

BAB II

STUDI PUSTAKA

1.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan bangunan konstruksi yang sering digunakan pada bangunan gedung, jembatan, jalan, bendungan, dan lain-lain. Hal tersebut disebabkan karena beton memiliki keunikan terutama dalam pembuatan beton yang relatif mudah serta murah dibandingkan dengan penggunaan bahan konstruksi lainnya.



Gambar 2. 1 Penggunaan beton pada jembatan
(Sumber: <https://www.gurusipil.com/definisi-beton-prategang-dan-prosedur-perencanaannya/>)

Beton memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya seperti kayu dan baja, diantaranya adalah: harga pembuatan yang relatif murah, tidak perlu memerlukan biaya untuk perawatan, tahan lama karena beton tidak akan membusuk ataupun berkarat, dan beton merupakan bahan konstruksi yang mudah dibentuk sesuai dengan keinginan pembuatnya atau sesuai dengan kebutuhannya (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1998).

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tahanan yang besar. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan beton adalah penggunaan material yang baik, karena penggunaan material yang baik mampu mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan nanti (Sagel, 1994).

Pengaruh karakteristik yang berlainan dari agregat halus akan mempengaruhi kualitas beton normal yang dihasilkan seperti kuat tekan, kadar udara, berat dan penyusutannya. Pengaruh tersebut bisa disebabkan karena banyaknya sifat-sifat yang langsung berpengaruh terhadap proses pengikatan beton antara agregat dan semen, misalnya kadar lumpur, kadar organik, kadar bahan padat dan lain-lain (Heri Suprpto, 2008).

1.2 Sifat Umum Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (Mulyono, 2006). Pada umumnya kandungan dari beton memiliki kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara dan sisanya adalah agregat kasar dan agregat halus. Jika seluruh campuran tersebut mengeras maka beton akan memiliki sifat yang berbeda-beda sesuai dengan cara pembuatan, cara mencampur, perbandingan campuran, cara mencetak, memadatkan dan merawat akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedang gradasi agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan (Murdock dan Brook, 2003).

Beton harus memiliki sifat-sifat sesuai dengan tujuan pemakaian. Hal tersebut menjelaskan bahwa beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat yang harus dimiliki oleh setiap beton. Misalnya adalah kolom pada suatu bangunan, pada konstruksi kolom yang terpenting adalah memiliki sifat ketahanan pada kuat tekan, artinya kuat tekan yang harus dimiliki oleh kolom karena berfungsi sebagai penahan beban bangunan tersebut. Berbeda dengan penggunaan beton sebagai bak air, penggunaan beton ini tidak terlalu memntingkan kuat tekan namun yang harus diperhatikan adalah ketahanannya terhadap kerapatan air, artinya betoon pada bak harus rapat terhadap air agar air tak rembes (Dr. Wuryati Samekto, M.Pd dan Candra Rahmadiyanto, S.T., 2001).



Gambar 2. 2 Campuran beton

(Sumber: <https://indoprecast.com/pemahaman-ready-mix-concrete-sebagai-pertimbangan-pengecoran/>)

Sebagai keperluan perencanaan, perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka perlu untuk diketahui mengenai sifat-sifat beton, antara lain:

1. Tahan lama (*Durrability*)

Salah satu sifat harus dimiliki oleh beton adalah tahan lama. Hal ini juga telah dijelaskan oleh Kardiyono Tjokrodumuljo pada tahun 2008 bahwa salah satu keunggulan dari beton adalah tahan lama. Pengertian tahan lama disini adalah kemampuan beton dalam bertahan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu

yang telah direncanakan. Sifat tahan lama pada beton dibedakan dalam beberapa hal, antara lain adalah sebagai berikut:

a. Tahan terhadap cuaca

Pengaruh cuaca yang dimaksud ialah pengaruh dari kejadian cuaca seperti hujan dan pengaruh suhu ketika terjadi pada musim panas ataupun dingin. Karena jika hal tersebut terjadi mampu mengakibatkan pengembangan dan penyusutan pada beton.

b. Tahan terhadap zat kimia

Zat-zat kimia seperti air laut, air limbah, zat kimia industry serta buangan air kotor dapat mempengaruhi keawetan beton.

c. Tahan terhadap erosi

Beton juga dapat mengalami pengikisan, hal tersebut diakibatkan karena adanya pergerakan orang atau lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut, atau partikel yang terbawa oleh air laut atau angin laut.

2. Kuat tekan

Kuat tekan ditentukan oleh berdasarkan pembebanan unaksial bend uni silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan satuan Mpa (N/mm^2) untuk SK-SNI 1991.

