

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah struktur sederhana yang mudah didapatkan karena materialnya terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan campur lainnya (SNI 03-2874-2002). Menurut DPU-LPMB beton terdiri dari campuran semen Portland, agregat halus agregat kasar dan air sehingga membentuk masa padat dengan menggunakan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*aditif*)

2.2 Bahan-bahan penyusun beton

2.2.1 Semen

Menurut (Riyanto, 2015) semen adalah material penyusun beton berfungsi untuk mengikat agregat kasar dan halus sehingga beton dapat mengeras dan menjadi padat, semen yang umum digunakan pada pembuatan beton adalah semen Portland, berdasarkan (SNI 15-2049-2004) semen portland sendiri terdiri dari 5 jenis yang dapat di gunakan sesuai fungsi bangunannya masing masing, Diantaranya :

1. Jenis I. semen portland jenis ini tidak memerlukan persyaratan khusus, seperti pada semen portland jenis lainnya
2. Jenis II. Semen portland jenis ini dalam penggunaannya harus tahan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang. Biasanya digunakan untuk konstruksi bangunan yang berhubungan dengan air kotor, air tanah, atau pondasi
3. Jenis III. Semen portland jenis ini memerlukan kekuatan tinggi pada saat terjadi pengikatan pada tahap awal. Biasanya digunakan di daerah dingin.
4. Jenis IV. Semen portland jenis ini membutuhkan kalor hidrasi yang rendah, biasanya digunakan untuk beton yang berukuran besar dan massif, seperti pada pondasi yang berukuran besar, bendungan, dan lain lain.
5. Jenis V. Semen portland jenis ini membutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan pada bangunan yang berhubungan dengan air laut, limbah air buangan industri, bangunan yang berhubungan dengan gas atau uap kimia.

2.2.2 Agregat

Pada beton agregat mengisi sekitar 60% dari volume beton, agregat harus bergradasi sehingga beton dapat terisi rapat, agregat kasar yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi ruang diantara agregat yang besar (Riyanto, 2015), agregat dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan untuk beton adalah pasir alam dengan ukuran butir maksimal 4,76 mm (Riyanto, 2015). Menurut (SNI 03-6820-2002) bentuk dan ukuran agregat halus harus memenuhi :

- a. Agregat halus alami dihasilkan dari disintegasi batuan alam
- b. Sedangkan agregat halus olahan, harus diproses sehingga memenuhi standar yang ditetapkan
- c. Agregat yang memiliki ukuran seragam dan berbutir bulat tidak boleh digunakan

Pada agregat halus untuk meminimalisir hasil dari adukan yang buruk dipilih agregat yang minim unsur perusak dalam kandungan agregat tersebut, menurut (SNI 03-6820-2002) unsur perusak dibatasi sebagai berikut :

- a. Pada partikel yang mudah pecah maksimum 1,0%
- b. Agregat halus tidak boleh memiliki kandungan zat organik
- c. Kadar lumpur agregat halus maksimal 5%
- d. Tidak mengandung kotoran yang dapat merusak warna
- e. Partikel ringan yang terdapat pada cairan yang terapung memiliki berat jenis 2,0-0,5%

Pada saat pembuatan adukan beton menurut (SNI 2493-2011) tentang Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium yaitu agregat halus harus lolos saringan No.4 (4,75 mm).

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan beton adalah kerikil dengan ukuran partikel 5-40 mm. Kerikil terbentuk secara alami melalui pelapukan batuan atau dengan menghancurkan batu dengan mesin *stone crusher* (Riyanto, 2015). Pada SNI (SNI-2493-2011) tentang Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di

Laboratorium di Jelaskan agregat kasar yang di gunakan adalah agregat yang tertahan di saringan No.4 (4,75 mm). Berdasarkan (SNI 03-2834-2000) tentang Tata Cara Pembuat Rencana Campuran Beton Normal agregat harus memenuhi standar yang telah di tetapkan pada (BSN SNI 03-1750-1990) Pada (SNI S-04-1998-F) persyaratan agregat kasar harus memenuhi :

