

BAB II

LANDASAN TEORI, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

PENELITIAN

2.1 Kerangka Teori

2.1.1. Definisi Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih, bahan-bahan pilihan itu adalah semen, air, dan agregat. (Wuryati dan Samekto,2001)

Menurut Astanto (2001) beton mempunyai kelebihan dari pada bahan yang lain, antara lain karena harganya relatif lebih murah daripada baja, tidak memerlukan biaya perawatan seperti baja (baja harus selalu dicat pada setiap jangka waktu tertentu untuk mencegah karat), dan tahan lama karena tidak busuk atau berkarat. Akan tetapi, beton yang tampaknya mudah dibuat bila tidak dikerjakan atau direncanakan dengan teliti akan menghasilkan bahan yang kurang baik, atau kurang kuat. Oleh karena itu, cara-cara membuat beton harus dipelajari dengan baik .

Tri Mulyono (2004:136) menyebutkan bahwa beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolis yang

lain, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan. Macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber dan lainnya. Beton dibentuk dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air dan dapat pula ditambah dengan bahan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi.

Tabel 2.1 Beberapa Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya

Jenis beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton Sederhana	Sampai 10 MPa
Beton Normal	15 – 30 MPa
Beton Prategang	30 – 40 MPa
Beton Kuat tekan Tinggi	40 – 80 MPa
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	> 80 MPa

Sumber : Tjokrodimulyo, 2004:VIII – 1

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibuat berbagai macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membantu seni arsitektur atau semata – mata untuk tujuan dekoratif.

Tri Mulyono (2004:136) menyebutkan bahwa Secara umum kelebihan dan kekurangan beton sebagai berikut :

Kelebihan :

- 1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- 2) Mampu memikul beban yang berat

- 3) Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- 4) Biaya pemeliharaan yang kecil

Kekurangan :

- 1) Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
- 2) Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- 3) Berat
- 4) Daya pantul suara yang besar

Menurut beberapa ahli maka dapat disimpulkan bahwa definisi beton adalah bahan campuran antara agregat kasar, agregat halus serta campuran semen portland atau semen hidrolis serta air tanpa bahan tambahan dalam pembuatannya. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang telah terpilih.

2.1.2 Bahan Penyusun Beton

2.1.2.1 Agregat

Menurut Astanto (2001) Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran *mortar* atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 78% volume *mortar* atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat *mortar* atau betonnya sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan *mortar* atau beton. Seperti dengan alternatif pemanfaatan pecahan beton yang terbakar sebagai agregat kasar, karena kondisi pada saat ini agregat mulai

berkurang dan harganya melambung tinggi. Hal semacam ini banyak dialami oleh beberapa daerah yang kesulitan mendapatkan material untuk bangunan, karena beberapa ada daerah sumber material yang terpaksa ditutup.

Dalam SNI 03-2847-2002, agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik. Kandungan dalam agregat dalam campuran beton biasanya cukup tinggi. Komposisi agregat dalam campuran beton sekitar 60% – 75% dari isi total beton, maka sifat-sifat agregat ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan (*durability*, daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan-pencairan) (Wang dan Salmon, 1994).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock dkk, 1991).

Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran lebih kecil berfungsi sebagai

pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar. Agregat berdasarkan ukuran butirannya dibedakan menjadi 2, yaitu:

a. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (SNI 03-2834-2000). Sedangkan menurut SNI 03-1750-1990, gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik, sebaiknya masuk dalam batas yang tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Syarat Agregat Kasar Menurut SNI 03-1750-1990

Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimal			
Lubang Ayakan (mm)	40 mm	20 mm	12,5 mm
30,1	95-100	100	-
19	35-70	95-100	100
9,52	Okt-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Sumber : SNI 03-1750-1990 "Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji"

Adapun agregat kasar harus memenuhi syarat SNI 03-1750-1990 yang dikutip Mulyono (2004).

a. Syarat Agregat Kasar :

- 1) Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1.
- 2) Kadar lumpur maksimum 1%.
- 3) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- 4) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur 18%.
- 5) Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
- 6) Tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai Na_2O lebih besar dari 0,6%.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca. Jika dilihat

dari tekstur permukaannya, secara umum susunan permukaan agregat sangat berpengaruh pada kemudahan pekerjaan. Semakin licin permukaan agregat akan semakin mudah beton dikerjakan. Akan tetapi jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena akan menghasilkan ikatan antara agregat dan pasta semen lebih kuat (Mulyono, 2004)

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002, bahwa agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 40 mm. Agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratannya sebagai berikut :

- a. Kerikil atau batu pecah harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta mempunyai sifat kekal (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan). Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.
- b. Tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali jika agregat kasar digunakan untuk membuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung setara Natrium Oksida tidak lebih dari 0,6 %, atau dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaiannya yang dapat membahayakan oleh karena reaksi alkali-agregat tersebut.

- c. Sifat kekal dari agregat kasar dapat diuji dengan larutan jenuh garamsulfat sebagai berikut :
- 1) Jika dipakai natriumsulfat (Na_2SO_4), bagian yang hancur maksimum 12% berat agregat.
 - 2) Jika dipakai magnesium sulfat (MgSO_4), bagian yang hancur maksimum 12% berat agregat.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton seperti bahan-bahan yang reaktif sekali dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan laruta NaOH. III - 5
- e. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.
- f. Kekerasan dari agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 ton dan harus memenuhisyarat-syarat sebagai berikut :
- 1) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24% berat.
 - 2) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% berat.
- g. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan standard ISO harus memenuhi syarat sebagai berikut.
- h. Besar butir agregat kasar maksimum tidak boleh lebih daripada $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antarabidang-bidang samping cetakan, $\frac{1}{3}$ dari tebal pelat

atau $\frac{3}{4}$ dari dari jarak bersih minimum antara batang-batang atau berkas tulangan..

b. Agregat Halus

Menurut L. J. Murdock (1999:41) pasir atau agregat halus adalah agregat yang dapat melewati saringan uji (butir $\leq 5\text{mm}$). Pasir merupakan hasil penghancuran oleh alam dari batuan induknya dan terdapat dekat atau sering kali jauh dari asalnya karena terbawa oleh arus air atau angin, dan mengendap di suatu tempat. Pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai atau dari galian tambang (*quarry*). Agregat yang berasal dari tanah galian, yaitu tanah dibuka lapisan penutupnya (*pre-striping*), biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam.

Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Sungai-sungai yang terjal memiliki aliran yang deras sehingga deposit dari partikel batu-batuannya akan bervariasi cukup besar pada suatu jarak tertentu. Butir halus tidak cukup banyak dan batu-batuan ini cukup bersih. Pada sungai-sungai yang landai, variasi perbedaan ukuran partikel tidak berubah dari satu tempat ke tempat yang lain. Kebanyakan partikel-partikelnya bulat dan cukup kotor serta tercampur dengan *mica* dan *small fraction*.

Sedangkan menurut SK. SNI T-15-1990-03, gradasi agregat halus (pasir) yang baik, sebaiknya masuk dalam batas yang tercantum dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Persyaratan Gradasi Agregat Halus SKSNI T-15-1990-03

Ukuran saringan (mm)	Prosentase Berat Butir yang lewat saringan			
	Daerah Gradasi I (Pasir Kasar)	Daerah Gradasi II (Pasir Agak kasar)	Daerah Gradasi III (Pasir Agak Halus)	Daerah Gradasi IV (Pasir Halus)
10.00	100	100	100	100
4.80	90-100	90-100	90-100	95-100
2.40	60-95	75-100	85-100	95-100
1.20	30-70	55-90	75-100	90-100
0.60	15-34	35-59	60-79	80-100
0.30	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SKSNI T-15-1990-03

Adapun syarat Agregat halus menurut syarat ASTM C.33 yang dikutip oleh Tri Mulyono (2004) yaitu:

c. Syarat Agregat Halus :

- 1) Modulus halus 2.3 sampai 3.1
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum.
 - Untuk beton yang mengalami abrasi seberat 3,0%
 - Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%.
- 3) Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
- 4) Kandungan arang dan lignit
 - Bila tampak permukaan beton dipandang penting (beton akan diekspos), maksimum 0,5%.
 - Beton jenis lainnya, maksimum 1,0%.
- 5) Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO₄) 3%,

tidak menghasilkan warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali :

- Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenis.
 - Ketika diuji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silika hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 90%. Uji kuat tekan sesuai dengan cara SNI.
- 6) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alalkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0,6%.
- 7) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat maksimum 15%.

2.1.2.2 Semen Portland

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen portland didefinisikan sebagai bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit.

Tri Mulyono (2004) Semen merupakan bahan campuran secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan

peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan

Semen portland yang digunakan untuk konstruksi sipil harus memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Di Indonesia, syarat mutu yang dipergunakan adalah SNI 15-2049-2004 mengenai “Semen Portland”.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen portland diklasifikasikan dalam 5 jenis, yaitu :

- 1) Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diyaratkan pada jenis-jenis lain.
- 2) Jenis II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- 3) Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- 4) Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5) Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.1.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Sehingga fungsi air pada campuran beton yaitu untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta pelicin antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan.

Tri Mulyono (2004) mengatakan, air yang dapat diminum pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling (SNI 03-2847-2002). SNI 03-2847-2002 menetapkan syarat-syarat mutu air, yaitu :

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari baan-bahan yang merusak beton, seperti mengandung oli, asam, alkali, garam, dan bahan organik.
- b. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.
- c. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa air yang dapat digunakan sebagai campuran beton adalah air hujan, air tanah, air permukaan, air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan.

2.1.3 Limbah Beton

Keterbatasan sumber daya alam dalam menyediakan material beton merupakan sebuah persoalan yang penting. Keberadaan beberapa bangunan tua yang tidak digunakan lagi terpaksa dibongkar karena bangunan tersebut tidak layak lagi dihuni. Disisi lain, bongkaran bangunan dan infrastruktur sipil yang terdiri dari material beton menimbulkan limbah beton. Limbah beton yang dibiarkan tanpa ada penanganan akan menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan. Pembuangan limbah memerlukan biaya dan tempat pembuangan.

Saat ini beton siap pakai (*ready mix*) sedang marak digunakan digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan, namun pada penerapannya sering terjadi kelebihan *supply* dan sisanya di buang ke berbagai tempat, sehingga menimbulkan permasalahan baru. Pemanfaatan material limbah beton yang sudah tidak digunakan untuk diolah dan ditambah bahan zat *additive* sehingga dapat digunakan kembali dengan nilai struktur yang lebih tinggi. Dalam penelitian pendahuluan yang telah diuji menyatakan bahwa angka dari saringan kasar masih tetap tertahan pada saringan no.4 serta uji pendahuluan lain yang masih memenuhi syarat yang telah ditentukan.



Gambar 2.1 Limbah Beton

2.1.4 Teori *Mix Design*

Dalam pembuatan *mix design* beton ini menggunakan buku N.Krishna Raju (1983) “*Design Of Concrete Mixes*”. Dalam buku tersebut memiliki berbagai referensi *mix design* beton, sebagai berikut:

- (1) *mix design* untuk beton kekuatan rendah dan normal menurut ACI
- (2) *mix design* dari campuran beton yang mengacu pada ASTM
- (3) *mix design* untuk campuran beton berdasarkan Indeks permukaan dan kelecakan dari Agregat
- (4) *mix design* dari campuran beton kekuatan tinggi
- (5) *mix design* dari campuran beton dengan semen tinggi alumina
- (6) *mix design* beton untuk kuat lendutnya
- (7) *mix design* dari campuran beton dengan Agregat kualitas rendah
- (8) *mix design* dari campuran beton yang kurang bagus
- (9) *mix design* sesuai kepadatan beton
- (10) *mix design* beton dari semen *Fly ash*

- (11) *mix design* beton berkekuatan sangat tinggi
- (12) *mix design* dengan cara komputer

Dalam penelitian ini, perhitungan *mix design* beton nya menggunakan *mix design* untuk beton kekuatan rendah dan normal menurut ACI.

2.1.4.1 Pembuatan Adukan Beton

Proses pembuatan beton sebagai bahan konstruksi umumnya melewati tahapan kerja yang teratur dan terkontrol. Pemilihan bahan baku merupakan langkah awal yang perlu diperhatikan, karena akan mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Perhitungan dan penakaran bahan baku harus dilakukan seakurat mungkin, sesuai dengan perhitungan rancangan kekuatan yang diinginkan. Langkah selanjutnya adalah proses pencampuran bahan baku dengan langkah pertama masukkan agregat kasar ke mixer dan basahi dengan air biarkan mesin berputar 1½ menit. Langkah kedua masukkan secara berurutan agregat halus, semen dan sisa air ke mixer biarkan mesin berputar 1½ menit.

2.1.5 Pengujian Pada Beton

2.1.5.1 Slump

Slump merupakan besarnya nilai keutuhan beton secara vertikal yang diakibatkan karena beton memiliki batas *yield stress* yang cukup untuk menahan berat sendiri karena ikatan antar partikelnya masih lemah sehingga tidak mampu untuk mempertahankan ikatan semulanya. Nilai dapat menggambarkan tingkat kelecakan dari beton tersebut. Beton segar seiring dengan penambahan waktu akan mengalami kehilangan slump dan akan berakhir pada nilai slump nol secara otomatis juga kehilangan

kelecekannya (*loss workability*). Nilai slump ini dapat hilang karena penambahan waktu pada selang waktu tertentu. Hilangnya slump disebabkan karena terjadinya proses pengikatan pada beton yang semakin kuat.

2.1.5.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu yang dihasilkan. Kuat tekan harus memenuhi $0,85 f'_c$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f'_c + 0,82 s$ untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan. Menurut SNI-2847-2002 kekuatan material beton dinyatakan oleh kuat tekan benda uji berbentuk silinder dengan simbol f'_c dengan satuan MPa. Perubahan ini disebabkan pada saat ini (SNI 2847) peraturan beton mengacu kepada peraturan ACI 318. Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain :

- 1) Pengaruh dari mutu semen Portland
- 2) Pengaruh dari perbandingan adukan semen
- 3) Pengaruh dari susunan pasir
- 4) Pengaruh dari air untuk membuat adukan
- 5) Pengaruh umur beton
- 6) Pengaruh waktu pencampuran
- 7) Pengaruh suhu.

Untuk menghitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan, yaitu :

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : Kuat tekan beton dengan benda uji silinder (MPa atau N/mm²)

P = gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N).

A = luas penampang melintang benda uji , dinyatakan dalam mm².

Standar Deviasi dihitung berdasarkan rumus :

$$S = \frac{\sqrt{\sum(\sigma'_b - \sigma'_{bm})^2}}{N - 1} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan : S : Standar deviasi

σ'_b : kekuatan masing-masing benda uji (kg/cm²)

σ'_{bm} : kekuatan beton rata-rata (kg/cm²)

N : jumlah total benda uji hasil pemeriksaan

2.2 Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dijadikan referensi pada penelitian ini diantaranya :

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Mulyati (2014) dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal”**. MHB pada limbah (agregat Kasar) sebesar 7,01 dengan lolos saringan 40 mm, pada penggunaan limbah tidak mengandung bahan tambah zat *additiv*. Hasil penelitian ini yaitu kuat tekan karakteristik untuk kelompok benda uji dengan menggunakan agregat kasar dengan variasi 50 %, 60 %, 70%, 80% dengan mutu rencana 25 MPa. Didapat kuat tekan rata-rata tertinggi

pada umur 28 hari dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar pada proporsi 60% dengan nilai kuat tekan 24,82 MPa.

- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Eni Febriani (2013) dengan judul **“Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Beton Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar Sebagai Campuran Beton K250 Kg/cm²”**. Data uji bahan penelitian dengan pecahan beton berada pada ukuran 40 mm, kadar air sebesar 0,741%; berat jenis limbah beton sebesar 2,622 gr/cm ; penyerapan air sebesar 3,145%. Hasil penelitian ini yaitu kuat tekan untuk kelompok benda uji dengan menggunakan kubus beton berukuran 15x15x15 cm yang di konversikan kedalam silinder sehingga agregat kasar untuk campuran beton rata-rata sebesar 250,68 Kg/cm² untuk proporsi 95% pada umur 28 hari. Hal tersebut sudah mencapai kekuatan tekan perencanaan yaitu sebesar K250 Kg/cm².

2.3 Kerangka Berpikir

Bahan penyusun beton meliputi agregat kasar, agregat halus, semen portland (*PC*) dan air. Seluruh bahan penyusun beton mempunyai sifat dan fungsinya masing-masing. Penelitian kali ini mencoba meneliti agregat kasar (kerikil) yang akan diganti sebagian. Dalam komposisi campuran agregat kasar dalam pembuatan beton ini sekitar 65%, 75% dan 85% dari isi total beton. Dalam komposisi dan sifat-sifatnya potongan hasil dari limbah tersebut memiliki kekuatan yang bervariasi untuk dijadikan sebagai agregat kasar.

Berdasarkan uji pendahuluan yang saya lakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Negeri Jakarta membuktikan bahwa kadar

air limbah beton sebesar 1,03%, berat jenis dan penyerapan limbah beton sebesar 10,4%, gradasi menggunakan mesin bola baja dengan keausan dari limbah beton tersebut sebesar 7,04%.

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir di atas, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

Diduga beton yang menggunakan limbah beton sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dengan presentase limbah 65%, 75%, dan 85% masih memenuhi ketentuan SNI 03-1974-1990 tentang metode pengujian kuat tekan beton.

