

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian ini sehingga memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari berbagai penelitian terdahulu didapatkan beberapa hasil yang berbeda-beda. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Darujati Gading, Shofia Rawiana, Nyoman Merdana yang berjudul Pemanfaatan Limbah Kulit Darah Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Beto Ringan. Menggunakan variasi cangkang kerang sebanyak 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%, kesimpulan dari penelitian tersebut adalah bahwa nilai kuat tekan yang maksimum terjadi pada variasi 40% yang menghasilkan kuat tekan beton sebesar 24,2%
2. Penelitian yang dilakukan oleh Restu Andika dan Hendramawat Aski Safarizki yang berjudul Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton. Menggunakan variasi cangkang sebanyak 5 dan 7,5%, kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kuat tekan rata-rata variasi cangkang kerang darah 5% pada umur 28 hari meningkat dari kuat tekan beton rata-rata beton tanpa cangkang yaitu sebesar 3 Mpa.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Aditya Dandi Firatama, Qomariah, Sugiharti yang berjudul Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Beton Normal. Menggunakan variasi campuran beton sebesar 0%, 7%, 9%, 12%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah persentase yang mengalami kuat tekan beton tertinggi adalah 7% pada umur 28 hari yaitu sebesar 32,16 Mpa.

2.2 Beton

2.2.1 Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). DPU – LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai bahan campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (*SNI 03-2847-2002*).

Menurut Tjokrodinuljo pada bukunya yang berjudul teknologi beton (hal.2), Beton merupakan hasil pencampuran semen, air, dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu, mulai dari bahan kimia tambahan, fiber, sampai bahan buangan non kimia.

2.2.2 Macam-Macam Beton Berdasarkan Kelasnya

Secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu berdasarkan kelas dan mutu beton. Adapun berdasarkan kelas beton adalah sebagai berikut:

1. Beton yang diklasifikasikan sebagai Kelas I digunakan untuk proyek non-struktural. Karena implementasinya tidak memerlukan pengetahuan khusus. Sementara inspeksi tidak diperlukan untuk kekuatan tekan, kontrol kualitas hanya terbatas pada kontrol ringan pada kualitas bahan.
2. Beton kelas II adalah beton yang digunakan untuk pekerjaan struktur umum. Pelaksanaannya harus dilakukan dengan keterampilan yang diperlukan dan di bawah pengawasan profesional. Nilai standar beton Kelas II adalah B1, K 125, K 175, dan K 225. Kualitas B1 tidak memerlukan penilaian kuat tekan; sebaliknya, kontrol kualitas dibatasi untuk menilai kualitas material. Mengenai karakteristik K 9 125 dan K 175 dengan persyaratan verifikasi kuat tekan beton secara kontinyu menggunakan temuan pemeriksaan benda uji.
3. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya harus dilakukan dengan pengetahuan khusus dan di bawah pengawasan profesional serta diperlukan laboratorium beton yang

lengkap dan dijalankan oleh para profesional yang dapat terus memantau kualitas beton.

2.2.3 Macam-Macam Beton Berdasarkan Jenisnya

Adapun berdasarkan jenisnya adalah sebagai berikut:

1. Beton yang diproduksi dengan bobot yang lebih ringan dari beton biasa disebut beton ringan. Agregat ringan adalah salah satu yang digunakan untuk membuat beton ringan. Serpih, tanah liat, sabak, residu terak, residu batu bara, dan banyak produk sampingan lainnya dari pembakaran vulkanik sering dibakar untuk menghasilkan agregat yang digunakan. Menurut signifikansi penggunaan struktur, berat jenis agregat ringan berkisar antara 1440 hingga 1850 kg/m³, dengan kuat tekan 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.
2. Beton normal adalah beton yang memiliki berat jenis antara 2200 kg/m³ dan 2400 kg/m³, dan kuat tekan antara 15 sampai 40 MPa. Menggunakan pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar.
3. Beton berat adalah beton yang dibuat dengan menggunakan agregat yang berat lebih dari berat beton biasa, atau lebih dari 2400 kg/m³. Agregat dengan berat jenis tinggi digunakan untuk membuat beton berat.
4. Beton massa (*mass concrete*) digunakan untuk membangun struktur beton yang sangat besar dan kokoh seperti bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut ini:

1. Kelebihan
 - a. Harganya relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan sederhana yang biasanya mudah ditemukan.
 - b. Memanfaatkan material yang kuat, tahan terhadap keausan, panas dan karat, serta tahan terhadap kerusakan lingkungan sehingga biaya pemeliharaan dapat ditekan.

