

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Rachmadi Agus Yusrizal (2018), melakukan penelitian tentang: *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Botol Kaca dan Cangkang Kerang sebagai Bahan Substitusi Campuran Perkerasan Kaku Ditinjau dari Nilai Kuat Tekan Beton*. Kadar limbah botol kaca yang digunakan 10%, sedangkan kadar variasi cangkang kerang yang digunakan yaitu 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; dan 12,5% dengan pengujian pada beton berumur 28 hari. Setelah dilakukan penelitian diperoleh nilai kuat tekan optimum pada kadar cangkang kerang 2,5% yaitu sebesar 21,892 MPa, mengalami kenaikan sebesar 4,98% dari beton normal yaitu dengan kuat tekan sebesar 20,854 MPa.

Safrin Zuraidah, La Ode Adi S, Budi Hastono, Soemantoro (2017), melakukan penelitian tentang: *Limbah Cangkang Kerang sebagai Substitusi Agregat Kasar pada Campuran Beton*. Kadar variasi cangkang kerang yang digunakan yaitu 0%; 1,25%; 2,5%; 3,75%; dan 5% dengan pengujian pada beton berumur 28 hari. Setelah dilakukan penelitian diperoleh kuat tekan beton secara berurutan sebesar 23,591 MPa; 19,062 MPa; 18,024 MPa; 17,363 MPa; dan 16,608 MPa. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan penambahan cangkang kerang mengakibatkan penurunan kuat tekan beton.

Daffa Ari Prasetya (2018), melakukan penelitian tentang: *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Superplasticizer terhadap karakteristik Beton Normal*. Kadar variasi abu sekam padi yang digunakan 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% serta penambahan *superplasticizer* 0,6% dari berat semen. Setelah dilakukan penelitian diperoleh kuat tekan beton secara berurutan sebesar 25,08 MPa; 29,86 MPa; 30,70 MPa; 34,32 MPa; dan 33,66 MPa. Nilai kuat tekan optimum diperoleh pada saat kadar abu sekam padi 15% dan *superplasticizer* 0,6%.

Muhammad Dzikri dan M. Firmansyah (2012), melakukan penelitian tentang: *Pengaruh Penambahan Superplasticizer pada Beton dengan Limbah*

Tembaga (Cooper Slag) terhadap Kuat Tekan Beton sesuai Umurnya. Penelitian dilakukan dengan kadar tembaga (*cooper slag*) 40% dan variasi kadar *superplasticizer* 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% dari berat semen. Setelah dilakukan penelitian diperoleh kuat tekan beton pada umur 28 hari secara berurutan sebesar 21,90 MPa; 25,17 MPa; 25,50 MPa; 26,17 MPa; dan 17,81 MPa. Nilai kuat tekan optimum diperoleh pada saat kadar tembaga (*cooper slag*) 40% dan *superplasticizer* 1,5%.

Rosyid Kholilur Rohman, Setyo Daru Cahyono (2013), melakukan penelitian tentang: *Penggunaan Abu Ampas Tebu untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton dari Agregat Beton Bekas.* Penelitian dilakukan dengan variasi kadar abu ampas tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari adalah sebesar 237,33 kg/cm²; 252,44 kg/cm²; 265,78 kg/cm²; 256,22 kg/cm²; 246,22 kg/cm²; dan 232,06 kg/cm². Kuat tekan maksimal diperoleh dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 10%, setelah penambahan abu ampas tebu lebih dari 10% kuat tekan beton menurun.

Gerry Phillip Rompas, J. D. Pangouw, R. Pandaleke, J. B. Mangere (2013), melakukan penelitian tentang: *Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Parsial Semen dalam Campuran Beton.* Penelitian dilakukan dengan variasi kadar abu ampas tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan pengujian pada beton berumur 28 hari. Setelah dilakukan penelitian diperoleh hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari untuk beton normal sebesar 34,208 MPa, dan hasil kuat tekan optimum diperoleh pada kadar abu ampas tebu sebesar 5% yaitu sebesar 43,736 MPa.

Maka dengan landasan penelitian di atas, penulis ingin meneliti tentang pengaruh substitusi limbah abu ampas tebu, cangkang kerang darah, dan *additive admixture* yaitu *superplastisizer* terhadap kekuatan beton. Dengan variasi abu ampas tebu sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen, cangkang kerang darah 1% dari berat kerikil, dan *admixture superplasticizer* sebesar 0,6% dari kebutuhan semen yang dipakai. Adapun yang ditinjau tentang perbandingan kuat tekan, absorpsi, dan nilai *slump test*.

