

PEMANFAATAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON

Kosim ¹⁾, Arfan Hasan ²⁾

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Polstri
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

¹⁾E-mail: kosimtm@gmail.com

²⁾ E-mail: arfanhasanh@yahoo.co.id

ABSTRACT

Concrete is a building which is composed by an aggregate (sand rocks), cement and water (plus the other ingredients can be additive or admixture). Much research has been done on the concrete technology to meet the needs in infrastructure development started from the street, buildings, bridges, etc. The more concrete and more widespread use of the increasing scale of development also shows the more concrete needs in the foreseeable future, thus affecting the development of concrete technology which will demand new innovations regarding the concrete itself. The times in the era of globalization, this resulted in a rapid increase of the number of goods waste residu which existence can be a problem for life, one of which is the presence of household glass waste. In this regard the efforts made are the utilization of powder glass as fine aggregate additive to enhance strong press concrete. Glass powder is used as a supplement for is smooth, with the addition of different variations, it is hoped to provide strong value press the concrete which is more varied and can be determined the optimum levels of glass powder. As for the variation of the addition of powder glass used is 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, and 100 %, with tests on a 3-day, 7-day, 14-day and 28 days. The result shows that glass powder can increase the strength of the concrete of compressive strength of concrete press 12 % normal, whereas for the optimum proportion is 25%.

Key words: *additive, compressive strength, powder glass, normal concrete, optimum proportion concrete*

PENDAHULUAN

Konstruksi pada saat ini adalah satu kata yang sangat *familiar*, mengingat pembangunan yang terus berkembang pesat saat ini.

Konstruksi yang bagus dapat dilihat dari tahapan pelaksanaan yang berkualitas. Selain tahap pelaksanaan yang berkualitas, konstruksi yang bagus juga didukung oleh material-material yang digunakan untuk menyusun konstruksi tersebut menjadi lebih berkualitas, diantaranya mutu beton yang dipakai dalam pekerjaan suatu konstruksi, diantaranya mutu beton yang dipakai dalam pekerjaan suatu konstruksi. Mutu yang bagus bukan hanya kekuatan yang tinggi yang dapat dihasilkan oleh beton, namun beton yang berkualitas adalah efektifnya penggunaan material beton sehemat mungkin dengan kekuatan yang dipakai cukup tinggi. Mutu beton tinggi tidak semata-mata didapat dari material penyusun yang bagus, namun pemanfaatan limbah kaca yang lebih efektif akan lebih luar biasa. Karena, selain kekuatan yang didapat, sifat ekonomispun dapat direalisasikan.

Idealnya beton adalah bangunan yang tersusun oleh agregat (pasir+batu), semen dan air (bisa ditambah bahan lain *additive* atau *admixture*).

Dewasa ini pemikiran para *engineer* lebih ekonomis dan berdampak positif akan keberlangsungan hidup. Karena, jika campuran penyusun beton di dapat dari

penyusun ideal, maka penyusunannya tersebut akan habis, karena material penyusunnya tersebut adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu sedikit demi sedikit para *engineer* melakukan *research* bagaimana pengembangan teknologi beton yang dapat memanfaatkan limbah. Dalam memanfaatkan limbah ini dapat difungsikan sebagai bahan tambahan campuran limbah ini dapat difungsikan sebagai bahan tambah campuran yang mana barang bekas tersebut sifat kimia atau fisiknya memiliki kesamaan dengan campuran beton pada umumnya.

Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah diatas maka yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan serbuk kaca sebagai bahan tambah *agregat* halus pada campuran beton.
2. Berapa proporsi optimum penggunaan serbuk kaca yang dianjurkan pada campuran beton.

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penelitian dalam pembuatan laporan akhir ini adalah :

1. Mengetahui kekuatan beton yang dihasilkan dari penggunaan serbuk kaca

2. Mengurangi penggunaan sumber daya alam
3. Membantu pemerintah untuk mengurangi limbah kaca menjadi bahan campuran beton

Agregat menurut Silvia Sukirman, 2003, merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan akan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Menurut Alizar, mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan kuat, tahan lama, dan ekonomis. Pengaruh sifat agregat pada sifat beton terlihat pada table 1 berikut ini :

Tabel 1 pengaruh sifat agregat pada sifat beton

Sifat Agregat	Pengaruh Pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstur, gradasi Sifat fisik, sifat kimia, mineral	Beton cair	Kelecekan, pengikatan, dan pengerasan
	Beton keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

