

DAUR ULANG LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON

A. Junaidi

Staf Pengajar Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Abstrak

Berbagai penelitian tentang beton telah banyak dilakukan oleh para ahli baik itu materialnya, komposisinya, bahan tambahan dan lain-lain. Pada penelitian ini penulis menggunakan agregat kasar bekas dalam campuran beton dengan harapan dapat meningkatkan kuat tekan pada beton.

Penelitian ini menggunakan 30 benda uji yang terdiri dari 6 kondisi dengan 3 variasi ukuran agregat kasar yaitu agregat kasar dengan ukuran 10-20 mm, 20-30 mm, dan 30-40 mm dan 3 kondisi lagi dengan menggunakan agregat bekas pecahan beton. Hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Palembang didapat kuat tekan beton karakteristik untuk beton yang menggunakan agregat kasar split lahat dengan ukuran 10-20 mm, 20-30 mm, 30-40 mm, secara berturut-turut adalah 251,2 kg/cm², 242,666 kg/cm², dan 237,155 kg/cm². Sedangkan untuk beton yang menggunakan agregat kasar split bekas dengan ukuran 10-20 mm, 20-30mm, 30-40 mm, didapat hasil kuat tekan beton karakteristik secara berturut-turut adalah 243,389 kg/cm², 231,022 kg/cm², dan 225,956 kg/cm².

Kata Kunci : kuat tekan beton, beton,

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di zaman sekarang ini banyak sekali pembangunan-pembangunan yang sedang berlangsung, seperti bangunan rumah, ruko, pelebaran jalan, serta bangunan-bangunan lama yang direnovasi kembali menjadi bangunan baru. Dari bangunan lama yang di perbaiki / direnovasi banyak sekali pecahan beton yang bercampur agregat hanya dibuang begitu saja dan tidak dimanfaatkan, biasanya hanya digunakan untuk menambal jalan yang berlubang.

Seiring dengan pembangunan-pembangunan yang berlangsung, manusia juga tak lepas dari berbagai macam bencana belakangan ini, seperti gempa, banjir, angin, kebakaran, dan sebagainya yang mengakibatkan tidak sedikit bangunan-bangunan rumah roboh, hancur sehingga tidak bias ditempati lagi dan hanya menjadi sampah puing. Sampah puing antara lain terdiri dari batu, beton, perkakas kayu, batu bata, pecahan kaca, material plastik, asbes, genteng. Sampah-sampah puing beton yang berasal dari reruntuhan jalan, jembatan, dan fondasi bangunan dapat dihancurkan untuk kemudian diayak sesuai dengan keperluan. Hasil ayakan berupa material-material kecil dapat digunakan sebagai agregat bangunan baru atau sebagai banatalan jalan.

Agregat bekas dapat dijadikan alternatif sebagai agregat kasar pada campuran beton. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk para korban pasca

bencana atau pada suatu daerah yang mengalami kesulitan mendapatkan material yang menyebabkan harga material di daerah tersebut melambung tinggi, sehingga pada pembuatan beton pemakaian agregat kasar dapat dikurangi dan menghasilkan beton yang lebih murah. Untuk tujuan alternatif pemanfaatan agregat bekas ini maka penelitian ini dilakukan. Dalam hal ini penulis tertarik untuk mengambil judul penelitian "Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton K-225".

Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah apakah agregat bekas bisa dimanfaatkan lagi untuk pembuatan campuran beton serta bagaimana dengan mutu beton yang dihasilkan .

Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana pengaruh daur ulang penggunaan pecahan beton sebagai agregat bekas tersebut pada campuran beton dan juga dengan adanya penelitian ini diharapkan agregat bekas yang tidak terpakai dapat dimanfaatkan kembali untuk campuran beton.

Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian yang akan dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Palembang, penulis menguji kuat tekan beton yang berbentuk kubus dengan ukuran (15 x 15 x 15) cm³. Pelaksanaan pengujian dilakukan

sesuai dengan lama perawatan, yaitu 28 hari. Pada penelitian ini masing-masing jenis benda uji terdiri dari 5 sampel dengan 6 macam variasi dengan ukuran agregat kasar yang berbeda. sehingga jumlah sampel seluruhnya adalah 30 kubus beton.

Penelitian dan pengujian beton dilakukan sesuai dengan standar yang digunakan di Indonesia yaitu SK-SNI.

Metodologi Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam penelitian ini, maka diperlukan metode-metode khusus agar pendekatan pada pokok permasalahan yang akan dibahas dapat dimengerti dan mudah dilaksanakan.

