

KUAT TEKAN BETON YANG TERJADI AKIBAT PENGGUNAAN PECAHAN GENTENG DARMASABA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR

I Made Sastra Wibawa, I Gede Angga Diputera, I Ketut Diartama Kubon Tubuh

*Program Studi Teknik Sipil Universitas Mahasaraswati Denpasar
E-mail: sastrawibawa@gmail.com*

ABSTRAK: Kebutuhan beton sebagai bahan konstruksi dalam menunjang pembangunan infrastruktur masih sangat besar, hal ini disebabkan karena beton masih dipercaya sebagai bahan yang handal sebagai konstruksi bangunan. Ketersediaan bahan campuran beton di alam sudah semakin menipis karena terus diambil untuk pembangunan. Menyadari hal tersebut, maka sangat diperlukan inovasi ke depan untuk menemukan bahan sebagai pengganti pasir dan koral yang jumlahnya semakin menipis. Penelitian ini mencoba menggunakan pecahan genteng Banjar Tegal, Darmasaba, sebagai pengganti sebagian agregat kasar yang diperlukan pada campuran beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pecahan genteng Banjar Tegal memenuhi syarat sebagai campuran beton sesuai persyaratan gradasi, dan seberapa besar kuat tekan yang terjadi. Pengambilan sampel pecahan genteng dilakukan di Banjar Tegal, Darmasaba, Abiansemal, Badung, sedangkan penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Unmas Denpasar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder ukuran 15 x 30 cm, campuran dibuat dalam lima perlakuan dengan masing-masing perlakuan sebanyak 8 Bh benda uji, dan pengujian dilakukan pada beton berumur 28 Hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pecahan genteng Banjar Tegal dapat memenuhi syarat gradasi agregat sebagai campuran beton, dan sesuai dengan hasil pengujian di laboratorium terhadap kuat tekan beton masih memenuhi syarat sesuai dengan beton rencana, namun sedikit terjadi penurunan berbanding lurus seiring prosentase penggantian yang dilakukan. Hasil selengkapnya adalah $P_0 = 237,74 \text{ Kg/Cm}^2$; $P_1 = 234,63 \text{ Kg/Cm}^2$; $P_2 = 232,05 \text{ Kg/Cm}^2$; $P_3 = 229,22 \text{ Kg/Cm}^2$; $P_4 = 225,27 \text{ Kg/Cm}^2$. Dengan demikian pecahan genteng Banjar Tegal, Darmasaba dapat dipakai sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada campuran beton.

Kata Kunci: *Kuat Tekan Beton, Pecahan Genteng, Agregat.*

ABSTRACT: *The need for concrete as a construction material to support infrastructure development is still very large, this is because concrete is still believed to be a reliable material for building construction. The availability of concrete mixtures in nature is running low because it continues to be taken for development. Realizing this, it is necessary to innovate in the future to find materials as a substitute for sand and coral, which are decreasing in number. This research tried to use the tile fragments of Banjar Tegal, Darmasaba, as a substitute for some of the coarse aggregate needed in the concrete mixture. The purpose of this study was to determine whether the Banjar Tegal tile fragments qualify as a concrete mixture according to the grading requirements, and how much compressive strength occurs. Tile fraction samples were taken in Banjar Tegal, Darmasaba, Abiansemal, Badung, while the research was carried out at the Concrete Laboratory, Faculty of Engineering, Unmas Denpasar. Tests were carried out using cylindrical specimens of size 15 x 30 cm, the mixture was made in five treatments with 8 pieces of each treatment, and testing was carried out on 28 days old concrete. The results show that the Banjar Tegal tile fragments can meet the requirements of aggregate gradation as a concrete mixture, and according to the laboratory test results the compressive strength of the concrete still meets the requirements in accordance with the concrete plan, but a slight decrease is proportional to the percentage of replacement made. The complete results are $P_0 = 237.74 \text{ Kg / Cm}^2$; $P_1 = 234.63 \text{ Kg / Cm}^2$; $P_2 = 232.05 \text{ Kg / Cm}^2$; $P_3 = 229.22 \text{ Kg / Cm}^2$; $P_4 = 225.27 \text{ Kg / Cm}^2$. Thus, the tile fragments of Banjar Tegal, Darmasaba can be used as a substitute for some of the coarse aggregate in the concrete mixture.*