Jenis-jenis agregat

1. Berdasarkan Ukuran dan Produksi
Perbedaan antara agregat kasar dengan agregat halus adalah ayakan, 6,35 mm atau 3/16. "Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 6,35 mm dan agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih dari 6,35 mm" (Alizar)

2. Berdasarkan Kepadatan

Tidak ada batasan yang jelas antara agregat biasa dengan agregat ringan atau agregat berat. Pengelompokan umum dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 2 Jenis agregat berdasarkan kepadatannya

Jenis Agregat	Kepadatan (Kg/m ³)
Ringan	300-1800
Sedang	2400-3000
Berat	> 4000

3. Berdasarkan Peterologi

Klasifikasi menurut BS 812 yang membaginya kedalam kelompok artificial, basalt, flint, gabbro, granit, batu kapur.

4. Berdasarkan Minerologi.

Menurut ASTM C294, klasifikasi komposisi mineral semen *Portland* adalah felspars, mineral silica, karbon, sulfat, besi sulfide, besi magnesita, oksida besi dan mineral tanah liat.

Dua jenis utama dari agregat alam yang digunakan untuk konstruksi adalah pasir dan kerikil. Kerikil biasanya sebagai agregat yang berukuran lebih besar 6,35 mm. Pasir didefinisikan sebagai artikel yang lebih kecil dari 6,35 mm tetapi lebih besar dari 0,075 mm. Sedangkan partikel yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut sebagai mineral pengisi atau *filler*.

Pasir dan kerikil selanjutnya diklasifikasikan menurut sumbernya. Material yang diambil dari tambang terbuka (*open pit*) dan digunakan tanpa proses lebih lanjut disebut material dari tambang terbuka (*pit run materials*) dan bila diambil dari sungai (*stream bank*) disebut material sungai (*stream bank materials*).

Deposit batu koral memiliki komposisi yang bervariasi tetapi biasanya mengandung pasir dan lempung. Pasir pantai terdiri partikel yang relative seragam, sementara pasir sungai sering mengandung koral, lempung, dan lanau dalam jumlah yang lebih banyak.

5. Jenis-jenis agregat berdasarkan sumber

a. Agregat yang diproses

Agregat yang diproses adalah batuan yang telah dipecah dan disaring sebelum digunakan. Pemecahan agregat dilakukan karena tiga alasan - Untuk merubah bentuk partikel menjadi *angular*.

- Mengurangi dan meningkatkan distribusi dan rentang ukuran partikel.

Untuk batuan krakal yang besar, tujuan pemecahan batuan krakal adalah untuk mendapatkan ukuran batu yang dapat dipakai, selain itu juga untuk merubah bentuk dan teksturnya.

Penyaringan yang dilakukan pada agregat yang telah dipecahkan akan menghasilkan partikel agregat dengan rentang tertentu. Mempertahankan gradasi agregat yang dihasilkan adalah suatu faktor yang penting untuk menjamin homogenitas dan kualitas campuran beraspal yang dihasilkan.

b. Agregat buatan

Agregat ini didapatkan dari proses kimia atau fisika dan beberapa material sehingga menghasilkan suatu material baru yang sifatnya menyerupai agregat. Beberapa jenis dari agregat ini merupakan hasil sampingan dari proses industry dan dari proses material yang sengaja diproses agar dapat digunakan sebagai agregat atau sebagai mineral pengisi (*filler*).

Slag adalah contoh agregat yang didapat sebagai hasil sampingan produksi. “*Slag* merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi, yang dihasilkan oleh industri peleburan baja salah satunya berupa limbah slag yang secara fisik menyerupai agregat kasar”, (Achmadi, 2009:1) Batuan ini adalah substansi *nonmetalik* yang timbul kepermukaan dari pencairan atau peleburan biji besi selama proses peleburan. Pada saat menarik besi dari cetakan, *slag* ini akan pecah menjadi partikel yang lebih kecil baik melalui perendaman ataupun memecahkannya setelah dingin.

