

Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Butiran Halus Ban Bekas Kendaraan sebagai Substitusi Agregat Halus dan Tambahan Serat Ban Bekas Kendaraan

¹Muhammad Iqbal ²Imransyah Idroes ³Munirul Hady

^{1,2,3}Fakultas Teknik/Program Studi Teknik Sipil, Universitas Iskandar Muda
Jl. Kampus UNIDA No 15, Surien, Meuraxa, Kota Banda Aceh, Aceh 23234

²E-mail: iqbalnew2010@gmail.com

Abstrak — Limbah ban bekas merupakan salah satu penyumbang limbah terbanyak. Oleh karena itu perlunya penelitian terhadap campuran beton dengan menggunakan limbah ban bekas sebagai bahan substitusi maupun bahan tambah. Serat limbah ban bekas digunakan sebagai bahan tambah dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat semen serta butiran halus ban bekas kendaraan yang digunakan sebagai substitusi pasir halus dengan variasi 0%, 5% dari berat pasir halus. Hasil dari penelitian ini ialah dengan variasi beton normal dan dengan menggunakan butiran halus ban bekas kendaraan sebagai substitusi agregat halus dan tambahan serat ban bekas kendaraan 0% menghasilkan kuat tekan sebesar 17,10 MPa. Sedangkan variasi 5% dan 10% serta 15% mengalami penurunan yaitu sebesar 15,48 Mpa, 13,10 Mpa dan 9,44 Mpa, penurunan tersebut disebabkan kurangnya daya ikatan antar material campuran, sedangkan untuk perbandingan berat volume beton dengan variasi 0% sebesar 2465,6 Kg/m³, serta berat volume beton pada variasi 5%, 10%, dan 15% ialah sebesar 2392,4 Kg/m³, 2329,4 Kg/m³ dan 2293,8 Kg/m³.

Kata-kata kunci: kuat tekan beton; limbah ban bekas kendaraan; bahan tambah.

Abstrak — Waste tires are one of the largest contributors to waste. Therefore, there is a need for research on concrete mixtures using waste tires as substitutes and additives. Waste tire fibers are used as an additive with variations of 0%, 5%, 10%, and 15% to the weight of cement and fine grains of used vehicle tires which are used as a substitute for fine sand with variations of 0%, 5% by weight of fine sand. The results of this study are normal concrete variations and by using fine grains of used vehicle tires as a substitute for fine aggregate and additional 0% used vehicle tire fibers produce a compressive strength of 17.10 MPa. While the variations of 5% and 10% and 15% decreased by 15.48 Mpa, 13.10 Mpa and 9.44 Mpa, the decrease was due to the lack of bonding power between the mixed materials, while for the ratio of weight to volume of concrete with a variation of 0% of 2465.6 Kg/m³, and the volume weight of concrete at variations of 5%, 10%, and 15% is 2392.4 Kg/m³, 2329.4 Kg/m³ and 2293.8 Kg/m³.

Keywords: compressive strength of concrete; waste tires from vehicles; additives.

I. PENDAHULUAN

Limbah ban bekas merupakan salah satu penyumbang limbah terbanyak. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan kendaraan yang semakin meningkat pesat setiap tahunnya, dengan banyaknya kendaraan bermotor tentu akan menghasilkan limbah ban yang menumpuk yang merupakan bahan anorganik (tidak dapat diuraikan kembali) serta bersifat tahan lama (*persistent*) yang tidak akan pernah membusuk. Apabila limbah ban bekas tersebut dibakar akan menghasilkan gas yang sangat berbahaya yaitu Dioksin dan polusi udara sehingga dapat membahayakan manusia serta merusak lingkungan sekitar. Oleh sebab itu peneliti mencoba memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan tambah pada campuran beton. Hal ini dikarenakan dari segi karakteristik limbah ban bekas kendaraan memiliki sifat tahan terhadap air, kesetabilan yang cukup, ketahanan yang