Adapun metode-metode tersebut antara lain:

1. Observasi

Yaitu suatu metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung di laboratorium.

1. Studi Pustaka

Yaitu suatu metode dimana data-data yang diperoleh berdasarkan acuan dari buku-buku yang sebenarnya, yang dapat mendukung untuk menyelesaikan permasalahan penelitian.

2. Penelitian Laboratorium

Yaitu metode dimana peneliti melakukan penelitian ini langsung di Laboratorium Teknologi Beton Universitas Muhammadiyah Palembang.

3. Analisa dan Pembahasan

Yaitu metode yang digunakan untuk menganalisa hasil penelitian di Laboratorium dan di lanjutkan dengan pembahasan masalah.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lainnya) dengan semen yang disatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan tersebut adalah semen, air, dan agregat. Agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, sisa bahan mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir, atau bahan sejenis lainnya.

Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2% pasta semen (semen, air), sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75% untuk mendapatkan kekuatan yang baik.

Menurut PBI tahun 1971, beton dapat diklasifikasikan menjadi tiga antara lain:

1. Beton kelas I

Adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan bahan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu beton kelas I dinyatakan dengan beton mutu B₀.

2. Beton kelas II

Adalah beton untuk pekerjaan structural, secara umum pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar K125, K175, dan K225. pada pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap kuat desak tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K125, K175, dan K225 pengawasan mutu terdiri dari pengawasan ketat terhadap mutu bahan, dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan beton.

3. Beton Kelas III

Adalah beton untuk pekerjaan stuktural dimana dipakai mutu beton dengan kuat desak karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Pada pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap, dan dilayani tenaga-tenaga yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Material Pembentuk Beton

Material / bahan pembentuk beton adalah campuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu semen, air, agregat kasar dan agregat halus dengan perbandingan yang baik.

Semen

Semen Portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis). Semen hidrolis adalah suatu jenis bahan pengikat yang dapat mengeras bila bereaksi dengan air sehingga menghasilkan benda padat kepad terhadap air. Semen

merupakan bagian terpenting dalam pembuatan beton yang bertindak sebagai pengikat agregat dengan campuran air. Jumlah kandungan semen yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton 7% - 15%. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda.

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu:

1. Semen non-hidrolik
Adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air akan tetapi dapat mengeras di udara.
Contoh: Kapur
2. Semen hidrolik
Adalah semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air.
Contoh: Semen pozollon, semen terak, semen alam, semen Portland.
Semen dibuat dari bahan-bahan/unsur-unsur yang mengandung oksida-oksida. Unsur - unsur tersebut kurang lebih seperti yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 1. Komponen Bahan Baku Semen

Jenis Bahan	Persen (%)
Batu kapur (CaO)	60 – 65
Pasir silikat (SiO ₂)	17 – 25
Tanah liat (AL ₂ O ₃)	3 – 8
Biji besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃) 1 – 2	
Soda / potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 – 1

Sumber: Dr. Wuryati. S, M.Pd. dan Candra. R, S.T. 2001, *Teknologi Beton*

Angka-angka tersebut merupakan batas-batas susunan senyawa kimia pada bahan semen portland. Di dalam semen, oksida-oksida tersebut tidak terpisah satu dari yang lainnya melainkan merupakan senyawa-senyawa yang disebut senyawa semen. Di dalam semen terdapat empat senyawa semen, dimana jumlah masing-masing senyawa seperti tercantum pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kandungan Senyawa-senyawa Semen dalam semen.

Mineral-mineral Klinker	Rumus Kimia	Rumus Singkatan	Kadar Rata-rata (%)
Trikalsium silikat	3CaO. SiO ₂	C ₃ S	37 – 60
Dikalsium silikat	2CaO. SiO ₂	C ₂ S	15 – 37
Trikalsium aluminat	3CaO. AL ₂ O ₃	C ₃ A	7 – 15
Tetra kalsium alumina ferit	4CaO. AL ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	10 - 20

Sumber: Dr. Wuryati. S, M.Pd. dan Candra. R, S.T. 2001, *Teknologi Beton*

Dari keempat senyawa semen tersebut, C₃S dan C₂S adalah senyawa yang didapat mengakibatkan bahan bersifat semen (perekat). Kedua senyawa inilah yang menjadi tujuan dalam pembuatan semen portland. Jumlah senyawa C₃S dan C₂S dalam semen rata-rata mencapai 70% - 80%. Semen portland dengan kadar C₃S yang lebih tinggi daripada kadar C₂S, pada umumnya sifat mengeras lebih cepat dibandingkan dengan semen yang kadar C₂S nya lebih tinggi daripada C₃S. Semen portland mengeras cepat memiliki kadar C₃S sedemikian tinggi hingga 60%. Benda-benda yang terbuat dari semen portland yang terkena sulfat (misalnya air rawa atau air laut) harus memiliki kadar C₃A serendah mungkin dalam semen yang dipakai. Semen portland agak tahan sulfat umumnya kadar C₃A nya disyaratkan (ASTM) maksimum 8%..