6. Berdasarkan ukuran butir

Ukuran agregat dalam suatu campuran beton didistribusikan dari yang berukuran besar sampai ke yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukuran dalam campuran tersebut. Ada dua istilah yang biasanya digunakan berkenaan dengan ukuran butir agregat, yaitu :

- Ukuran maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terkecil yang meloloskan 100% agregat.
 - Ukuran nominal maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terbesar yang masih menahan maksimum dari 10% agregat.
- Didalam suatu hasil analisa saringan menunjukkan bahwa 100% lolos saringan 25 mm. Agregat paling kasar tertahan pada saringan 19 mm. Dalam hal ini ukuran maksimum agregat adalah 25 mm dan ukuran nominal maksimumnya adalah 19 mm
- Istilah-istilah lain yang biasa digunakan sehubungan dengan ukuran agregat, yaitu :
- Agregat kasar : agregat yang tertahan saringan no. 8 (2,36 mm),
 - Agregat halus : agregat yang lolos saringan no. 8 (2,36 mm),
 - Mineral pengisi : Fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,0075 mm) minimum 75 % terhadap berat total agregat,
 - Mineral abu : fraksi dari agregat halus yang 100% lolos saringan No. 200 (0,0075 mm)

Mineral pengisi dan mineral abu dapat terjadi secara alamiah atau dapat juga dihasilkan dari proses pemecahan batuan atau dari proses buatan. Mineral ini penting, artinya untuk mendapatkan campuran yang padat, berdaya tahan dan kedap air. Walaupun begitu, kelebihan atau kekurangan sedikit saja dari mineral ini akan menyebabkan campuran terlalu kering atau terlalu basah. Perubahan sifat campuran ini bisa terjadi hanya karena sedikit perubahan dalam jumlah atau sifat dari bahan pengisi atau mineral debu yang digunakan. Oleh karena itu, jenis dan jumlah

mineral pengisi atau debu yang digunakan dalam campuran haruslah terkontrol dengan seksama. Tetapi dalam referensi lain juga didapatkan bahwa jenis-jenis agregat sebagai berikut :

1. Berdasarkan berat

- Agregat normal
Agregat yang dihasilkan dari pemecahan batuan dengan *quarry* atau langsung dari sumber alam, agregat ini biasanya berasal dari granit, basal, kuarsa, dan sebagainya. Berat rata-rata adalah 2,5 – 2,7 atau tidak boleh kurang dari 1,2 kg/dm³. Beton yang dibuat dengan agregat normal adalah “beton normal, yaitu beton yang mempunyai berat isi 2.200 – 2.500 kg/m³”. (Herawati, 2005 : 16)
- Agregat ringan
Agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton ringan dalam sebuah bangunan yang memperhitungkan berat dirinya. Agregat ringan digunakan dalam bermacam-macam produk beton, misalnya bahan-bahan untuk isolasi atau bahan untuk pra-tekan. Agregat ini paling banyak digunakan untuk beton-beton pra-cetak. Beton yang dibuat dengan agregat ringan mempunyai sifat tahan api yang baik.
- Agregat berat
Agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2.800 kg/m³. Contohnya adalah *magnetic* (Fe₃O₄), *barytes* (BaSO₄) dan serbuk besi. Beton yang digunakan dengan agregat ini biasanya digunakan sebagai pelindung dari radiasi sinar-X.

2. Berdasarkan bentuk

- Bulat
Berbentuk bulat penuh atau telur, yang termasuk jenis ini ialah pasir dan kerikil dari sungai dan pantai
- Tidak beraturan
Bentuk alamiahnya tidak beraturan atau sebagian terjadi karena pergeseran dan mempunyai sisi atau tepi yang bulat, termasuk jenis ini ialah kerikil sungai, kerikil darat yang berasal dari lahar gunung api.
- Bersudut
Bentuk ini tidak beraturan, mempunyai sudut-sudut yang tajam dan permukaannya kasar, yang termasuk jenis ini adalah batu pecah.
- Pipih
Bentuk pipih adalah bahan yang tebalnya jauh lebih kecil dari dua dimensi lainnya. Biasanya tebalnya kurang dari sepertiga

lebarnya, agregat jenis ini berasal dari batu-batu yang berlapis.

3. Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan

- Agregat licin/halus

Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat dengan permukaan kasar. Dari hasil penelitian, kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir agregat sehingga beton yang menggunakan agregat ini cenderung mutunya lebih rendah.

Beton

(Herawati, 2005:6) menyatakan : *“beton adalah campuran yang terdiri dari agregat alam, seperti kerikil, pasir, batu pecah, dengan bahan pengikat semen Portland, kemudian semen Portland dengan air membentuk pasta pengikat butiran-butiran agregat menjadi masa yang padat dan tidak larut dalam air”*.