- c. Struktur beton bertulang 11 dapat diterapkan atau digunakan untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, lapangan terbang, tampungan air, pelabuhan, bendungan, jembatan, dan struktur lainnya karena memiliki kuat tekan yang cukup tinggi sehingga dapat dipadukan dengan baja tulangan yang memiliki kuat tarik tinggi, menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tekan.
 - d. Memiliki kuat tekan yang cukup tinggi untuk membentuk struktur yang menyatu bila dipasangkan dengan baja tulangan yang memiliki kuat tarik tinggi.
 - e. Pengerjaan (*workability*) mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.
2. Kekurangan
- a. Karena komponen utama beton agregat halus dan agregat kasar berbeda tergantung daerah asal penambangannya, demikian pula proses perencanaan dan produksinya.
 - b. Karena beton memiliki kelas kekuatan yang berbeda, maka harus disiapkan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibangun, artinya teknik perencanaan dan teknik pelaksanaannya harus berbeda.
 - c. Beton rapuh dan mudah patah karena memiliki kekuatan tarik yang buruk. Akibatnya solusi harus ditawarkan seperti penggunaan baja, serat baja, dan penguat lainnya untuk meningkatkan kekuatan tarik material.

2.3 Material Penyusun Beton

2.3.1 Semen

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Sedangkan kata semen sendiri berasal dari *caementum* (*bahasa Latin*), yang artinya memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan (Wikipedia.com/Semen)

Dalam arti luas, semen adalah bahan yang menyatukan kerikil dan pasir dengan memiliki sifat perekat dan kohesif. Ada dua jenis semen yaitu : semen hidrolik dan semen non-hidrolik. Selain itu, ada jenis semen lainnya, seperti putih

dan semen portland. Bahan bangunan industri yang sering digunakan adalah semen Portland. Berikut beberapa contoh semen portland :

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

2.3.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah dan paling mudah didapat. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta untuk butiran-butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Menurut SNI 03-6861.1-2002 air yang baik untuk campuran beton harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

1. Harus bersih tidak boleh mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton.

2.3.3 Agregat

Agregat pada beton adalah sebagai bahan pengisi, walaupun hanya sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh pada sifat-sifat beton sehingga pemilihan agregat sangat penting peranannya dalam pembuatan beton. Agregat memiliki presentase sebesar 70% dari volume beton.

Menurut Silvia Sukirman pada bukunya yang berjudul beton aspal campuran panas (hal.23) , agregat merupakan butir-buah batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang asal berasal alam juga sintesis yg berbentuk mineral padat berupa berukuran besar mauppun kecil atau fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen primer dari struktur perkerasan perkerasan jalan, yaitu 90% – 95% agregat sesuai persentase berat, atau 75 – 85% agregat berdasarkan persentase volume. menggunakan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat serta akibat campuran agregat dengan material lain. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam. Syarat mutu agregat halus menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F adalah sebagai berikut:

- a. Butirannya tajam, kuat dan keras
- b. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 % dan jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.
- e. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- f. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut : sisa di atas ayakan 4,8 mm, mak 2 % dari berat, sisa di atas

ayakan 1,2 mm, mak 10 % dari berat, sisa di atas ayakan 0,30 mm, mak 15 % dari berat

g. Tidak boleh mengandung garam

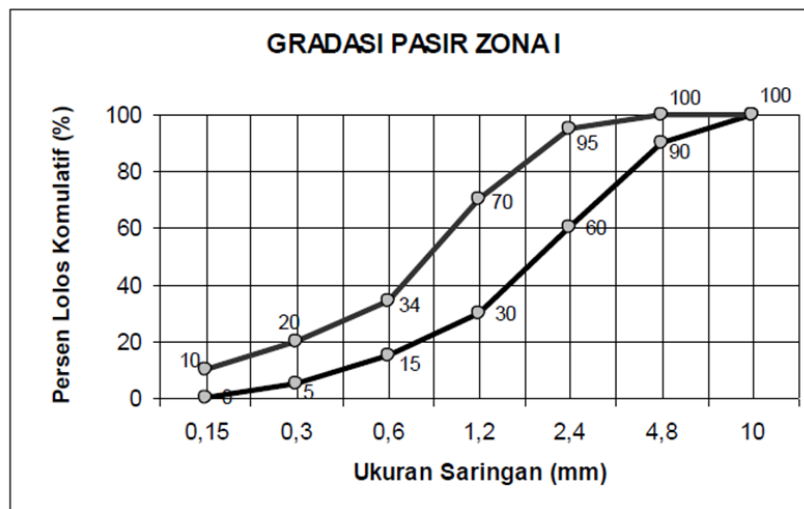
Syarat Mutu Agregat Menurut SII 0052-80 adalah sebagai berikut:

