**BAB I**

**PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Beton adalah material konstruksi yang pada saat ini sudah sangat umum digunakan. Saat ini berbagai bangunan sudah menggunakan material dari beton. Pentingnya peranan konstruksi beton menuntut suatu kualitas beton yang memadai. Penelitian-penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik, beton merupakan unsur yang sangat penting, mengingat fungsinya sebagai salah satu pembentuk struktur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Keadaan ini dapat dimaklumi, karena system konstruksi beton mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan bahan lain. Keunggulan beton sebagai bahan konstruksi antara lain mempunyai kuat tekan yang tinggi, dapat mengikuti bentuk bangunan secara bebas, tahan terhadap api dan biaya perawatannya yang relatih murah.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah factor efektifitas dan efisiensinya. Secara umum bahan pengisis (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi.

Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkuhan, tahan aus, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan).

Seiring dengan melambungnya harga agregat (kasar) sebagai salah satu bahan utama pembuatan beton, maka biaya pembuatan beton menjadi mahal. Mahalnya biaya pembuatan beton merupakan suatu permasalahan yang perlu dipecahkan guna perkembangan teknologi di bidang konstruksi, khususnya pada biaya pembuatan suatu struktur bangunan. Untuk itu perlu adanya bahan pengganti agregat dalam pembuatan beton atau sekedar bahan tambah untuk mengurangi jumlah agregat (dari toko) yang diperlukan dalam pembuatan beton, tetapi tidak mengurangi kualitas mutu beton sehingga tetap memenuhi syarat dalam pekerjaan konstruksi.

Hampir pada setiap aspek kehidupan manusia, kebutuhan bahan bangunan untuk pekerjaan sipil terus meningkat, dalam membangun suatu struktur bangunan gedung kantor pemerintahan, kantor swasta, ruko-ruko, perumahan, dan jalan terus meningkat. Kota Tuban selain dikenal sebagai salah satu kota dengan kandungan bahan-bahan mentah untuk pembuatan semen, Kota Tuban juga bisa dikategorikan kota pesisir yang mana kota ini mempunyai pantai terpanjang di Provinsi Jawa Timur, dengan hal itu banyak sekali bahan mentah dari laut atau pesisir yang dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terkait jumlah atau ketersediaan cangkang kerang di wilayah pesisir pantai Kecamatan Tambakboyo setiap minggunya berkisar antara 1500 sampai 2100 kg jumlah tersebut bertambah jika terjadi “musim” kerang yaitu pada bulan juni sampai oktober. Meskipun belum ada data resmi tentang limbah cangkang kerang yang ada di pesisir pantai Tambakboyo namun informasi dari beberapa warga sekitar pesisir saat ini diperkirakan volume limbah cangkang kerang yang menumpuk mencapai 10.000 ton. Data itu hanya diambil dari 1 Kecamatan saja, sedangkan Kabupaten Tuban termasuk salah satu Kota yang memiliki pesisir pantai terpanjang di Jawa Timur.

Selama ini kebanyakan masyarakat khususnya daerah Tambakboyo hanya memanfaatkan daging kerang saja sedangkan cangkang kerang belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini menimbulkan permasalahan berupa sampah cangkang kerang yang menumpuk di daerah pesisir pantai. Mengingat komposisi cangkang kerang yang lebih banyak dibanding dagingnya yaitu sekitar 70% cangkang dan 30% daging (DKP,2005). Cangkang kerang selama ini sebagian yang kualitas dan bentuknya yang bagus dipakai untuk bahan kerajinan, sedangkan yang tidak termanfaatkan ini menimbulkan serangkaian masalah lain terutama kebersihan lingkungan sehingga mengganggu kesehatan masyarakat di sekitarnya.

Dalam penelitian ini, bahan tambah sebagai pengganti agregat kasar (dari toko) adalah cangkang kerang. Cangkang kerang yang banyak ditemukan dipesisir maupun jadi limbah dari rumah makan diharapkan bisa menekan biaya produksi beton. Sehingga penelitian ini mengarah pada : **“**ANALISA CANGKANG KERANG SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN AGREGAT KASAR PADA PEMBUATAN BETON MUTU NORMAL DENGAN METODE ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)”.

**1.2** **Rumusan Masalah**

Dalam proposal yang berjudul “ANALISA CANGKANG KERANG SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN AGREGAT KASAR PADA PEMBUATAN BETON MUTU NORMAL DENGAN METODE ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)”.

Maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan limbah cangkang kerang pada mutu (kuat tekan) beton yang direncanakan f’c 25 MPa?
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah cangkang kerang terhadap kualitas beton yang dihasilkan?

**1,3** **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah cangkang kerang terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang sebagai bahan tambah.

**1.4**  **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini :

1. Manfaat yang diperoleh dari pengujian ini adalah sebagai bahan informasi bagi perancang dan pelaksana bangunan teknik sipil.
2. Memberikan informasi kepada pemerintah tentang penggunaan material cangkang kerang untuk bahan bangunan (campuran pembuatan beton)

**1.5** **Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dibatasi oleh :

1. Pembuatan dan pengujian kuat tekan benda uji dilakukan di Laboratorium Universitas Sunan Bonang.
2. Benda uji berbentung silinder dengan diameter 15cm, dan tinggi 30cm.
3. Perawatan benda uji dengan perendaman.
4. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
5. Variasi rasio penambahan limbah cangkang kerang terhadap campuran adalah 10%, 20%, 30%.
6. Alat untuk pengujian tekan beton menggunakan alat Compression Testing Machine (CTM).
7. Tidak menguji kandungan yang terdapat dalam cangkang kerang.

**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti dalam studi ini merupakan pengembangan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu :

1. **PEMANFAATAN LIMBAH KULIT (CANGKANG) KERANG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PAVING BLOCK oleh Erwin Wijaya Kusuma, 2012**. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai uji kuat tekan, penyerapan air, dan penyerapan Natrium Sulfat. Dilakukan uji fisik paving terbaik menurut standart SNI 03-0691-1996. Percobaan menunjukkan hasil terbaik kuat tekan paving block dicapai pada rasio perbandingan pasir 80%, kulit kerang 20% pada umur paving block 28 hari. Adapun persamaan penelitian ini dengan Erwin Wijaya Kusuma adalah sama-sama meneliti kulit kerang sebagai campuran, adapun perbedaan tidak meneliti penyerapan natrium sulfat yang diteliti oleh Erwin Wijaya Kusuma.
2. **PEMANFAATAN LIMBAH KERANG HIJAU (*Perna Viridis*) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN KADAR OPTIMUM AGREGAT HALUS PADA BETON MIX DESIGN DENGAN METODE SUBTITUSI, oleh Alfred Advant Liemawan, Tavio dan I Gusti Putu Raka**. Penelitian tersebut menggunakan variasi kadar cangkang kerang sebanyak 0%, 5%, 10% dan 20% yang direndam dalam air laut sampai 28 hari. Kekuatan optimum 28 hari terjadi pada variasi 5% yaitu 20.98 MPa. Serbuk cangkang tanpa perlakuan khusus tidak memberikan kontribusi terhadap kuat tekan, namun semakin banyak serbuk cangkang kerang sebagai subtitusi membuat volume beton semakin ringan. Adapun persamaan dalam penelitian ini adalah sama-sama meneliti limbah cangkang kerang dalam kuat tekan beton, perbedaan dalam penelitian ini adalah tidak meninjau sisi subtitusi seperti yang diteliti oleh Alfred Advant Liemawan, Tavio dan I Gusti Putu Raka.
3. **ANALISA CANGKANG KERANG SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN AGREGAT KASAR PADA PEMBUATAN BETON MUTU NORMAL DENGAN METODE ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) oleh Ahmad Aarifuddin, 2020.** Penelitian inibertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah cangkang kerang terhadap kuat tekan beton dan juga bertujuan untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang sebagai bahan tambah.

**2.1. Pengertian Beton**

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Nawy (1985:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing-masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana (*engineer*) dapat mengembangkan pemilihan material yang yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perancana dan memenuhi persyaratan *serciceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

Dalam usaha untuk memahami karakteristik bahan penyusun campuran beton sebagai dasar perancangan beton, Departemen Pekerjaan Umum melalui LPMB banyak mempublikasikan standar-standar yang berlaku. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik dan lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1).

Masalah yang dihadapi oleh seorang perencana adalah bagaimana merencanakan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton tersebut agar dapat memenuhi spesifikasi teknik yang ditentukan (sesuai dengan spesifikasi teknik dalam kontrak atau permintaan).

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah : a). kualitas semen, b). proporsi semen terhadap campuran, c). kekuatan dan kebersihan agregat, d). interaksi atau adhesi antara pesta semen dengan agregat, e). pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, f). penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton, g). perawatn beton, dan h). kandungan klorida tidakmelebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos (Nawy, 1985:24).