A. Sifat-sifat Semen Portland

Semen portland memiliki beberapa sifat yang diantaranya dijelaskan sebagai berikut:

1) Kehalusan Butir

Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa sehingga kurang lebih 80% dari butirannya dapat menembus ayakan 44 mikron. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar. Makin besar luas permukaan butir ini, makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menentukan kehalusan butir semen. Cara yang paling sederhana dan mudah dilakukan adalah dengan mengayaknya.

2) Waktu pengerasan semen

Waktu pengerasan semen dilakukan dengan menentukan waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Sebenarnya yang lebih penting adalah waktu pengikatan awal, yaitu pada waktu semen mulai terkena air hingga mulai terjadi pengikatan (pengerasan). Bagi jenis-jenis semen portland waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 60 menit sejak semen terkena air.

3) Kekuatan Semen

Kekuatan mekanis dari semen yang mengeras merupakan sifat yang perlu di ketahui di dalam pemakaian. Kekuatan semen ini merupakan gambaran mengenai daya rekatnya sebagai bahan perekat (pengikat). Pada umumnya, pengukuran kekuatan daya rekat ini dilakukan dengan menentukan kuat lentur, kuat tarik, atau kuat tekan (desak) dari campuran semen dengan pasir.

4) Pengaruh Suhu

Proses pengerasan semen sangat dipengaruhi oleh suhu udara di sekitarnya. Pada suhu kurang 15^o C, pengerasan semen akan berjalan sangat lambat. Semakin tinggi suhu udara di sekitarnya, maka semakin cepat semen mengeras.

Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar dan beton, kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, komposisi agregat tersebut berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Agregat mempunyai peranan penting dalam harga beton maupun kualitasnya. Seperti telah dijelaskan bahwa 65-75% volume total beton terdiri dari volume agregat, oleh karena itu dengan menggunakan komposisi agregat semaksimal mungkin akan diperoleh harga beton yang lebih murah. Sifat dan karakteristik agregat sangat menentukan kualitas akhir beton yang dikerjakan. Agregat dengan ukuran butir lebih halus memerlukan penggunaan semen lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan butiran yang lebih kasar dan berarti memerlukan penggunaan semen lebih sedikit, sehingga berdampak terhadap pengurangan harga akhir beton.

Jika dilihat dari sumbernya agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan, contoh agregat yang berasal dari alam adalah pasir alam dan kerikil sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari stone

crusher, pecahan genteng, pecahan beton, fly ash dan residu PLTU. Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Agregat Kasar

Agregat kasar adalah butiran yang ukuran butirnya lebih besar dari 4,80mm. Agregat dengan ukuran lebih besar dari 4,8mm dibagi lagi menjadi dua yang berdiameter antara 4,80 - 40mm dan disebut kerikil beton dan yang lebih dari 40mm disebut kerikil kasar.

Adapun syarat- syarat untuk agregat kasar dari PBBI 1971 secara umum adalah:

- a. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dan pembentukan alami dari batuan pecah.
 - b. Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 1% dan tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
 - c. Kekerasan dari butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari rudelluf dengan beban pengujian 20 ton dengan memenuhi syarat sebagai berikut:
 - Tidak boleh terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24% berat.
 - Tidak boleh terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% berat.
- Kekerasan dapat diketahui dengan mesin penghalus los Angeles (Los Angeles Machine) dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
- d. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
 - sisa diatas ayakan 31,5 mm = 0% berat
 - sisa diatas ayakan 4 mm = 90 dan 98% berat
 - selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat dan minimum 10% berat.
 - e. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil bidang-bidang samping dari cetakan $\frac{1}{3}$ tebal pintu plat atau $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum diantara tulangan-tulangan.

Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya berdiameter antara 0,15-5 mm. Di dalam beton agregat halus berfungsi

sebagai bahan pengisi pori-pori beton sehingga beton menjadi padat dan mendukung kekuatan beton.