1. Agregat kasar yaitu krikil, batu pecah, dan granit harus keras dan tidak berpori
 2. Agregat yang pipih boleh dipakai apabila butir pipihnya tidak melebihi 20% dari berat agregat
 3. Agregat kasar tidak hancur atau rusak karena pengaruh cuaca, yang artinya agregat kasar harus kekal.
 4. Kekalan pada agregat kasar diuji menggunakan larutan garam sulfat
 5. Jika digunakan natrium sulfat, maksimal 12% bagian yang hancur
 6. Jika menggunakan magnesium sulfat, masimal 10% bagian yang hancur
 7. Agregat kasar tidak terdiri dari unsur yang relatif terhadap alkali
 8. Agregat kasar tidak mengandung kadar lumpur, maksimal 1% apabila terdapat kandungan lumpur maka agregat kasar tersebut wajib dicuci
 9. Pada agregat kasar susunan nya harus terdiri beraneka ragam besarnya
- (Aziz, 1990) Pada beton sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi mutu beton, sehingga untuk menghasilkan beton dengan mutu yang baik maka sifat-sifat agregat perlu diketahui dan di uji, diantaranya yaitu :

1. Serapan air
Serapan air didapat dari hitungan banyaknya air yang dapat diserap oleh agregat tersebut pada saat kondisi jenuh permukaan kering/saturated surface dry (SSD)
2. Kadar air
Kadar air yaitu banyaknya kandungan air yang terdapat dalam suatu agregat
3. Daya serap agregat dan berat jenis
Berat jenis beton dapat menentukan banyaknya campuran agregat yang terdapat dalam beton tersebut, sedangkan hubungan antara daya serap dengan

berat jenis adalah apabila nilai berat jenis agregat semakin tinggi menandakan semakin kecil daya serap pada campuran agregat tersebut.

4. Gradasi

Pada SK SNI T-15-1990-03 agregat halus gradasi dapat dibagi menjadi 4 zona yaitu :

- ✓ Gradasi 1 = Pasir kasar
- ✓ Gradasi 2 = Pasir agak halus
- ✓ Gradasi 3 = Pasir halus
- ✓ Gradasi 4 = Pasir agak halus

5. Modulus halus butir

Modulus halus butir adalah suatu takaran yang digunakan untuk mengukur kehalusan agregat, modulus butir kehalusan diartikan sebagai komulatif dari butiran agregat yang tertinggal pada set ayakan, setelahnya nilai tersebut dibagi seratus

6. Ketahanan kimia

Beton sangat rentan dengan bahan kimia, utamanya alkali dan sulfat

7. Kekekalan

Pada agregat kekekalan perlu diuji, salah satunya menggunakan larutan kimia, kemudian cek reaksi pada agregat tersebut.

2.2.3 Air

Air digunakan dalam pencampuran semen dan agregat untuk memicu jalannya pembuatan beton, fungsi air untuk memicu proses kimiawi pada semen saat pencampuran agregat dengan semen dengan cara membasahi agregat dan semen. Air yang digunakan adalah air yang belum terkontaminasi campuran berbahaya, atau mengandung garam, minyak, gula, atau senyawa sintetis lainnya. bila digunakan dalam kombinasi pembuatan beton dapat merusak dan mengubah sifat beton (Tri Mulyono, 2004).

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007) syarat air yang digunakan antara lain :

1. Tidak mengandung lumpur (< 2 g/liter)
2. Tidak mengandung garam/asam dan zat organik lain (< 15 gram/liter)

3. Tidak mengandung klorida ($< 0,5$ gram/liter)
4. Tidak mengandung sulfat (<1 gram/liter).

2.3 Job Mix Desain

Sebelum membuat beton dilakukan perhitungan kebutuhan material terlebih dahulu, sehingga nantinya beton tersebut mencapai mutu yang di rencanakan dan memenuhi standar (SNI 03-2834-2000). Mix design dilakukan untuk mengetahui proporsi campuran bahan penyusun beton, perancangan ini dilakukan untuk mencapai :

- a. *Workability*, yaitu kemudahan saat pengerajian
- b. Kuat tekan
- c. Keawetan