Bahan-bahan diatas tersebut, dicampur hingga homogen dengan perbandingan tertentu, sehingga menghasilkan suatu keadaan yang bersifat plastis agar mudah dalam pengerjaannya, dan bila diperlukan dapat ditambahkan dengan bahan tambah (*admixture*). Panas hidrasi yang dihasilkan oleh semen dan air melalui reaksi kimia yang terjadi diantara keduanya, membentuk suatu ikatan-ikatan antara butiran-butiran agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus, dengan semen dan air tersebut, sehingga menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan. Penambahan kekuatan beton akan terjadi secara terus-menerus, dan mencapai kekuatan maksimum pada saat beton mencapai umur ± 28 hari.

Beton setelah mengeras mampu menahan gaya tekan hingga batas yang ditentukan, tetapi sebaliknya beton tidak mampu menahan gaya tarik. Oleh sebab itu, untuk pelaksanaan strukturalnya perlu dipasang tulangan untuk menahan gaya tarik, beton demikian disebut beton bertulang. Jenis beton lainnya adalah beton pratekan, beton komposit. Yang dimaksud dengan “beton pra tekan adalah beton yang terlebih dahulu diberi gaya tekan untuk mengimbangi gaya tarik yang bekerja kemudian” (Herawati, 2005 : 6). Sedangkan yang dimaksud dengan “beton komposit adalah beton yang dalam pemakaiannya dikomposisikan dengan bahan lain seperti baja yang dalam hal ini berfungsi untuk menahan gaya tekan” (Herawati, 2005 : 6)

Sifat-sifat beton

1. Sifat-sifat beton segar

“Beton segar merupakan campuran air, semen, agregat dan bahan pembantu jika diperlukan dalam keadaan plastis (sebelum semen mengikat)”,

(Herawati, 2005 : 7). Ada beberapa hal yang dapat dipengaruhi sifat pengerjaan beton segar, yaitu :

- Keadaan lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang dapat memperburuk sifat pengerjaan beton adalah suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Suhu berpengaruh pada jumlah penggunaan air, karena kenaikan suhu mempercepat jumlah penggunaan air yang dibutuhkan untuk panas hidrasi dan kehilangan akibat penguapan. Sedangkan kelembaban dan kecepatan angin mempengaruhi kecepatan penguapan air.

- Waktu

Memburuknya sifat pengerjaan berhubungan dengan waktu yang merupakan akibat langsung dari kehilangan air bebas melalui penguapan, daya serap agregat, dan hidrasi awal semen

- Stabilitas

Disamping harus mudah dikerjakan, susunan campuran beton segar harus stabil terbagi rata selama pengadukan sampai selesai pemadatan, sebelum beton itu mengikat. Perbedaan ukuran butiran dan berat jenis dari bahan-bahan campuran beton akan mengakibatkan kecenderungan bahan-bahan tersebut untuk memisahkan diri, atau sulit dicampur.

2. Sifat-sifat beton yang telah mengeras

Sifat-sifat segar penting hanya beberapa jam setelah selesai pengadukan, sedangkan sifat-sifat beton yang telah mengeras mempunyai arti penting selama penggunaannya. Sifat-sifat penting tersebut, yaitu :

- a. Uji tekan beton

Kekuatan tekan merupakan hal terpenting, karena mutu dari beton dinilai berdasarkan kuat tekan ini. Kekuatan beton ini dinyatakan dengan beban maksimum yang dapat dipikulnya oleh karena dengan bertambahnya kekuatan beton, maka sifat-sifat lainnya akan bertambah baik pula.

- b. Uji tarik

“Ada dua jenis uji tarik beton yaitu uji tarik *berazilia* untuk mendapatkan kuat tarik belah beton dan uji tarik langsung untuk mendapatkan kuat tarik langsung beton”, (Herawati, 2005 : 8)

- c. Keawetan

Selain kekuatan beton, hal yang juga perlu diperhatikan yaitu kemampuan beton untuk bertahan selama umur konstruksi. Untuk menghasilkan beton yang awet harus diusahakan agar dipilih bahan-bahan campuran yang cocok dengan perbandingan yang baik agar menghasilkan beton yang *homogen* dan mudah dipadatkan.

- d. Pengausan

Pengausan pada beton biasanya disebabkan oleh aliran air yang cepat, sehingga terjadi pengikisan permukaan beton yang

menyebabkan beton berlubang. Ketahanan beton terhadap kikisan (*erosi*) dan gesekan (*abrasi*) akan bertambah dengan bertambahnya kekuatan beton yang ada.

3. Umur dan kuat tekan beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. “Kekuatan beton akan naik secara cepat (*linier*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu

kenaikannya tidak terlalu signifikan” (Prawito, 2010).

Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85%-90% dari kuat tekan umur 28 hari.

Untuk estimasi kekuatan tekan masing-masing benda uji terhadap beton yang berumur 28 hari, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3 Faktor Konversi Kuat Tekan Beton 28 Hari

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

Sumber : analisa perbandingan berat jenis dan kuat tekan antara beton ringan dan beton normal dengan mutu beton k-200

Kaca

“Kaca adalah zat padat metamorf yang terbentuk sewaktu transformasi dari cair menjadi Kristal”. (Herawati, 2005 : 31).

Bahan limbah kaca pecah sebagai bahan tambah apda agregat halus. Terdiri dari gradasi yang memberikan kuat tekan mortar yang diperlukan, sehingga pada suatu uji bahan lebih banyak ditekan pada gradasi agregat halus dan mengikuti ASTM C 330-77 A dan ASTM C 330-68T.

Selain itu, kaca pecah harus bebas dari bahan dan senyawa yang dapat merusak campuran beton. Jika dipandang perlu, kaca pecah dapat dicuci dahulu, kaca pecah atau limbah yang berasal atau berbahan dasar kaca yang diuji terlebih dahulu dilewatkan saringan dengan ukuran 4,75 mm.

1. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Kaca

Menurut Ladelta, 2007: “dipandang dari sifat fisika kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut demikian karena struktur partikel-partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair namun dia sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (*cooling*) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silikan tidak “sempat” menyusun diri secara teratur”.

Sedangkan berdasarkan sifat kimia “kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya”. (Ladelta : 2007)

2. Sifat-sifat umum kaca

Selain berdasarkan sifat dan kimia kaca, kaca juga dapat dilihat dari sifat kaca secara umumnya, sebagai berikut :

- Padatan amorf (*short range order*)
- Berwujud padat tapi susunan atom-atomnya seperti pada zat cair.
- Tidak memiliki titik lebur yang pasti (ada *range* tertentu)
- Mempunyai viskositas cukup tinggi (lebih besar dari 10¹²Pa.s)
- Transparan, tahap terhadap serangan kimia, kecuali hydrogen flourida. Karena itulah kaca banyak dipakai untuk peralatan laboratorium
- Efektif sebagai *isolator*
- Mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan.

Salah satu sifat kaca yang perlu diketahui bahwa “kaca tidak menyerap air”. (Butragueno : 2011).

3. Pengelompokan Kaca

- *Silica lebur*. Silica lebur atau silica vitreo dibuat melalui pirolisis silikon tetraklorida pada suhu tinggi, atau dari peleburan kuarsa atau pasir murni. Secara salah kaprah, kaca ini sering disebut kaca kuarsa (*quartz glass*). Kaca ini mempunyai ciri-ciri nilai ekspansi rendah dan titik pelunakan tinggi. Karena itu, kaca ini mempunyai ketahanan termal lebih tinggi daripada kaca lain. Kaca ini juga sangat transparan terhadap radiasi ultraviolet. Kaca jenis inilah yang sering digunakan sebagai kuvet untuk spectrometer UV-Visible yang harganya sekitar dua jutaan per kuvet.
- *Alkali silikat*. Alkali silikat adalah satu-satunya kaca dua komponen yang secara komersial, penting. Untuk membuatnya, pasir dan soda dilebur bersama-sama, dan hasilnya disebut Natrium silikat. Larutan silikat soda juga dikenal sebagai kaca larut air (*water soluble glass*) banyak dipakai

