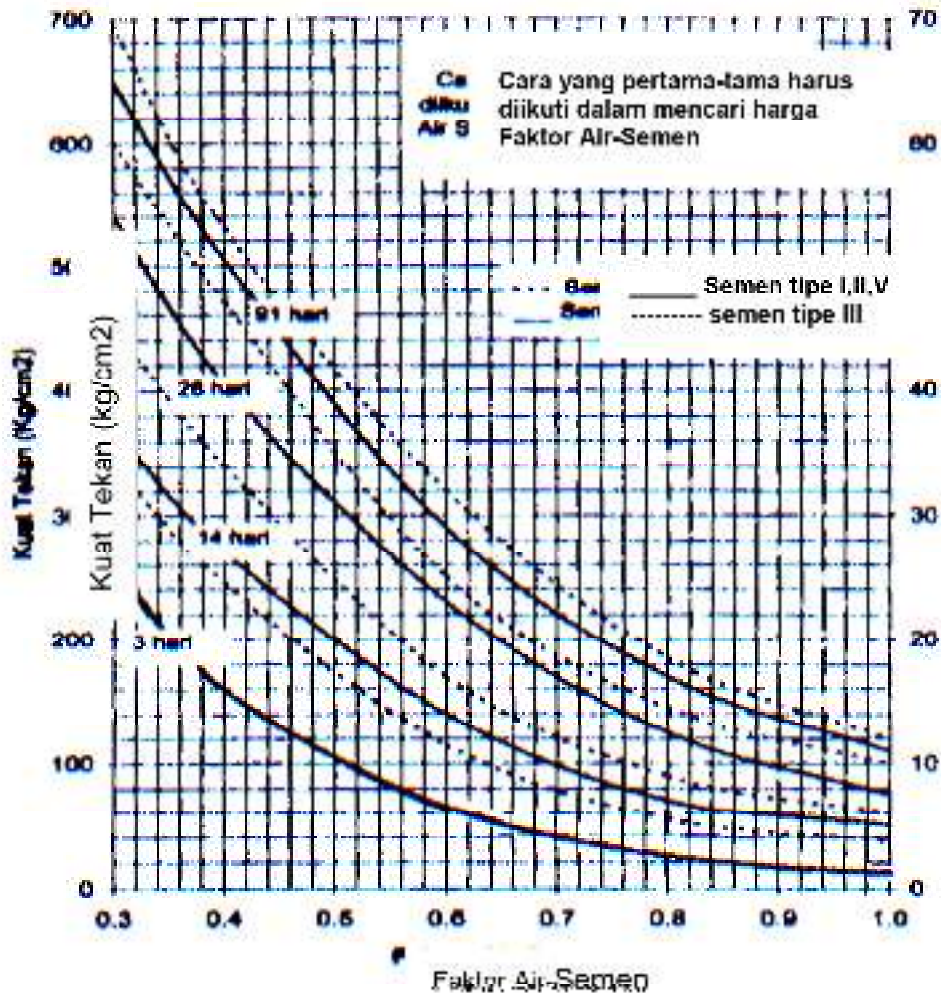
Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder Beton (sebagai perkiraan nilai FAS dalam rancang campuran)

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 :
3. 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
4. dipakai faktor air semen, sebesar 0,50.

Tabel 3.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan FAS 0,50

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

5. Lihat Gambar 3.2 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 betuknya 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.
6. Menetapkan nilai faktor air semen maksimum. Agar beton yang diperoleh awet dan mampu bertahan terhadap pengaruh lingkungan sekitarnya, perlu ditetapkan nilai FAS maksimum menurut Tabel 3.3. Apabila nilai FAS maksimum ini lebih rendah daripada nilai FAS yang diperoleh dari langkah g, maka nilai FAS maksimum ini yang digunakan untuk langkah selanjutnya. Dengan kata lain, nilai FAS yang terkecil dari langkah g dan h, yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya:



Gambar 3.2 Hubungan FAS dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder

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

Jenis Pembetonan	FAS Maksimum	Semen Minimum (kg/m 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 3.5 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 3.6. Ketentuan untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Kadar gangguan Sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂		Tipe Semen	Kandungan semen minimum berdasarkan ukuran agregat maksimum (kg/m ³)			Nilai FAS Maks	
	Dalam Tanah			Sulfat (SO ₂) dalam air tanah g/l	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	270	310	360	0,55

				pozzolan (15-40%) atau PPC				
				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

- g. Menetapkan nilai *slump* dengan memperhatikan jenis strukturnya agar proses pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan mudah dilaksanakan.