Ada beberapa cara dalam menentukan perhitungan job mix desain diantaranya dengan acuan menggunakan (SNI 03-2834-2000) tentang cara pembuatan rencana campuran beton normal atau (SNI 7394-2008) tentang pehitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan, pada penelitian kali ini penulis menghitung job mix menggunakan harga satuan pekerjaan yang terdapat pada (SNI 7394-2008) Dengan rancangan mutu beton K175/F'c 14,5 harga satuan sebagai berikut

Table 2. 1 Membuat 1m³ beton K175/F'c 14,5

No	Bahan	Satuan	Indeks
1	PC (Portland semen)	Kg	326
2	PB (Pasir Batu)	Kg	760
3	KR (maksimum 30mm)	Kg	1029
4	Air	Liter	215

Job mix dilakukan guna untuk menentukan takaran ukuran material yang akan digunakan dalam proses pembuatan beton, banyak dan kurang nya material yang digunakan akan berimbang terhadap nilai kuat tekan beton, sehingga diperlukan

perhitungan yang pas dalam pembuatan komposisi material beton tersebut. (SNI 03-2834-2000)

2.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, dikarenakan faktor air semen merupakan perbandingan antara berat air dengan semen dalam adukan beton tersebut (SNI 03-2834-2000) umumnya digunakan nilai fas rentang 0,40-0,60 hal ini dikarenakan agar proses hidrasi yang bagus dalam adukan beton tersebut. Banyak nya air yang digunakan dapat memudahkan saat pengerjaan namun dapat menurunkan nilai kuat tekan beton, sebaliknya jika sedikit air yang digunakan tidak selalu berarti nilai kuat tekan beton akan semakin tinggi, karena jika nilai faktor air semen tersebut rendah semakin menyulitkan dalam pelaksanaan pekerjaan, sehingga membuat mutu beton berkurang. Perhitunagn faktor air semen ini juga dibahas pada (SNI 03-2834-2000)

2.5 Uji *Slump* Beton

Pada setiap tahapan pembuatan beton perlu dilakukan *uji slump* beton yang berfungsi untuk mengetahui kekentalan adukan beton tersebut yang nantinya encer atau kentalnya adukan dapat berpengaruh pada saat pengerjaan beton tersebut (SNI-2493-2011), nilai uji slump juga ditentukan oleh faktor air semen yang ada dalam adukan beton tersebut, berikut ini adalah langkah-langkah dalam menguji nilai slump beton, alat yang digunakan untuk uji slump beton adalah :

1. Kerucut Abrahams
2. Papan datar untuk alas kerucut Abrahams
3. Tongkat penusuk
4. Meteran

Cara pengujian *slump* :

1. Masukkan adukan beton segar ke dalam kerucut Abrahams dengan ukuran diameter atas 10,2 mm dan diameter bawah 20,3 mm dengan tinggi 30,5 mm

2. Kemudian beton di tuang perlahan dengan 3 tahap, masing masing tahap isi dengan 1/3 beton segar, dan pada tiap tahapan padatkan beton tersebut dengan tongkat sebanyak 25 tusukan
3. Setelah kerucut Abrahams terisi ratakan permukaan, tunggu kira kira 1-2 menit kemudian angkat kerucut Abrahams secara perlahan, ukur nilai slump dengan mistar dengan cara membalikan kerucut Abrahams dan taruh tongkat tersebut di atas kerucut tersebut, ukur jarak antara tongkat dengan beton tersebut

2.6 Perawatan Beton

Perawatan benda uji dilakukan setelah benda uji selesai dimasukkan kedalam cetakan, Menurut (SNI 03-4810-1998) perawatan benda uji beton dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji dilepas dari cetakan dalam waktu 24 jam \pm 8 jam
2. Dalam waktu 30 menit beton yang sudah dilepas dari cetakan disimpan diruangan yang bersuhu lembab dengan rentang suhu $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, atau masukan kedalam bak rendam
3. 3 jam sebelum pengujian suhu ruang berada di 20°C sampai 30°C
4. Sempel tidak boleh terkena tetesan dan aliran air
5. Benda uji disimpan dalam keadaan basah

Perawatan ini dimulai pada saat proses pencetakan hingga nantinya tahap pengujian, hindari ruang penyimpanan yang mudah terjadi getaran selama 48 jam pertama (SNI-2493-2011)