Adapun syarat-syarat agregat halus berdasarkan PBBI 1971 secara umum adalah :

- a. Tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 5% Lumpur.
- b. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras serta beraneka ragam.
- c. Agregat halus harus terdiri dari butir - butir yang beraneka ragam dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - Sisa diatas ayakan 4mm minimum 2% berat total.
 - Sisa diatas ayakan 1mm minimum 10% berat total.
 - Sisa diatas ayakan 0,25mm minimum 80 - 90% berat total.
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak. agregat halus boleh dipakai asalkan kekuatan hancur pada umur 7 hari dan 28 hari lebih besar atau sama dengan 95% dari kekuatan tekan hancur, beton yang menggunakan agregat halus tersebut sudah dilarutkan 3% NaOH.
- e. Pasir halus tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk - petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan - bahan yang diakui.

Air

Pada pekerjaan beton, air mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai pembersih agregat dari kotoran yang melekat, merupakan media untuk pencampur, mengecor dan memadatkan serta memelihara beton. Selain itu yang tidak kurang pentingnya yaitu air berfungsi sebagai bahan baku yang mengakibatkan proses kimia sehingga semen bereaksi dan kemudian mengeras. Air di alam dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti dari sungai, laut, sumur, namun tidak seluruh air dipermukaan bumi dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan beton, yang dapat menghasilkan beton berkualitas baik. Air yang dapat digunakan sebagai bahan pencampur pada pekerjaan beton adalah air yang tidak mengandung zat yang dapat menghalangi proses pengikatan antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang tidak berbau dan dapat diminum boleh digunakan sebagai bahan pencampur.

Kandungan zat yang dapat memberikan pengaruh yang kurang baik terhadap kualitas

beton antara lain: lempung, asam, alkali, beberapa jenis garam lainnya, air limbah dan zat organik.

SNI-03-2847-2002 dalam pasal 5.4 ayat 1s/d 3 mensyaratkan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam dan bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak dapat digunakan, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - Pemilihan proporsi campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama
 - Hasil pengujian pada umur 7 hari dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dari air yang dapat diminum. perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan di uji dengan "Metoda uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis" (Menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm) [ASTM C109]

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, kolam, dan lainnya) air laut maupun air limbah. Asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton, air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton

Faktor Air Semen(FAS).

Pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, menurut SK-SNI-T-15-1990-03, karena kesulitan pemadatan maka dibawah pengaruh nilai faktor air semen (FAS) tertentu yaitu sekitar 0,40 kekuatan beton lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat pemadatannya sulit.

Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat dilakukan dengan cara pemadatan memakai alat penggetar (vibrator) atau dengan bahan kimia tambahan (chemical admixture) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (keenceran) adukan beton, sehingga dengan kedua cara ini diharapkan menghasilkan mutu beton yang baik.

Hubungan antara f.a.s dengan kuat tekan beton (Duff Abrams) dinyatakan dalam persamaan:

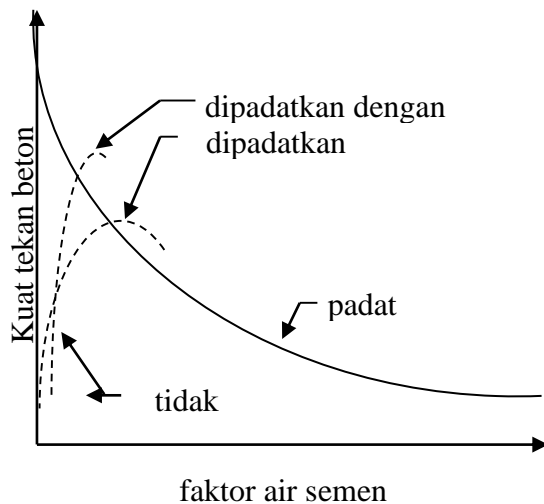
$$f_c = \frac{A}{B^{1,5x}}$$

Dimana:

A, B = Konstanta

X = Faktor Air Semen (semula dalam proporsi volume)

Fc = Kuat desak beton



Grafik 2.1. Pengaruh f.a.s. Terhadap Laju Kenaikan Kuat Tekan Beton

Dari grafik diatas diketahui bahwa semakin tinggi nilai f.a.s semakin rendah pula mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai f.a.s yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batasan dalam hal ini. Nilai f.a.s yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai f.a.s minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada f.a.s yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan tekan beton akan naik secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil, kekuatan tekan beton pada kasus - kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka

campuran dikombinasikan dengan

semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I.