Tabel 3.7 Penetapan Nilai *Slump*

Pemakaian Beton	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, Pelat Pondasi dan Pondasi Telapak Bertulang	12,5	5,0

Pondasi Telapak Tidak Bertulang, Kaison, dan Struktur di bawah Tanah	9,0	2,5
Pelat, Balok, Kolom, dan Dinding	15,0	7,5
Perkerasan Jalan	7,5	5,0
Pembetonan Masal	7,5	2,5

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

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

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

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

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

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

- j. 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)
- k. 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.
- l. 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.
- m. 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.
- n. Menentukan daerah gradasi agregat halus berdasarkan Tabel 3.9. berikut :

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

Ukuran Saringan	Persentase Berat yang Lolos Saringan			
	Gradasi Zona I	Gradasi Zona II	Gradasi Zona III	Gradasi Zona IV
9,60 mm	100	100	100	100

4,80 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60 mm	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30 mm	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15 mm	0-10	0-10	0-10	0-15

o. 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

p. 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

q. Menentukan berat jenis beton berdasarkan hasil hitungan berat jenis agregat campuran pada langkah r dan kebutuhan air per- m^3 beton dengan Gambar

1. Berdasarkan berat jenis agregat campuran pada langkah r, dibuat garis kurva hubungan kandungan air dan berat beton yang baru dengan dasar garis kurva pada Gambar yang terdekat.

2. Kebutuhan air yang diperoleh dari langkah k dimasukkan ke dalam Gambar dan ditarik garis vertikal hingga memotong garis kurva yang dibuat pada langkah di atas (1).

3. Berat jenis beton diperoleh dengan menarik garis horisontal dari titik potong yang diperoleh pada langkah di atas (2) sampai memotong sumbu vertikal (berat beton per m^3).

r. Menentukan kebutuhan agregat campuran dengan cara mengurangi berat per- m^3 beton dengan jumlah kebutuhan air dan semen.

- s. 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.
- t. 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).

Berikut tabel perencanaan *mix design* :

Tabel 3.10 Perencanaan Campuran Beton Perbandingan Campuran 22,5 Mpa

No.	Uraian	Nilai		Tabel/Grafik/Hitungan
1.	Kuat tekan yang diisyaratkan f^c (benda uji silinder)	22,5 Mpa	Mpa	Ditetapkan bagian cacat 5% , $k=1,64$
2.	Deviasi standar (s)	5,6	Mpa	Mpa
3.	Nilai tambah (m)	9,2	Mpa	$1,64 \times 5,6 = 9,2$ mpa
4.	Kuat tekan yang di targetkan f^{cr}	31,7	Mpa	$22,5 + 9,2 = 31,7$ Mpa
5.	Jenis semen	Tipe 1	Kg	Ditetapkan
6.	Jenis agregat - Kasar - Halus	- alami - alami	-	
7.	Faktor air semen	0,60		Ditetapkan
8.	Faktor air semen dipakai	0,45		Ditetapkan
9.	Slump	10 ± 2	Cm	Ditetapkan
10.	Ukuran agregat maksimum	20	Mm	Ditetapkan
11.	Kadar air bebas	205	Kg/m^3	Ditetapkan