- a. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 2,50 – 3,80.
- b. Kadar Lumpur atau bagian butir lebih kecil dari 70 mikron, mak 5 %
- c. Kadar zat organic ditentukan dengan larutan Na-Sulfat 3 %, jika dibandingkan warna standar tidak lebih tua daripada warna standar.
- d. Kekerasan butir jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka hasil bagi tidak lebih dari 2,20.
- e. Sifat kekal diuji dengan larutan jenuh Garam-Sulfat : jika dipakai Natrium Sulfat , bagian yg hancur mak 10 %. dan jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur mak 15 %

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Halus

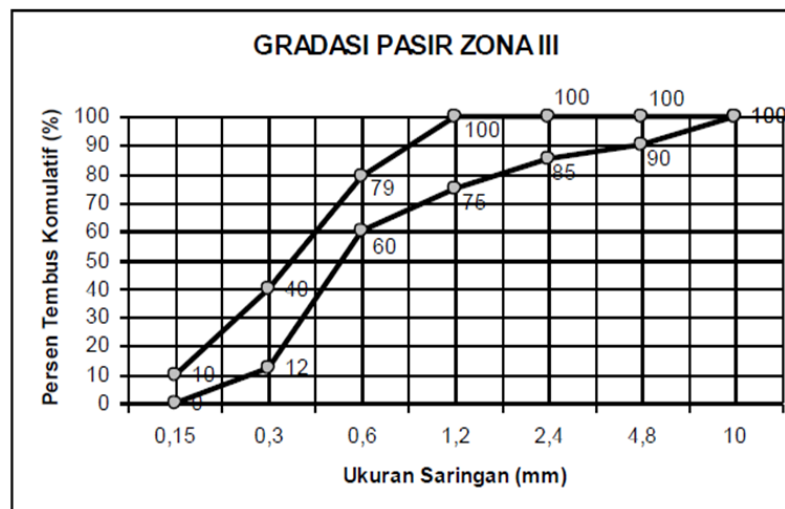
Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