Type Semen

Di dalam Standar Industri Indonesia (SII) no. 0031-81 membagi type semen Portland menjadi 5 type, antara lain :

- a. Type I
- b. Type II
- c. Type III
- d. Type IV
- e. Type V

Dalam hal kecepatan dari perkembangan kekuatan, jenis - jenis semen dibedakan dalam tiga kelas, seperti tabel berikut :

Tabel 3. Jenis - jenis semen Berdasarkan Perkembangan Kekuatan

Jenis semen	Kelas			Warna
	A	B	C	
Semen Portland	*	*	*	Abu-abu
Semen Portland abu terbang	*			Abu-abu
Semen portland			*	Putih

Sumber: Dr. Wuryati, S, M.Pd. dan Candra, R, S.T. 2001, Teknologi Beton

Keterangan:

Kelas A : semen dengan kekuatan awal yang normal

Kelas B : semen dengan kekuatan awal yang tinggi
Kelas C : semen dengan kekuatan awal yang sangat tinggi

Jumlah Semen

Banyaknya kandungan semen dalam beton berpengaruh terhadap kuat desak beton. Pada f.a.s yang sama (nilai slump berubah), beton dengan banyak kandungan semen tertentu mempunyai kuat desak tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit, berarti banyaknya air juga sedikit. Ini mengakibatkan adukan beton sulit dipadatkan, sehingga kuat desak beton menjadi rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan, berarti banyaknya air juga berlebihan sehingga beton menjadi banyak pori, dan akibatnya kuat desak beton menjadi rendah.

Untuk nilai slump yang sama (dengan f.a.s berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat desak lebih tinggi. Hal ini terjadi karena pada nilai slump yang sama, banyaknya air pengaduk hampir sama sehingga penambahan semen berarti pengurangan nilai f.a.s, yang akan dapat mengakibatkan penambahan kuat desak beton itu.

Sifat Agregat

A. Agregat Kasar

1. Menurut Susunan Gradasi Butirannya.

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat yang bervariasi dan dapat dibedakan menjadi agregat dengan gradasi baik, agregat dengan gradasi kasar dan seragam, agregat dengan gradasi halus dan seragam, dan agregat dengan gradasi celah. Agregat kasar perlu diketahui juga gambaran susunan butirnya, dengan menggunakan susunan seri ayakan. Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah butiran agregat lebih besar dari 4,80 mm.

SNI 03-1750-1990 memberikan batasan persyaratan susunan butir agregat kasar sebagai berikut:

- Sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus 0% berat
- Sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus berkisar antara 90-98% berat.
- Selisih antara sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.

2. Menurut Bentuk

Agregat alam maupun batu pecah dapat mempunyai bentuk butiran yang bervariasi. Klasifikasi agregat kasar berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

- a. Berbentuk Bulat

Umumnya agregat jenis ini berbentuk bulat atau bulat telur, yang termasuk agregat

jenis ini adalah pasir dan kerikil, biasanya berasal dari sungai atau pantai dan mempunyai rongga udara minimum 33%. Agregat jenis ini tidak cocok untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan raya.

- b. Berbentuk bersudut

Bentuk agregat ini tidak beraturan, mempunyai sudut-sudut yang tajam dan permukaan yang kasar. Yang termasuk agregat jenis ini adalah batu pecah semua jenis, yaitu hasil pemecahan dengan mesin dari berbagai jenis batuan. Agregat bersudut mempunyai rongga udara yang lebih besar, yaitu 38% sampai 40%. Ikatan antar butir-butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik pula. Campuran yang menggunakan

- c. Berpori dan berongga

Agregat ini mempunyai pori yang kasar mata seperti batu apung, tanah liat yang dikembangkan dan batuan beku magmatik. Bentuk dan tekstur permukaan agregat berpengaruh terhadap sifat beton, Pada saat keadaan elastis maupun setelah mengeras. Suatu agregat dengan permukaan berpori-pori kasar lebih disukai daripada agregat dengan permukaan halus karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan rekatan agregat semen sampai 1,75 kali dan kuat desak betonnya dapat meningkat sampai 20 persen.

3. Agregat Kasar Menurut Sifat.

Kekuatan beton ditentukan oleh sifat kekerasan butiran agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus. Pada umumnya butiran agregat memiliki sifat kekerasan yang tinggi, cenderung memiliki sifat kepadatan yang tinggi pula. Butiran yang keras dan padat memiliki pori yang rendah bila dibandingkan dengan butiran yang lunak, sehingga mempengaruhi kebutuhan air pencampuran pada pekerjaan beton.