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaannya pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton langsung., seperti disebutkan oleh N. Jakson : *“The quality of the concrete in the structure depends of on the workmanship on site”* (Jakson, 1977:146) serta L.J. Murdock dan K.M. Brock yang mengatakan *“kecakapan tenaga kerja adalah salah satu faktor penting dalam produksi suatu bangunan yang bermutu, dan kunci keberhasilan untuk mendapatkan tenaga kerja yang cakap adalah pengetahuan dan daya tarik pada pekerjaan yang sedang dikerjakan”* (Murdock, 1991:6).

Dengan kata lain arti dari beton adalah hasil campuran yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, dan agregat (bahan tambahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan bangunan npn kimia dengan perbandingan tertentu).

**2.3 Material Pembentuk Beton**

**2.3.1 Semen Portlad**

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan lainnya.

Semen portland yang digunakan di Indonesia harus harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standart Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standart tersebut (PB.1989:3,2-8).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. pemilihan tipe semen ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standart deviasi yang ditemui kecil. Sehingga semen yang berasal beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standart deviasi hasil uji kekuatan semen besar, hal tersebut akan menjadi masalah. Saat ini banyak tipe semen yang ada dipasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatan semennya pun besar (ACI 318-89:2-1).

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu masa padat dan mengisi rongga-rongga udara antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun fungsinya sebagai bahan pen gikat maka peranan semen menjadi penting.

1. **Proses Pembuatan Semen Portland**

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan alumunium silikat. Penampbahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mongering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3.12 dan 3.16 dan berat volume sekitar 1500 kg/cm3 (Nawy,1985:9). Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silica (SiO3), alumina (AI2O3), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya, terkadang ditambah oksida besi, sedangkan gypsum (CaSO4.2H2O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen.

Klinker dibuat dari batu kapur (CaCO3), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bahan kapur di Indonesia tersedia melimpah. Kebanyakan pabrik semen dibangun di dekat gunung kapur.

Pembuatan semen portland dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu :

1. Penambangan di *quarry*
2. Pemecahan di *crushing plant*
3. Penggilingan (*blending*)
4. Pencampuran bahan-bahan
5. Pembakaran (*ciln*)
6. Penggilingan kembali hasil pembakaran
7. Penambahan bahan tambah
8. Pengikatan (*packing plant*)

Proses pembuatan semen Portland dapat dibedakan menjadi dua, yaitu proses basah dan proses kering.

1. **Proses basah**

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air (*slurry*) dan digiling hingga berupa bubur halus. Proses basah umumnya dilakukan jika yang dioleh merupakan bahan-bahan lunak seperti kapur dan lempung.

Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukan dalam sebuah pengering (*oven*) berbentuk silinder yang dipasang miring (*ciln*). Suhu *ciln* ini sedikit demi sedikit dinaikan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibatnya terjadi *sliding* di dalam *clin*. Pada suhu 100oC air mulai menguap: pada suhu 850oC karbondioksida dilepaskan. Pada suhu sekitar 1400oC, berlangsung permulaan perpaduan di daerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1%-5%.

1. **Proses Kering**

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis *shale*. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya, bahan tersebut dimasukan ke dalam *clin* dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

Dalam fabrikasi akhir, semen portland digiling dalam kilang peluru (*kogelmoles/ciln*) hingga halus dan ditambahi beberapa bahan tambahan, termasuk gypsum. Jenis semen yang diporduksi pabrik disesuaikan dengan kebutuhan. Nama pabrik semen tersebut biasanya digunakan sebagai merk dagang. Secara ringkas, proses pembuatan semen Portland dapat dijelaskan sebagai berikut (Nawy, 1985:9).

1. Bahan baku yang berasal dari tambang (*quarry*) berupa campuran CaO, SiO2, AI2O3, digiling (*blended*) bersama-sama beberapa bahan tambah lainnya, baik dalam proses basah maupun proses kering.
2. Hasil campuran tersebut dituangkan ke ujung atas *ciln* yang diletakkan agak miring
3. Selama *ciln* berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas ke ujung bawah.
4. Temperatur dalam *ciln* dinaikan secara perlahan hingga mencapai temperatur klinker dimana difusi awal terjadi. Temperatur ini dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen portland pada suhu 1400OC (2700OF). Butiran yang dihasilkan disebut klinker (*clincer*) dan memiliki diameter antara 1,5-50 mm.
5. Klinker tersebut kemudian didinginkan dalam *clinker storage* dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran-butiran yang halus.
6. Bahan tambah, yakni sedikit gipsum (sekitar 1%-5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yakni waktu pengerasan semen dilapangan.
7. Hasil yang diperoleh kemudian disimpan pada sebuah *cement* *silo* untuk penggunaan yang kecil, yakni kebutuhan masyarakat. Pengolahan selanjutnya adalah pengepakan dalam *packing plant*. Untuk kebutuhan pekerjaan besar, perindustrian semen dapat dilakukan menggunakan *capsule truck*.
8. **Sifat dan karakteristik semen Portland**

Semen yang satu dapat dibedakan dengan semen yang lainnya berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirnya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen portland adalah kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silika (SiO2) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta alumina (Fe2O3 dan AI2O3) sekitar 7%-12%. Sifat-sifat semen portland menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

1. **Sifat Fisika Semen Portland**

Sifat-sifat fisika semen meliputi kehalusan butir, waktu pengikatan, kekalan, kekuatan tekan pengikat semu, panas hidrasi, dan hilang pijar. Berikut ini adalah penjelasan untuk masing-masing sifat.

**Kehalusan Butir (*fineness*)**

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan (*setting time*) menjadi semakin lama jika butir semen dinamakan penampang spesifik, yaitu luas butir permukaan semen. Jika permukaan penampang semen lebih besar, semen akan memperbesar bidang kontak dengan air. Semakin halus butiran semen, proses hidrasinya semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang.

1. **Sifat Kimia Semen Protland**

Sifat kimia semen meliputi kesegaran semen, sisa yang tak larut dan yang paling utama adalah komposisi syarat yang diberikan.

**Kesegaran semen**

Pengujian kehilangan berat akibat pembakaran (*lost of ignition*), dilakukan pada semen dengan suhu 900-1000oC. kehilangan berat ini terjadi karena kelembaban yang menyebabkan prehidrasi dan karbonisasi dalam bentuk kapur bebas atau magnesium yang menguap.

Kelembaban ini disebabkan oleh atmosfir yang mengandung air. Juga karna karbondioksida yang terserap di atmosfir.

**2.3.2 Agregat**

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam camburan beton. Agregat meliputi sebanyak kurang lebih 60-75 % dari volume beton dan sisanya terdiri dari pasta semen yang telah mengeras, mineral dalam semen yang belum beraksi dan rongga udara. Semakin padat agregat-agregat itu tersusun akan mempengaruhi kekuatan, daya tahan terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut

**2.3.2.1 Agregat halus**

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum ukuran 4.75 mm berasal dari alam atau hasil olahan. Agregat halus alam adalah agregat halus dari disentegrasi dari batuan sedangkan agregat hasil olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan atau pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan, atau terak tanur tinggi.

Agregat halus mempunyai peran penting sebagai pembentuk beton dalam pengendalian kelecakan (*workability*), kekuatan (*strength*), atau keawetan (*durability*) dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai agregat halus harus memenuhi syarat gradasi yang telah ditetapkan. Syarat-syarat agregat halus (pasir) sebagai bahan material pembuatan beton sesuai dengan SNI 03-6820-2002/ASTM C -33-97 adalah :

1. Material dari bahan alami dengan kekasaran permukaan optimal sehingga kuat tekan beton besar.
2. Butiran tajam, keras, kekal (*durable*) dan tidak beraksi dengan material beton lain
3. Berat jenis agregat tinggi berarti agregat padat sehingga beton yang dihasilkan padat dan awet.
4. Gradasi sesuai spesifikasi dan hindari *gap graded aggregate* karna akan membutuhkan semen yang banyak untuk mengisi rongga.
5. Bentuk yang baik adalah bulat, karena akan saling mengisi rongga dan jika ada bentuk yang pipih dan lonjing dibatasi maksimal 15% dari berat total beton.
6. Kadar lumpur agregat tidak lebih dari 5% terhadap berat kering karena akan berpengaruh pada kuat tekan beton.

**2.3.2.2 Agregat Kasar**

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, kerak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Sesuai dengan SNI 03-2847-2002, bahwa agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butiran antara 5.00 mm sampai 40 mm. Pada umumnya agregat ini mempunyai ukuran lebih besar dari 4.75 mm dan ukuran maksimumnya sangat bervariasi tergantung dari keburuhan betonnya. Pada umumnya ukuran agregat kasar adalah 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40mm, 80 mm, dan 100 mm. kerikil dan batu pecah yang umum digunakan campuran beton yang memiliki sifat fisik antara lain butir-butir keras dan tidak berongga serta tidak mudah pecah jika terjadi perubahan cuaca.

**2.3.3 Air**

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih, air yang dapat diminum 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.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut sebagai Faktor Air Semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan untuk pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam alumunium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2).

Pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat baku air bersih sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (CI) lebih dari 0.5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

**2.3.4 Bahan Tambah**

Menurut ACI *Committee* 212.1R-81 (*Resived* 1986) yang selalu diperbaiki sejak 1944, 1954, 1963, 1971, jenis bahan tambah untuk beton dikelompokan menjadi 5 kelompok, yaitu : *accelerating, air-entraining, water reducer and set-controling, finely devided mineral* dan *miscellaneous.*

Bahan campuran tambahan merupakan bahan campuran yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan kedalam campuran sesaat atau selama campura. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton atau pasta semen agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, atau ekonomis untuk tujuan lain seperti menghemat energi (Nawy, 1996).

Suatu bahan tambah pada umumnya dimasukan kedalam campuran beton dengan jumlah sedikit, sehingga tingkat kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Oleh sebab itu, control terhadap bahan tambah perlu dilakukan dengan tujuan untuk menunjukkan bahwa pemberian bahan tambah pada beton tidak menimbulkan efek samping seperti kenaikan penyusutan kering, pengurangan elastisitas (L.J Murdock dan K.M Brook, 1991).

Beberapa Alasan Penggunaan Bahan Tambah, beberapa tujuan yang penting dari penggunaan bahan tambah ini menurut *manual of concrete practice* dalam admixture and concrete (ACI.212.1R-08, Resived 1986) antara lain :

* Memodifikasi Beton Segar, Mortar Dan Grouting

1. Menambah sifat kemudahan pekerjaan tanpa menambah kandungan air atau mengurangi kandungan air dengan sifat pengerjaan yang sama.
2. Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dan campuran beton.
3. Mengurangi atau mencegah secara perventif penurunan atau perubahan volume beton.
4. Mengurangi segresi.
5. Mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar.
6. Mengurangi kehilangan nilai slump.

* Memodifikasi Beton Keras, Mortar Dan Grouting

1. Menghambat atau mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal (beton muda).
2. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda.
3. Menambah kekuatan beton (kuat tekan, kuat lentur atau kuat geser dari beton).
4. Menambah sifat keawetan beton atau ketahanan dari gangguan luar termasuk serangan garam-garam sulfat.
5. Mengurangi kapilaris dari air.
6. Mengurangi sifat permeabilitas.
7. Mengontrol pengembangan yang disebabkan oleh reaksi dari alkali termasuk alkali dalam agregat.
8. Menghasilkan struktur beton yang baik
9. Menambah kekuatan ikatan beton bertulang.
10. Mengembangkan ketahanan gaya impact (berulang) dan ketahanan abrasi.
11. Mencegah korosi yang terjadi pada baja (embedded metal)
12. Menghasilkan warna tertentu pada beton atau mortar.

**2.3.5 Cangkang Kerang**

Pada penelitian ini peneliti menggunakan limbah dari cangkang kerang yang dimanfaatkan sebagai agregat kasar yang dipilih melalui proses lolos ayakan ukuran minimum 4.75 mm. pemanfaatan cangkang kerang dipilih sebagai bahan tambah atau pengganti batu krikil pada agregat kasar karena dari sekian banyak potensi kerang yang dihasilkan di Indonesia, kebanyakan masyarakat hanya memanfaatkan daging kerang saja sedangkan cangkang kerang belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini menimbulkan permasalahan berupa sampah cangkang kerang yang menumpuk di daerah pesisir pantai. Pemanfaatan cangkang kerang oleh masyarakat umum hanya sebatas untuk pembuatan kerajinan, misalnya : cermin bingkai datar, manik-manik, hiasan dinding dll. Padahal manfaat dri cangkang kerang sangat besar, dilihat dari kandungannya, sebagian besar cangkang kerang mengandung kapur, yang mana kapur juga bisa digunakan untuk material bangunan.

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia Cangkang Kerang Darah

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Komponen | Kandungan (%) |
| 1 | CaCO3 | 98,7 |
| 2 | Na | 0,9 |
| 3 | P | 0,02 |
| 4 | Mg | 0,05 |
| 5 | Fe, Cu, Ni, B, Zn, dan Si | 0,2 |
|  |  |  |

**2.4 Perancangan Beton f’c 25 Mpa**

Beton yang akan diuji memiliki kekuatan kuat tekan (f’c) 25 Mpa. Perancangan beton f’c 25 Mpa menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI). Langkah-langkah perancangan beton menurut ACI adalah sebagai berikut :

Hitungan kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan rencana dan margin, f’er = m+f’c.

1. Nilai margin dihitung dengan rumusan m=1.64xSd,
2. Standart deviasi (Sd) diambil dari tabel 2.2 berdasarkan mutu pelaksanaan yang diinginkan.
3. Kuat tekan rencana (f’c) ditentukan berdasarkan rencana atau hasil uji yang lalu.

**Tabel 2.2 Nilai Standar Deviasi Menurut ACI**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Mutu Pelaksanaan | (Mpa) |
| Volume Pekerjaan | Baik Sekali | Baik | Cukup |
| Kecil (<1000 m3)  Sedang (1000-3000 m3)  Besar (>3000 m3) | 4.5<sd<5.5  3.5<sd<4.5  3.5<sd<3.5 | 5.5<sd<6.5  4.5<sd<5.5  3.5<sd<4.5 | 6.5<sd<8.5  5.5<sd<7.5  4.5<sd<6.5 |

Sumber : Tri Mulyono (2005:161)

**2.5 Slump dan Butiran Maksimum agregat**

1. Slump ditentukan. Jika tidak dapat, data diambil dari tabel 2.4
2. Ukuran maksimum agregat dihitung dari 1/3 tabel plate dan atau ¾ jarak bersih antar baja tulangan, tendon, *bundle bar*, atau *ducting* dan atau 1/5 jarak terkecil bidang bekisting ambil yang terkecil, jika tidak diambil dari tabel 2.5

**Tabel 2.3 Slump yang disyaratkan untuk Berbagai Konstruksi menurut ACI**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Slump (mm) | |
| Jenis Konstruksi | Maksimum\* | Minimum |
| Dinding penahan dan pondasi  Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur  Balok dan dinding beton  Kolom struktural  Perkerasan dan slab  Beton massal | 76.2  76.2  101.6  101.6  76.2  50.8 | 25.4  25.4  25.4  25.4  25.4  25.4 |

Dapat ditambahkan sebesar 25.4 mm untuk pekerjaan beton yang tidak menggunakan birator, tetapi menggunakan metode konsolidasi

Sumber : Tri Mulyono (2005:161)

**Tabel 2.4 Ukuran Maksimum Agregat menurut ACI**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dimensi Minimum, mm | Balok Kolom | Plat |
| 62.5  150  300  750 | 12.5 mm  40 mm  40 mm  80 mm | 20 mm  40 mm  80 mm  80 mm |

Sumber : Tri Mulyono (2005:162)

**2.6 Jumlah Air**

Jumlah air yang diburuhkan berdasarkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump.

Tabel 2.6 Perkiraan Air Campuran dan persyaratan kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum, menurut ACI

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Slump (mm) | Air (lt/m3) | | | | | | | |
|  | 9.5 mm\*) | 12,7 mm\*) | 19.1 mm\*) | 25.4 mm\*) | 38.1 mm\*) | 50.8 mm\*\*) | 76.2 mm\*\*) | 152.4 mm\*\*) |
| 25.4 s/d 50.8  76.2 s/d 127  152.4 s/d 177.8  Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton air-entrained (%) | 210  231  246  3.0 | 201  219  231  2.5 | 189  204  216  2.0 | 180  195  204  1.5 | 165  180  189  1.0 | 156  171  180  0.5 | 132  147  162  0.3 | 114  126  -  0.2 |
| 25.4 s/d 50.8  76.2 s/d 127  152 s/d 177.8  Kandungan udara total rata-rata yang disetujui\* (dalam persen) | 183  204  219 | 177  195  207 | 168  183  195 | 162  177  186 | 150  165  174 | 144  159  168 | 123  135  156 | 108  120  - |
| Diekspose sedikit  Diekspose menengah  Sangat ekspose | 4.5  6.0  7.5 | 4.0  5.5  6.0 | 3.5  5.0  6.0 | 3.0  4.5  6.0 | 2.5  4.5  5.5 | 2.0  4.0  5.0 | 1.5\*\*)  3.5\*\*)  4.5\*\*) | 1.0\*\*)  3.0\*\*)  4.0\*\*) |

Sumber : Tri Mulyono (2005:162)

Keterangan :

1. Banyaknya air campuran di sini dipakai untuk menghitung factor air semen untuk suatu campuran percobaan (trial batch). Harga-harga ini adalah maksimum butirnya 1.5 in (40 mm), untuk suatu agregat kasar bentuk dan gradasinya cukup baik dan dalam batas yang diterima oleh spesifikasi.
2. Nilai slump untuk beton yang mengandung agregat dengan ukuran maksimal 1.5 inch (38,1 mm atau 40 mm) ini adalah berdasarkan percobaan-percobaan yang dibuat setelah membuang partikel agregat yang lebih besar dari 38 atau 40 mm.
3. Banyaknya air campuran disini dipakai untuk menghitung faktor air semen untuk suatu campuran percobaan (trial batch), jika digunakan butiran maksimum agregat 3 inch (76,2 mm) atau 6 inch (152,4 mm), harga-harga ini adalah maksimal untuk suatu agregat kasar bentuk dan gradasinya cukup baik dari halus sampai kasar.
4. Rekomendasi lainnya tentang kandungan air dan toleransi yang diperlukan untuk control di lapangan tercantum dalam sejumlah dokumen ACI, seperti ACI 201, 345, 318, 301, dan 302. Batas-batas kandungan air dalam beton juga diberikan oleh ASTM C-94 untuk beton ready mix. Persyarata-persyaratan ini bisa saja tidak sama untuk masing-masing peraturan, sehingga perancangan beton perlu ditinjau lebih lanjut dalam menentukan kandungan air yang memenuhi syarat untuk pekerjaan yang juga memenuhi syarat peraturan.
5. Untuk berton yang menggunakan agregat lebih besar dari 1.5 inch(40 mm) dan bertahan diatasnya, presentase udara yang diharapkan pada 1.5 inch, dikurangi material ditabelkan dikolom 38,1. Akan tetapi, dalam dalam perhitungan komposisi awal seharusnya kandungan udara juga ada sebagai suatu persen keseluruhan.
6. Jika menggunakan agregat besar pada beton dengan FAS besar, gelembung udara yang bisa saja tidak mengurangi kekuatan. Dalam banyak hal, persyaratan air campuran akan berkurang jika FAS bertambah, artinya pengaruh reduksi kekuatan akibat air entrained akan berkurang.
7. Harga-harga ini berdasarkan kriteria 9% udara diperlukan pada fase mortar. Jika volume mortar sangat berbeda dengan yang ditentukan dalam rekomendasi praktik ini, besarnya dapat dihitung dengan mengambil 9% dari volume mortar sesungguhnya.

**2.7 Nilai Faktor Air Semen**

**Tabel 2.7** Nilai Faktor Air Semen menurut ACI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kekuatan Tekan | FAS |  |
| 28 hari\* (Mpa)\*\* | Beton Air-entrained | Beton Non Air-entrained |
| 41.4  34.5  27.6  207  13.8 | 0.41  0.48  0.57  0.68  0.62 | -  0.4  0.48  0.59  0.74 |

Sumber : Tri Mulyono (2005:163)

Besar kekuatan tekan diestimasi atas beton yang mempunyai kandungan udara tidak melebihi seperti yang tercantum dalam tabel. Untuk harga FAS yang konstan, kekuatan tekan beton akan berkurang jika kandungan udara bertambah. Kekuatan ini berdasarkan beton yang kelembababnnya dijaga (*curing*) pada temperature 23+1.7 derajat celciuc, sesuai dengan ASTM C-31 “membuat dan merawat benda uji tekan dan lentur di lapangan”, dengan uji silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm.

**2.8 Koreksi Proporsi Campuran**

**Tabel 2.8** Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton, Metode ACI

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ukuran Agregat | Volume agregat kasar kering persatuan volume untuk berbagai modulus halus butir | | | |
| Maks (mm) | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 9.5  12.7  19.1  25.4  38.1  50.8  76.2  152.4 | 0.50  0.59  0.66  0.71  0.75  0.78  0.82  0.87 | 0.48  0.57  0.64  0.69  0.73  0.76  0.80  0.85 | 0.46  0.55  0.62  0.67  0.71  0.74  0.78  0.83 | 0.44  0.53  0.60  0.65  0.69  0.72  0.76  0.81 |

Sumber : Tri Mulyono (2005:164)

Volume ini didasarkan atas agregat kasar kondisi kering oven (*dry-rodded*) sesua dengan ASTM C-29, “Satuan Berat Agregat”. Volume ini dihasilkan dari hubungan empiris yang menghasilkan beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang tinggi, cocok untuk beton biasa. Untuk beton yang kurang mudah dikerjakan dalam syarat konstruksi maka nilai ini dapat dinaikan sekitar 40%. Untuk beton yang lebih mudah dikerjakan kandungan agregat kasarnya dapat dikurangi sekitar 10%, apabila nilai *Slump* dan FAS telah dipenuhi.

**Tabel 2.9** Estimasi Berat Awal Beton Segar\* (kg/m3), Metode ACI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ukuran Agregat Maks (mm) | Beton Air-entrained | Beton Non Air-entrained |
| 9.5  12.7  19.1  25.4  38.1  50.8  76.2  152.4 | 2,304  2,334  2,376  2,406  2,442  2,472  2,496  2,538 | 2,214  2,256  2,304  2,340  2,376  2,400  2,424  2,472 |

Sumber : Tri Mulyono (2005:165)

Harga-harga yang dicantumkan adalah untuk beton dengan semen sedang (Bj 3.14) dan agregat sedang (bj 2.7). persyaratan air campuran dengan slump 3-4 in atau 76.2 mm – 12.5 mm, ASTM C.143.

**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Metode Penelitian**

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah penelitian suatu masalah, kasus, gejala, atau fonomena tertentu dengan cara ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode yang diambil dalam penelitian ini adalah metode ACI (*American Concrete Institute*).

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh komposisi campuran kerikil dengan cangkang kerang sebagai bahan agregat pembuatan beton yang memenuhi syarat kuat tekan sehingga dapat menghasilkan beton dengan mutu baik.

Perencanaa pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun. Sebelum diimplementasikan dalam pelaksanaan konstruksi dilapangan, pencampuran bahan-bahan dapat dilakukan dilaboratorium. Agar tetap menjaga konsistensi rancangan, tahapan lebih lanjut dalam pengelolaaan beton perlu diperhatikan. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi. Tetapi jika pelaksanaannya tidak dikontrol dengan baik, kemungkinan dihasilkan kuat tekan yang sesuai dengan rencana. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan pengujian dilaboratorium,

meliputi :

1. Persiapan bahan
2. Pengujian bahan
3. Perancangan campuran
4. Pembuatan benda uji
5. Perawatan benda uji
6. Pengujian kuat tekan benda uji
7. Dokumentasi dan pencatatan data uji.

Selain metode ACI (*American Concrete Institute*) ada banyak lagi metode yang bisa digunakan untuk pembuatan beton adalah

* Metode DOE (*Departement of Environment*) adapun pendekatan metode DOE ini agak berbeda dengan metode ACI, meskipun prinsip yang digunakan adalah sama. Metode DOE disusun oleh *British Departement of Environment* pada tahun 1975 untuk menggantikan Road Note no. 4 di Inggris. Dan untuk di Indonesia telah diadakan penyesuaian pada besarnya variasi kuat tekan.
* Metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI.T-15-1990-03, perancangan cara Inggris atau dikenal dengan metode Departemen Pekerjaan Umum yang tertuang dalam SK.SNI.T-15-1990-03 “Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal” merupakan adopsi dari cara Departement of Environment (DoE), *Building Research Establishment*, *Britain*.
* Metode Portland Cement Association, metode campuran Portland Cement Assosiation (PCA) pada dasarnya serupa dengan metode ACI sehingga secara umum hasilnya akan saling mendekati.
* Metode Campuran Coba-Coba, cara lain dalam merancang beton adalah dengan cara coba-coba. Cara ini akan lebih ekonomis namun membutuhkan waktu yang cukup lama. Cara coba-coba biasanya dikembangkan berdasarkan cara diatas, setelah dilakukan pelaksanaan dan evaluasi, cara ini berusaha mendapatkan pori-pori yang minimum atau kepadatan beton yang maksimum artinya bahwa kebutuhan agregat halus maksimum untuk mendapatkan kebutuhan semen yang minimum.

**3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini memelukan tempat yang dijadikan obyek untuk memperoleh data-data untuk mendukung tercapainya tujuan penelitian. Kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sunan Bonang Tuban, Jl. DR. Wahidin Sudirohusodo no.798, Sidorejo, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.

**3.3 Standart dan Alat Penguji**

**3.3.1 Standar Pengujian**

Standart pengujian yang digunakan dalam pengujian dan pembuatan benda uji adalah mengacu pada standar ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan ACI (*American Concrete Institute*)

**3.3.2 Alat Pengujian**

Alat yang digunakan dalam pengujian dan pembuatan benda uji berasal dari dalam Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sunan Bonang Tuban yang mengacu pada Standart Nasional Indonesia (SNI).

1. Cetakan silinder : Mencetak sample beton yang akan diuji
2. Oven : Pengeringan agregat
3. Piring logam : Menampung agregat dioven
4. Ayakan : Menyaring agregat
5. Timbangan : Menimbang bahan-bahan
6. Gelas ukur : Menakar air
7. Ember : Menampung agregat
8. Kerucut abrams : Penguji slump
9. Sekop : Mengaduk agregat
10. Kaliper : Mengukur benda uji
11. Mesin uji desak : Tes desak beton

**3.3.3 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain :

1. Semen yang digunakan adalah Semen Gresik PPC 40 kg
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Bojonegoro
3. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah berdiameter 1:2 cm.
4. Cangkang kerang darah ukuran minimal 4.75 mm.
5. Air sumur dengan jenis air tawar

**3.4 Tahapan Penelitian**

Sebagai penelitian ilmiah, maka penelitian harus dilaksanakan dalam sistematika yang jelas dan teratur agar diperoleh hasil yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa langkah

**3.4.1 Tahap I : Pemeriksaan kadar lumpur pasir**

Langkah-kah yang dilakukan :

1. Mempersiapkan alat dan bahan (pasir) terlebih dahulu.
2. Menimbang piring sebelum digunakan untuk tempat pasir (Wpi).
3. Menimbang pasir dengan berat 100g, kemudian dimasukan kedalam gelas ukur 250cc dan diisi dengan air jernih setinggi 12 cm diatas muka pasir.
4. Gelas ukur dikocok-kocok selama kurang lebih 20-25 kali, kemudian biarkan selama 1 menit dan apabila air dalam gelas masih terlihat keruh maka air dibuang dan diisi kembali dengan air jernih.
5. Melanjutkan langkah keempat hingga air dalam gelas ukur jernih, lalu air dipisahkan dengan pasir dan dibuang, pasir diletakan dalam piring, kemudian dimasukan kedalam oven pada suhu (100-110oC).
6. Kemudian pasir dikeluarkan dari oven dan didinginkan lalu ditimbang beratnya (Wko), setelah itu pasir dibuang.

**3.4.2 Tahap II : Pemeriksaan modulus halus butir**

Alat yang digunakan :

1. Timbangan.
2. Satu set saringan dengan urutan ukuran pakai no 4, no 8, no 16, no 30, no 50, no 100.
3. Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
4. Talam (Loyang).
5. Mesin penggoyang saringan.

**3.4.3 Tahap III : Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat**

1. **Agregat Halus**

Peralatan yang digunakan antara lain :

1. Timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Picnometer dengan kapasitas 500 ml.
3. Conne/kerucut terpancung (tabung kerucut dengan pembukanya) dengan ukuran diameter atas (40±3)mm dan diameter bawah (90±3)mm, dengan tebal logam 0,8 mm dan ukuran penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340±15)gram diameter permukaan penumbuk (25±3)mm.
4. Saringan no 4
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai (110±5) derajat celcius.
6. Loyang seng dan Loyang plastic (talam)
7. Thermometer
8. Pompa hampa udara atau tungku
9. Air sulingan
10. Kuas, bejana tempat air dan alat lainnya.

Tahap pemeriksaan :

1. Pasir sebanyak 2500 gram ditimbang.
2. Pasir dikeringkan didalam oven pada suhu (110±5)derajat celcius, sampai kering tetap/berat tetap, didinginkan pada suhu ruangan kemudian direndam didalam air sampai basah jenuh. Berat tetap yang dimaksudkan adalah keadaan berat pasir selama 3 kali proses penimbangan dan
3. Air rendaman dibuang dengan hati-hati jangan smpai ada butiran yang hilang.
4. Pasir dimasukkan kedalam loyang seng, kemudian dipanaskan dengan kompor dan dengan dibolak-balik hingga kering permukaan jenuh.
5. Untuk mengetahui kering permukaan semu dengan jalan ditest memakai conne dengan diisi sebanyak 3 lapis hingga penuh dimana tiap lapis ditumbuk lapis pertama 8 kali, lapis kedua 8 kali, lapis ketiga 9 kali, kemudian conne diangkat dengan hati-hati, kalau pasir masih berbentuk kerucut seperti conne berarti benda uji belum mencapai kering permukaan jenuh.
6. Pekerjaan no 4 dan no 5 diulang sampai kering permukaan jenuh (SSD).
7. Kalau sudah mencapai keadaan SSD pasir ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan kedalam picnometer yang sudah diketahui beratnya, kemudian diisi lagi dengan air sulingan sebanyak 90% dari kapasitas picnometer.
8. Picnometer yang sudah berisi pasir dan air sulingan diletakan diatas kompor yang sudah dinyalakan, kemudian direbus untuk menghilangkan gelembung udara yang ada didalam pasir atau dapat digunakan pipa Mpa udara guna mempercepat proses tersebut tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terserap.
9. Setelah mendidih didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian ditambah air suling sebanyak yang diperlukan (sampai batas maksimal) lalu ditimbang. Perhitungkan suhu standart 25 derajat celcius.
10. Ditambah dengan air sampai tanda batas dan timbang picnometer berisi air dan pasir sampai ketelitian 0,1 gram (wt)
11. Pasir dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu (110±5) derajat celcius.
12. Setelah dingin pasir ditimbang (w). Ditentukan berat picnometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standart 25 derajat celcius.
13. **Agregat kasar**

Peralatan yang digunakan adalah :

1. Keranjang kawat dengan ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no 6 dan no 8). Sesuai dengan pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan alat pipa, sehingga permukaan air selalu tetap.
2. Timbangan kapasitas 5kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
3. Oven yang dilengkapi pengaturan suhu hingga (110±5) derajat celcius.
4. Alat pemisah sample.
5. Saringan no 4.

Untuk pelaksanaan pengujian dikerjakan melalui tahap :

1. Batu pecah (2500 gram) dicuci terlebih dahulu, kemudian direndam didalam air pada suhu kamar.
2. Batu pecah dimasukan kedalam keranjang, kemudian dimasukan kedalam bak terendam yang terisi air dan goncang-goncangkan agar udara yang tersekap dapat keluar. Kemudian ditimbang beratnya dalam air.
3. Batu pecah dikeluarkan dari air dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD). Untuk ukuran yang besar pengeringannya satu persatu.
4. Batu pecah ditimbang dalam kering permukaan jenuh.
5. Batu pecah dikeringkan dalam oven antara suhu (100-110) derajat celcius, sampai kering.
6. Batu pecah dikeluarkan dari oven, didiamkan sampai mencapai suhu ruangan lalu ditimbang sehingga diperoleh berat kering.

**3.4.4 Tahap IV : Pemeriksaan berat volume agregat**

Adapun peralatan yang disiapkan :

1. Tabung silinder berdiameter 15 cm x tinggi 30 cm
2. Timbangan kapasitas 15 kg
3. Tongkat penumbuk berdiameter 16 cm panjang 60 cm
4. Serok, sekop, lap.

Tahap pemeriksaan :

1. Menimbang berat tabung (Wt) dan volume tabung (V).
2. Mengisi tabung dengan agregat dengan setiap 30% volume ditumbuk sebanyak 25 kali, lalu ditimbang kembali (W).
3. Dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar.

**3.5** **Pengujian Slump**

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat *workbilitas* ( kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Tabung kerucut abrams bagian dalam dibasahi dengan air dan disiapkan diatas plat baja. Beton segar dimasukan kedalam tabung kerucut dan setiap 1/3 volumenya ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan penumbuk baja sampai isi kerucut *abrams* penuh. Beton diratakan permukaannya dan didiamkan selama 0,5 menit, selanjutnya corong kerucut diangkat pelan-pelan secara vertikal tanpa ada gaya horizontal. Tabung kerucut diletakkan disebelahnya, pengukuran slump dilakukan dari bagian tertinggi beton segar sampai ujung atas kerucut *abrams*. Nilai yang didap merupakan nilai slump.

**3.6 Pembuatan Benda Uji**

Pada penelitian ini ada 3 jenis sample / modul (S1,S2,S3) yang masing-masing modul berjumlah 10 buah benda uji, jadi total dibuat 30 buah benda uji berbentuk silinder dengan menggunakan cetakan silinder berukuran diameter 15cm dan ketinggian 30cm, dengan perincian seperti tabel 3.1 dibawah ini :

**Tabel 3.1 Perincian Benda Uji**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pengujian Hari | Kode sample | Cangkang kerang (%) | Jumlah Benda Uji | Ukuran Benda Uji |
|  | S.1 | 10 | 10 | D=15, dan T=30 |
| 28 | S.2 | 20 | 10 | D=15, dan T=30 |
|  | S.3 | 30 | 10 | D=15, dan T=30 |
|  | JUMLAH |  | 30 |

Keterangan sample :

* S.1 : Beton (cangkang kerang 10%)
* S.2 : Beton (cangkang kerang 20%)
* S.3 : Beton (cangkang kerang 30%)

Pembuatan campuran dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan material campuran beton (mix design). Pelaksanaan pengecoran siap dilaksanakan beton yang telah memenuhi persyaratan tersebut ditumpahkan pada bak penampung adukan dan ditampung dalam ember untuk dibawa ketempat cetakan.

Langkah-langkah pembuatan beton :

1. Menimbang bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil yang disesuaikan dengan kebutuhan rencana campuran adukan beton.
2. Memasukan bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil, air sedikit demi sedikit kedalam molen dan kemudian dilanjutkan dengan menghidupkan molen.
3. Pada saat molen berputar diusahakan selalu dalam keadaan miring sekitar 45 derajat, agar adukan beton merata.
4. Mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai untuk mencetak benda uji dengan terlebih dahulu diolesi dengan oli.
5. Mengeluarkan adukan beton dari molen, dan ditampung pada talam.
6. Memasukan adukan beton kedalam cetakan dengan memakai cetok, dilakukan sedikit demi sedikit sambil ditusuk-tusuk supaya tidak keropos.
7. Adukan yang telah dicetak diletakkan ditempat yang terlindung dari sinar matahari dan hujan, didiamkan selama kurang lebih 24 jam.
8. Cetakan dapat dibuka dengan memberikan kode atau keterangan pada setiap beton(benda uji).

**3.7 Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji bertujuan agar permukaan beton segar selalu lembab hingga beton dianggap cukup keras. Kelembaban ini dijaga agar untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna.

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk merawat beton, yaitu :

1. Meletakan beton segar dalam ruangan yang lembab.
2. Meletakkan beton segar dalam genangan air atau perendaman.
3. Menyelimuti permukaan beton segar dengan karing yang basah.
4. Menyiram permukaan beton segar secara teratur.

Untuk penelitian ini dipakai benda uji pada umur 28 hari dengan meketakkan beton segar dalam genangan air atau perendaman.

**3.8 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji**

Pengujian dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari, adapun langkah-langkah pengujiannya adalah :

1. Menyiapkan benda uji yang telah berumur 28 hari.
2. Ditimbang untuk mendapatkan data berat silinder beton dalam keadaan kering.
3. Mengukur benda uji
4. Meletakkan benda uji pada mesin uji desak yang diletakkan secara vertikal untuk uji desak dengan peletakan secara simetris.
5. Menyalakan mesin uji desak dengan tekanan yang dinaikan secara berangsur-angsur dengan kecepatan 0,05o/menit tiap detik.
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan tekanan dan retak atau hancur.
7. Mencatat regangan, khususnya untuk pengujian kuat desak hingga mencapai pembebanan maksimal.

**3.9 Analisis Hasil Penelitian**

Analisis hasil penelitian dapat dilakukan setelah data-data diolah. Data-data yang didapat mulai dari awal penelitian, proses penelitian, sampai akhir penelitian. Hasil penelitian dibahas lebih rinci lagi bab IV.

**3.10 Bagan Alir Penelitian**

MULAI

Persiapan alat dan bahan

Pra Penelitian

survey lokasi pengambilan cangkang kerang dan laboratorium penelitian

Pengujian material

Pembuatan benda uji

Beton eksperimen (penambahan cangkang kerang) dengan presentase penambahan 10%,20%.30%

Pencetakan benda uji (setelah umur satu hari benda uji dibuka dan langsung direndam dalam air)

Masa perawatan benda uji (direndam air) selama 28 hari,

Dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan pada benda uji (umur 28 hari)

Hasil pengujian

Analisis hasil pengujian

kesimpulan

SELESAI

**Gambar 3.1** Diagram Alir (perancangan beton) Menggunakan Metode ACI

**BAB IV**

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Hasil Penelitian**

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Universitas Sunan Bonang Tuban.

Merupakan suatu pencarian data yang mengacu pada perumusan masalah, yaitu untuk mengetahui bahan-bahan material yang digunakan memenuhi syarat atau tidak dan untuk mengetahui pengaruh penambahan cangkang kerang terhadap kuat tekan beton dan penguji lainnya. Data pengujian meliputi hasil dari pengujian bahan yang digunakan dalam penelitian ini dan hasil dari pengujian benda uji silinder beton. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan yang digunakan dan mengetahui hasil dari penelitian ini.

**4.2 Hasil Pengujian Agregat.**

Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui sifat karakteristik dari agregat itu sendiri, adapun agregat yang diuji antara lain :

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Uraian** | **Pasir** | **Kerikil** | **Satuan** |
| Berat jenis SSD | 2,61 | 2,65 | Kg/m3 |
| Kadar air | 3,60 | 2,76 | % |
| Resapan | 3,31 | 2,16 | % |
| Ukuran agregat maksimum | 4,75 | 20 | Mm |

**Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Bahan Tambah *(Cangkang Kerang)***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Uraian | Hasil | Satuan | Acuan |
| 1 | Modulus kehalusan | 1.36 | % | SNI 03-1968-1990 |
| 2 | Kadar air | 0.2 | % | SNI 03-1970-1990 |
| 3 | Kadar lumpur | 2.4 | % | SNI 03-1970-1990 |
| 4 | Berat jenis | 2.19 | Gram |  |
|  | Penyerapan air. Presentase berat kering | 0.50 | % | SNI 03-1970-1990 |

*Sumber : Hasil Penelitian.*

**4.3 Agregat Halus**

**4.3.1 Pemeriksaan Gradasi dan Modulus Halus Butir Pasir.**

Pada penelitian ini pasir yang digunakan berasal dari Bojonegoro pengujian dilakukan dengan cara menyaring pasir guna mengetahui karakteristik dan kelayakan pasir Bojonegoro sebagai bahan penelitian beton, adapun hasil pengujiannya sebagai berikut :

**Tabel 4.3. Hasil pengujian analisis saringan pasir**

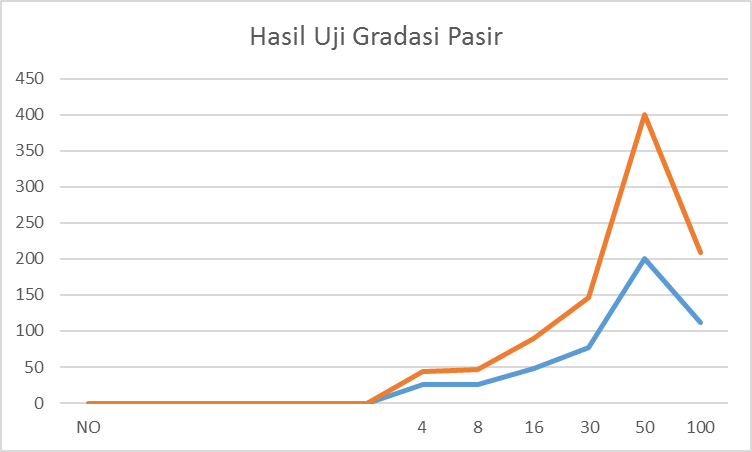
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | Ukuran  Saringan  (mm) | Berat saringan  (gram) | Berat saringan + Agregat  (gram) | Berat Tertahan  Uji 1 | | Komulatif 1 | |
|  |  |  |  | Gram | % | Tertahan  % | Lolos  % |
| 4 | 4,75 | 440 | 640 | 200 | 10 | 26,2 | 18 |
| 8 | 2,36 | 430 | 669 | 239 | 11.95 | 26,2 | 20 |
| 16 | 1,18 | 422 | 592 | 170 |  | 47,4 | 41,8 |
| 30 | 0,6 | 410 | 1086 | 676 | 33.8 | 77,0 | 68,8 |
| 50 | 0,3 | 398 | 824 | 426 | 21.3 | 200,3 | 200 |
| 100 | 0,15 | 281 | 345 | 64 | 3.2 | 111,0 | 98,20 |
| Pan | | 309 | 310 | 1 | 0,05 | 58 | 53,2 |
| Jumlah | | | | 2000 | 100 | 488,1 | 500 |

*Sumber : Hasil Penelitian.*

MHB = = = 4,881

Selanjutnya hasil analisis saringan diplot pada grafik prosentase komulatif lolos ayakan. Dengan menggunakan lengkung ayakan ideal.