2.2 Teori Beton

2.2.1 Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk massa yang padat (SNI 03-2834-2000). Campuran bahan air dan semen akan membentuk pasta dan berfungsi sebagai pengikat. Agregat kasar berfungsi sebagai bahan pengisi, sedangkan agregat halus berfungsi sebagai pengisi rongga antara agregat kasar. Karakteristik bahan penyusun beton antara lain tahan terhadap cuaca, kuat, dan murah. Karena kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung pada sifat bahan penyusunnya, nilai perbandingan bahan, cara pengadukan atau cara pengerjaan penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan beton.

Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai kelebihan dan kekurangan.

1. Kelebihan Beton

Kelebihan beton antara lain sebagai berikut :

- a. Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen Portland.
- b. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap perkaratan / pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- c. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung keinginan.
- d. Beton tahan terhadap aus dan kebakaran (suhu tinggi), sehingga biaya perawatan beton termasuk rendah.

2. Kekurangan Beton

Kekurangan beton antara lain sebagai berikut :

- a. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
- b. Beton segar yang telah dibentuk dan kemudian mengeras sulit untuk diubah.
- c. Beton mempunyai sifat memantulkan suara.
- d. Dalam pelaksanaan pekerjaan beton memerlukan ketelitian tinggi agar tidak salah saat sudah mengeras.

- e. Beton mempunyai bobot yang berat.
- f. Panas pada saat proses hidrasi sangat tinggi data menimbulkan retak.

2.2.2 Beton Segar

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi *segregasi* (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan). Hal ini karena *segregasi* maupun *bleeding* mengakibatkan beton yang diperoleh akan jelek. Beton (beton keras) yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama / awet, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil), (Kardiyono Tjokrodinuljo, 2007).

Sifat fisik yang terdapat pada beton segar adalah kemudahan pengerjaan (*workability*), pemisahan kerikil (*segregation*), pemisahan air (*bleeding*), (Kardiyono Tjokrodinuljo, 2007).

1. *Workability* (Kemampuan Dikerjakan)

Kelecekan adalah kemudahan mengerjakan beton, dimana menuang dan memadatkan tidak menyebabkan munculnya efek negatif seperti berupa pemisahan kerikil (*segregation*) dan pemisahan air (*bleeding*). Ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai kelecekan yaitu :

- a. Kompakabilitas, yaitu kemudahan beton untuk dapat dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat dihilangkan.
- b. Stabilitas, yaitu kemampuan beton untuk tetap stabil agar material dalam beton tidak terjadi segregasi.
- c. Mobilitas, yaitu kemudahan beton dalam mengalir ke dalam cetakan disekitar tulangan.

Pengetesan yang dilakukan untuk mengukur kelecekan yaitu *slump test* dan *compacting test*. Namun yang paling sering digunakan adalah *slump test*.

2. Pemisahan agregat (*Segregasi*)

Segregasi dapat terjadi karena turunnya butiran ke bagian bawah dari beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran, akibat cara penuangan dan pemadatan yang salah. Segregasi tidak bisa diujikan sebelumnya, hanya dapat dilihat setelah semuanya terjadi. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain :

- a. Campuran yang terlalu basah atau terlalu kering.
- b. Ukuran partikel yang lebih besar dari 38,1 mm.
- c. Kurangnya jumlah material halus dalam campuran.
- d. Berat jenis agregat kasar yang berbeda dengan agregat halus.
- e. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat semakin mudah terjadi segregasi.

Untuk mengurangi kecenderungan segregasi maka diusahakan air yang diberikan sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar dan cara pengangkutan, penuangan maupun pemadatan harus mengikuti cara-cara yang betul.

3. Pemisahan Air (*Bleeding*)

Pemisahan air sering terjadi setelah beton dituang dalam cetakan. Karena berat jenis semen lebih dari 3 kali berat jenis air maka butir semen dalam pasta terutama yang cair cenderung turun. Pada beton yang normal dengan konsistensi yang cukup, *bleeding* terjadi secara bertahap dengan rembesan seragam pada seluruh permukaan. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir pasir halus, yang pada saat beton mengeras akan membentuk selaput (*laitence*). Pada beton yang cukup tebal, bisa terjadi 3 lapisan horizontal, yaitu air di lapisan teratas, beton dengan kepadatan seragam, dan beton terkompresi (ada gradien makin bertambah ke bawah). *Bleeding* dapat dikurangi dengan cara sebagai berikut :

- a. Memberi lebih banyak semen.
- b. Menggunakan air sedikit mungkin.
- c. Menggunakan pasir lebih banyak.