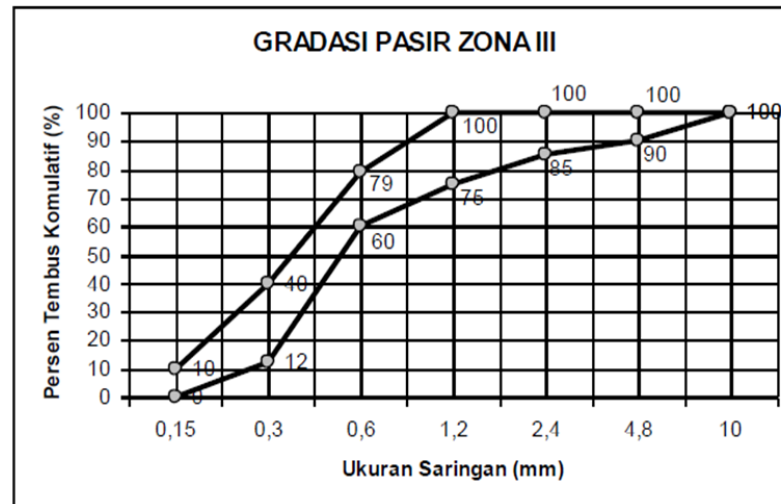
Gambar 2.1 Gradasi pasir zona 1

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



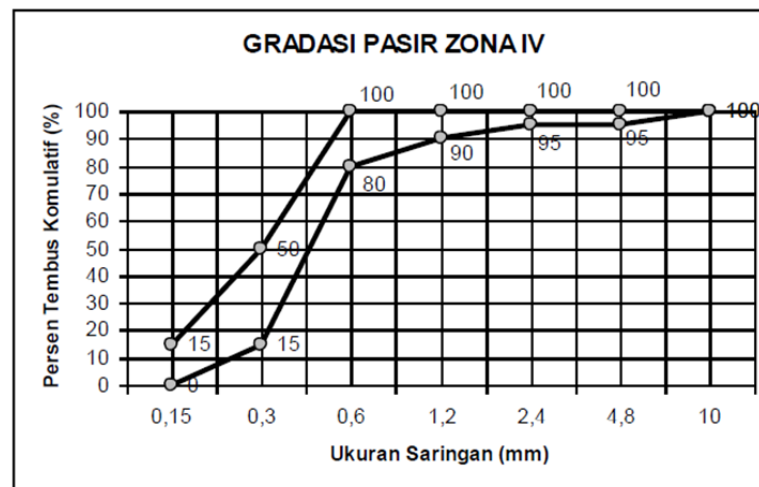
Gambar 2.2 Gradasi pasir zona 2

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



Gambar 2.3 Gradasi pasir zona 3

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



Gambar 2.4 Gradasi pasir zona 4

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

2. Agregat kasar

Agregat kasar (*Coarse Aggregate*) biasa juga disebut kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya berukuran antara 4,76 mm — 150 mm. Syarat mutu agregat kasar menurut SII.0052 sebagai berikut :

- a. Modulus halus butir 6,0 sampai 7,1
- b. Kadar lumpur atau bagian atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074mm) maksimum 1%.
- c. Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- d. Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12% dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.
- e. Tidak bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen sebagai Na₂O lebih besar dari 0,6%.
- f. Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.

Tabel 2.2 Syarat Gradasi Agregat Kasar

No. Ayakan	Ukuran ayakan (mm)	% Berat melalui ayakan			
		Agregat Kasar		Agregat Halus	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
1 in	25	95	100		
3/4 in	19				
1/2 in	12,5	25	60		
3/8 in	10			100	100
No.4	5	0	10	95	100
No.8	2,5	0	5	80	100
No.16	1,2			50	85
No.30	0,6			25	60
No.50	0,3			10	30
No.100	0,15			2	10
Pan					

(Sumber : Paul Nugraha dan Antoni,2007)

Kekerasan atau kekuatan dari butir-butir agregat bergantung pada bahannya dan tidak dipengaruhi oleh lekatan antara butir satu dengan lainnya. Ukuran butir maksimum agregat juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Dalam membentuk suatu beton yang akan mempunyai mutu yang tinggi kualitas kekuatan tekannya perlu menjadi perhatian, dalam hal ini ditentukan dengan suatu pengujian kuat tekan dan ketahanan akan abrasinya.

2.3.4 Bahan Tambah

Yang dimaksud bahan tambah untuk beton adalah bahan atau zat kimia yang ditambahkan dalam adukan beton. Tujuan dari penggunaan bahan tambah pada beton secara umum adalah untuk memperoleh sifat-sifat beton yang diinginkan sesuai dengan tujuannya. Sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki adalah:

1. Memperbaiki kecacakan beton segar
2. Mengatur faktor air semen
3. Mencegah terjadinya segregasi dan bleeding
4. Mengatur waktu pengikatan adukan beton
5. Meningkatkan sifat tahan lama pada beton keras

2.4 Kerang

2.4.1 Pengertian Kerang

Kerang adalah salah satu hewan lunak (*Mollusca*) kelas Bivalvia atau Pelecypoda. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu kaki, kepala, bagian alat pencernaan dan reproduksi, selaput dan cangkang. Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya.

Kerang biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa daun telinga atau cuping dan cangkang setangkup. Mantel dilekatkan ke cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Fungsi dari permukaan luar mantel adalah mensekresi zat organik cangkang dan menimbun kristal-kristal kalsit atau kapur. Cangkang terdiri dari tiga lapisan, yakni:

1. Lapisan luar tipis, hampir berupa kulit dan disebut periostracum, yang melindungi.
2. Lapisan kedua yang tebal, terbuat dari kalsium karbonat
3. Lapisan dalam terdiri dari *mother of pearl*, dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua.

2.4.2 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah sejenis kerang yang biasa dimakan oleh warga Asia Timur dan Asia Tenggara. Anggota suku *Arcidae* ini disebut kerang darah karena ia menghasilkan hemoglobin dalam cairan merah yang dihasilkannya.

Cangkang kerang darah 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*). Setiap belahan Cangkang memiliki 19-23 rusuk. Dibanding kerang hijau, laju pertumbuhan kerang darah relatif lebih lambat. Laju pertumbuhan 0,098 mm/hari. Untuk tumbuh sepanjang 4-5 mm, kerang darah memerlukan waktu sekitar 6 bulan.

Presentase daging terbesar dimiliki yaitu sebesar 24,3%. Kerang darah memijah sepanjang tahun dengan puncaknya terjadi pada bulan Agustus/September. Hewan ini termasuk hewan berumah dua (*diocis*).

Kematangan gonad terjadi pada saat kerang darah mencapai ukuran panjang 18-20 mm dan berumur kurang dari satu tahun. Adapun pemijahan mulai terjadi pada ukuran 20 mm. Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Jenis kekerangan ini menghendaki kadar garam antara 13- 28g/kg, kecerahan 0,5-2,5 m, dan pH 7,5-8,4.

2.5 Perencanaan Campuran Beton

Dilakukan melalui dua tahap yaitu *job mix desain* desain dan *job mix formula*. Tahap pertama yaitu JMD untuk menentukan kelayakan suatu rencana campuran beton yang akan digunakan. Tahap kedua yaitu JMF yaitu proses pembuatan campuran dengan menggunakan hasil dari JMD.

2.6 Perawatan (*curing*)

Curing adalah perawatan atau penanganan beton selama masa pembekuan. Pengukuran *curing* diperlukan untuk mempertahankan kondisi kelembaban dan suhu yang diinginkan dalam beton, karena suhu dan kelembaban internal secara langsung mempengaruhi sifat-sifat beton. Perawatan pasca mencegah hilangnya air

dari mortar dan memungkinkan hidrasi semen yang lebih besar. Untuk memaksimalkan kualitas beton, perlu dilakukan tindakan pengerasan sesegera mungkin setelah beton dipres.

Curing sangat penting untuk menghasilkan lapisan beton yang tahan lama. Semua bahan bangunan, komponen atau produk yang menggunakan semen sebagai bahan bakunya harus diawetkan. Ini karena semen membutuhkan air untuk memulai proses hidrasi dan mempertahankan suhu internal yang diciptakan oleh proses ini untuk mengoptimalkan koagulasi dan kekuatan semen. Menyesuaikan suhu di dalam dengan air disebut penyembuhan. Karena proses hidrasi yang tidak terkendali, semen dan produk semen seperti beton, mortar dll mengeras dan kehilangan kekuatan akhirnya. Adapun tujuan dari perawatan beton sendiri ialah:

1. Menjaga beton dari kehilangan air semen yang banyak pada saat-saat setting time beton.
2. Menjaga perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.
3. Stabilitas dari struktur dimensi.
4. Mendapatkan kekuatan beton yang tinggi.
5. Menjaga beton dari kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama
6. Menjaga keretakan.

Curing yang baik berarti penguapan dapat dicegah atau dikurangi. Berikut ini merupakan macam-macam *curing*.

1. *Curing air*

Curing air adalah yang paling banyak digunakan. Ini merupakan sistem dimana sangat cocok untuk konstruksi rumah dan tidak memerlukan infrastruktur atau keahlian khusus. Bagaimanapun *curing air* memerlukan banyak air yang mungkin tidak selalu mudah dan bahkan mungkin mahal. Untuk mengekonomiskan penggunaan air perlu dilakukan pengukuran untuk mencegah penguapan air pada produk semen, beton harus dilindungi dari sinar matahari langsung dan angin untuk mencegah penguapan air yang cepat. Cara seperti menutup beton dengan pasir, serbuk gergaji, rumput dan dedaunan tidaklah mahal, tetapi masih cukup efektif. Selanjutnya plastik, karung goni juga bisa digunakan sebagai bahan untuk mencegah penguapan air dengan cepat. Sangat penting seluruh produk semen

(batako, paving blok, batu pondasi, bata pondasi, pekerjaan plaster, pekerjaan lantai, dll) dijaga tetap basah dan jangan pernah kering, jika tidak kekuatan akhir produk semen tidak dapat dipenuhi. Jika proses hidrasi secara dini berakhir akibat kelebihan panas (tanpa curing), air yang disiram pada produk semen yang telah kering tidak akan mengaktifkan kembali proses hidrasi, kehilangan kekuatan akan permanen. Pada *curing* air, produk semen harus dijaga tetap basah (dengan menutup produk dengan plastik) untuk lebih kurang 7 hari.