Keywords: *Compressive Strength of Concrete, Tile Fractures, Aggregate.*

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan di berbagai sektor menuntut juga adanya penyediaan infrastruktur yang memadai dan memenuhi syarat. Pembangunan infrastruktur yang semakin banyak juga memerlukan ketersediaan bahan / material yang cukup dan memenuhi persyaratan. Pengambilan material di alam seperti pasir, batu dan koral yang tiada henti menyebabkan ketersediaanya di alam / *quary* semakin menipis, bahkan tambang pasir di Desa Gunaksa kini sudah dilarang karena sudah habis dan jika terus diambil akan dapat membahayakan lingkungan serta pemukiman sekitar terancam dari tanah longsor. Dengan kejadian ini akhirnya penambangan galian c dialihkan ke Desa Selat, Karangasem dan belahan

Utara Gunung Agung, hal ini sudah pasti dapat berakibat pada terjadinya peningkatan harga sehingga nilai pembangunan juga menjadi semakin tinggi.

Perkembangan teknologi juga sebenarnya sangat pesat, termasuk teknologi dalam penemuan bahan konstruksi yang lebih baik. Penggunaan beton pratekan / *prestressed concrete* adalah salah satu diantara perkembangan teknologi bahan yang ada, dimana dengan ditemukannya beton ini material yang diperlukan cukup berkurang karena disain yang diperoleh lebih langsing. Namun kendala yang dihadapi adalah diperlukannya tenaga ahli khusus, peralatan yang canggih, dan penggunaan bahan kebel baja untuk menimbulkan kekuatan tarik harganya sangat mahal. Ditemukannya bahan / material bangunan baja profil baik baja keras maupun baja ringan, karena teknologi pembuatannya cukup tinggi sehingga harga dipasaran juga cukup mahal, oleh sebab itu untuk beberapa jenis konstruksi masih menggunakan beton sebagai material strukturnya.

Perkembangan teknologi sudah pasti harus diikuti oleh pengembangan ilmu pengetahuan, seperti akibat dituntut adanya penyiapan infrastruktur yang memadai, juga menuntut penyediaan bahan yang cukup dan memenuhi syarat pula. Inovasi dalam menemukan bahan alternatif adalah salah satu bukti tumbuhnya ilmu pengetahuan khususnya dalam hal perkembangan ilmu bahan konstruksi. Langkanya bahan beton di alam seperti pasir, batu, koral menuntut adanya inovasi untuk dapat menemukan material alternatif sebagai penggantinya. Dalam dunia modern ini usaha penggunaan bahan yang sudah tidak terpakai lagi (limbah/sampah) untuk menjadi bahan yang berguna dan bernilai tinggi adalah merupakan suatu bukti perkembangan ilmu pengetahuan. Pemanfaatan limbah abu serbuk kayu yang dilakukan oleh Sabarudin. S, (2011), dalam penelitiannya memasukkan abu serbuk kayu sebagai bahan pengisi pada campuran laston (aspal beton). Demikian pula penggunaan serbuk/limbah batu tabas dipakai sebagai pengganti sebageian agregat kasar dalam campuran beton dapat mempertahankan mutu meskipun sedikit terjadi penurunan sejalan dengan besarnya prosentase penambahan yang dilakukan (Wibawa. IM. S, 2013).

Usaha yang harus dilakukan adalah mencari alternatif bahan lain untuk menjawab semakin langkanya material yang ada di alam, namun bahan yang dipergunakan harus tetap mampu menghasilkan kekuatan sesuai yang disyaratkan. Pecahan genteng rijek atau sisa olahan genteng Banjar Tegal, Darmasaba yang tidak dapat dipakai lagi dapat dilakukan pengolahan dipecahkan sesuai ukuran gradasi yang disyaratkan dalam campuran beton. Oleh sebab itu berdasarkan uraian latar belakang permasalahan di atas, maka sangat perlu dilakukan penelitian dalam skala laboratorium untuk menguji kekuatan tekan mengenai penggunaan pecahan genteng sebagai pengganti sebageian agregat kasar pada campuran beton.