2.2.3 Faktor Air Semen

Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya menyebabkan mutu beton menurun. Nilai FAS minimum yang diberikan adalah 0,42 dan maksimum 0,79. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat tergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya (SNI 7656-2012).

2.2.4 Keausan Agregat (Abrasi *Los Angeles*)

Ketahanan agregat terhadap keausan akibat pengikisan dapat diketahui melalui percobaan laboratorium dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Uji keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dapat dilakukan dengan 500 putaran dengan kecepatan 30-33 rpm. Abrasi *Los Angeles* merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan / abrasi agregat kasar, fungsinya adalah kemampuan agregat untuk menahan gesekan, dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut yaitu dengan cara mengayak agregat dalam ayakan nomor 12 (1,70 mm). Sebelum melakukan pengujian keausan / abrasi harus melakukan analisa ayak terlebih dahulu untuk mengetahui gradasi agregat yang paling banyak, apakah termasuk kedalam tipe A, B, C, atau D dan dapat menentukan banyaknya bola baja yang akan digunakan dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji

Ukuran Saringan				Gradasi dan berat benda uji						
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		A	B	C	D	E	F	G
mm	inch	mm	inch							
75	3,0	63	2 ½	-	-	-	-	2500±50	-	-
63	2 ½	50	2,0	-	-	-	-	2500±50	-	-
50	2,0	37,5	1 ½	-	-	-	-	5000±50	5000±50	-
37,5	1 ½	25	1	1250±25	-	-	-	-	5000±25	5000±25
25	1	19	¾	1250±25	-	-	-	-	-	5000±25
19	¾	12,5	½	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-
12,5	½	9,5	3/8	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-
9,5	3/8	6,3	¼	-	-	2500±10		-	-	-
6,3	¼	4,75	No. 4	-	-	2500±10	2500±10	-	-	-
4,75	No. 4	2,36	No. 8	-	-	-	2500±10	-	-	-
Total				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±10	10000±10	10000±10
Jumlah Bola				12	11	8	6	12	12	12
Berat Bola (gram)				5000±25	4584±25	3330±20	2500±15	5000±25	5000±25	5000±25

Sumber: SNI 2417-2008

2.3 Bahan Pembentuk Beton

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah dengan komposisi campuran dari limbah cangkang kerang darah sebagai campuran dari agregat kasar dan limbah abu ampas tebu sebagai variasi bahan campuran semen. Berikut ini bahan- bahan penyusun yang digunakan untuk membuat beton :

2.3.1 Semen

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih kristal senyawa *Kalsium Sulfat* dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 7656-2012). Berdasarkan tujuan pemakaiannya semen portland terdiri dari beberapa jenis, antara lain :

a. Semen Portland Jenis I

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

b. Semen Portland Jenis II

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kadar hidrasi sedang.

c. Semen Portland Jenis III

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

d. Semen Portland Jenis IV

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

e. Semen Portland Jenis V

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi pada sulfat.

Semen portland *pozzolan* merupakan semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan *pozzolan* halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan *pozzolan* bersama-

sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk *pozzolan*, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar *pozzolan* 6% sampai dengan 40% massa semen portland.

Pozzolan merupakan bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan antara satu atau lebih bahan organik bersama-sama terak semen portland dan gips, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), *pozzolan*, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit (SNI 7656-2012).

2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 03-2834-2000).

Spesifikasi agregat halus adalah sebagai berikut :

1. Kadar lumpur maksimal 2% dari massa kering pasir (SNI 2461-2014).
2. Kandungan bahan organik pada agregat tidak boleh memperlihatkan warna yang lebih gelap dari warna pembanding (standar), (SNI 2461-2014).
3. Modulus halus antara 2,3 - 3,1 (ASTM C-33).
4. Indeks kekerasan 2,3 (Standar pasir kuarsa Bangka).
5. Hilang pijar maksimal 5% (SNI 2461-2014).

Gradasi agregat merupakan distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Modulus halus (*Fineness Modulus*) adalah presentasi kumulatif dari butiran yang tidak lebih kecil dari 150 μm (total % butiran tertahan saringan nomor 100 atau yang lebih kasar).

Tabel 2.2 Gradasi Pasir Berdasarkan Kategori Zona Kekasaran Pasir

Ukuran Saringan Ayakan Menurut SNI (mm)	% Lolos Saringan/Ayakan			
	Zona I (Kasar)	Zona II (Agak Kasar)	Zona III (Agak Halus)	Zona IV (Halus)
9,6	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 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 03-2843-2000

Keterangan :

Zona 1 = Pasir Kasar

Zona 2 = Pasir Agak Kasar

Zona 3 = Pasir Agak Halus

Zona 4 = Pasir Halus

2.3.3 Agregat Kasar

Agregat kasar berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm. (SNI 02-2834-2000).