Pada beton normal, bila suatu penampang mengalami proses kehancuran maka tegangan yang menghancurkan tersebut akan menyebar melalui adukan dan tidak melalui agregat kasar. Hal ini disebabkan agregat kasar tersebut memiliki sifat kekerasan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kekerasan butir semen. Mekanisme sebaliknya terjadi pada beton ringan, beton yang akan digunakan pada temperatur sangat rendah sangat baik dibuat dari agregat dengan kekerasan dan kepadatan tinggi. Karena resiko pembekuan air pada pori-pori

dapat dihindarkan. Pekerjaan beton dengan persyaratan kepadatan tinggi, sebaliknya dibuat dari agregat dengan sifat kekerasan dan kepadatan tinggi. Hal ini disebabkan jumlah pori yang dikandungnya relatif kecil sehingga mencegah penetrasi air sifat kekerasan dan kepadatan yang tinggi pula memberikan indikasi bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis yang tinggi.

Sifat fisik yang mencakup kekerasan agregat diuji dengan bejana Los Angeles. Agregat juga tidak boleh bersifat reaktif alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0,6%.

B. Agregat Halus Menurut Susunan Gradasi Butiran.

Gradasi agregat dan maksimum besar butiran erat hubungan dengan besarnya luas permukaan agregat. Gradasi yang baik akan memberikan tingkat yang optimal untuk mendapatkan kekuatan beton yang maksimum. Menurut British Standard (BS) yaitu yang juga dipakai di Indonesia saat ini kekasaran pasir dapat dibagi menjadi 4 kelompok gradasi yaitu, pasir yang halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Keempat gradasi tersebut disebut sebagai zone I, adalah pasir kasar, Zone II, adalah pasir agak kasar, Zone III, adalah pasir agak halus, dan Zone IV, adalah pasir halus.

Sedangkan menurut buku SNI 03-1750-1990 susunan butir agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Sisa diatas ayakan 4,0 mm harus maksimum 2% berat.
- Sisa diatas ayakan 1,0 mm harus maksimum 10% berat
- Sisa diatas ayakan 0,25 mm harus berkisar antara 80 hingga 95% berat.

Pengaruh Agregat dalam Beton

Di dalam beton agregat mengisi sebagian besar volume beton, yaitu antara 50% sampai 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton.

Pengaruh agregat dalam beton adalah untuk:

- Menghemat penggunaan semen Portland
- Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
- Mengurangi susut pengerasan beton

- Mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi agregat yang baik maka akan didapatkan beton yang padat.
- Mengontrol "workability" yang baik.

Semakin banyak bahan batuan yang digunakan dalam beton, maka akan semakin hemat dalam penggunaan semen Portland, sehingga akan semakin murah harganya. Tentu saja dalam penggunaan bahan batuan tersebut ada batasnya, sebab pasta semen diperlukan untuk pelekatan butir-butir dalam pengisian rongga-rongga halus dalam adukan beton. Karena bahan batuan tidak susut, maka susut pengerasan hanya disebabkan oleh adanya pengerasan pasta semen. Semakin banyak agregat, semakin berkurang susut pengerasan betonnya.

Gradasi yang baik pada agregat adalah, dapat menghasilkan beton yang padat, sehingga volume rongga berkurang dan penggunaan semen Portland berkurang pula. Susunan beton yang padat dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang besar. Workability adukan beton plastis dapat diusahakan dengan menggunakan gradasi agregat yang baik. Tetapi gradasi untuk mobilitas yang baik memerlukan butir-butir berlapis pasta semen untuk dapat memudahkan gerak adukan betonnya, sehingga butir-butir dapat saling bersinggungan.

Pengaruh Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh kandungan agregat kasar sebagai bahan pengisi dalam campuran beton, untuk mendapatkan beton yang baik maka diperlukan juga agregat kasar dengan kualitas yang baik. Salah satunya sifat agregat kasar yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah gradasi, kekasaran permukaan, bentuk agregat dan kekuatan agregat itu sendiri disamping ketentuan lainnya seperti jenis semen, jumlah semen, faktor air semen, dan lain sebagainya. Pada umumnya agregat lebih besar kekuatannya dari pada pasta semen, dalam hal ini kekuatan agregat besar sekali pengaruhnya terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Ikatan agregat dan mortar merupakan suatu factor penting, karena menentukan kekuatan suatu beton.

Apabila suatu beton dibebani, maka beton tersebut dapat menjadi hancur akibat dari pembebanan itu. Kehancuran itu dapat dimulai dalam agregat yang digunakan, dalam mortar atau pada permukaan antara agregat dan mortar atau kombinasi dari semuanya.