2.7 Uji Kuat Tekan

Beton yang telah dirancang diharapkan dapat mendapatkan nilai kuat tekan yang memenuhi mutu rencana, Uji kuat tekan dilakukan setelah beton melalui masa perawatan, uji kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin *Compression test*. Berikut ini adalah faktor yang menyebabkan kuat tekan beton berkurang antara lain (Charlie, 1993)

1. Kualitas dan jenis semen yang di gunakan
Kualitas dan jenis semen yang dipakai dapat mempengaruhi nilai kuat tekan pada beton
2. Jenis dan permukaan agregat

Pada agregat dengan permukaan kasar memiliki kuat tekan yang lebih besar dibanding agregat permukaan halus

3. Curing

Kuat tekan beton dapat berkurang hingga 40% apabila pengeringan lebih cepat dari waktu yang di rencanakan

4. Umur beton

Kuat tekan beton akan baik jika dilakukan pengeringan sesuai dengan umurnya

5. Mutu agregat

Besarnya kuat tekan beton sangat dipengaruhi dengan kekuatan atau ketahanan aus (abrasi) agregat.

2.8 Material Tulang Ayam

Tulang adalah material yang mudah di temukan pada makhluk hidup, tulang-tulang yang tidak digunakan ini biasanya mudah di temukan pada hewan-hewan yang sering dikonsumsi oleh manusia, karena biasanya tulang hanya akan menjadi limbah setelah dagingnya dikonsumsi, secara ilmiah tulang dibentuk dari kalsium, tulang memiliki kekuatan yang tinggi dari segi kekuatan, kuat tekan tulang berkisar 170 MPa, kuat tarik berkisar 104-121 MPa, dan kuat geser berkisar 51,6 MPa (Mukhlis, dkk., 2014).

2.8.1 Kandungan tulang ayam

Menurut (Vina Amalia, 2017) komposisi tulang ayam terdiri sebagai berikut :

Table 2. 2 Kandungan Tulang Ayam

Mineral (kalsium fosfat)	85%
Kalsium Karbonat	14%
Magnesium	1%

Selain itu terdapat kandungan yang dominan CaO (kalsium oksida) pada tulang ayam yakni sebesar 56,28% yang merupakan betuan mineral dari kalsium (Risfidian Mohadi, 2013) kandungan CaO yang terdapat pada semen yang juga merupakan komponen utama dari semen, sehingga dapat dikatakan serbuk tulang ayam dapat digunakan sebagai bahan campuran beton

2.8.2 Pembakaran tulang ayam

Semen diperoleh dari pembakaran tanah liat dan batu kapur dengan suhu sekitar 1400 derajat, sehingga menghasilkan senyawa $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (C-S-H), pada tulang ayam material penyusun nya memiliki senyawa CaO yang dapat digunakan sebagai pengganti batu kapur tersebut, untuk mendapatkan hasil yang seimbang maka dilakukan proses pembakaran pada tulang ayam tersebut sehingga menghasilkan senyawa $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ dari pembakaran tulang tersebut, hasil dari percampuran keduanya dapat membentuk suatu struktur yang lebih kompak. (Agung Nusantoro, 2021)

2.8 Penelitian Terdahulu

Table 2. 3 Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	Amir. M, Bunyamin	April, 2020	Pengaruh Penggunaan Agregat Tulang Sapi Terhadap Kuat Tekan Beton	Bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan pengganti penggunaan sebagian tulang sapi sebagai agregat	Pada penelitian ini digunakan teknik eksperimen, dan jenis penelitian ini adalah kuantitatif, metode pelaksanaan digunakan tulang sapi sebagai penambah campuran beton sebagai bahan tambah agregat kasar (kerikil) sebanyak 10%, 20%, 30%, tulang sapi dibersihkan, setelahnya dihancurkan sesuai dengan rencana ukuran agregat minimum 4,76 mm dan ukuran agregat maksimum adalah 25,00 mm.	Peningkatan jumlah agregat tulang sapi sebagai substituen agregat kasar menyebabkan penurunan kuat tekan beton