Spesifikasi agregat kasar adalah sebagai berikut :

1. Kadar lumpur maksimal 2% dari berat kering agregat (SNI 2461-2014.)
2. Kandungan bahan organik pada agregat tidak boleh memperlihatkan warna yang lebih gelap dari warna pembanding (standar), (SNI 2461-2014).
3. Modulus halus maksimal 7,0 (SNI 2461-2014).
4. Keausan (*Abration*) dengan alat Los Angeles sebanyak 100 putaran dengan 500 putaran tidak boleh lebih besar dari 20% yang tertahan di atas saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian (SNI 2417-2008).

5. Batas ukuran agregat kasar maksimum berdasar dimensi struktur yang dicor, maksimal (SNI 03-6880-2002) :
 - 1/5 dimensi terkecil struktur (lebar atau tinggi),
 - 1/3 ketebalan plat,
 - 3/4 jarak bersih tulangan atau selimut beton.

Tabel 2.3 Batas-Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Bagian Yang Lewat Ayakan		
	Ukuran Nominal Agregat (mm)		
	38 – 4,76	19 - 4,47	9,6 – 4,76
38,10	95 – 100	100	-
19,10	37 – 70	95– 100	100
9,52	10 – 40	30 – 60	50 – 85
4,75	0 – 5	0 – 10	0 – 10

Sumber: SNI 03-2834-2000

2.3.4 Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan faktor yang sangat penting karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena jika kelebihan penggunaan air akan berakibat pada penurunan kekuatan beton tersebut. Sebaliknya jika kekurangan penggunaan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama sama dengan semen akan naik ke atas permukaan adukan segar yang baru dituang.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain-lain, tetapi tidak berarti air yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai air minum. Penggunaan air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini, (*British Standard 1008*, 2002) :

1. NaCl dan Sulfat Konsentrasi NaCl atau garam dapur ≤ 100 miligram/liter pada umumnya masih diijinkan.
2. Air asam Penggunaan air dengan pH diatas 3,00 harus dihindarkan.

2.3.5 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah diperas niranya dan telah melalui proses pembakaran pada ketel-ketel uap dimana ampas tebu ini digunakan sebagai bahan bakar pada ketel uap. Ketel uap merupakan sumber pembangkit untuk menggerakkan alat penggilingan tebu. Abu ampas tebu merupakan abu sisa pembakaran ampas tebu.

Abu ampas tebu yang dihasilkan harus dibakar kembali dengan suhu pembakaran lebih dari 600°C sehingga abu ampas tebu mengalami perubahan warna dari semula berwarna hitam karena masih mengandung karbon berubah warna menjadi abu-abu dimana dalam keadaan ini abu ampas tebu memiliki kandungan silikat yang cukup tinggi. Pembakaran ampas tebu akan menghasilkan abu ampas tebu yang memiliki kandungan senyawa silika (SiO_2). Komposisi kimia dari abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Senyawa Kimia dalam Abu Ampas Tebu

No.	Senyawa	Jumlah (%)
1.	SiO_2	46 - 81
2.	Al_2O_3	1 - 19
3.	Fe_2O_3	2 - 12
4.	CaO	2 - 4
5.	K_2O	0,2 – 1,8
6.	MgO	1 – 4
7.	Na_2O	0,2 - 4
8.	P_2O_5	0,5 - 4

Sumber: Penelitian Skripsi Emelda Sitohang

Abu ampas tebu yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen yaitu abu ampas tebu yang lolos ayakan nomor 200 (0,075 mm).

2.3.6 Cangkang Kerang

A. Jenis-Jenis Kerang

Kerang merupakan hewan laut yang tidak bertulang belakang dari kelompok hewan bertubuh lunak. Kerang memiliki dua cangkang keras sebagai pelindung tubuhnya. Habitat utama kerang yaitu di perairan pantai yang memiliki

pasir berlumpur hingga kedalaman $\pm 4 - 6$ meter dan perairan yang relative tenang. Selain itu, kerang dapat juga ditemukan di daerah muara, hutan mangrove serta padang lamun, namun pada umumnya kerang hidup mengelompok dan terbenam dalam pasir berlumpur (Tim Perikanan WWF - Indonesia, 2015).