KUAT TEKAN BETON

Kuat tekan beton adalah besarnya gaya tekan yang mampu dipikul oleh beton per satuan luas bidang gaya sesuai dengan bentuk benda uji sampai benda uji tersebut hancur. Sedangkan Kuat tekan Karakteristik Beton adalah kuat tekan yang terjadi akibat hasil pemeriksaan benda uji yang berbentuk kubus atau silinder, diuji pada umur pembuatan yang bervariasi. Kuat tekan dari sejumlah benda uji dilakukan analisis terhadap koefisien bentuk, koefisien umur terhadap tegangan yang terjadi, kemungkinan terjadinya penyimpangan terhadap besaran tegangan beton adalah sebesar 5 % (Wangsadinata. W, 1971). Dengan demikian tegangan beton yang diperoleh tidak hanya berdasarkan kekuatan yang mampu diterima oleh benda uji, namun juga dikoreksi terhadap koefisien bentuk dan koefisien umurnya saat dilakukan pengujian. Berikut koefisien koreksi terhadap bentuk seperti tabel berikut:

Tabel 1. Koefisien koreksi sesuai bentuk benda uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15x15x15 Cm	1,00
Kubus 20x20x20 Cm	0,95
Silinder Ø 15x30 Cm	0,83

Sumber : (Wangsadinata. W, 1971)

Sedangkan koefisien koreksi terhadap umur saat dilakukan pengujian dapat ditampilkan seperti tabel berikut :

Tabel 2. Koefisien koreksi sesuai umur saat di test

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen portland dengan kekuatan tinggi	0,55	0,75	0,90	0,90	1,00	1,15	1,20

Sumber : (Wangsadinata. W, 1971)

Deviasi Standard

Standard Deviasi diperoleh dari hasil pengujian benda uji di laboratorium terhadap kuat tekannya. Beberapa buah benda uji disiapkan dengan berbagai variasi bentuk dan umur saat ditest, maka hasilnya akan berkisar pada ring tertentu pada besaran nilai rata-ratanya. Sesuai dengan yang ditentukan oleh Wangsadinata. W, (1971), bahwa kisaran nilai kuat tekan beton berada pada sebaran nilai rata-rata kuat tekan beton yang dilakukan dalam satu periode campuran, dan apabila terjadi penyimpangan hanya berkisar 5 % dari rata-rata kuat tekab beton yang diperoleh. Secara empiris kuat tekan beton yang diperoleh akan berkisar pada rata-ratanya jika pengerjaan saat pengerjaan beton betul-betul memperhatikan prosedur yang benar. Ini adalah sifat dasar beton bahwa semakin mendekati kesempurnaan taraf pelaksanaan beton (mencampur, menguji kadar air, pembuatan benda uji, pemeliharaan beton muda, ketelitian saat test), maka hasil kuat tekan yang diperoleh memiliki nilai penyebaran yang semakin kecil terhadap nilai rata-ratanya.

Sifat-Sifat Beton

Beton merupakan campuran dari beberapa bahan tertentu yang kemudian akan mengering, mengeras dan mempunyai bentuk sesuai dengan acuan / cetakan yang dibentuk. (Mulyono, T. ; 2003). Secara umum beton sangat kuat menerima beban tekan, oleh sebab itu seorang konstruktor jika menemui konstruksi yang memikul beban tekan tidak akan ragu lagi menggunakan beton sebagai bahan konstruksinya. Berbagai pertimbangan memang akan perlu dilakukan lagi jika konstruksi tidak hanya memikul beban tekan, misalnya juga ada beban tarik yang harus dipikul, oleh sebab itu pada konstruksi beton akan dipasang tulangan untuk memikul beban tarik tersebut. Keawetan beton juga tidak perlu disangsikan lagi sebab sifat beton ini memang sudah cukup mumpuni dapat bertahan cukup lama bahkan tanpa adanya proses pemeliharaan yang khusus. Kuat Tekan Beton dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perbandingan air – semen dan tingkat pematatannya (Murdock L. J; 1986). Sedangkan sifat beton kepad terhadap air juga sangat dipercaya oleh sebab itu beton sangat dihandalkan sebagai dinding yang bersentuhan dengan air seperti bendungan, dinding kolam, dinding penahan tanah, dan lain-lain.