**Grafik 4.1 Hasil Pengujian Analisis Saringan Pasir**



**Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Bahan Tambah (Cangkang Kerang)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | Uraian | Hasil | Satuan | Acuan |
| 1 | Modulus kehalusan | 1.36 | % | SNI 03-1968-1990 |
| 2 | Kadar lumpur | 2.4 | % | SNI 03-1970-1990 |
| 3 | Kadar air | 0,2 | % | SNI 03-1970-1990 |
| 4 | Berat jenis | 2.25 | Gram |  |
|  | Penyerapan air Presentase berat kering | 0,83 | % |  |

*Sumber : Hasil Penelitian*

**4.3.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat halus dan penyerapannya. Besarnya berat jenis yang diperiksa adalah untuk agregat dalam keadaan kering, adapun data – data yang diperoleh ditunjukan pada tabel 4.5 berikut :

**Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uraian | Uji 1 | Uji 2 | Rata - Rata |
| Berat pasir kering mutlak (Bk) (gram) | 485 | 483 | 484 |
| Berat pasir kondisi jenuh kering permukaan (SSD) (gram) | 500 | 500 | 500 |
| Berat picnometer + air (B) (gram) | 678 | 677 | 677,5 |
| Berat picnometer + pasir SSD + air (Bt) (gram) | 987 | 985 | 986 |

*Sumber : Hasil Penelitian*

Perhitungan :

Berat jenis bulk : = = 2,52

Berat jenis SSD : = = 2,61

Berat jenis semu : = = 2,76

Penyerapan : = = 3,31

**4.3.3 Pemeriksaan kadar *Silt* dan *Clay* Agregat Halus.**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar *Silt* dan *Clay* pada agregat halus / pasir, kadar *Silt* dan *Clay* pada agregat halus ini dapat dilihat pada tabel 4.6. dibawah ini :

**Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Kadar Silt dan Clay pada pasir.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uraian | Uji 1  (gram) | Uji 2  (gram) | Rata – Rata  (gram) |
| Berat benda uji kering oven w1, (gram) | 500 | 500 | 500 |
| Berat benda uji kering oven setelah dicuci w2, (gram) | 487 | 485 | 486 |
| Kadar Silt dan Clay x 100 | 2,6 % | 3,0 % | 2,8 % |

*Sumber : Hasil Penelitian*

**4.3.4 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui bobot isi dari agrgat halus, bobot isi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini :

**Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Berat isi Agregat Halus.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode | Uraian | Uji 1 | Uji 2 | Rata – Rata |
| A | Berat Tempat (gram) | 30 | 30 | 30 |
| B | Berat Tempat + Benda Uji (gram) | 1453 | 1423 | 1438 |
| C | Isi Tempat (cm3) | 854,4 | 854,4 | 854,4 |
| D | Berat Benda Uji (gram) (B-A) | 1423 | 1393 | 1408 |
| E | Berat Isi (gr/cm3) (D/C) | 1,67 | 1,63 | 1,65 |

*Sumber : Hasil Penelitian.*

**4.3.5 Pemeriksaan Berat Isi Semen**

Semen yang digunakan tidak boleh menggumpal dan dalam keadaan kering, sehingga semen layak digunakan sebagai bahan penelitian. Semen yang digunakan merupakan semen jenis I produksi PT. Semen Gresik.

**Tabel 4.8 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Semen.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode | Uraian | Uji 1 | Uji 2 | Rata – Rata |
| A | Berat Tempat (gram) | 30 | 30 | 30 |
| B | Berat Tempat + Benda Uji (gram) | 1030 | 1020 | 1025 |
| C | Isi Tempat (gram) | 854,4 | 854,4 | 854,4 |
| D | Berat Benda Uji (gram) (B-A) | 1000 | 990 | 995 |
| E | Berat Isi (gram) (D/C) | 1,17 | 1,16 | 1,16 |

**4.4 Agregat Kasar**

**4.4.1. Pemeriksaan Gradasi dan Modulus Halus Agregat Kasar.**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi agregat dan pasir yang digunakan. Serta mengetahui kelayakan dari agregat kasar yang digunakan. Adapun hasil dari pengujian adalah sebagai berikut ini :

**Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NO | Ukuran  Saringan  (mm) | Berat Saringan  (mm) | Berat Saringan + Agregat (gr) | Berat Tertahan  Uji 1 | | Komulatif 1 | |
| gram | % | Tertahan  % | Kumulatif |
| 1 1/2 | 37,5 | 555 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 3/4 | 19 | 580 | 2545 | 1965 | 98,3 | 98,3 | 1,8 |
| 3/8 | 9,5 | 550 | 585 | 35 | 1,8 | 100 | 0 |
| 4 | 4,75 | 440 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 8 | 2,36 | 430 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 16 | 1,18 | 422 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 30 | 0,6 | 410 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 50 | 0,3 | 398 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 100 | 0,15 | 281 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Pan | | 309 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Jumlah | | | | 2000 | 100 | 498,25 |  |

*Sumber : Hasil Penelitian*

MHB = = = 4,98

**4.4.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat kasar dan kadar air agregat kasar. Adapun data – data yang diperoleh ditunjukan pada Tabel 4.8 berikut ini :

**Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan kerikil.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uraian | Uji 1 | Uji 2 | Rata - Rata |
| Berat Benda Uji Kering mutlak (gram) (Bk) | 997 | 989 | 993 |
| Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh (gram) (Bj) | 1019 | 1010 | 1014,5 |
| Berat Benda Uji Dalam Air (gram) ( Ba) | 634 | 629 | 631,5 |

*Sumber : Hasil Penelitian*

Perhitungan :

Berat jenis bulk : = =2,59

Berat jenis SSD : = = 2,65

Berat Jenis Semu : = = 2,75

Penyerapan : x 100% = =2,16%

**4.4.3. Pemeriksaan Kadar *Silt* and *Clay* Agregat Kasar.**

**Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Kadar *Silt* and *Clay* pada Kerikil.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode | Uraian | Uji 1  (gram) | Uji 2  (gram) | Rata – Rata (gram) |
| A | Kerikil | 1000 | 1000 | 1000 |
| B | Berat Kerikil Kering Oven | 995 | 987 | 991 |
| C | Kadar Lumpur A-B/A x 100 | 0,5% | 1,3% | 0,9% |

*Sumber : Hasil Penelitian.*

**4.4.4. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar.**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui bobot isi agregat kasar, bobot isi agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut ini :

**Tabel 4.10. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Kerikil.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode | Uraian | Uji 1 | Uji 2 | Rata – Rata |
| A | Berat Tempat (gram) | 30 | 30 | 30 |
| B | Berat Tempat + Benda Uji (gram) | 1067 | 1065 | 1066 |
| C | Isi Tempat (gram) | 854,4 | 854,4 | 854,4 |
| D | Berat Benda Uji (B-A) (gram) | 1037 | 1035 | 1036 |
| E | Berat Isi (D/C) (gr/cm) | 1,21 | 1,21 | 1,21 |

*Sumber : Hasil Penelitian*

**4.5 Hasil Pengujian Benda Uji**

Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Adapun hasil pengujian sebagai berikut :

**4.5.1. Uji Porositas.**

Pengujian porositas dilakukan saat benda uji berumur 28 hari, pada sample beton silinder berukuran diameter 15cm x tinggi 30cm, dengan variasi penambahan Limbah Cangkang Kerang. Hasil pengujian porositas rata – rata setiap sample dapat dilihat pada tabel 4.11. :

**Tabel 4.11. Hasil Uji Porositas.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variasi | Kode Benda Uji | Berat Kering (Kg) | Berat Dalam Air (Kg) | Berat SSD | Porositas | Porositas Rata – Rata % |
| Cangkang kerang | % |
| 10% | S.1 | 12233 | 7460 | 13240 | 17,422 | 10,6 |
| S.1 | 12565 | 7660 | 13495 | 15,938 |
| S.1 | 12664 | 7360 | 13190 | 9,022 |
| S.1 | 12578 | 7160 | 12975 | 6,827 |
| S.1  S.1  S.1  S.1  S.1  S.1 | 12145  12018  12371  12005  11987  12084 | 7260  7351  7202  7198  7823  7013 | 13005  12940  13107  13951  12890  13913 | 14,969  4,667  8,023  11,096  7,563  10,591 |
| 20% | S.2 | 12347 | 7460 | 13215 | 6,653 | 7,6 |
| S.2 | 12200 | 7560 | 12865 | 12,535 |
| S.2 | 12150 | 7660 | 13215 | 5,685 |
| S.2 | 12660 | 7360 | 13050 | 6,854 |
| S.2  S.2  S.2  S.2  S.2  S.2 | 12435  11873  12016  12196  11875  11902 | 7160  6802  7001  6998  6980  7329 | 13125  12865  13061  13967  12056  12997 | 11,567  6,111  5,799  3,935  8,751  9,053 |
| 30% | S.3 | 12510 | 7560 | 13285 | 13,537 | 7,8 |
| S.3 | 12615 | 7360 | 13005 | 6,908 |
| S.3 | 12500 | 7260 | 12975 | 8,311 |
| S.3 | 12715 | 7460 | 12905 | 3,498 |
| S.3  S.3  S.3  S.3  S.3  S.3 | 12565  12871  11382  11570  12009  11960 | 7060  6781  6941  7019  6910  7540 | 12740  12972  12638  13021  12867  13005 | 3,089  6,034  10,510  7,881  10,892  8,093 |
|  |  |  |  |  |  |  |

*Sumber : Hasil Penelitian*

Porositas = x 100%

Dimana :

1. = Berat Sample Dalam Air, W *water* (gram)
2. = Berat Sample Kondisi SSD, W *satuaritaion* (gram)
3. = Berat Sample Kering Oven, W *dry* (gram)

**Gambar Grafik 4.2 Hasil uji porositas**

Dari hasil hubungan varian *cangkang kerang*  terhadap porositas beton dapat memperlihatkan pada varian 20% mengalami penurunan porositas dari hasil 10%. Kemudian pada varian 30% juga mengalami penurunan. Sehingga dapat disimpulkan penambahan varian *cangkang kerang* mempengaruhi tingkat penurunan porositas pada sample beton beton silinder yang dibuat.