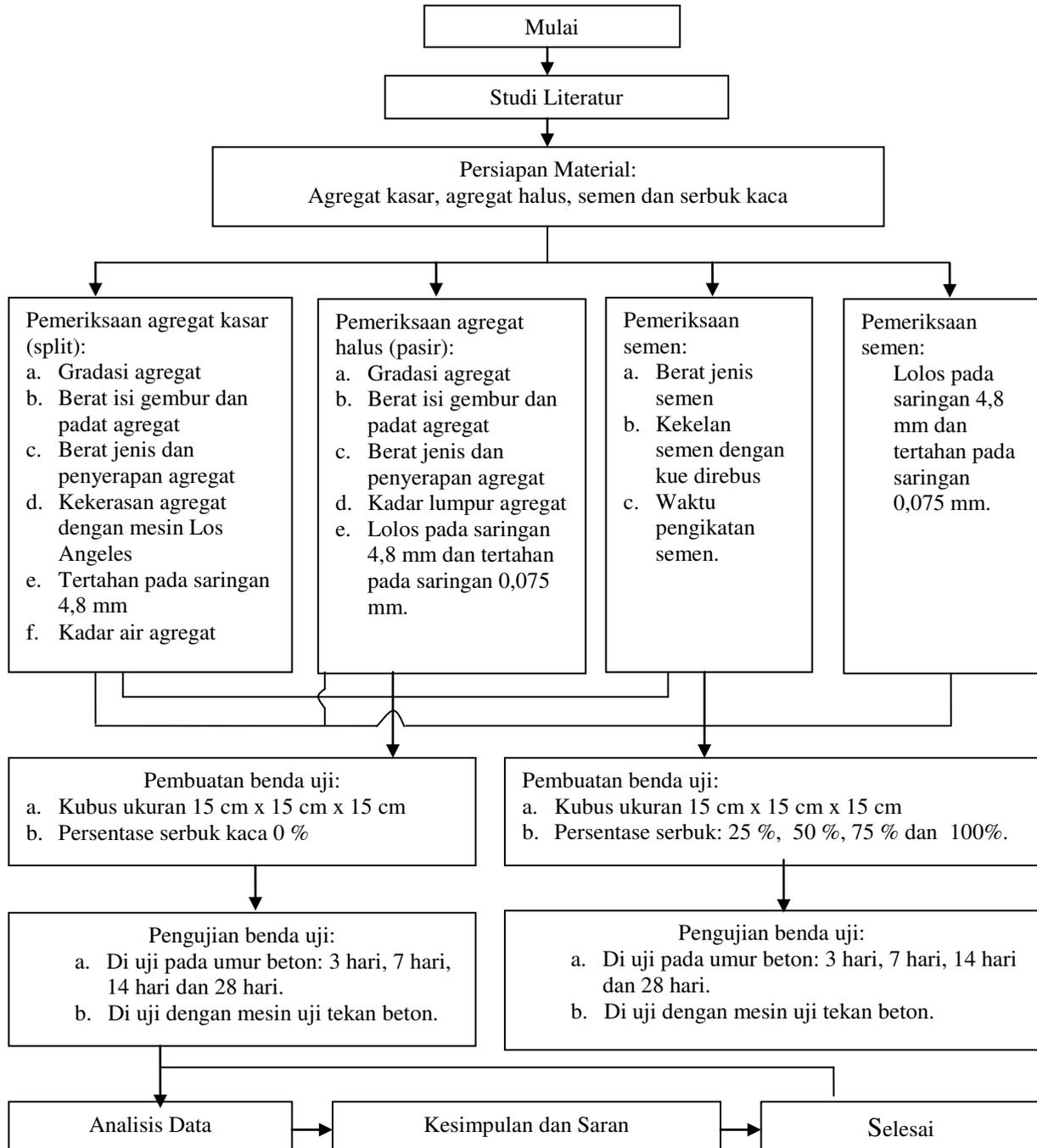
Sebagai adhesif dalam pembuatan kotak-kotak karton gelombang serta memberi sifat tahan api.

- *Kaca soda gamping*. Kaca soda gamping (*soda-lime glass*) merupakan 95 persen dari semua kaca yang dihasilkan. Kaca ini digunakan untuk membuat segala macam bejana, kaca lembaran, jendela mobil

dan barang pecah belah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan standar-standar antara lain: Standar Nasional Indonesia (SNI), Standar ASTM (American Society for Testing Material). Metode penelitian yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 diagram Alir Metode Penelitian

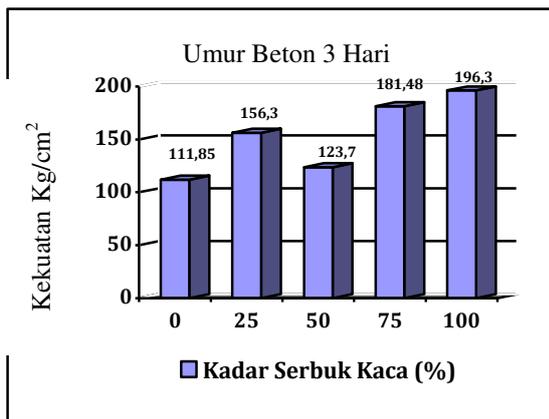
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Umur benda uji 3 hari

Tabel 4. Benda uji dengan umur 3 hari

Uraian	Kadar serbuk kaca				
	0%	25%	50%	75%	100%
Kekuatan (Kg/cm ²)	111,85	156,3	123,7	181,48	196,3