3. Kuat Tarik

Kuat tarik beton lebih kecil dibandingkan kuat tekannya yaitu sebesar 10%-15% dari kuat tekannya. Kuat Tarik beton merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak atau defleksinya suatu balok.

4. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas beton merupakan perbandingan antara kuat tekan beton terhadap regangan beton. Nilai perbandingan tersebut biasanya kisaran angka 25%-50% dari kuat tekan beton.

5. Creep

Rangak atau *creep* merupakan kejadian dimana beton mengalami deformasi secara terus menerus menurut waktu akibat beban yang dipikul.

6. Susut (*shrinkage*)

Susut atau *shrinkage* merupakan perubahan volume yang dialami beton yang tidak berkaitan dengan beban yang dipikul.

7. *Workability*

Setelah beton diaduk bersama, menghasilkan adukan yang memiliki sifat mudah diangkut, dituang, dicetak ataupun dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadinya perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Sifat mampu dikerjakan ini tentunya sangat tergantung pada bahan, perbandingan campuran dan cara pengadukan serta jumlah seluruh air bebas. Dengan kata lain adalah sifat dapat mudah dikerjakan oleh suatu adukan beton dipengaruhi oleh:

- a. Konsistensi normal PC.
- b. Kohesi ataupun perlawanan terhadap pemisahan bahan-bahan.
- c. Mobilitas setelah aliran dimulai.
- d. Sifat saling lekat antar agregat.

1.3 Material Beton

Hal yang paling penting pada penggunaan material beton sebagai bahan konstruksi ialah penggunaan bahan penyusun yang baik dan perhitungan campuran yang tepat. Karena penggunaan material penyusun yang baik dan perhitungan campuran yang sesuai dapat mempengaruhi kualitas suatu beton. Material pembentuk beton terdiri atas air, agregat kasar (*split*), agregat halus (pasir) dan semen. Campuran material tersebut yang menjadi penyusun beton. Berikut penjelasan dari masing-masing bahan material pembentuk beton:

1.3.1 Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting. Air digunakan sebagai bahan pereaksi kimia antara semen dengan agregat kasar dan agregat halus sehingga semen mampu mengikat seluruh material pembentuk beton tersebut. Selain sebagai bahan pereaksi, air juga berfungsi sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air hanya dibutuhkan sebanyak 25% dari berat semen agar mampu bereaksi dengan semen. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton ketika sesaat setelah pengecoran dengan cara pembasahan pada struktur yang telah dicor. (Tjokrodimuljo, 1996).



Gambar 2. 3 Penambahan air pada campuran beton
(Sumber: <https://theconstructor.org/practical-guide/construction-water-qualityspecification/6012/>)

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan (Nugraha, 2007). Kebutuhan kualitas air untuk keperluan pembentuk beton mutu tinggi tidak jauh berbeda dengan air untuk beton normal. Pengerasan beton dipengaruhi oleh reaksi antara semen dan air, maka air yang digunakan harus memiliki kondisi yang bagus dan memenuhi syarat yang telah ditetapkan. Air yang memenuhi persyaratan yang baik bagi pembentukan beton ialah air yang jika dipakai mampu menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% dari kekuatan beton yang menggunakan air suling.

Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada pembentukan beton tidak boleh mengandung lumpur ataupun benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
- b. Air yang digunakan pada pembentukan beton juga tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam, zat organik dan yang lainnya lebih dari 15 gram/liter.
- c. Air yang digunakan tidak boleh mengandung *Chlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Air yang digunakan tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

1.3.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Kandungan agregat dalam campuran beton

biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat berkisar antara 60%-70% dari berat campuran beton (Tjokrodinuljo, 2007).



Gambar 2. 4 Pemilihan agregat untuk campuran beton

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm, dan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm (Mulyono, 2003).

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, seperti untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan dan lainnya. Sebetulnya apa fungsi agregat dalam pembentukan beton :

1. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
2. Menghemat penggunaan semen Portland
3. Mengurangi susut pengerasan beton
4. Memadatkan susunan beton dengan gradasi yang baik dan dimiliki oleh agregat tersebut.
5. Mampu mengontrol *workability*. Gradasi yang baik yang dimiliki agregat mampu memudahkan pembuatan dan pengerjaan beton.

Agregat memiliki banyak klasifikasi berdasarkan beberapa pertimbangan seperti bagregat berdasarkan asalnya, agregat berdasarkan berat jenisnya, agregat berdasarkan tekstur permukaan, agregat berdasarkan bentuknya, dan agregat berdasarkan besar butirnya. Berikut merupakan penjelasan agregat berdasarkan beberapa tinjauan diatas:

1. Agregat ditinjau dari berat jenisnya adalah :

a. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0 kg/m². Agregat ringan biasanya digunakan untuk beton non struktural. Agregat ini juga dapat digunakan untuk dinding. Kelebihannya yaitu memiliki berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan.

b. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2,5 kg/m² sampai 2,7 kg/m². Agregat ini biasanya berasal dari batuan granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya. Beton yang menggunakan agregat ini biasanya memiliki berat jenis sekitar 2,3 kg/m² dengan kuat desak antara 15 Mpa-40 Mpa.

c. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang memiliki berat jenis lebih dari 2,8 kg/m². Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis yang tinggi juga, biasanya dapat mencapai 5,0 kg/m².