Pengaruh Penggunaan Agregat Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton.

Agregat yang umumnya dipakai adalah pasir, kerikil, batu pecah, dan slag yang dihasilkan, jika kita tinjau kekuatan beton sangat tergantung pada kekuatan agregat dan larutan unsur semen atau pasta semen serta ikatan antara semen dan agregat-agregatnya. Pengaruh penggunaan agregat bekas terhadap kuat tekan beton sangat bergantung pada:

- Mutu dari pecahan beton yang dipakai
- Kebersihan
- Ukuran serta gradasi
- Bentuk
- Kekerasannya

Agregat bekas dengan permukaan yang licin dan berbentuk sudut akan menyebabkan ikatan lemah antara agregat penyusun campuran - campuran beton itu sendiri, dibandingkan dengan ikatan agregat bekas yang berbentuk sudut tak beraturan, atau dengan permukaan kasar. Ukuran serta gradasi memberikan pengaruh yang cukup penting dalam campuran beton.

METODE PENELITIAN

3.1. Alat-Alat Yang Dipergunakan

- a. Cetakan
- b. Timbangan
- c. Ayakan
- d. Alat Uji Slump
- e. Batang Penusuk
- f. Oven
- g. Labu Ukur
- h. Mesin Los Angeles
- i. Specific Gravity
- j. Wadah Adukan
- k. Molen
- l. Mesin Uji Kuat Tekan

Bahan Bahan Yang Di pergunakan

A. Semen Portland

Jenis semen yang dipakai pada penelitian ini adalah semen portland type I yaitu semen portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus, dengan merek Semen Baturaja sebanyak satu zak.

B. Agregat

Pada pengujian ini digunakan agregat, yaitu:

1. Agregat Halus

Agregat halus yang dipakai pada penelitian ini adalah pasir dari golongan II yang berasal dari daerah Tanjung Raja.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari lahat.

C. Air

Air yang digunakan untuk campuran beton pada penelitian ini berasal dari PDAM Tirta Musi yang telah memenuhi ketentuan dan syarat-syarat air bersih untuk campuran beton.

Pengujian Material

Pengujian Bahan Agregat Halus

- a. Analisa Saringan
- b. Pengujian Kadar Lumpur
- c. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian Bahan Agregat Kasar

- a. Analisa Saringan
- b. Pengujian Kadar Lumpur
- c. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan.
- d. Pengujian Keausan dengan Mesin Los Angeles.

Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat sampel benda uji sebanyak 30 buah benda uji dengan enam kondisi yaitu kondisi pertama beton normal yang menggunakan agregat kasar split lahat dengan ukuran 10 – 20 mm, kondisi kedua beton normal yang menggunakan agregat kasar split lahat dengan ukuran 20 – 30 mm, kondisi ketiga beton normal yang menggunakan agregat kasar split lahat dengan ukuran 30 – 40 mm, kondisi keempat beton yang menggunakan agregat kasar split bekas dengan ukuran 10-20 mm, kondisi kelima beton yang menggunakan agregat kasar split bekas dengan ukuran 20 – 30 mm, dan kondisi yang keenam beton yang menggunakan agregat kasar split bekas dengan ukuran 30 – 40 mm dengan umur 28 hari. Cetakan yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran (15 x 15 x 15) cm.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan umur beton yang direncanakan yaitu pada umur 28 hari, sehingga memperoleh data-data hasil pengujian kuat tekan beton untuk masing-masing benda uji.

Dibawah ini adalah data hasil pengujian kuat tekan beton yang didapatkan selama mengadakan penelitian di Laboratorium Teknologi Beton Universitas Muhammadiyah Palembang.

Tabel 4.1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton pada Umur 28 Hari