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 2. uji tekan beton umur 3 hari

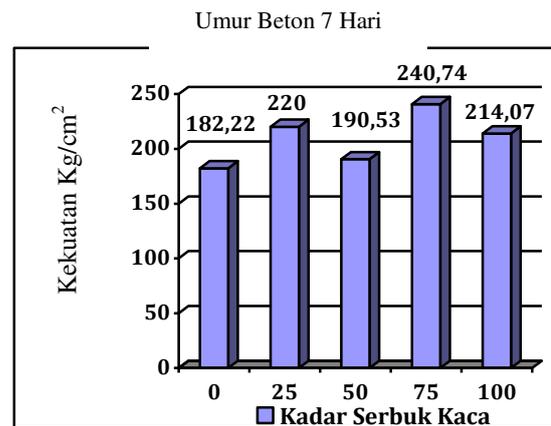
Pada umur 3 hari, beton terus mengalami peningkatan kekuatannya, namun tidak ada kadar serbuk kaca 50 %. Pada umur 3 hari kadar serbuk kaca 0 % adalah 11185 Kg/cm², kadar serbuk kaca 25 % adalah 15830 Kg/cm², kadar serbuk kaca 50 % adalah 12370 Kg/cm², kadar serbuk kaca 75 % adalah 19148 Kg/cm², dan pada kadar serbuk kaca 100 % adalah 19630 Kg/cm²

b. Umur benda uji 7 hari

Tabel 5. Benda uji dengan umur 7 hari

Uraian	Kadar serbuk kaca				
	0%	25%	50%	75%	100%
Kekuatan (Kg/cm ²)	182,2	220	190,5	240,7	214,0

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 3 uji tekanan beton umur 7 hari

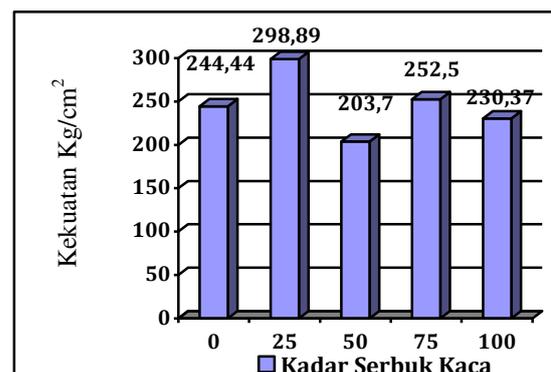
Pada umur 7 hari kekuatan lebih beragam, namun tidak pada kadar kaca 25 % yang nilainya terus konstan sesuai dengan faktor konversi kekuatan beton. Pada umur 7 hari nilai kuat tekan beton dengan kadar serbuk kaca 0 % adalah 182,22 Kg/cm², 25 % adalah 220 Kg/cm², 50 % 198,52 Kg/cm², 75 % adalah 240,74 Kg/cm², dan 100 % adalah 214,07 Kg/cm².

c. Umur benda uji 14 hari

Tabel 6. Benda uji dengan umur 14 hari

Uraian	Kadar Serbuk Kaca				
	0%	25%	50%	75%	100%
Kekuatan (Kg/cm ²)	244,4	298,8	203,7	252,5	230,3

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 4 uji tekan beton umur 14 hari

Berdasarkan hasil pengujian yang didapat pada umur 14 hari grafik kekuatan sama bentuknya dengan grafik kekuatan 7 hari. Namun yang perlu diperhatikan nilai kekuatan yang lebih menonjol pada kadar serbuk kaca 25 % yang mana nilainya terus mengikuti faktor konversi kekuatan beton. Nilai kuat tekan beton umur 14 hari pada serbuk kaca berturut-turut 0 %; 25 %; 50 %; 75 %, dan

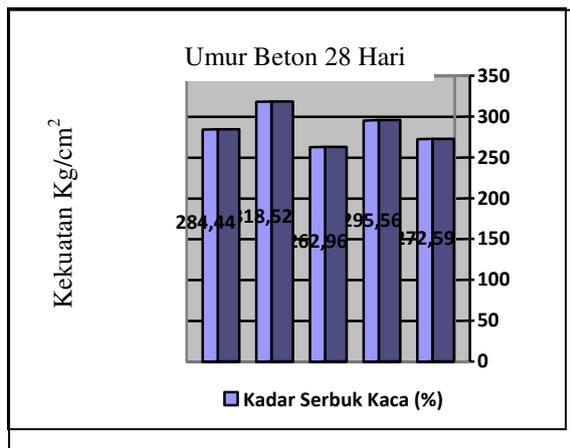
100 %, adalah 244,44 Kg/cm²; 288,80 Kg/cm²; 244,44 Kg/cm²; 298,89 Kg/cm²; 203,70 Kg/cm²; 252,50 Kg/cm²; 230,37 Kg/cm².