2	Rully Angraeni Safitri	2020	Limbah Tulang Hewan Sebagai Bahan Pengganti Tambahannya Campuran Beton	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan limbah tulang hewan sebagai bahan pengganti untuk meningkatkan mutu pada beton - Mengurangi penggunaan limbah pada tulang hewan - Menciptakan pembangunan yang ramah lingkungan 	<p>Penulis melakukan percobaan di laboratorium atau dapat disebut Experimental yaitu salah satu metode yang digunakan untuk penelitian ini.</p> <p>Peneliti melakukan 3 kali percobaan pertama dengan bahan 30% semen merah serta 15% limbah tulang hewan, pada percobaan kedua digunakan 50% semen merah serta 15% limbah tulang hewan, pada percobaan ketiga menggunakan 20% abu sekam dan 15% limbah tulang hewan, dengan masing masing masa penyimpanan 7, 14, dan 28 hari</p>	<p>Pada saat beton berumur 28 hari dengan penggunaan campuran semen merah 30% dan tulang hewan 15% menunjukkan hasil kuat tekan beton tertinggi yang dilakukan pada penelitian tersebut dengan hasil 30,05 MPa</p>
---	------------------------------	------	---	--	--	--

3	Agung Nusanoro, Nur Fadhilah Ramadhani	Maret,2021	Pengaruh Abu Tulang Sapi Terhadap Kenaikan Kuat Tekan Beton	Bahan tambah abu tulang sapi sebagai pembanding nilai kuat tekan beton normal	Penelitian yang dilakukan di laboratorium ini menggunakan metode ekperimen, dengan penggunaan abu tulang sapi sebanyak 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dari berat semen, dengan masa simpan beton 7,14, dan 28 hari	Penelitian ini menunjukkan hasil kuat tekan beton tertinggi pada saat penggunaan abu tulang sapi sebanyak 5% yaitu sebesar 17,44%. Dan mutu beton tersebut sesuai dengan mutu yang direncanakan
4	Ardin Tri Utomo	2020	Pengaruh Penggunaan Limbah Tulang Sapi Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Beton Normal	Mengetahui pengaruh kuat tekan dan kuat tarik pada beton usia 7,14,28 hari dengan bahan campuran sebesar	Penelitian yang dilakukan di laboratorium ini menggunakan metode ekperimen, dengan penggunaan limbah tulang sapi sebagai agregat halus sebanyak 5%, 10%, dan 15% dengan	Hasil dari penelitian ini adalah penambahan limbah tulang sapi pada 15% menunjukkan hasil terbaik yaitu

				5%, 10%, dan 15% serbuk tulang sapi.	masa simpan beton 7,14, dan 28 hari	dengan hasil kuat tekan 2,81 Mpa dan kuat Tarik 0,35 Mpa
5	Panji Pramayswara Pamilih	2020	Pemanfaatan limbah bubuk tulang sapi dan limbah marmer sebagai substituen parsial pada self compacting concrete	Memfaatkan limbah tulang sapi sebagai bahan campur pembuatan beton	Penelitian yang dilakukan di laboratorium ini menggunakan metode ekperimen, dengan penggunaan limbah tulang sapi sebagai agregat halus sebanyak 5%, 8%, 7,5% dan penggunaan bahan tambah marmer 51% dan 60%, d	Hasil dari penelitian ini penggunaan 6,5% limbah tulang sapi dan 60% marmer mendapatkan nilai kuat tekan dan uji slump terbaik

2.9 Analisa gap

Dapat disimpulkan beton adalah struktur sederhana yang mudah didapatkan karena materialnya terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar,, air, dan bahan campur lainnya (BSN SNI 03-2834-2000). Pada penelitian kali ini peneliti menambahkan bahan tambah sebagai substitusi dari berat semen, alasan pemilihan tulang ayam yaitu pada tulang ayam terdapat senyawa kimiawi berupa Kandungan CaO yang terdapat pada semen yang juga merupakan komponen utama dari semen, dilakukan 2 bentuk percobaan yaitu penambahan serbuk tulang ayam sebagai substitusi dari berat semen dengan metode oven dan pembakaran, dipilih menggunakan proses pembakaran tulang tersebut karena setelah pembakaran tulang tersebut menghasilkan senyawa ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Dan hal ini juga sejalan dengan kandungan yang ada pada semen, diperoleh dari hasil proses pembakaran yaitu $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (C-S-H)