2. Agregat ditinjau dari sumbernya, yaitu :

a. Agregat alami

Agregat alami merupakan agregat yang asalnya terdapat dari bahan baku batu alam atau hasil penghancurannya. Jenis batu alam yang baik untuk agregat terutama adalah batuan beku. Butiran-butiran yang keras, kompak, tidak pipih, kekal, serta tidak mudah terpengaruh oleh keadaan sekelilingnya. Agregat beton yang berasal dari batuan alam dibedakan atas 3 kelompok, yaitu kerikil dan pasir alam, agregat batu pecah, batu apung.

b. Agregat buatan

Agregat buatan adalah agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan tertentu, atau karena kekurangan agregat batuan alam. Agregat yang umum dibuat adalah agregat ringan.

3. Agregat ditinjau dari tekstur permukaannya, yaitu:

- a. Agregat dengan permukaan seperti gelas, mengkilat
- b. Agregat dengan permukaan kasar
- c. Agregat dengan permukaan licin
- d. Agregat dengan permukaan berbutir
- e. Agregat berpori dan berongga

4. Agregat ditinjau dari bentuknya, yaitu :

a. Agregat bentuk bulat

Umumnya agregat ini berbentuk bulat atau bulat telur. Pasir atau kerikil jenis ini biasanya berasal dari sungai atau pantai, dan mempunyai rongga udara minimum 33%. Ini berarti agregat mempunyai resiko luas permukaan yang kecil, sehingga hanya memerlukan sedikit pasta semen untuk menghasilkan adukan beton yang baik.

b. Agregat bentuk bersudut

Bentuk ini tidak beraturan, mempunyai sudut-sudut yang tajam dan permukaan kasar. Yang termasuk jenis ini adalah batu pecah semua jenis, yaitu hasil pemecahan dengan mesin dari berbagai jenis batuan. Agregat bersudut mempunyai rongga udara yang lebih kasar, yaitu antara 38%-40%.

c. Agregat bentuk pipih

Agregat pipih ialah agregat yang memiliki perbandingan ukuran terlebar dan tertebal pada butiran itu lebih dari 3. Agregat jenis ini berasal dari batuan-batuan yang berlapis.

d. Agregat bentuk lonjong

Butiran agregat dikatakan memanjang atau lonjong jika perbandingan ukuran yang terpanjang dan terlebar lebih dari 3.

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton tentunya harus memiliki kualitas yang baik apabila beton yang ingin dihasilkan memiliki kualitas yang bagus. Agregat yang baik harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan. Menurut SK SNI S-04-1989-F, agregat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar



Gambar 2. 5 Agregat kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm (Mulyono, 2003). Persyaratan agregat kasar SK SNI S04-1989-F :

- a. Butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca (terik matahari dan hujan), jika diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, sedangkan dengan larutan garam magnesium sulfat maksimum 18%.
- c. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- d. Tidak mengandung zat organik terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat kasar tidak boleh lebih gelap daripada warna standar gradasi.
- e. Modulus halus butir antara 5 - 8 dan variasi butir sesuai standar gradasi.
- f. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus tidak relatif terhadap alkali.

2. Agregat halus



Gambar 2. 6 Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm (Mulyono, 2003). Persyaratan agregat halus menurut SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut:

- a. Butir-butirnya keras dan tidak berpori.
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan), jika di uji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, jika di uji dengan garam magnesium sulfat maksimum 18%.
- c. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- d. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.
- f. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- g. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.
- h. Agregat halus dari laut/pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam (Tjokrodimulyo, 1992), yaitu :

1. Pasir galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. 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 dan bulat–bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat. Pada sungai tertentu yang dekat dengan hutan kadang–kadang banyaknya mengandung humus.

3. Pasir pantai

Pasir pantai adalah pasir yang diambil dari tepian pantai, bentuk butirannya halus dan bulat akibat gesekan dengan sesamanya. 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. akan tetapi pasir pantai dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara dicuci sehingga kandungan garamnya berkurang atau hilang.

1.3.3 Semen

Semen merupakan bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan.