No	Kondisi Beton	Tanggal Pengujian	Berat (kg)	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)	Kuat Tekan Beton rata-rata (kg/cm ²)
1	Batu pecah 10-20 mm	25-05-2014	8500	55000	225	244,444	251,20
2			8400	56600	225	251,556	
3			8400	56000	225	248,889	
4			8550	57000	225	253,333	
5			8250	58000	225	257,778	
1	Batu pecah 20-30 mm	25-05-2014	8400	54000	225	240,000	242,666
2			8500	55000	225	244,444	
3			8200	55000	225	244,444	
4			8150	56000	225	248,889	
5			8100	53000	225	235,556	
1	Batu pecah 30-40 mm	25-05-2014	8450	52300	225	232,444	237,155
2			8350	55000	225	244,444	
3			8500	55300	225	245,778	
4			8600	51000	225	226,667	
5			8400	53200	225	236,444	
1	Batu pecah bekas 10-20 mm	25-05-2014	8300	57000	225	253,333	243,289
2			8400	53000	225	235,556	
3			8300	54700	225	243,111	
4			8200	53000	225	235,556	
5			8300	56000	225	248,889	
1	Batu pecah bekas 20-30 mm	25-05-2014	8400	52000	225	231,111	231,022
2			8300	53000	225	235,556	
3			8100	52000	225	231,111	
4			8000	51000	225	226,667	
5			8200	51900	225	230,667	
1	Batu pecah bekas 30-40 mm	25-05-2014	7900	50200	225	223,111	225,956
2			7900	51000	225	226,667	
3			7900	52000	225	231,111	
4			8000	50000	225	222,222	
5			8300	51000	225	226,667	

Pembahasan

Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pengolahan data dan didapat hasil kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari untuk masing-masing kondisi beton yang menggunakan agregat kasar dengan ukuran yang berbeda yaitu \varnothing 10-20 mm, \varnothing 20-30 mm dan \varnothing 30-40 mm maka dapat dilihat perbedaan hasil kuat tekan beton karakteristik yang didapat yaitu 251,2 kg/cm² untuk beton yang menggunakan split lahat dengan \varnothing 10-20 mm, 242,666 kg/cm² untuk beton yang menggunakan agregat split lahat dengan \varnothing 20-30 mm sedangkan untuk beton yang

menggunakan split lahat dengan \varnothing 30-40 mm didapat kuat tekan beton karakteristik sebesar 237,155 kg/cm².

Dari hasil yang didapat terjadi penurunan pada kondisi beton yang menggunakan agregat dengan ukuran besar. Hal tersebut sesuai dengan kutipan buku **Teknologi Beton** karangan **Ir. Tri Mulyono, MT** yang menyatakan bahwa ukuran agregat yang lebih besar dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton, kekuatan tekan beton akan berkurang apabila ukuran maksimum agregat bertambah dan juga akan menambah kesulitan dalam pengerjaannya.

Pada kondisi beton yang menggunakan split bekas dengan ukuran agregat yang berbeda didapatkan hasil kuat tekan beton karakteristik yang berbeda pula yaitu 234,289 kg/cm² untuk kondisi beton yang menggunakan agregat split bekas dengan ukuran 10-20 mm, 231,022 kg/cm² untuk kondisi beton yang menggunakan agregat split bekas dengan ukuran 20-30 mm dan 225,956 kg/cm² untuk kondisi beton yang menggunakan agregat kasar split bekas dengan ukuran 30-40 mm. Terjadi penurunan juga pada masing-masing kondisi dengan ukuran agregat yang berbeda bahkan tidak mencapai kuat tekan beton yang diinginkan. Hal ini disebabkan karena kurangnya proses pengikatan antara pasta semen dengan agregat dan juga dikarenakan agregat tersebut adalah agregat bekas yang pada akhirnya kekuatan tekan beton menjadi berkurang.

Jika Dibandingkan kuat tekan beton yang menggunakan agregat split lahat dengan beton yang menggunakan agregat split bekas jelas terlihat bahwa terjadi penurunan kuat tekan yang tidak begitu besar yaitu sekitar 3 s/d 5 % . artinya pemanfaatan agregat pecahan beton masih bisa dimanfaatkan.

SIMPULAN

Hasil pengujian kuat tekan beton karakteristik dengan menggunakan split lahat dan split bekas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penelitian hasil kuat tekan beton karakteristik didapat bahwa kuat tekan dengan menggunakan batu pecah lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan yang dihasilkan beton yang menggunakan batu pecah bekas
2. Kuat tekan beton dengan menggunakan agregat pecahan beton mengalami penurunan sebesar 3 s/d 5 % dari beton normal yang menggunakan batu pecah normal
3. Dari hasil uji slump didapat bahwa beton dengan menggunakan batu pecah bekas , nilai slump nya makin kecil

DAFTAR PUSTAKA

- Dendi, 2006,*Pemanfaatan Abu Pohon Nibung Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang.
- Dian H, 2007, *Pengaruh Penambahan Sari Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang.
- Laboratorium Yanitas Palembang.

- Mulyono Tri, 2004,*Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Samekto, W dan Candra, R, 2001. *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, 1994,*Teknologi Beton*, Percetakan Napiri, Yogyakarta.