2. *Curing* uap air

Curing uap air dilakukan dimana air sulit diperoleh dan semen berdasarkan unsur-unsur bahan setengah jadi seperti slop toilet, ubin, tangga, jalusi dan lain-lain diproduksi massal. *Curing* uap air menurunkan waktu *curing* dibandingkan dengan *curing* air biasa lebih kurang sekitar 50 – 60%. Prinsip kerja *curing* air adalah dengan menjaga produk semen pada lingkungan lembab dan panas ini perlu dibuat suatu ruang pemanasan sederhana dengan dinding dan lantai penahan air yang ditutup dengan plastik untuk membuat matahari memanaskan ruang pemanasan dan mencegah air menguap. Tinggi permukaan air dari lantai sekitar 5 sampai 7 cm dijaga setiap waktu agar prinsip kerja sistem penguapan dapat bekerja.

3. *Curing* uap panas

Curing uap panas biasanya hanya digunakan pada pabrik yang sudah canggih yang memproduksi produk semen massal. Sistem *curing* uap panas mahal dan membutuhkan banyak energi untuk membangkitkan panas yang dibutuhkan untuk uap panas. Bagaimanapun, produk *curing* uap panas dapat digunakan setelah kira-kira 24 – 36 jam setelah produksi, yang mempunyai keunggulan dibandingkan *curing* sistem lainnya.

2.7 Pengujian

2.7.1 Slump Beton

Menurut SNI 03 – 1972 -1990 Slump beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) atau plastisitas dan kohesif dari beton segar. Slump beton adalah salah satu istilah yang sering digunakan dalam proses pembuatan beton sesuai dengan mutunya. Sedangkan uji slump merupakan sebuah cara untuk mengetahui,

sekaligus menentukan konsistensi atau tingkat kekakuan campuran beton segar. Hal tersebut dilakukan untuk menilai *workability* dari beton yang dibuat. Ringkasnya maka metode slump pada beton merupakan cara yang digunakan untuk mengetahui nilai konsistensi atau kekakuan campuran beton segar.

Proses pengujian slump dapat dilakukan secara laboratorium di lapangan (pengujian *ready mix* di lapangan). Hasil pengujian beton berupa nilai slump. Nilainya dinyatakan dalam bentuk satuan internasional dan memiliki standar. Proses pengujian slump berdasarkan pada SNI 1972-2008 dan ICS 91.100.30. Proses uji slump terdapat beberapa tahapan diantaranya meliputi :

1. Membasahi cetakan kerucut abrams dan platnya dengan memakai kain basah
2. Meletakkan cetakan berada di atas plat
3. Mengisi kerucut abrams dengan 1/3 beton segar lalu dipadatkan dengan memakai batang logam secara merata dengan melakukan penusukan. lapisan 14 yang ditusuk pada bagian tepi dengan menggunakan besi miring sesuai dinding cetakan. Pastikan besi yang dipakai menyentuh pada bagian dasar. Anda perlu melakukan penusukan sekitar 25-30 x tusukan.
4. Mengisi kembali cetakan kerucut dengan 1/3 bagian beton segar (2/3 beton segar dalam cetakan secara menyeluruh), lalu melakukan penusukan sebanyak 25-30 x tusukan. Usahakan untuk menusuk besi pada lapisan pertama.
5. Mengisi 1/3 beton segar ke dalam cetakan sesuai langkah sebelumnya.
6. Setelah melakukan pemadatan, selanjutnya meratakan permukaan benda uji. Anda dapat menunggu kisaran waktu ½ menit. Anda dapat membersihkan kelebihan beton di luar cetakan dan plat selama proses menunggu.
7. Mengangkat cetakan secara perlahan tegak lurus ke atas.
8. Mengukur nilai slump dengan cara membalikkan kerucut abrams di sampingnya memakai beda tinggi rata-rata dari benda uji.
9. Nilai toleransi slump pada beton segar kurang lebih 2 cm 10. Apabila nilai slump sudah sesuai dengan standar, maka beton segar dapat dipakai.

2.7.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji SNI 1974:2011. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponennya yaitu:

1. Pasta semen
2. Volume rongga
3. Agregat, dan
4. *Interface* (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Faktor air semen (FAS)
2. Sifat agregat
3. Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan
4. Bahan tambah

Pengujian kuat tekan beton sendiri dilakukan dengan menggunakan mesin tekan, benda uji diletakkan pada bidang tekan pada mesin sentris. Pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dengan:

- $f'c$: Kuat tekan beton (Mpa)
 P : Beban maksimum (N)
 A : Luas penampang benda uji (mm²)