Gambar 2. 7 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi akan aktif setelah berhubungan dengan air. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu masa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat tersebut. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi sangat penting (Mulyono, T., 2003).

a. Bahan baku dan senyawa semen

Jika bahan semen itu diuraikan susunan senyawanya secara kimia akan terlihat jumlah oksida yang membentuk bahan semen itu. Semen dibuat dari bahan-bahan yang banyak mengandung oksida. Unsur-unsur pembentuk semen antara lain sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Komponen bahan baku pada semen

Oksida	Kandungan/Persen (%)
Kapur,(CaO)	60-65
Silica, (SiO ₂)	17-25
Alumina, (Al ₂ O ₃)	3-8
Besi, (Fe ₂ O ₃)	0,5-6
	0,5-4

Magnesia, (MgO)	1-2
Sulfur, (SO ₃)	0,5-1
Soda, (Na ₂ O + K ₂ O)	

Sumber: (Kardiyono Tjokrodikuljo, 2007)

Disamping senyawa-senyawa di atas, di dalam semen Portland juga masih terdapat beberapa senyawa lain yang dapat mempengaruhi senyawa lain. Senyawa-senyawa ini berasal dari hasil bawaan bahan dasarnya atau bahan tambahan dalam proses pembuatan semen. Senyawa tersebut ialah:

1. MgO

Senyawa ini merupakan senyawa hasil pembawaan dari bahan dasar kapur yang digunakan. Jumlah MgO dalam semen Portland dibatasi maksimum 4%. Jika kadarnya melebihi jumlah ini akan mengakibatkan semen menjadi tidak kekal (berubah bentuk) setelah pengerasan terjadi beberapa lama (setelah sekian bulan atau tahun). Perubahan bentuk mengembangnya MgO dari oksida membentuk MgO(OH)₂.

2. Kapur Bebas (CaO)

Karena susunan kimia ini yang kurang tepat pada waktu pembuatannya, atau pembakaran yang kurang sempurna, dapat terjadi kapur kotor sehingga tidak terikat kedalam empat senyawa semen.

3. Bagian tidak larut

Zat ini merupakan zat yang tidak larut dalam HCl. Umumnya zat tersebut adalah senyawa tanah atau silikat yang tidak berubah menjadi empat senyawa semen. Kadar bagian ini yang terlalu tinggi pada semen (maksimum

3%) menunjukkan bahwa pembakaran atau penyusutan senyawa semen kurang baik, atau terdapat kemungkinan bahwa semen tadi telah sengaja dibubuhi benda lain setelah penggilingan selesai. Meskipun akibat penambahan ini tidak membahayakan sifat semennya, tetapi semen yang mengandung terlalu banyak bahan itu akan berkurang dayaikatnya karena tercampur benda yang tidak berguna.

4. Kadar alkali

Didalam semen Portland, kadar alkali biasanya rendah (kurang dari 1%). Kadar alkali dalam semen mempengaruhi waktu pengerasan. Pemakaian kadar alkali yang lebih dari 0,6% dapat mengakibatkan reaksi pengembangan bila semen dicampur dengan agregat yang bersifat agregat reaktif yaitu agregat yang mengandung silika amorf.

5. Kadar hilang pada pemijaran

Zat ini adalah dari benda-benda yang terbang pada suhu 880c, biasanya air atau CO₂. Semen yang kadar hilang pijarnya tinggi, adalah semen yang telah mengandung bagian-bagian yang mengeras. Kadar bagian ini dibatasi maksimum 3%-4%.

6. Kadar gips

Gips dalam semen yang ditambahkan untuk memperlambat pengerasan klinker semen. Jika klinker semen digiling tanpa penambahan gips, bubuk halus klinker akan segera bersenyawa dengan air dan adonan itu akan mengeras dalam waktu kurang lebih 10 menit. Hal ini akan menyulitkan dalam pemakaian semen. Dengan demikian untuk dapat memperlambat pengerasan bubuk klinker dicampur gips. Penambahan bahan ini dalam

semen adalah maksimum 4% dari berat klinker. Dalam analisis ini gips akan terlihat sebagai senyawa SO₃ dan dibatasi jumlahnya sampai kurang lebih 2,5% -3 %.

b. Panas hidrasi

Persenyawaan semen dengan air akan mengeluarkan panas. Jumlah panas yang dibebaskan ini tergantung dari kadar susunan senyawa semen dan kehalusan butirannya. Senyawa semen yang paling besar mengeluarkan panas adalah C3A kemudian C4AF dan yang terendah adalah C2S.