**4.5.2. Pemeriksaan *Slump***

**Tabel 4.12 Hasil uji *slump* dengan penambahan 10 % *Cangkang kerang***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Nilai Slump (cm) | Rata – Rata Slump Beton (cm) |
| 1 | 8 | 6,8 |
| 2 | 6 |
| 3 | 6,8 |
| 4 | 7 |
| 5  6  7  8  9  10 | 8,3  6,1  6  7,5  6,8  6,3 |

**Tabel 4.13 Hasil uji *slump* dengan penambahan 20 % *Cangkang kerang***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Nilai Slump (cm) | Rata – Rata Slump Beton (cm) |
| 1 | 8,5 | 7,4 |
| 2 | 7,3 |
| 3 | 8 |
| 4 | 8 |
| 5  6  7  8  9  10 | 6  7,5  7  7  8,1  7,5 |

**Tabel 4.14 Hasil uji *slump* dengan penambahan 30% *Cangkang Kerang***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Nilai Slump (cm) | Rata – Rata Slump Beton (cm) |
| 1 | 7,5 | 7,5 |
| 2 | 8 |
| 3 | 7 |
| 4 | 7,5 |
| 5  6  7  8  9  10 | 8  6  8,5  8,3  7  7,5 |

**Tabel 4.15.** Hasil Uji Slump

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Benda Uji | Kadar Cangkang Kerang  (%) | Nilai Slump Rata – Rata (cm) |
| 1 | Beton Cangkang Kerang I | 10 | 6,8 |
| 2 | Beton Cangkang Kerang II | 20 | 7,4 |
| 3 | Beton Cangkang Kerang III | 30 | 7,5 |

*Sumber : Hasil Penelitian.*

Nilai *slump* yang beragam dari setiap variasi beton disebabkan oleh kandungan Cangkang kerang, tetapi nilai *slump* yang didapat masih dalam toleransi nilai *slump* rencana antara 50 – 70 mm jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan *Cangkang kerang* berpengaruh terhadap nilai *slump.* Makin besar presentasi *Cangkang Kerang* pada adukan beton maka nilai slump semakin kecil.

**4.5.3 Pembuatan Perencanaan Campuran Beton.**

**Tabel 4.16. Pembuatan Perencanaan Campuran Beton**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Uraian | | Tabel/ Grafik | Nilai |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19 | Kuat tekan karakteristik  Standar deviasi  Margin  Kekuatan rata – rata yang hendak dicapai  Jenis semen  Jenis agregat : halus, kasar  Faktor air semen bebas  Faktor air semen bebas maks  Slump  Ukuran agregat maksimum  Kadar air bebas  Kadar semen  Kadar semen minimum  Kadar semen maksimum  Faktor air semen disesuaikan  Berat jenis relatif agregat  Berat jenis beton  Kadar agregat gabungan  Kadar agregat halus  Kadar agregat kasar | | Ditentukan  Diketahui  Ditentukan  1+3  Ditentukan  Ditentukan  Ditentukan  Ditentukan  Ditentukan  Ditentukan  Tabel 4 / ditentukan  11 : 8  Ditetapkan  Avg BJ SSD | 225  60  98.4  348.4  Semen normal  Batu pecah alami  0.52 (min)  0.49  6,0mm  20  210  428.57  275 kg/cm2  0.58  2.634  2350  1711.43  684.57  1026.86 |
| Banyaknya bahan | Semen (kg)  428,57 | Air (kg)  210 | Agregat halus (kg)  684.57 | Agregat kasar (kg)  1026.86 |
| Kadar air  Resapan |  |  | 0.29  2.02 | 0.59  6.11 |
| Banyaknya bahan asli | Semen (kg)  428.57 | Air (kg)  201.87 | Agregat halus (kg)  686.59 | Agregat kasar (kg)  1032.97 |
| Perb. Berat | 1.00 | 0.47 | 1.60 | 2.41 |
| Banyaknya bahan asli | Semen (m2)  353.45 | Air (m3)  201.87 | Agregat halus (m3)  416.64 | Agregat kasar (m3)  688.16 |
| Perb. Berat | 1.75 | 1.00 | 2.06 | 3.41 |

**4.5.4 Uji Kuat Tekan**

Uji kuat tekan beton dilaksanakan setelah sample beton mengalami perawatan hingga 28 hari. Selama 28 hari sample beton yang sudah dilepas dari cetakannya akan diletakan di dalam ruangan lembab sambil menunggu umur yang ditentukan sebelum di uji tekan. Hasil pengujian rata – rata setiap sample dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut ini.:

**Tabel 4.17 Hasil Uji Kuat Tekan.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variasi  Cangkang Kerang | Kode Sample | Berat beton silinder (kg) | Luas penampang (cm2) | P  (Kn) | Volume (cm3) | Kuat tekan (Mpa) |
| 10% | S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 11,7 | 176,63 | 345 | 5298,75 | 19,53 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 11,9 | 176,63 | 350 | 5298,75 | 19,81 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| S.1 | 12 | 176,63 | 360 | 5298,75 | 20,38 |
| Nilai Rata – Rata | | | | | | 20,24 |
| 20% | S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| S.2 | 11,9 | 176,63 | 352 | 5298,75 | 19,92 |
| S.2 | 11,8 | 176,63 | 352 | 5298,75 | 19,93 |
| S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| S.2 | 11,9 | 176,63 | 352 | 5298,75 | 19,92 |
| S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| S.2 | 12 | 176,63 | 365 | 5298,75 | 20,66 |
| Nilai Rata – Rata | | | | | | 20,43 |
| 30% | S.3 | 12 | 176,63 | 370 | 5298,75 | 20,986 |
| S.3 | 12 | 176,63 | 370 | 5298,75 | 20,986 |
| S.3 | 1  2 | 176,63 | 370 | 5298,75 | 20,986 |
| S.3 | 12 | 176,63 | 370 | 5298,75 | 20,986 |
| S.3 | 12 | 176,63 | 370 | 5298,75 | 20,986 |
| S.3 | 12,1 | 176,63 | 372 | 5298,75 | 21,100 |
| S.3 | 11,9 | 176,63 | 367 | 5298,75 | 20,816 |
| S.3 | 11,8 | 176,63 | 366 | 5298,75 | 20,760 |
| S.3 | 12 | 176,63 | 370 | 5298,75 | 20,986 |
| S.3 | 11,9 | 176,63 | 367 | 5298,75 | 20,816 |
| Nilai Rata – Rata | | | | | | 20,94 |

*Sumber : Hasil Penelitian*

**Rumus Kuat Tekan Beton :**

f’c =

Dimana :

f’c = Kuat tekan beton benda uji silinder (Mpa)

P = Beban desak maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji silinder (mm2)

20%

10%

**Gambar Grafik 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan**

Dilihat dari Grafik 4.3 menunjukan bahwa pada hasil kuat tekan variasi campuran 20% dan 30% mengalami peningkatan dikarenakan pada hasil porositas 20% dan 30% mengalami penurunan. Sehingga dapat disimpulkan semakin rendah porositas, semakin tinggi pula hasil kuat tekan. Setiap varian Sandblasting menunjukan hasil kuat tekan yang bervariasi, karena cangkang kerang juga berfungsi mengisi sebagai pengisi pori – pori pada beton sehingga setiap campuran memiliki kerapatan yang berbeda.

**BAB V**

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah Cangkang Kerang sebagai bahan tambah sebesar 10%, 20%, 30% sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton, pada 10% = 20,24 Mpa, 20% = 20,43 Mpa, 30% = 20,94 Mpa.
2. Semakin besar porositas pada benda uji semakin rendah kekuatannya. Karena meningkatnya nilai porositas menunjukan bahwa beton memiliki pori yang cukup besar akibat terjadinya penguapan air dan pemuaian material pengisi beton. Hal ini merupakan salah satu penyebab turunnya kualitas beton dalam memikul beban, khususnya kuat tekan.
3. Limbah Cangkang Kerang dapat digunakan sebagai pengganti Kerikil, sehingga memiliki nilai guna yaitu sebagai bahan tambah

**5.2. Saran**

Berdasarkan kesimpulan diatas dan agar hasil penelitian ini dapat lebih bermanfaat, maka penulis memberikan saran – saran sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan mutu beton, produsen dapat memanfaatkan limbah Cangkang Kerang sebagai bahan tambah dalam bahan campuran beton.
2. Bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar – benar rata. Hal ini dimaksudkan pada saat pengujian seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil maksimal.
3. Perlu dilakukan dengan teliti mulai dari uji material, campuran limbah cangkang kerang, pembuatan campuran (*mix design*), perawatan dan pengujian beton.