Tentunya sifat-sifat beton ini akan dapat tercapai jika mulai penyiapan material, pengujian material, pencampuran, pelaksanaan pengecoran, dan pemeliharaan beton (curing), dilaksanakan dengan standard yang telah ditentukan.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji yang telah dibuat sebelumnya, dengan memperhatikan beberapa hal terkait seperti: pengujian yang harus dilakukan sebelumnya, pencampuran dan test kekentalan beton, pembuatan benda uji dan pemeliharaan beton muda (curing) Wangsadinata. W, 1971). Setelah umur yang ditentukan, maka dilakukan pengujian di laboratorium, serta hasil kuat tekan dicatat untuk selanjutnya dianalisis dengan menggunakan urutan rumus sebagai berikut:

$$\sigma^1b = \frac{P}{Axfufb} \dots\dots\dots (1)$$

- Keterangan: σ^1b = Tegangan beton
 P = Kuat tekan yang terjadi
 A = Luas bidang tekan benda uji
 fu = Koefisien / faktor umur saat di test
 fb = Koefisien / faktor bentuk benda uji

$$\sigma^1bm = \frac{\sum_1^n \sigma^1b}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: σ^1bm = Tegangan beton rata-rata
 n = Jumlah benda uji

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\sigma^1b - \sigma^1bm)^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: S = Standard Deviasi

$$\sigma^1bk = \sigma^1bm - k \cdot S \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan: σ^1bk = Tegangan beton karakteristik
 k = Konstanta (Aman. S, 1994)

AGREGAT

Sebagai bahan pengisi pada campuran beton agregat sangat menentukan kualitas beton, jika agregat tidak memenuhi syarat meskipun campuran beton dengan semen yang melebihi optimum, maka mutu beton yang baik akan sulit tercapai. Agregat dalam campuran beton ada dua yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar biasanya berupa koral yang langsung diambil di alam/*quary* atau hasil pemecahan batu blondos oleh stone crusher biasanya disebut split. Sedangkan pasir juga dapat diambil dari alam atau hasil dari pemecah batu oleh stone crusher yang sering disebut abu batu atau *fly ask*. Sebagai bahan pengisi komponen agregat cukup banyak pada beton berkisar antara 70 % saampai dengan 75 % terhadap volume beton. Oleh sebab itu upaya memperoleh bahan pengganti akan sangat membantu seperti pada penelitian ini mencoba mengganti sebagian agregat kasar dengan menggunakan pecahan genteng yang sudah tidak terpakai lagi. Menurut Wibawa. I M.S, (2009), dalam penelitiannya berhasil menggganti sebagian pasir dengan menggunakan pecahan genteng, dimana kuat tekan beton masih tercapai pada penggantian 10 %.

Gradasi Agregat

Susunan butir agregat sangat menentukan dapat diperoleh kuat tekan beton sesuai dengan rencana, semakin padat susunan butirnya, semakin rapat campuran yang diperoleh sehingga pasta semen akan hemat namun kuat tekan terpenuhi. Susunan butir/gradasi agregat di alam memang tidak seragam atau sesuai dengan gradasi yang disyaratkan, oleh sebab itu perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Jika susunan butir atau gradasi ini tidak sesuai/memenuhi syarat, maka dilakukan blanding/campuran ulang agar diperoleh gradasi yang memeuhi syarat. Penggunaan gradasi yang betul-betul memenuhi syarat biasanya sangat dituntut pada penggunaan campuran *hotmix*, karena bukab hanya kekuatan yang diharapkan pada *hotmix* namun juga stabilitas, penyerapan aspal, bitumen film, dan interlocking material. Berbeda halnya dengan pada beton yang paling diharapkan adalah kuat tekan beton setelah dicampur dan beton kering.

Gradasi senjang merupakan gejala umum yang pada dasarnya jika agregat bergradasi senjang dipakai pada campuran beton dapat menurunkan mutu beton (Wibawa. I M. S, 1998). Penggunaan agregat dengan gradasi senjang atau gradasi terputus, akan mempengaruhi mutu beton yang dapat dicapai. Jika gradasi terputus terjadi pada bagian halusnnya, maka dalam penambahan agregat lainnya diusahakan dengan menambah fraksi halusnnya, demikian juga sebaliknya jika yang diperukan adalah bagian kasarnya. Demikian pula halnya dalam penelitian ini jika agregat yang tersedia gradasinya terputus, maka penggantian dengan pecahan genteng akan difokuskan pada bagian yang kurang tersebut sehingga dengan demikian diharapkan diperoleh gradasi yang menerus/gradasi rapat.

GENTENG

Atap bangunan gedung yang umum dipakai adalah genteng, pada dasarnya genteng adalah merupakan bahan bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap yang dibuat dari tanah liat dengan

atau tanpa dicampur dengan bahan tambahan, dibakar pada suhu yang cukup tinggi sehingga tidak dapat hancur apabila direndam dalam air. Penelitian yang dilakukan oleh Retno. D.P, (2009), yang melakukan kajian secara mendalam tentang disain genteng yang diminati, ternyata genteng tanah liat yang presesi, permukaan halus paling diminati oleh masyarakat. Pada penelitian ini adalah genteng rijek dari Banjar Tegal, Darmasaba, Abiansemal, Badung, Bali, yang biasanya diletakkan begitu saja menjadi sampah sehingga mengganggu areal kerja dan merusak pemandangan dan kelstarian lingkungan. Di dunia konstruksi bentuk genteng dapat kita lihat bermacam-macam sesuai dengan selera, tuntutan pemakai terutama dari segi kekuatan dan keindahan bangunan, namun yang sering dipakai adalah genteng berbentuk “huruf S” sehingga sudah langsung terbentuk adanya alur saluran air dan saluran sambungan agar genteng menjadi satu kesatuan sebagai atap. Ada juga bentuk genteng yang datar setelah terpasang layaknya seperti sirap, namun untuk saluran air dan penyambungan biasanya dipasang bersilangan atau boleh juga lurus, yang terpenting genteng kuat dan tidak bocor.

Di Indonesia kita kenal beberapa bentuk genteng antara lain:

- a. Genteng lengkung cekung adalah genteng dengan penampang huruf “S”
- b. Genteng lengkung rata adalah genteng dengan penampang huruf “S” tetapi huruf “S” yang lurus.
- c. Genteng rata adalah genteng dengan permukaan yang rata, dengan tepi yang satu beralur dan tepi yang lainnya berlidih, biasanya dibuat dengan mesin tempa (mesin press).
- d. Genteng beralur adalah genteng yang pada tepinya mempunyai alur-alur penghubung.
- e. Genteng bubungan adalah genteng untuk penutup hubungan atap, bentuknya bermacam-macam, merupakan setengah lingkaran, bentuk sadel atau lainnya.

Syarat-Syarat Genteng

Sesuai dengan persyaratan genteng dalam (BSN, 2007), Genteng kelas satu harus mempunyai permukaan yang utuh atau licin, dalam keadaan kering jika dipukul ringan (test) harus berbunyi nyaring, kerapatan pada pemasangan harus baik, warna harus sesuai dengan warna yang dipasang, bila terdapat lapisan tembikar / lapisan pewarna (*engobe*), lapisan itu harus melekat baik pada genteng aslinya.

Pecahan Genteng

Yang dimaksud pecahan genteng disini adalah sisa dari genteng yang tidak dipakai dan hasil produksi yang cacat atau tidak layak jual di pabrik pengolahan genteng Banjar Tegal. Material rijek ini kemudian dimasukkan ke dalam *chrusher* atau dapat juga ditumbuk secara manual sehingga membentuk ukuran-ukuran yang menyerupai agraget kasar, yang selanjutnya dilakukan pengayakan sesuai dengan kebutuhan pengganti agraget halus dalam campuran beton. Jika sudah diperoleh ukuran sesuai dengan ayakan yang diperlukan, maka pecahan geneng ini dapat dipergunakan lebih lanjut dalam penelitian.

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Seluruh kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik, Unmas Denpasar, Jalan Soka, Denpasar Timur, kecuali pengambilan material genteng, pasir agregat, dan pelaksanaan penggilingan genteng dilakukan di luar laboratorium. Pengujian bahan, pencampuran beton, pembuatan benda uji, pemeliharaan beton muda (*curing*), dan pengujian / test kuat tekan beton seluruhnya dilakukan di laboratorium.

Pemeriksaan Bahan

Bahan –bahan dasar untuk beton dalam pembuatan benda uji harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan dalam pedoman pengerjaan beton (Wangsadinata.W, 1971). Untuk mengetahui apakah bahan-bahan dasar beton seperti pasir, batu pecah memenuhi syarat, maka terlebih dahulu perlu dilaksanakan percobaan pendahuluan untuk mengetahui sifat-sifat bahan dasar yang akan digunakan. Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian beton ini adalah semen type I merk Gresik, pasir alami dari Selat Karangasem, batu pecah dari Tabanan dan air yang dipakai air PDAM yang ada di laboratorium. Dalam penelitian ini, pengambilan pasir serta batu pecah untuk percobaan pendahuluan dilakukan dengan cara acak dengan tujuan agar sampel yang kita pakai dapat mewakili bahan yang ada di lokasi.

Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan pada bahan yang akan dipakai sangat penting dilakukan karena dari kegiatan ini dapat dipakai acuan apakah bahan yang akan dipergunakan pada campuran beton memenuhi syarat ataukah tidak. Uji pendahuluan ini adalah layaknya uji *properties material*, yang apabila seluruh bahan yang akan dipakai sudah memenuhi syarat, maka selanjutnya data ini dipakai dasar dalam perhitungan *mix design* beton

Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan yang dilakukan terhadap agregat adalah:

1. Berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (*water absorption*)
2. Gradasi agregat (*sieve analysis*).
3. Kadar Lumpur (*mud content*).
4. Berat satuan (*unit weight*).
5. Kadar air dalam agregat (*surface moisture content*).

Pengujian Beton

Setelah langkah-langkah pengujian pendahuluan dilakukan dan memenuhi seluruh persyaratan, maka dilanjutkan dengan mencampur beton sesuai *mix design* yang telah ditetapkan. Langkah berikutnya sebagai pengendalian campuran beton adalah melakukan *slump test*, yaitu suatu langkah pengujian untuk mengetahui kelecakan beton atau jumlah penggunaan air dalam campuran beton. Pengujian ini sangat penting dilakukan karena sangat terkait dengan *workability* atau kemudahan dalam pengerjaan beton nantinya, serta sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang akan diperoleh. Jika seluruhnya sudah terlewati dan memenuhi persyaratan yang ditentukan, maka dilanjutkan dengan pembuatan benda uji silinder Ø 15x30 cm sebanyak 8 Bh dari masing-masing perlakuan. Langkah berikutnya adalah melakukan pemeliharaan beton muda (*curing*), silinder beton yang telah dikeluarkan dari cetakan direndam dalam air. Sehari sebelum umur 28 hari benda uji diangkat dan ditiriskan, kemudian besoknya dilakukan pengujian terhadap kekuatan tekannya, setiap hasil kuat tekan beton yang diperoleh dicatat untuk selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan kuat tekan beton karakteristik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan yang diperoleh dari percobaan di laboratorium hasilnya harus sesuai dengan syarat-syarat material pembentuk beton yang ditentukan dalam pedoman beton, dimana dalam penelitian ini dipakai Peraturan Beton Indonesia 1971 (Wiratman. W, 1971). Data ini selanjutnya akan dipakai dalam menghitung *Mix Design* campuran beton.

Agregat halus (pasir)

Dari hasil pemeriksaan pasir di laboratorium didapat data pasir sebagai berikut:

1. Berat jenis (*spesifik gravity*) pasir Karangasem dalam keadaan SSD = 2,312 Kg/Lt dan penyerapan air pasir Karangasem (*water absorption*) = 5,89 %.
2. Gradasi agregat halus (pasir) Karangasem dengan modulus kehalusan (Fm) = 2,72. Nilai ini memenuhi syarat menurut BS yaitu modulus kehalusan untuk pasir berkisar antara 1,5 - 3,8.
3. Kadar Lumpur (*Mud Content*) pasir Karangasem = 1,0 %. Berarti pasir memenuhi syarat untuk campuran beton sesuai yang disyaratkan dalam PBI. 71 bahwa agregat halus untuk campuran beton tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % terhadap berat kering.
4. Berat satuan (*Unit Wight*) pasir klungkung = 1,39 Kg/Lt.
5. Kadar air (*surface moinsture*) pasir klungkung = 9,40 %.

Agregat Kasar (Koral)

Dari pemeriksaan koral pada percobaan pendahuluan dilaboratorium didapat data mengenai koral sebagai berikut:

1. Dari hasil test gradasi koral (*sieve analysis*) didapat modulus kehalusan (Fm) = 7,02. Nilai ini memenuhi persyaratan dalam BS yaitu modulus kehalusan untuk agregat kasar berkisar antara 6,0-7,1.
2. Berat jenis (*spesifik gravity*) koral dalam keadaan SSD = 2,54 Gram/Cc dan penyerapan airnya (*water absorption*) = 1,92 %.

3. Berat satuan (*unit wight*) koral dari pemeriksaan didapat = 1,516 Gr/Lt.
4. Kadar Lumpur (*mud content*) koral dari hasil pemeriksaan didapat = 0,94 % nilai ini menunjukkan bahwa koral tersebut telah memenuhi syarat untuk campuran beton, karena agregat kasar untuk campuran beton sudah disyaratkan dalam PBI 71 adalah tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering.
5. Kadar air (*surface moisture*) koral ini dari hasil pemeriksaan di laboratorium didapat 9,40 %.

Semen

Pemeriksaan semen hanya dilakukan pada berat satuannya saja, karena semen merupakan hasil olahan pabrik dengan pengawasan yang sangat ketat, sehingga pengujian khusus tidak diperlukan lagi, dengan anggapan bahwa produksi semen di Indonesia tetap stabil dan hasilnya masih baik seperti biasanya. Namun jika dipandang perlu, maka pengujian lebih dtai pada semen dapat dilakukan untuk menambah yakin terhadap bahan yang akan dipakai pada penelitian. Pengawasan yang dilakukan pada setiap penggunaan semen adalah secara visual zak semen tidak keras atau membatu, jika dibuka dan dituang kedalam molen apabila terdapat butiran semen yang menggumpal, itu berarti semen sudah mengalami kerusakan atau kebocoran dalam kemasan. Sebaiknay semen seperti ini tidak dipakai lagi dalam campuran beton, karena knerja semen dalam campuran beton tidak akan maksimal lagi.

Pada penelitian ini pemeriksaan terhadap semen hanya dilakukan pemeriksaan terhadap berat satuannya saja. Dari hasil pemeriksaan semen type 1 Gresik didapat berat satuannya = 1,2225 Kg/Liter.

HASIL TEST KUAT TEKAN BETON

Untuk mengetahui kuat tekan beton dari masing-masing benda uji untuk tiap percobaan, maka dilakukan test kuat tekan beton dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton dengan kapasitas 500 Ton. Pengujian ini dilakukan pada lima percobaan / perlakuan terdiri dari 8 benda uji (Subakti. A, 1994) yaitu:

1. Pelakuan I dalam hal ini sebagai kontrol, yaitu pengujian dilakukan pada campuran beton yang tidak dilakukan penambahan pecahan genteng.
2. Perlakuan II adalah campuran beton yang telah dilakukan penggantian agregat kasar dengan 5% pecahan genteng.
3. Perlakuan III adalah campuran beton yang telah dilakukan penggantian agregat kasar dengan 10 % pecahan genteng.
4. Perlakuan IV adalah campuran beton yang telah dilakukan penggantian agregat kasar dengan 15 % pecahan genteng.
5. Perlakuan V adalah campuran beton yang telah dilakukan penggantian agregat kasar dengan 20 % pecahan genteng.

Umur benda uji pada saat ditest umur 28 hari (Wangsadinata.W, 1971). Hasil test benda uji beton tiap percobaan / perlakuan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Test silinder Ø 15x30 Cm, umur 28 hari (0%).

No	Umur Benda Uji	Beban Max (Kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (Kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	28 hari	51.000	347,89	51,58	2.660,28
2	28 hari	50.000	341,07	44,76	2.003,15
3	28 hari	51.000	288,75	-7,56	57,20
4	28 hari	50.000	283,09	-13,22	174,90
5	28 hari	51.000	288,75	-7,56	57,20
6	28 hari	49.000	277,42	-18,89	356,70
7	28 hari	48.000	271,76	-24,55	602,62
8	28 hari	48.000	271,76	-24,55	602,62
			2.730,48		6.514,66

f_u : 28 hari = 1,00

f_b : silinder Ø 15x30 Cm = 0,83

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A_x f_u x f_b}$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum_1^n \sigma^1 b}{n} = \frac{2.730,48}{8} = 296,31 \text{ Kg/Cm}^2.$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6.514,66}{7}} = 30,51 \text{ Kg/Cm}^2.$$

$$\begin{aligned} \sigma^1 b_k &= \sigma^1 b_m - k.s \\ &= 296,31 - 1,92 \cdot 30,51 \\ &= 237,74 \text{ Kg/Cm} \end{aligned}$$

Selengkapnya hasil test Tegangan Beton yang terjadi dapat digambarkan sbb.:

Tabel 4. Tabulasi hasil test beton berdasarkan prosentase penggantian agregat

NO	PERLAKUAN	TEGANGAN BETON (Kg/Cm ²)
1	Perlakuan I (Penambahan 0 %, umur 28 hari)	237,74
2	Perlakuan II (Penambahan 5 %, umur 28 hari)	234,63
3	Perlakuan III (Penambahan 10 %, umur 28 hari)	232,05
4	Perlakuan IV (Penambahan 15 %, umur 28 hari)	229,22
5	Perlakuan V (Penambahan 20 %, umur 28 hari)	225,27

Dari analisis data yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh kuat tekan beton yang bervariasi, ternyata campuran beton dengan tambahan pecahan genteng Banjar Tegal, Darmasaba pada umur tes 28 hari hasil kuat betonnya semakin menurun, tetapi masih berada pada batasan kuat tekan beton rencana.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian kuat tekan beton dengan mempergunakan Penambahan Pecahan Genteng Banjar Tegal, Darmasaba, Abiansemal, Badung, Bali dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pemecahan genteng dengan *crusher*, ternyata pecahan genteng sisa dari Banjar Tegal, Darmasaba dapat memenuhi sebagai bahan campuran beton, terbukti dari *slump test* yang dilakukan dapat memenuhi persyaratan.
2. Setelah dilaksanakan test kuat tekan kubus beton dan analisis kuat tekan beton dari 8 benda uji, dimana pada masing-masing percobaan dilaksanakan pembuatan benda uji kubus dengan penggantian sebagian agregat kasar menggunakan Pecahan Genteng Banjar Tegal, Darmasaba, dengan prosentase campuran bervariasi didapat kuat tekan beton pada umur test 28 hari : penambahan 0% Pecahan Genteng = 237,74 Kg/Cm ; penambahan 5% = 234,63 Kg/Cm, Penambahan 10% = 232,05 Kg/Cm, penambahan 15% = 229,22 Kg/Cm, dan penambahan 20 % = 225,27 %.

SARAN

Saran yang dapat dikemukakan sehubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini, masih terbatas pada penambahan dengan lima perlakuan, sehingga perlu ditambah perlakuan agar lebih bervariasi sehingga hasilnya lebih akurat.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik agar digunakan benda uji yang lebih banyak atau sesuai persyaratan PBI.71 untuk masing-masing campuran beton.
3. Penelitian ini masih berskala laboratorium, maka untuk lebih akuratnya hasil penelitian perlu dilakukan penelitian langsung di lapangan/proyek.

4. Sesuai dengan hasil penelitian ini, maka pecahan genteng Banjar Tegal, Darmasaba dapat dipergunakan sebagai bahan tambahan / pengganti sebagaian agregat kasar pada campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN, 2007, Genteng Beton SNI 009-2007, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, Tata Cara Adukan Beton Normal.
- Mulyono. T., 2003, Teknologi Beton, Andi, Jakarta.
- Murdock L. J, 1986, Bahan dan Praktek Beton, Erlangga Surabaya.
- Nugraha Paulus; 1989; Teknologi Beton dengan Antisipasi Terhadap pedoman Beton; Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Retno. D.P, 2009, Pengembangan Produk Genteng tanah Liat dengan Integrasi QFD dan Value Engineering, Jurnal Teknik Industri, Vol. 10, No: 1, Februari 2009 (75-80).
- Sabarudin. S. , Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Sebagai Material Pengisi Campuran Laston Tipe B, Jurnal Trasportasi, Vol 11, No. 2 Agustus 2011
- Subakti. A, 1994, Teknologi Beton Dalam Praktek, Jurusan Teknik Sipil FTSP, ITS, Surabaya.
- Wangsadinata Wiratman, 1971, Peraturan Beton Indonesia 1971 N.I.-2.Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Wibawa. I M.S, 1998; Pengaruh Gradasi Senjang Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton; Fakultas Teknik UNMAS. Denpasar.
- Wibawa. I M.S, 2009, Pecahan Genteng Desa Darmasaba Sebagai Pengganti Agregat Halus dalam Campuran Beton, Jurnal Kurva Teknik Vol. 1 No.: 1, FT. Unmas Denpasar.
- Wibawa. I M.S, 2013, Pemanfaatan Sisa Olahan Batu Tabas Desa Selat Karangasem Sebagai Pengganti Agregat Kasar dalam Campuran Beton, Jurnal Kurva Teknik Vol. 5, No.: 2, FT. Unmas Denpasar.