Adanya pembebasan panas ini mempercepat pengerasan dari senyawa-senyawa itu. Tetapi setelah pengerasan terjadi, bagian yang telah mengeras mempunyai sifat lambat menyalurkan panas. Jika suatu masa yang terbuat dari semen terlalu tebal, panas hidrasi didalam benda itu akan tinggi sehingga dapat mengakibatkan retak, susut, dan dan lain-lain. Bahkan mungkin dapat berakibat fatal.

c. Sifat-sifat semen Portland

Semen Portland memiliki beberapa sifat-sifat sebagai berikut:

1. Kehalusan butir
2. Berat jenis dan berat isi
3. Waktu pengerasan semen
4. Kekekalan bentuk
5. Kekuatan semen
6. Pengerasan awal palsu
7. Pengaruh suhu

- d. Semen Portland di Indonesia dibagi menjadi lima jenis antara lain:
1. Semen Portland tipe I untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.
 2. Semen Portland tipe II yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
 3. Semen Portland tipe III yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi.
 4. Semen Portland tipe IV yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
 5. Semen Portland tipe V yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

1.4 Perawatan Beton

Sejak campuran beton yang diletakkan dalam cetakan hingga beton dinyatakan mengeras dan kuat, harus dilakukan perawatan. Pekerjaan perawatan ini salah satunya adalah dengan menjaga agar permukaan selalu basah.

Selama proses pengerasan, beton akan mengalami reaksi kimia yaitu, proses hidrasi membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga dihindari terjadinya penguapan, sebab akan menghentikan proses hidrasi akibat kehilangan air. Penguapan selain menghentikan proses hidrasi juga menyebabkan penyusutan kering secara cepat, yang mengakibatkan beton menjadi retak.

Agar proses hidrasi dapat terjadi secara baik diperlukan kelembaban permukaan beton yang tetap dan tidak boleh kering. Kelembaban permukaan beton dapat mendorong proses hidrasi berjalan dengan sempurna, sehingga beton menjadi tahan terhadap cuaca dan lebih kedap air.

Perawatan beton yang perlu dilakukan adalah menjaga kelembaban beton agar terus menerus dalam keadaan basah selama beberapa hari dan mencegah penguapan dan penyusutan awal. Perawatan yang teratur dan terjaga akan memperbaiki kualitas beton itu sendiri yaitu membuat beton tahan terhadap agresi kimia menurut (Triono Budi Sutanto, 2001).

1.5 Kuat Tekan Beton

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, susut kecil, tahan atas pengaruh cuaca, tahan terhadap zat kimia dan mempunyai elastisitas tinggi, maka sifat-sifat beton yang lain cenderung baik sehingga perencanaan campuran dengan target utama yang dicapai adalah kuat tekan beton yang tinggi.

Untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras yang disyaratkan, dilakukan pengujian kuat tekan beton. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada *Standart Test methode for Compressive of Cylindrical Concrete*. Langkah- langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
- b. Benda uji diletakan pada mesin penekan dan posisinya diatur agar supaya tepat berada ditengah-tengah plat penekan.
- c. Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan secara *continue* dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami kehancuran.
- d. Beban maksimum akan lansung tersimpan secara otomatis.

Kuat tekan beton antara lain tergantung pada: faktor air semen, gradasi batuan, bentuk batuan, ukuran maksimum batuan, cara pengerjaan (campuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) dan umur beton (Tjokrodinuljo, 1996).

Menurut Murdock dan K.M. Brook (1991), beton dapat mencapai kuat tekan 80 MPa atau lebih, bergantung pada perbandingan air dan semen dan tingkat pemadatannya. Di samping dipengaruhi oleh perbandingan air dan semen kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh faktor lainnya, yaitu : jenis semen, kualitas agregat, efisiensi perawatan, umur beton dan jenis bahan *admixture*.

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f'c = P/A$$

dengan: $f'c$ = kuat tekan beton

P = beban tekan maksimum

A = luas permukaan benda uji

1.6 Kekentalan Adukan

Kekentalan adukan beton segar dapat diketahui dengan melalui percobaan slump yaitu suatu cara untuk mengetahui kelecakan adukan beton, hal ini penting untuk menghindari beton yang kurang baik akibat kelebihan atau kekurangan air sehingga pemadatan kurang sempurna dan untuk kemudahan dalam pengerjaan baik di laboratorium maupun di lapangan (Setyarto, 2017).

1.7 Pemadatan Adukan Beton

Pemadatan beton dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin. Pemadatan manual dilakukan dengan tongkat kayu atau baja. Adukan yang telah dituang harus

segera dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk atau ditumbuk dengan tongkat tersebut, penusukan dengan tongkat dilakukan beberapa kali sampai adukan padat dan tampak lapisan mortar di atas permukaan beton yang dipadatkan. Pemadatan yang kurang sempurna akan menghasilkan beton yang kurang baik mutunya karena berongga dan kemampatannya kurang.