d. Umur benda uji 28 hari

Tabel 7. Benda uji dengan umur 28 hari

Uraian	Kadar Serbuk Kaca				
	0%	25%	50%	75%	100%
Kekuatan (Kg/cm ²)	284,4	318,5	262,9	295,5	272,5

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 5 uji tekan beton umur 28 hari

Dari data yang didapatkan, bahwa pada umur 28 hari seluruh kadar serbuk kaca memenuhi syarat *mix design concrete* dimana kuat tekan yang direncanakan adalah 25 Mpa. Namun yang paling tinggi dari nilainya dan melebihi kekuatan beton keadaan normal adalah beton dengan kadar kaca 25 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan di laboratorium pengujian bahan dan material Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa pengujian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa limbah kaca rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah (*additive*) untuk penambahan kuat tekan beton ;
2. Dari hasil pengujian kekuatan beton yang pada umur 28 hari didapatkan sebagai berikut :
 - a. Kadar serbuk kaca 0 % (beton normal)
 - Kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 111,85 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 182,22 Kg/cm².

- Kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 244,44 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 284,44 Kg/cm².
- b. Kadar serbuk kaca 25 %
 - Kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 156,29 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 220,00 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 288,88 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 318,52 Kg/cm².
 - c. Kadar serbuk kaca 50 %
 - Kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 123,70 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 198,52 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 203,70 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 262,96 Kg/cm².
 - d. Kadar serbuk kaca 75 %
 - Kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 181,48 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 240,74 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 252,59 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 295,56 Kg/cm².
 - e. Kadar serbuk kaca 100 %
 - Kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 196,29 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 214,07 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 230,37 Kg/cm².
 - Kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 272,59 Kg/cm².
3. Penggunaan kadar serbuk kaca yang optimal untuk pencampuran beton (*mix design concrete*) adalah 25 % dari jumlah agregat halus yang direncanakan, dan meningkatkan kuat tekan beton maksimum sebesar 318,52 Kg/cm².
 4. Secara tidak langsung pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan penambahan pada agregate halus dapat mengurangi penggunaan sumber daya alam yaitu sebesar 25 %.
 5. Secara bersamaan dengan pengurangan sumber daya alam, pada pemanfaatan serbuk kaca

sebagai penambah agregat halus dapat membantu pemerintah terhadap penanggulangan sampah yang ada pada saat ini, karena serbuk kaca yang digunakan adalah serbuk kaca dari limbah rumah tangga

6. Mengacu pada tujuan penelitian bahwa tujuannya adalah *safe the world*, meskipun dampaknya sangat kecil sekali, namun penulis menyimpulkan bahwa pencapaian ini dirasakan berhasil meskipun relatif kecil, karena berdasarkan pemakaian limbah yang menjadi bahaya dunia masih relatif sedikit untuk digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para mahasiswa terutama Rafijrin dan A. Ricky Kurniawan serta semua pihak yang telah membantu terlaksana hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acmedi, Ali (2009). *Kajian beton mutu tinggi menggunakan slag sebagai agregat halus dan agregat kasar dengan aplikasi super plastisizer dan silicafum*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Alizar, (2010). *Bahan ajar teknologi bahan konstruksi jurusan teknik sipil*, Universitas Mercu Buana, Pusat pengembangan bahan ajar UMB, Jakarta.
- Herawati, Novi dkk, (2005), (2005). *Pemnffaatan limbah kaca pecah sebagai agregat halus terhadap kekuatan ferosemen dengan variasi kawat jala*, Politeknik Negerim Sriwijaya, Palembang.
- Alizar, (2010). *Bahan ajar teknologi bahan konstruksi jurusan teknik sipil Universitas Mercu Buana*, Pusat pengembangan bahan ajar UMB, Jakarta.
- Kh, Sunggono, (1984). *Buku Teknik Sipil*, Penerbit NOVA, Bandung.
- Prawito, Eri, (2010), *Analisa perbandingan berat jenis dan kuat tekan beton antara beton ringan dan beton normal dengan mutu beton K-200*, Universitas Sumatera Utara, Medan.