Kerang merupakan salah satu komoditi perikanan yang telah lama di budidayakan sebagai salah satu usaha sampingan masyarakat pesisir. Teknik budidaya mudah dikerjakan, tidak memerlukan modal besar dan dapat dipanen setelah berumur 6 – 7 bulan. Hasil panen kerang per hektar per tahun dapat mencapai 200 – 300 ton kerang utuh atau sekitar 60 -100 ton daging kerang (Rezeki, 2013).

Jenis-jenis kerang yang dikembangkan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Jenis-Jenis Kerang

No.	Nama Kerang	Gambar	Ciri-Ciri
1.	Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)		Memiliki tubuh tebal dan menggembung, bentuk cangkang menyerupai rusuk. Daging berwarna merah darah. Hidup di dasar perairan pesisir seperti <i>estuary</i> , <i>mangrove</i> , padang lamun dengan <i>substrat</i> lumpur berpasir dan <i>salinitas</i> relatif rendah. Panjang cangkang maksimum 6 cm. Panjang cangkang rata-rata 4 cm.

No.	Nama Kerang	Gambar	Keterangan
2.	Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>)		Pada bagian tepi luar cangkang berwarna hijau, bagian tengahnya berwarna coklat, dan bagian dalam berwarna putih keperakan. Bentuk cangkang agak meruncing pada bagian belakang. Panjang cangkang maksimum 16,5. Panjang cangkang rata-rata 6,5 cm.
3.	Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)		Memiliki tubuh tebal dan menggembung, memiliki bentuk menyerupai rusuk dan bulu-bulu halus pada cangkang. Sering dijumpai pada daerah berlumpur dan berpasir. Panjang cangkang maksimum 10,5. Panjang cangkang rata-rata 7 cm.
4.	Kerang Batik (<i>Paphia undulata</i>)		Memiliki corak warna menyerupai batik dengan warna dasar kuning cerah dan gelap. Hidup pada perairan yang berpasir lumpur. Panjang cangkang maksimum 6,5 cm.

No.	Nama Kerang	Gambar	Keterangan
5.	Kerang Kampak (<i>Atrina pectinata</i>)		Cangkang berukuran besar, tipis, mudah retak, dan berbentuk segitiga. Warna cangkang bagian luar coklat hingga kehitaman dan menngkilap. Panjang cangkang maksimum 37 cm. Panjang cangkang rata-rata 26 cm.
6.	Kerang Baling-Baling (<i>Trisidos tortuosa</i>)		Bentuk cangkang menyerupai baling-baling kapal dengan warna putih susu dan di bagian tepi cangkang terdapat bulu-bulu halus. Hidup di perairan yang berpasir. Panjang cangkang maksimum 8,5 cm.

Sumber: Tim Perikanan WWF - Indonesia, 2015

B. Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang darah (*Andara granosa*) memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Rusuk pada kedua belahan cangkangnya sangat menonjol. Cangkang berukuran sedikit lebih panjang dibanding tingginya tonjolan (*umbone*).

Tabel 2.6 Kandungan Kimia Cangkang Kerang

Komponen	Kadar (% berat)
CaO	66,70
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

Sumber: Daslin Solim Juanda Lumban Tobing, 2017

Berikut ini adalah beberapa metode pengujian kadar garam (Rosenberg, J. L., 1996) :

a) Penyaringan (Filtrasi)

Proses pemisahan zat padat dari campuran zat cairnya melalui media kertas berpori, dimana zat padat tidak bisa melewati pori-pori kertas sedangkan zat cair bisa lolos. Penyaringan merupakan metoda pemurnian cairan dan larutan yang paling mendasar. Penyaringan tidak hanya digunakan dalam skala kecil di laboratorium tetapi juga di skala besar pemurnian air.

b) Dekantasi

Proses pemisahan zat padat dari zat cair yang saling tidak larut (pada temperature tertentu) dengan cara menuangkan zat cairnya, sehingga akibatnya cairan tersebut akan terpisah dari zat padat yang tercampur. Dekantasi ini digunakan apabila kedua zat yang bercampur ini sudah terpisah sendiri, padat di bawah cair.

2.3.7 Superplasticizer

Superplasticizer (Sika Viscocrete-3115N) adalah generasi ketiga untuk beton dan mortar. Hal ini terutama dikembangkan untuk produksi beton mutu tinggi dengan sifat retensi aliran luar biasa. *Superplasticizer* memfasilitasi pengurangan air yang ekstrim, dengan kohesi optimal dan kompaksi yang kuat.

Superplasticizer memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi

yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya. *Superplasticizer* digunakan untuk tipe-tipe beton sebagai berikut :

1. Beton dengan kebutuhan pengurangan air yang sangat tinggi (hingga 30%).
2. Beton berkekuatan tinggi.
3. Beton kedap air (*Watertight Concrete*).
4. Beton pracetak (*Precast Concrete*).