1.8 Kekuatan Beton

Pengujian beton sangat penting mengingat bahwa data hasil pengujian kekuatan beton merupakan besaran yang digunakan sebagai pengontrol dalam perencanaan konstruksi beton.

Pada perencanaan konstruksi beton sederhana atau umum, biasanya cukup digunakan data dari hasil pengujian tekan beton karakteristiknya saja. Dasar yang digunakan adalah nilai kekuatan beton karakteristik yang pada hakekatnya adalah hasil pengujian tekan.

1.9 Studi Literatur

1.9.1 Kajian Biaya dan Sifat Fisis Beton Berdasarkan Variasi Penggunaan Material dan *Mix Design*

Pada penelitian ini ditinjau tiga variable yaitu pasir, semen dan metode campuran beton. Semen yang menjadi bahan percobaan diambil dari dua merk yang berbeda, semen X dan semen Y. Pasir yang dijadikan sebagai bahan uji juga menggunakan pasir Galunggung dan pasir Cimalaka. Metode yang dibandingkan yaitu metode SNI 7656:2012 yang dikoreksi oleh ACI 211.7R-2015 dan metode perbandingan volume. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa material tidak mempengaruhi hasil kuat tekan, namun metode pencampuran beton yang mampu mempengaruhi.

terhadap kuat tekan beton. pengecoran dengan metode SNI menghasilkan beton dengan kuat tekan lebih baik daripada metode perbandingan volume.

1.9.2 Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Komposisi Pasir Dari Sungai Serayu Banyumas dan Adipala

Pada penelitian ini dianalisis kuat tekan beton yang menggunakan pasir yang berbeda yaitu pasir dari sungai Serayu di banyumas dan pasir dari sungai Serayu di Adipala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan material agregat halus dari sungai Serayu Banyumas dan Adipala. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Benda uji yang dibuat yaitu sebanyak 20 sampel, yang terdiri dari 10 sampel untuk tiap variasi pasirnya. Sampel beton di uji pada umur 7 sebanyak 10 sampel (5 variasi pasir Banyumas dan 5 variasi pasir Adipala) dan selebihnya di uji pada umur 14 hari, dengan menggunakan tabel konversi umur beton menurut SNI, mutu beton yang direncanakan 20 Mpa pada umur 28 hari.

Hasil penelitian kuat tekan beton menggunakan pasir Serayu Banyumas dengan umur 7 hari sebesar 14,225 Mpa, maka perkiraan pada umur 28 hari sebesar 20,321 Mpa dan pada umur 14 hari sebesar 17,965 Mpa, maka perkiraan pada umur 28 hari sebesar 20,415 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton menggunakan pasir Serayu Adipala dengan umur 7 hari sebesar 11,988 Mpa, dan pada umur 14 hari sebesar 15,667 Mpa, maka perkiraan pada umur 28 hari sebesar 17,804 Mpa. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa beton menggunakan pasir dari sungai Serayu Banyumas memiliki kuat tekan lebih tinggi di bandingkan dengan Adipala.

1.9.3 Studi Sumber Agregat Halus dan Pengaruhnya Dalam Pembuatan Beton Normal

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kualitas agregat yang berlainan sumbernya tersebut apabila digunakan dalam pembuatan beton normal. Metode yang digunakan ialah metode eksperimen laboratorium terhadap sumber agregat halus jika dimanfaatkan sebagai campuran beton dengan menggunakan standar SKSNI. T-151990-03.

Penentuan agregat halus dalam penelitian ini dipilih secara acak, terdapat 4 sampel agregat yang diambil dari 4 sumber yang berbeda, yaitu:

1. Agregat halus I diperoleh dari Gunung Sindur, Kabupaten Bogor.
2. Agregat halus II diperoleh dari Gunung Jayanti, Provinsi Banten.
3. Agregat halus III diperoleh dari Teluk Naga, Provinsi Banten.
4. Agregat halus IV diperoleh dari Kepulauan Bangka.

Hasil dari pengujian adalah:

1. Karakteristik masing-masing sumber agregat halus memiliki nilai yang berbeda, hal tersebut dipengaruhi karena sumber agregat yang berbeda pula. Semakin tua batuan yang ada dikawasan tersebut akan menghasilkan agregat dengan kondisi yang berbeda.
2. Pengaruh karakteristik yang berlainan dari agregat halus tersebut akan mempengaruhi kuat tekan, kadar udara, berat dan penyusutannya. Pengaruh tersebut disebabkan karena banyaknya sifat-sifat yang langsung berpengaruh terhadap proses pengikatan beton antara agregat dan semen. Misalnya kadar lumpur, kadar organik, kadar bahan padat dan lain-lain.

1.9.4 Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kebutuhan bahan dan kuat tekan beton normal yang menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dengan yang menggunakan metode SNI 7656: 2012. Pemilihan agregat kasar adalah agregat kasar yang memiliki ukuran maksimum 20 mm dan 40 mm. Nilai kuat tekan yang diterapkan pada mutu rencana (f_c') 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.

Metode penelitian yang digunakan adalah pengujian material dan uji tekan pada spesimen silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, pada hari ke 28. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan semen dengan metode SNI 03-2834-2000 lebih tinggi dari SNI 7656:2012, kebutuhan agregat halus dengan metode SNI 03-2834-2000 kurang dari SNI 7656:2012, kebutuhan agregat kasar maksimum 20 mm dengan nilai f_c' adalah 15 MPa dan 20 MPa lebih banyak pada SNI 03-2834-2000 dibandingkan SNI 7656:2012, namun kebutuhan untuk f_c' 25 MPa pada metode SNI 03-2834-2000 kurang dari SNI 7656:2012. Kebutuhan agregat kasar dengan ukuran maksimum 40 mm dengan metode SNI 03-2834-2000 kurang dari SNI 7656:2012, dan kebutuhan air dengan metode SNI 03-2834-2000 lebih tinggi dari SNI 7656:2012. Nilai kuat tekan pada kedua metode tersebut telah memenuhi mutu rencana, namun metode SNI 03-2834-2000 menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar dari pada metode SNI 7656:2012.

1.9.5 Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini penulis memanfaatkan pasir pantai sebagai agregat halus pada beton. Pasir yang digunakan berasal dari daerah Pantai Sampur, kota

Pangkalpinang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan ketika menggunakan beberapa perlakuan terhadap pasir pantai Sampur. Perlakuan yang digunakan terhadap pasir Pantai Sampur adalah: tanpa perlakuan, disiram, dan dicuci. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 17,5 MPa. Sampel berbentuk silinder dan berjumlah 24 buah. Penelitian ini juga menggunakan beton normal dari pasir yang berbeda sebagai kontrol, yaitu pasir daerah Padang Baru Kabupaten Bangka Tengah. Campuran beton dengan pasir Padang Baru (beton normal) menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 28,68 MPa. Sedangkan kuat tekan beton rata-rata pada pasir pantai Sampur tanpa perlakuan sebesar 16,36 MPa, dengan perlakuan disiram sebesar 17,52 MPa dan dengan perlakuan dicuci sebesar 22,14 Mpa. Kuat tekan beton terbesar pasir Pantai Sampur terletak pada perlakuan dicuci yaitu sebesar 22,14 Mpa.

1.9.6 Influence of Quality of Recycled Fine Aggregate on Properties of Concrete

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pasir dari daur ulang untuk dijadikan suatu agregat penyusun beton. Metode yang dilakukan adalah eksperimental dengan acuan JIS A 1109, 1102, 1104 dan 5505. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini ada 6 macam termasuk 3 jenis agregat halus biasa dan 3 jenis agregat halus daur ulang. NS-I adalah pasir sungai dari Ibi sungai di Jepang, NS-C adalah pasir sungai lain dari Provinsi Fujian di Cina dan NS-L adalah pasir kapur yang hancur. 3 macam agregat halus daur ulang adalah RS-P dibuat di pabrik untuk agregat daur ulang, RS-HA dan RS-HB adalah brangkal 2 jenis bangunan.

Tabel 2. 2 Tabel jenis agregat halus

Grouping	Mark	Producing place and broken building	Density of oven-dry condition (g/cm ³)	Water absorption (%)	Solid content as an index of particle shape (%)	BET specific surface area (m ² /g)
Ordinary fine aggregate	NS-I	Ibi river in Japan	2.52	2.39	58.6	1.83
	NS-C	Fujian Province in China	2.55	1.65	59.7	0.82
	NS-L	Crushed limestone sand	2.64	1.24	55.3	0.74
Recycled fine aggregate	RS-P	Plant for recycled aggregate	2.13	8.97	56.8	4.08
	RS-HA	Building built in 1932	2.18	8.10	55.8	4.91
	RS-HB	Building built in 1957	1.99	11.40	59.2	4.42

(Sumber: Fumoto dan Yamada, 2002)