12.	Jumlah semen	319,67	Kg/m ³	Ditetapkan	
13.	Jumlah semen maksimum	-	-	Tidak ditetapkan	
14.	Jumlah semen minimum	345	Kg/m ³		
15.	Jumlah semen yang dipakai	345	Kg/m ³	(12) > (14)	
16.	Faktor air semen yang disesuaikan	0,45		Ditetapkan	
17.	Susunan butir agregat halus	Daerah gradasi 2		Ditetapkan	
18.	Berat jenis agregat halus Berat jenis agregat kasar	2,61 2,765	gr/cm ³	Diketahui dan hitungan	
19.	Persen agregat halus	42%		Ditetapkan	
20.	Berat jenis relatif SSD	2,6	gr/cm ³	Diketahui dan dihitung	
21.	Berat isi beton	2364	Kg/m ³	Ditetapkan	
22.	Kadar air gabungan	1835	Kg/m ³	(21) – (15) – (11)	
23.	Kadar air agregat halus	762	Kg/m ³	(19) x (22)	
24.	Kadar agregat kasar	1052	Kg/m ³	(22) – (23)	
25.	Proporsi campuran	-	-	-	
	- Jumlah bahan (teoritis)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi SSD	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
	- Tiap m ³	345	205	766	1052
	- Tiap benda uji 0,12 m ³	46,66	21	80,74	143,52
26.	Proporsi Campuran Koreksi	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat halus	Agregat kasar (kg)

				(kg)	
	- Tiap m ³	345	205	766	1052
	- Tiap benda uji 0,12 m ³	46,66	20,63	81,13	143,52

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 3.11 Komposisi Campuran Beton kondisi lapangan

Rencana Pembuatan Beton	Kebutuhan Dasar Beton				
Volume m ³	Berat	Air	Semen	Ag. Halus	Ag.kasar
m ³	2374	211	345	766	1052

3.7 Pengujian Slump

Uji Slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (fresh concrete) untuk menentukan tingkat *workability*nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Dalam suatu adukan/campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat *workability* nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengukur kelecakan dari adukan beton yang berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*Workability*). Pada pengujian ini, yang dimaksudkan dengan nilai *slump* beton adalah hasil penurunan adukan campuran beton saat kerucut *Abrams* diangkat.

Tahapan pengujian slum sebagai berikut :

- a) Basahi cetakan kerucut dan plat dengan kain basah
- b) Letakkan cetakan di atas plat
- c) Isi 1/3 cetakan dengan beton segar, padatkan dengan batang logam sebanyak merata dengan menyusukannya. Lapisan ini penusukan bagian tepi dilakukan dengan besi

dimiringkan sesuai dengan dinding cetakan. Pastikan besi menyentuh dasar. Lakukan 25-30 x tusukan.

- d) Isi 1/3 bagian berikutnya (menjadi terisi 2/3) dengan hal yang sama sebanyak 25-30 x tusukan. Pastikan besi menyentuh lapisan pertama.
- e) Isi 1/3 akhir seperti tahapan nomor 4
- f) Setelah selesai dipadatkan, ratakan permukaan benda uji, tunggu kira-kira 1/2 menit. Sambil menunggu bersihkan kelebihan beton di luar cetakan dan di plat.
- g) Cetakan diangkat perlahan TEGAK LURUS ke atas
- h) Ukur nilai slump dengan membalikkan kerucut di sebelahnya menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.
- i) Toleransi nilai slump dari beton segar 10 ± 2 cm
- j) Jika nilai slump sesuai dengan standar, maka beton dapat digunakan dan siap untuk di cetak.

3.8 Perawatan (Curing)

Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan benda uji dilakukan dengan perendaman bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat menambah ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap air. Adapun cara perendaman adalah:

- a. Setelah 24 jam maka cetakan beton silinder dibuka, dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.
- b. Perendaman dilakukan sampai umur 28 hari
- c. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaannya

3.9 Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Adapun langkah langkah pengujiannya sebagai berikut:

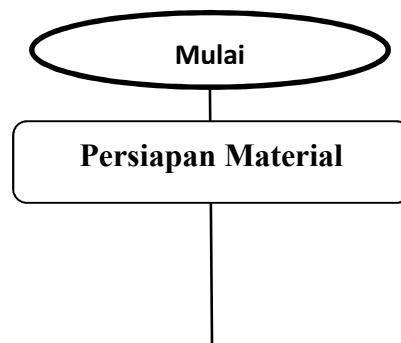
- a. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
- b. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
- c. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
- d. Meletakkan sampel beton kedalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton
- e. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.



Gambar 3.3 Alat kuat tekan beton (CONTROLIS MILANO – ITAL

3.10 Alur Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1





Gambar 3.4 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian