

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/split), semen hidrolik, dan air baik menggunakan atau tanpa adanya bahan tambahan/*admixture* (Mulyono, 2004). Beton terbagi menjadi beberapa jenis yakni:

a. Beton Ringan

Digunakan pada elemen non-struktural. Dilakukan dengan cara membuat gelembung udara pada adukan semen menggunakan agregat ringan (batu apung/tanah liat bakar) atau pembuatan beton non pasir.

b. Beton Normal

Dipakai/digunakan hampir pada seluruh bagian struktur bangunan.

c. Beton Berat

Dipakai pada seluruh struktur bangunan tertentu, seperti struktur yang harus tahan terhadap radiasi atom.

2.1.1 Klasifikasi Beton

Klasifikasi beton terdiri dari beberapa bagian dengan berdasarkan berat jenis, kelas, mutu, tingkat kekerasan, teknik pembuatan dan berdasarkan tegangan.

a. Klasifikasi beton berdasarkan BJ Beton (Wika Beton, 2005)

- Beton ringan : berat satuan $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$
- Beton normal : berat satuan $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$
- Beton berat : berat satuan $> 2.500 \text{ kg/m}^3$

b. Klasifikasi Berdasarkan Mutu Beton

Tabel 2. 1 Klasifikasi berdasarkan mutu beton

Jenis Beton	f_c' (Mpa)	σ_{bk}	Uraian
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.

Jenis Beton	f_c' (Mpa)	σ_{bk}	Uraian
Mutu Sedang	20 - < 35	K250 - <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diagfragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 - <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulanagan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adykan, pasangan batu
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

(Sumber: Publishing Prasarana Transportasi Divisi 7 -2005)

2.1.2 Material Penyusun Beton

Pada pembuatan beton terdapat beberapa bahan penyusun beton diantaranya adalah semen, agregat kasar (batu pecah), agregat halus (Pasir), air dan zat aditif. Berikut adalah bahan penyusunnya:

1. Semen Portland

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersamaan dengan bahan tambahan yang berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (Wika Beton, 2005). Semen *Portland* dapat dibedakan menjadi 5 jenis tipe, yaitu:

- a. Tipe I, yaitu semen yang penggunaannya untuk umum, tidak membutuhkan syarat-syarat yang khusus, biasanya digunakan pada perkerasan jalan, gedung, jembatan biasa dan konstruksi tanpa sulfat.
- b. Tipe II, yaitu semen yang penggunaannya membutuhkan ketahan dari sulfat atau kalor hidrasi sedang, biasanya digunakan pada bangunan tepi laut, irigasi dan beton massa.

- c. Tipe III, yaitu semen yang penggunaannya membutuhkan kekuatan tinggi terhadap tahap awal setelah terjadinya pengikatan, biasanya digunakan pada jembatan dan pondasi dengan beban berat
- d. Tipe IV, yaitu semen yang penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah, biasanya digunakan pada pengecoran yang menuntut panas hidrasi rendah dan diperlukan *setting time* yang lama.
- e. Tipe V, yaitu semen yang penggunaannya membutuhkan ketahanan yang sangat tinggi terhadap senyawa sulfat, biasanya digunakan pada bangunan dalam lingkungan yang asam, tangki bahan kimia dan pipa

2. Air

Air yang digunakan untuk pembuatan beton adalah air yang bersih serta tidak tercampur dari bahan yang mengandung asam, alkali, oli, garam, bahan organik maupun bahan lain-lain yang dapat merusak dan merugikan beton. Fungsi air dalam beton sendiri yaitu :

- a. Bahan untuk menghidrasikan semen agar semen dapat dijadikan sebagai bahan pengikat
- b. Sebagai bahan pelumas yang artinya untuk mempermudah pada saat proses dari pencampuran agregat dan semen dan dapat mempermudah pekerjaan dari pelaksanaan pengecoran beton (*workability*).

3. Agregat

Menurut SNI 2847-2013 Agregat adalah bahan berbutir yang mengandung pasir, kerikil, batu pecah serta *slag tanur (blast-fumance slag)* berperan sebagai media untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidraulis. Agregat dipakai kurang lebih 70% dari volume beton atau mortar. Karena itulah sifat agregat sangat mempengaruhi sifat yang dihasilkan oleh beton. Pada saat pembuatan beton agregat harus memenuhi salah satu ketentuan dari ASTM C33 (spesifikasi agregat untuk beton). Agregat dengan SNI 03-1750-1990 tentang Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji. Syarat agregat yang dipakai adalah :

- a. Kerikil tidak boleh berpori dan harus bertekstur butiran keras
- b. Agregat harus bersih

- c. Tidak diperbolehkan agregat yang mengandung lumpur lebih dari 1%
- d. Kerikil harus berbentuk tajam

- Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran yang lolos pada saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton terdiri dari pasir alami, hasil dari pecahan batu yang alami dan abu batu. Agregat halus tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 5% untuk berat kering dan tidak diperbolehkan juga mengandung zat organik yang bisa menyebabkan rusaknya beton. Agregat halus sangat berperan penting dalam menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan beton (*strength*), keawetan beton (*durability*). Syarat mutu dari agregat halus yang digunakan untuk adukan beton menurut SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut :

1. Pasir harus yang berbutir tajam serta keras
2. Mempunyai sifat yang kekal pada butirannya
3. Bersifat Kekal
4. Pasir tidak diperbolehkan memiliki kandungan lumpur lebih dari 5% dari berat keringnya
5. Pasir tidak diperbolehkan memiliki kandungan bahan organik yang berlebihan
6. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, supaya rongga dalam beton menjadi sedikit. Tingkat modulus kehalusan berkisar antara 1,5 – 3,8.
7. Agregat tidak boleh memiliki kandungan garam

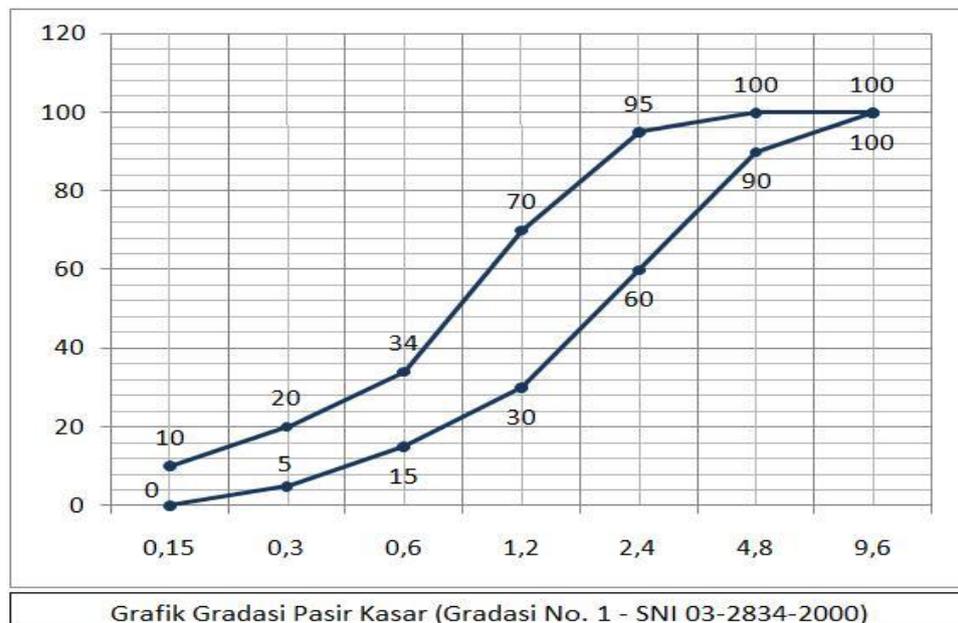
Berdasarkan SNI 03-2834-2000 mengenai pelaksanaan untuk pembuatan campuran beton normal, ada 4 bagian kelompok untuk kekerasan pada pasir yang berdasarkan sesuai gradasinya yaitu pasir kasar, pasir sedang, pasir agak halus dan pasir halus.

Tabel 2. 2 Gradasi agregat halus menurut SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan (mm)	SNI 03-2834-2000			
	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
9,6	100-100	100-100	100-100	100-100
4,8	90 - 100	90 - 100	92- 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

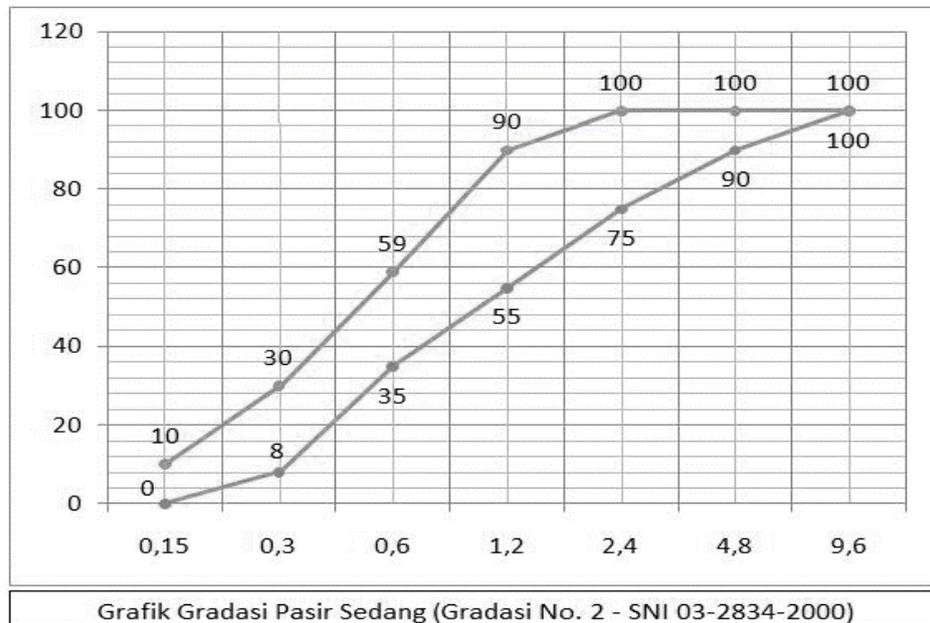
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Gambar 2. 1 Gradasi pasir zona I



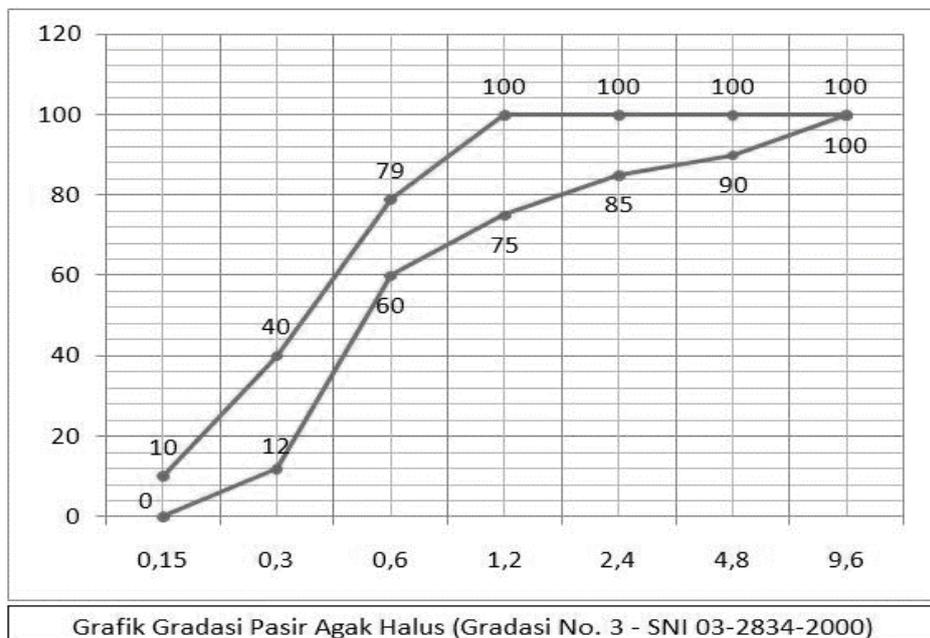
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Gambar 2. 2 Gradasi pasir zona II



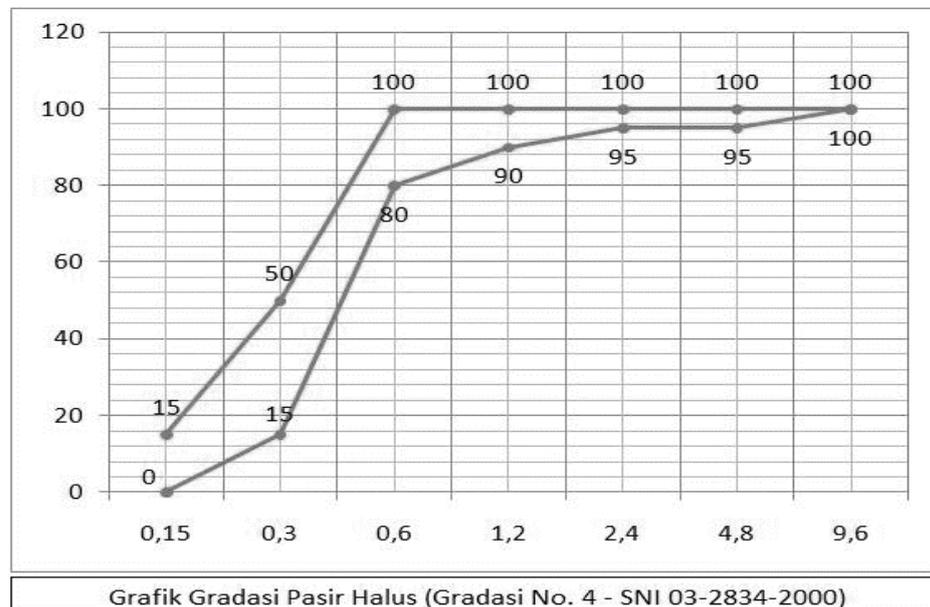
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Gambar 2. 3 Gradasi pasir zona III



(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Gambar 2. 4 Gradasi pasir zona IV



(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang ketentuan butiran minimal 5 mm dan maksimum 40 mm. Menurut SNI 1969:2008 agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang didapatkan dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir berkisar 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1 ½ inchi). Agregat kasar menjadi salah satu komponen yang sangat berperan dalam campuran beton. Menurut SII 0052-80 syarat mutu agregat kasar adalah sebagai berikut :

1. Susunan besar butir mempunyai tingkat modulus kehalusan antara 6,0 – 7,10
2. Kadar Lumpur atau bagian butir lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) atau maksimum 1%
3. Kadar bagian yang lemah diuji dengan goresan batang tembaga, maksimum 5%
4. Sifat kekal akan diuji dengan larutan jenuh Garam-Sulfat jika :
 - Digunakan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
 - Digunakan Magnesium Sulfat, Bagian yang hancur maksimum 18%

5. Tidak mempunyai sifat reaktif alkali, apabila dalam beton dengan agregat dengan menggunakan semen yang mengandung kadar alkali yang berperan sebagai Na_2O lebih besar dari 0,6%.
6. Pada butiran panjang dan pipoh tidak boleh mengandung berat lebih dari 20%.
7. Bejana Rudeloff dan bejana Los Angeles menyatakan kekerasan butir ditentukan sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Persyaratan kekerasan agregat untuk beton

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dg bejana Rudeloff, bg. Hancur menembus ayakan 2 mm, mak , %		Kekerasan dg bejana geser Los Angeles, bag hancur menembus ayakan 1,7 mm, mak, %
	Fraksi Butir 19-30 mm	Fraksi Butir 9,5-19 mm	
Beton kelas I	22 - 30	24 - 32	40 - 50
Beton kelas II	14 - 22	16 - 24	27 - 40
Beton kelas III/beton pratekan	kurang dari 14	kurang dari 16	kurang dari 27

(Sumber: SK SNI S-04-1989-F)

2.2 Bahan pengganti Agregat Kasar dan Agregat Halus menggunakan limbah batu bata (Batu bata klinker/batu bata gosong)

Menurut Yurnalis (2016), batu bata terdiri dari bahan dasar tanah liat (lempung) yang dilakukan dengan proses pembakaran dan biasanya digunakan untuk salah satu bahan bangunan konstruksi, terutama pada konstruksi dinding. Proses pembuatan batu bata dapat dilakukan secara tradisional(manual) maupun secara mekanis (produksi pabrik).

Menurut Ensiklopedi Nasional Indonesia (1988), terdapat dua definisi batu bata, diantaranya:

1. Bahan bangunan dari tanah liat dan mineral – mineral lain yang dibentuk dalam ukuran tertentu. Setelah melewati proses pengeringan, batu bata dibakar dalam tungku pembakaran agar batu bata kuat, dan tahan lama.

2. Bahan bangunan yang keras, tahan terhadap pelapukan, tahan api dan cukup murah, sehingga berperan penting pada pembuatan dinding, lantai, trotoar dan lain sebagainya.

Batu bata merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada suatu konstruksi, umumnya digunakan pada pekerjaan drainase, pemasangan dinding, dan elemen bangunan struktur lainnya. Batu bata klinker/gosong cenderung memiliki bobot lebih ringan dari batu bata normal (Alkhaly, 2015).

Pada saat proses pembakaran batu bata, terdapat batu bata yang mengalami kegagalan, sehingga batu bata tersebut gosong dan menjadi limbah. Limbah batu bata klinker/batu bata gosong terjadi karena mengalami kelebihan suhu pada saat proses pembakaran batu bata merah, limbah batu bata klinker ini bersifat keras, berwarna merah kehitam-hitaman, memiliki bentuk fisik yang gosong tidak beraturan, sehingga limbah tersebut tidak layak digunakan untuk suatu pekerjaan konstruksi. Tidak hanya itu, limbah batu bata klinker juga tidak dapat terurai secara alami oleh lingkungan (Alkhaly, 2015).

2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh komposisi dari perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis campuran lainnya. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama pada penentuan kuat tekan beton (Saputro, 2010).

Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dilakukan dengan cara pengujian standar yang menggunakan mesin uji (*compression testing machine*) dengan memberikan beban tekan yang bertingkat memakai kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji seperti silinder ukuran 15cm x 30 cm dan untuk kubus ukurannya 15x15x15 cm. Nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam satuan MPa atau kg/cm².

Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

σ = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

2.4 *Workability*

Workability adalah tingkat kemudahan untuk melaksanakan atau mengerjakan bagaimana beton mudah dibawa dan diletakkan dimanapun, beton juga mudah dipadatkan dan mudah untuk melakukan proses finishing (Tjokrodinuljo, 2007).

Nilai identik pada slump dengan tingkat keplastisan beton dapat mengetahui kemudahan dalam pengerjaan beton. Jika beton semakin plastis, maka akan semakin mudah dalam proses pekerjaan pembuatan beton, unsur yang mempengaruhi ini antara lain sebagai berikut :

1. Banyaknya air yang digunakan,
2. Penambahan pada semen, pada penambahan semen air harus ditambah juga agar faktor air semen tetap dan memudahkan pekerjaan pada beton
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil
4. Menggunakan butir maksimum kerikil yang digunakan serta menggunakan butir batuan yang bulat

2.5 **Faktor Air Semen (FAS)**

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam beton. FAS adalah indikator yang paling penting dalam proses pekerjaan pada campuran beton karena FAS menjadi perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. FAS yang tinggi dapat menghasilkan kuat tekan beton yang semakin rendah dan semakin rendah FAS maka kuat tekan beton akan meningkat. Akan tetapi, nilai

FAS yang semakin rendah tidak selalu dalam kuat tekan beton yang semakin tinggi. Nilai umum minimal untuk faktor air semen adalah 0,4 sedangkan nilai maksimum adalah 0,65 (Tjokrodimulyo, 2007).

2.6 Slump

Menurut SNI 03-1972-1990 *Slump* adalah besaran dari kekentalan (*viscosity*) atau plastis serta kohesif dari beton segar. Pada umumnya *workability* pada beton segar diasosiasikan dengan :

- a. *Homogeneity* : kerataan campuran adukan beton segar
- b. *Cohesiveness* : Kelekatan adukan pasta semen
- c. *Flowability* : Kemampuan alir beton segar
- d. *Mobility* : Kemampuan beton segar untuk mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindahkan dengan alat angkut
- e. *Plasticity* : Mengindikasikan beton segar apakah masih dalam kondisi yang plastis

Tabel 2. 4 Penetapan nilai *slump* pada adukan beton

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dengan bejana Rudelof, bg. Hancur menembus ayakan 2 mm, mak, %		Kekerasan dengan bejana geser Los Angeles, bag hancur menembus ayakan 1,7 mm, mak, %
	Fraksi Butir 19 – 30 mm	Fraksi Butir 9,5 – 19 mm	
Beton kelas I	22 – 30	24 - 32	40 – 50
Beton kelas II	14 – 22	16 – 24	27 – 40
Beton kelas III/beton pratekan	Kurang dari 14	Kurang dari 16	Kurang dari 27

(Sumber: Tjokrodimulyo, 2007)

Pengukuran *slump* dilakukan untuk mengacu pada aturan yang telah ditetapkan dalam 2 peraturan standar yaitu:

a. PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia)

Pada pengukuran slump yang berdasarkan pada peraturan, dilakukan dengan alat sebagai berikut:

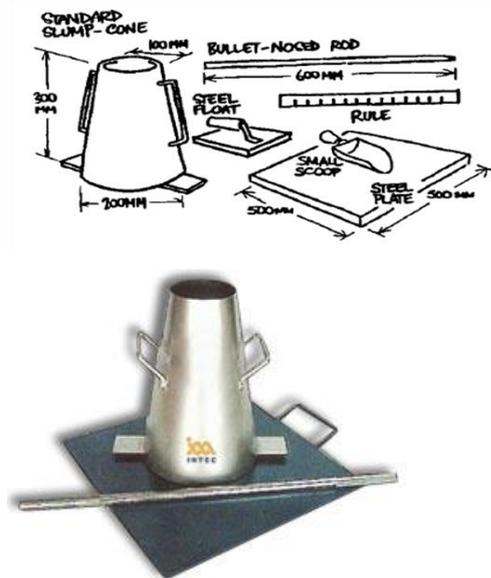
1. Kerucut Abrams:

- Kerucut pancung, bagian atas dan bawah yang terbuka
- Diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm
- Tinggi 300 mm

2. Batang besi penusuk:

- Diameter 16 mm
- Panjang 600 mm
- Bagian ujungnya dibulatkan

3. Alas : rata dan tidak menyerap air



Gambar 2. 5 Alat pengujian *slump* beton
(Sumber: <https://lauwtjunnji.weebly.com/pengukuran-slump.html>)

b. SNI 1972:2008 (Cara Uji Slump Beton)

Pengukuran slump berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut:

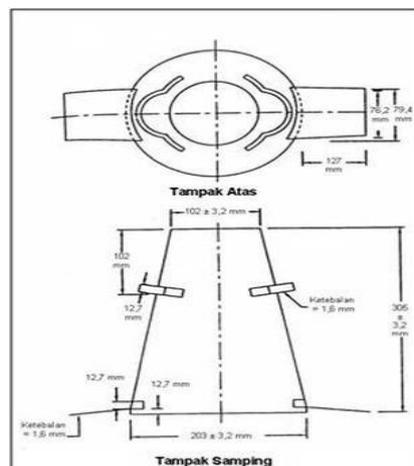
1. Kerucut Abrams:

- Kerucut pancung, bagian atas dan bawah yang terbuka
- Diameter atas 102 mm dan diameter bawah 203 mm
- Tinggi 305 mm
- Tebal plat min 1,5 mm

2. Batang besi penusuk:

- Diameter 16 mm
- Panjang 60 cm
- Mempunyai salah satu atau kedua dari ujungnya berbentuk bulat setengah lingkaran dengan diameter 16 mm.

3. Alas : datar, dalam kondisi yang lembab, tidak menyerap air dan kaku



Gambar 2. 6 Alat pengujian *slump* beton

(Sumber: <https://lauwtjunnji.weebly.com/pengukuran-slump.html>)

2.7 Perawatan (*Curing*)

Perawatan atau *curing* beton dilakukan ketika beton sudah mulai mengalami perkerasan. Melakukan *curing* bertujuan untuk memelihara beton supaya beton tidak cepat kehilangan air serta sebagai tindakan untuk menjaga suhu dari beton tersebut agar beton mendapatkan mutu yang diinginkan. Perawatan beton mulai

dilakukan pada saat beton memasuki tahap *final setting* yang artinya beton sudah mengeras. Tujuan dari melakukan perawatan beton adalah agar menjaga beton untuk tidak kehilangan banyak air semen pada saat *setting time concrete*, menjaga beton dari keretakan, menjaga suhu beton karena perbedaan lingkungan yang besar serta mendapatkan kekuatan beton yang tinggi. Perawatan beton dilakukan minimal selama 7 hari (Antoni, 2007).

A. Perawatan dengan Pembasahan

Pada pekerjaan pembasahan bisa dilakukan di laboratorium maupun di lapangan. Ada beberapa cara untuk melakukan pekerjaan pembasahan yaitu dengan cara :

- a. Meletakkan beton segar didalam ruangan yang lembab
- b. Meletakkan beton segar didalam genangan air
- c. Meletakkan beton segar didalam air
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan air
- e. Menutup permukaan beton dengan karung basah.
- f. Membasahi permukaan beton secara *continue*.
- g. Pada permukaan beton dilapisi dengan material khusus (*Curing Compound*).

Untuk pekerjaan pada bagian a,b dan c dilakukan untuk contoh benda uji beton lalu pada pekerjaan bagian selanjutnya yaitu d, e dan f dilakukan pada saat dilapangan yang memiliki permukaan datar, dan yang terakhir yaitu pekerjaan pada bagian f dan g yang mana pekerjaan ini dilakukan pada saat dilapangan dengan kondisi lapangan memiliki permukaan yang vertikal.

2.8 Penelitian Terdahulu

No.	Tahun	Penulis	Judul	Lokasi	Hasil			Kesimpulan	
					Variasi (%)	Bobot Berat (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)		
1	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Yulius Rief Alkhaly • Fakhrur Rozi, • M. Kabir Ihsan 	Pengaruh Substitusi Agregat Kasar dengan Pecahan Batu Bata Klinker Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia	Variasi (%)	Bobot Berat (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat tekan beton beragregat bata klinker masuk dalam katagori kuat tekan yang disyaratkan, dan bobotnya lebih ringan dibanding beton normal. Dengan demikian bata klinker berpotensi sebagai agregat kasar pada pembuatan beton normal untuk aplikasi struktural.	
					0	2329,09	22,54		
					25	2262,34	22,30		
					50	2210,00	21,86		
					100	2122,50	21,74		
2	2016	<ul style="list-style-type: none"> • Fido Yurnalis • Imam Faudli, • Andika Pratama Putra 	Beton Ringan dengan Limbah Bata Merah sebagai Alternatif Pengganti Agregat	Universitas Syiah Kuala, Aceh, Indonesia	Variasi (%)	Bobot Berat (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)	Berat isi beton belum memenuhi persyaratan sebagai beton ringan, namun jauh lebih rendah dari berat isi beton normal. Nilai kuat tekan yang dihasilkan masuk dalam kategori beton mutu tinggi, dengan kata lain limbah bata merah ini sangat bagus dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti agregat.	
					100	2067	51,2		
3	2017	<ul style="list-style-type: none"> • Md. Rabiul Awall • Md. Oli-Ur-Rahaman • Md. Samdani Azad • Shaikh Fadzle Rabbi. 	Compressive Strength Behavior of Concrete by Partial Replacement of Regular Brick with Over-Burnt Aggregate	Rajshahi University of Engineering & Technology, Rajshahi, Bangladesh	Variasi (%)	Faktor Air Semen			Penggunaan batu bata gosong sebagai substitusi agregat kasar dapat meningkatkan kuat tekan beton. Nilai optimal yang diperoleh pada FAS 0,5 variasi 100%. Selain meningkatkan kekuatan, campuran beton dengan agregat batu bata gosong juga memiliki bobot yang ringan, 1895 kg/m ³
						0,5	0,55	0,6	
						Kuat Tekan			
					0	18,73	18,09	16,06	
					25	19,99	18,51	16,80	
					50	18,87	16,56	15,84	
					75	24,11	20,06	20,39	
					100	24,88	23,37	20,63	
4	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Bidve Ganesh Shivkanth • GN Shete 	Experimental Study On Effect of Partial Replacement of Course	M. S. Bidve Engineering	Variasi (%)	Kuat Tekan (N/mm ³)		Terjadi peningkatan kuat tekan beton sebesar 3% pada variasi 20% agregat kasar dengan batu bata gosong. Limbah batu bata gosong	
						7 Hari	28 Hari		
					0	19,03	31,06		

No.	Tahun	Penulis	Judul	Lokasi	Hasil			Kesimpulan	
			Aggregate by Over Burn Brick Bats	College, Latur, India	20	21,5	33,3	dapat menggantikan agregat kasar sebanyak 20% dan beton batu bata gosong dapat menggantikan beton konvensional.	
					40	20,39	30,65		
					60	15,06	22,25		
5	2020	• Buddhi Raj Joshi	Analisis of Over-burned Brick in Concrete as a Course Aggregate	Pokhara University, Kaski, Nepal	Variasi (%)	Kuat Tekan (Mpa)		Menggunakan benda uji kubus di umur 28 Hari. penggunaan limbah abu bata gosong menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan beton yang signifikan dibandingkan dengan beton konvensional sehingga batu bata gosong dapat digunakan untuk produksi beton.	
						FAS (0.45)	FAS (0.5)		
					0	21,09	20,02		
					25	22,06	20,09		
					50	23	21,02		
					75	23,09	21,04		
					100	24,09	22,04		
6	2020	• Chairini • Wesli • Yovi Chandra	Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Batu Bata Klinker Sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Tanpa Pasir	Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia	Variasi (%)	Kuat Tekan (Mpa)		Kuat tekan yang dapat dicapai 10,27 – 19,22 Mpa, maka beton tanpa pasir menggunakan agregat batu bata klinker bisa dimanfaatkan untuk beton non-struktural seperti trotoar pejalan kaki dan area parkir.	
						7	14		28
					0	17,94	16,78		15,01
					25	19,22	14,85		16,59
					50	13,99	11,71		10,27
					100	14,99	15,91	11,81	