1.9.7 Properties of pervious concrete with various types and sizes of aggregate

Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat beton yang berpori guna mampu menyerap air dan ringan. Beton yang berpori bisa dimanfaatkan pada bangunan trotoar untuk pejalan kaki, mampu digunakan juga halaman rumah dan lain-lain. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Bahan yang digunakan untuk campurannya adalah Portland Komposit Semen dengan rasio air-semen (W/C) 0,27 hingga 0,34. Agregat yang digunakan adalah agregat dari berbagai jenis dan ukuran serta *fly ash* dan superplasticizer sebagai bahan ditambahkan. Campuran untuk percobaan menggunakan 4,25 untuk rasio penambahan agregat (A/C) dengan proporsi 6% untuk agregat halus (pasir), 15% *fly ash* dan sedikit superplastizer. Hasil tes menunjukkan sedikit perbedaan dalam kekuatan tekan dan kekuatan tarik split bersama variasi dalam W/C, termasuk penggunaan agregat yang berbeda jenis dan ukuran. Permeabilitas saat menggunakan agregat alami lebih keropos dibandingkan dengan batu yang dihancurkan. Efek dari ukuran agregat dari kecil ke besar akan menghasilkan penurunan kepadatan dan meningkatkan kekosongan dalam campuran. Hasil yang

baik tercapai pada 0,30 wcr campuran dengan ukuran agregat yang melewati saringan 12,5 mm, dan agregat yang tertahan pada 9,5 mm dan memberikan kekuatan tekan yang sesuai.

1.9.8 Potensi Penggunaan Abu dan Kapur untuk Mengurangi Jumlah Semen dalam Campuran Beton

Penelitian berikut ini memaparkan bahwa abu dan kapur dapat digunakan untuk mengurangi jumlah semen dalam campuran beton. Penelitian dilakukan dengan membuat variasi kandungan abu dan kapur dalam semen sebanyak 0%, 5%, 10%, 20% dan 25%.

Penelitian eksperimental ini dibagi atas beberapa tahap sebagai berikut:

- a. Pengujian karakteristik semen, abu dan adukan kapur.
- b. Pengujian karakteristik abu dan adukan kapur tanpa menggunakan semen.
- c. Pengujian agregat.
- d. Mix Desain dan Uji Slump VII.38
- e. Uji Kuat Tekan

Abu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sekam padi, yang banyak ditemukan di daerah Lembang dan sekitarnya. Sedangkan kapur yang digunakan adalah jenis kapur padam yang diperoleh dari toko material. Jumlah benda uji dibuat sebanyak 45 buah dengan variasi umur beton adalah 3, 14, dan 21 hari.

Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa kandungan 10% abu dan kapur dalam campuran beton masih memiliki nilai kuat tekan beton lebih besar dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton tanpa abu dan kapur.

1.9.9 Pemanfaatan Barangkal Galunggung Untuk Pembuatan Beton Non Pasir

Dalam penelitian ini, barangkal Galunggung difokuskan sebagai agregat kasar untuk bahan dalam pembuatan beton non pasir. Untuk keperluan beton dengan struktur ringan dan beton non struktur beton non pasir dengan agregat barangkal Galunggung diharapkan lebih murah karena menggunakan agregat lokal dan tidak menggunakan pasir.

Lingkup penelitian meliputi pemeriksaan dan pengujian terhadap barangkal Galunggung dan beton non pasir berbahan bahan barangkal Galunggung. Besar butir barangkal Galunggung yang digunakan dibatasi pada fraksi 5-10 mm dan 10-20 mm, komposisi campuran beton non pasir dibuat dengan variasi perbandingan volume antara semen dan agregat sebesar 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, dan 1:10, dengan faktor air semen 0,40. Dari masing-masing perbandingan volume semen-agregat dibuat benda uji 5 silinder dengan dimensi diameter 150 mm dan tinggi 300 mm Benda uji digunakan untuk mengetahui pengaruh sifat dasar barangkal Galunggung dalam menentukan sifat teknis beton non pasir.

Hasil penelitian menunjukkan sifat teknis barangkal Galunggung adalah sebagai berikut: berat jenis kering mutlak 2,277, berat jenis SSD 2,204, nilai serapan air 5,469%, berat satuan agregat 1.368 kg/m³ (5-10 mm) dan 1.396 kg/m³ (10-20 mm), kekerasan agregat 16,95% (5-10 mm) dan 15,41% (10-20 mm), ketahanan aus 32,15% (5-10 mm) dan 28,70% (10-20 mm). Sifat teknis beton non pasir dengan perbandingan volume semen terhadap agregat 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10 yang dihasilkan adalah sebagai berikut : berat jenis 1700 – 2200 kg/m³ , rongga 0,1 – 25%, kuat tekan beton non pasir 6 – 48 MPa (5-10 mm) dan 6 – 46 MPa (10-20

mm), nilai modulus elastisitas 6.000 – 21.500 MPa (5-10 mm) dan 5.000 – 21.000 MPa (10-20 mm). Pada setiap 1 m³ beton non pasir dengan perbandingan volume semen-agregat 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10 jumlah barangkal Galunggung yang diperlukan 1.340 – 1.560 kg, jumlah semen 139 – 613 kg dan jumlah air 56 – 254 liter.