Kombinasi pengurangan air dalam jumlah besar, kemampuan mengalir yang tinggi dan kuat awal yang tinggi menghasilkan keuntungan-keuntungan yang jelas seperti tersebut dalam aplikasi di atas.

Superplasticizer bekerja melalui penyerapan permukaan partikel-partikel semen. Beton yang dihasilkan dengan *superplasticizer* memperlihatkan sifat-sifat sebagai berikut :

1. Pengurangan air yang sangat ekstrim (ditunjukkan pada tingginya berat jenis dan kuat beton).
2. Mengurangi penyusutan dan keretakan.
3. Meningkatkan hasil akhir.

Superplasticizer tidak mengandung klorin atau bahan-bahan lain yang dapat menyebabkan karat/bersifat korosif pada tulangan baja. Sehingga cocok digunakan untuk beton dengan tulangan atau pra-tekan.

Superplasticizer memberikan beton dengan kelecekan yang panjang dan tergantung pada desain pencampuran dan kualitas material yang digunakan, partikel-partikel *self-compacting* dapat dipertahankan lebih dari 1 jam pada suhu 30°C.

Dosis pemakaian yang disarankan untuk beton plastik lunak (*soft plastic concrete*) atau beton ringan yaitu 0,3%-0,8% dari berat pengikat. Sedangkan dosis untuk beton yang mengalir dan dipadatkan sendiri (S.C.C.) yaitu 0,8%-2% dari berat pengikat.

2.4 *Mix Design* “Tata Cara Pembuatan Beton Normal SNI 7656 – 2012”

Sebelum masuk ke *mix design* terlebih dahulu melakukan pengujian bahan khususnya agregat kasar dan agregat halus, yang nantinya hasil dari pengujian tersebut akan dimasukkan kedalam *mix design*. *Mix design* untuk beton normal pada penelitian ini berdasarkan “Tata Cara Pemilihan Campuran Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa” mengacu pada SNI 7656 - 2012. Spesifikasi/persyaratan beton yang akan diproduksi dapat didasarkan sebagian atau seluruh dari ketentuan berikut ini :

a. Rasio air-semen

Rasio w/c atau w/(c+p) yang diperlukan tidak hanya ditentukan oleh syarat kekuatan, tetapi juga oleh beberapa faktor diantaranya oleh keawetan. Penentuan pemilihan rasio air semen dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7 Hubungan Antara Rasio Air - Semen (w/c) atau Rasio Air - Bahan Bersifat Semen {w/(c+p)} dan Kekuatan Beton

Kekuatan beton umur 28 hari (MPa)	Rasio air semen	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
15	0,79	0,70
20	0,69	0,60
25	0,61	0,52
30	0,54	0,45
35	0,47	0,39
40	0,42	-

Sumber: SNI 7656 – 2012

b. Kadar semen minimum

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari penentuan pada tabel 2.7. Kebutuhan semen adalah sama dengan perkiraan kadar air pencampur dibagi rasio air-semen.

c. Kadar udara

Kandungan udara beton mempengaruhi kekuatan beton dan kecepatan pembekuan dari beton tersebut. Banyaknya kandungan udara yang diperlukan tergantung dari penggunaan beton yang dikehendaki, sehingga dengan pemeriksaan dapat kita ketahui apakah udara yang terkandung dalam beton masih dalam batas – batas persyaratanyang diizinkan. Banyaknya kadar udara pada beton dapat dilihat pada tabel 2.8 di bawah ini :

Tabel 2.8 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara Untuk Berbagai *Slump* dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
<i>Slump</i> test (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	179	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan : ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber: SNI 7656 – 2012

d. *Slump*

Slump beton merupakan penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (SNI 1972-2008).

e. Ukuran besar butir agregat maksimum

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Volume Agregat Kasar per Satuan Volume Beton

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,0
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,60
25,0	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50,0	0,78	0,76	0,74	0,72
75,0	0,82	0,80	0,78	0,76
150,0	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber: SNI 7656 – 2012

f. Perkiraan Kadar Agregat Halus

Seluruh komponen bahan dari beton sudah dapat diperkirakan, kecuali agregat halus. Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Perkiraan kadar agregat pasir dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Perkiraan Awal Berat Beton Segar

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Perkiraan awal berat beton (kg/m ³)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19,0	2345	2275
25,0	2380	2290
37,5	2410	2320
50,0	2445	2345
75,0	2490	2405
150,0	2530	2435

Sumber: SNI 7656-2012

2.5 Pengujian Beton

2.5.1 Uji Keleccakan (*Slump Test*)

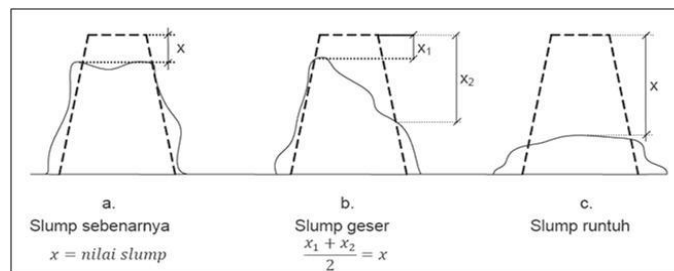
Metode pengujian *slump*, bertujuan untuk menyediakan langkah kerja bagi pengguna untuk menentukan *slump* dari beton semen hidrolis plastis. Hasil uji digunakan dalam pekerjaan, perencanaan campuran beton dan pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan. Cara uji meliputi penentuan nilai *slump* beton, baik di laboratorium maupun di lapangan. *Slump* beton merupakan penurunan ketinggian pada pusat permukaan beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat, yang pada dasarnya salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. *Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

- Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*).
- Keleccakan adukan pasta semen (*cohesiveness*).
- Kemampuan alir beton segar (*flowability*).
- Kemampuan beton segar dalam mempertahankan kerataan dan keleccakan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*).
- Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*).

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan.

Dalam praktek, ada tiga macam tipe *slump* yang terjadi yaitu :

- a. *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
- b. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring.
- c. *Slump* runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.



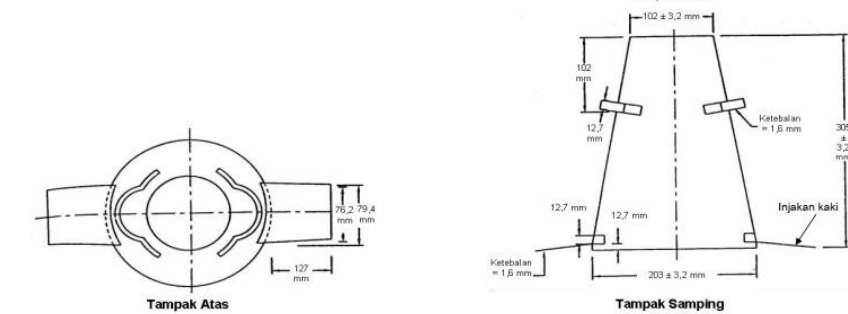
Gambar 2.1 Tipe-tipe Keruntuhan *Slump*

Salah satu contoh, campuran beton segar dimasukkan kedalam sebuah cetakan bentuk kerucut terpancung dan dipadatkan dengan batang penusuk. Cetakan diangkat dan beton dibiarkan sampai terjadi penurunan pada permukaan bagian atas beton. Jarak antara posisi permukaan semula dan posisi setelah penurunan pada pusat permukaan atas beton diukur kemudian dilaporkan sebagai nilai *slump* beton. Pengukuran *slump* berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut (SNI 1972-2008):

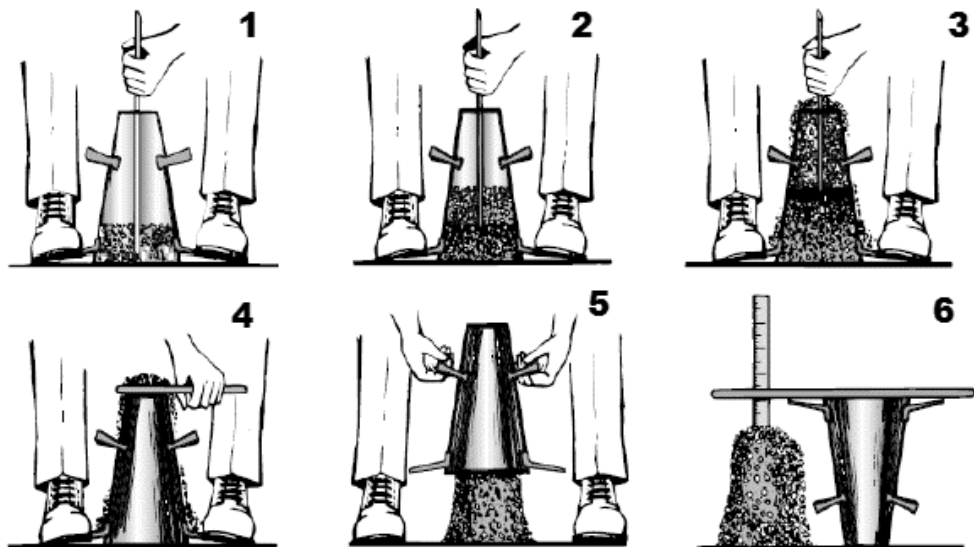
- a. Kerucut *Abrams* :
 1. Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan dibawah terbuka
 2. Diameter atas 102 mm
 3. Diameter bawah 203 mm
 4. Tebal plat minimal 1,5 mm

b. Bentang besi penusuk :

1. Diameter 16 mm
2. Panjang 60 cm
3. Memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16mm



Gambar 2.2 Cetakan untuk Uji *Slump* (Kerucut Abrams)



Gambar 2.3 Uji Keleccakan (*Slump Test*)

2.5.2 Pengujian Nilai Absorpsi Beton

Pengujian absorpsi berdasarkan dengan SNI 03-6433-2000. Metode pengujian kerapatan, penyerapan, dan rongga dalam beton yang telah mengeras/*final setting*. Dengan cara beton dimasukkan ke dalam oven kurang lebih suhu 100 sampai 110°C selama tidak kurang dari 24 jam. Dinginkan beton dalam suhu ruangan lalu setelah itu timbang. Langkah selanjutnya adalah merendam beton selama tidak kurang dari 48 jam dalam air bersih dan aman. Langkah terakhir yaitu angkat beton setelah perendaman, bersihkan permukaan beton dengan kain kemudian timbang beratnya. Perbandingan berat awal saat seusai oven dan setelah perendaman adalah hasil absorpsi. Pengujian absorpsi berdasarkan dengan SNI 03-6433-2000 (Metode pengujian kerapatan, penyerapan, dan rongga dalam beton yang telah mengeras). Perhitungan nilai *absorpsi* beton yang sudah dilakukan perawatan selama waktu yang telah ditentukan dengan metode perawatan yang berbeda adalah:

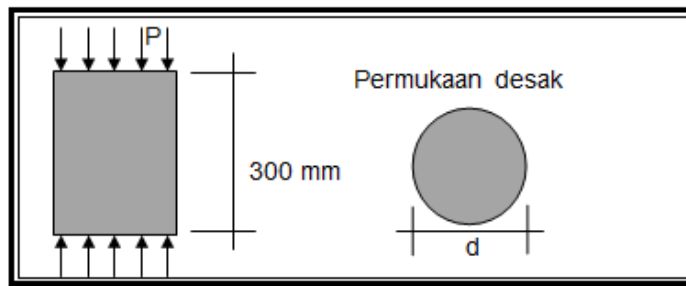
$$\text{Absorpsi} = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

Dimana: A = Berat Beton Dalam Keadaan Kering

B = Berat Beton Dalam Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*)

2.5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Perlu catatan bahwa nilai f'_c yang berarti nilai dari mutu beton tersebut yang diketahui dengan nilai satuan MPa (N/mm^2) jika diketahui nilai K yang berarti karakteristik dari beton tersebut dengan nilai satuan kg/cm^2 , maka kuat tekan perlu dikonversi. Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm, diameter 150 mm. Kuat tekan beton untuk benda uji dimensi yang berbeda dapat diperoleh dengan mengkonversikan hasil kali yang telah tersedia pada SNI 1974-2011.



Gambar 2.4 Pengetesan Kuat Tekan Benda Uji Beton

Pengujian kuat tekan beton mengacu ke standar SNI 1974-2011 dikarenakan pengujian pada skala laboratorium (masih berupa benda uji) dan penggunaan peralatan yang sederhana, yang dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari, langkah pelaksanaan uji kuat tekan menurut SNI 1974-2011 adalah :

1. Uji tekan benda uji yang dirawat lembab harus dilakukan sesegera mungkin setelah pemindahan dari tempat perendaman. Benda uji harus dipertahankan dalam kondisi lembab dengan cara yang dipilih selama periode antara pemindahan dari tempat perendaman dan pengujian. Benda uji harus diuji dalam kondisi lembab pada temperatur ruang.
2. Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai kuat tekan beton adalah :

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_c = P/A$$

Dimana :

P = gaya maksimum dari mesin tekan, (N)

A = luas penampang yang diberi tekanan, (mm²)

f'_c = kuat tekan, (N/mm²)

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70-75% volume beton. Oleh karena

kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah :

- a. permukaan dan bentuk agregat,
- b. gradasi agregat, dan
- c. ukuran maksimum agregat.