tinggi, dan memiliki tingkat fleksibilitas dan daya lentur yang cukup baik, serta sifatnya yang dapat menyerap getaran. Sehingga pencampuran serat ban bekas sebagai bahan tambah serta butiran halus sebagai pengganti pasir halus diharapkan dapat menciptakan beton yang ramah lingkungan. Rumusan masalah yang ditinjau adalah dengan penambahan serat limbah ban bekas sebagai bahan tambah pada beton dengan variasi 5%, 10%, dan 15% dari berat semen serta butiran halus ban bekas kendaraan yang digunakan sebagai substitusi pasir halus dengan variasi 0%, 5% dari berat pasir halus yang diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton untuk umur 28 hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dengan penambahan serat limbah ban bekas kendaraan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen serta butiran halus ban bekas kendaraan yang digunakan sebagai substitusi pasir

halus dengan 0%, 5% dari berat pasir halus dapat meningkatkan kuat tekan beton.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. Dalam pengertian umum beton berarti campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian semen bercampur air, maupun perbandingan percampurannya. Untuk mendapatkan beton optimum pada penggunaan yang khas, perlu dipilih bahan yang sesuai dan di campur secara tepat. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material yang terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Tjokrodinuljo 2007).

2.2 Material Penyusun Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air, serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo 1992)

2.3 Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen berfungsi sebagai perekat agregat dan juga sebagai bahan pengisi. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan pasta yang jika mengering akan memiliki kekuatan seperti batu (Nawy 1998).

Menurut (ASTM 1996), semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen Portland (PC) atau yang disebut semen bersifat hidrolis. Bahan pengikat berupa serbuk halus dari penggilingan klinker (bahan utamanya terdiri dari Kalsium-silikat dengan karakteristik hidrolis) dan gyp Stines sebagai bahan tambahan. Bahan baku untuk

semen mengandung kapur silika, alumina, besi oksida lainnya. Jika semen di campur dengan air maka akan segera memadat. Campuran semen dan air disebut pasta semen. Dan jika pasta itu kemudian dicampur dengan pasir, maka akan menjadi mortal semen. (Ismail and Fuhaid 2012).

Tabel 1. Komposisi kimia dari kelima jenis semen

Tipe Semen	Komposisi dalam persen (%)							Karakteristik Umum
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CaO	MgO	
Tipe I, Normal	49	25	12	8	2,9	0,8	2,4	Semen untuk semua tujuan.
Tipe II, Modifikasi	46	29	6	12	2,8	0,6	3	Relatif sedikit pelepasan, digunakan untuk struktur besar.
Tipe III, kekuatan awal tinggi	56	15	12	8	3,9	1,4	2,6	Mencapai kekuatan awal yang tinggi pada umur 3 hari
Tipe IV, panas hidrasi rendah	30	46	5	13	2,9	0,3	2,7	Dipakai pada bendungan beton
Tipe V, tahan sulfat	43	36	4	12	2,7	0,4	1,6	Dipakai pada saluran dan struktur yang di ekspose terhadap sulfat

Sumber: Tri Mulyono, 2004 :39

2.4 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirannya yang lolos ayakan 9,52 mm dan tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (ASTM C33, 1982). Menurut PBI 1971, agregat kasar yang baik dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran beton harus memenuhi sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya;
2. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali;
3. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

2.5 Agregat Halus

Menurut (Umum 2002), agregat halus adalah agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*)

atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil (0,15-5 mm). Syarat agregat halus:

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5% (ditentukan terhadap beratkering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka agregat harus dicuci.
3. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

2.6 Air

Air adalah bahan pencampuran antara semen, dengan agregat halus dan kasar, Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan perusak, yaitu mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan (SNI 03-2847-2002)

Menurut SK SNI 03-2847-2002, syarat air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton yaitu:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus lebih bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

2.7 Limbah Ban Bekas Kendaraan

Ban bekas merupakan salah satu bahan buangan dan bekas pakai yang dapat dengan mudah dicari dan ditemukan di setiap daerah di Indonesia dan jumlahnya relative cukup besar. Ban bekas ini dihancurkan sehingga menjadi serat dan tidak larut dalam tanah atau tidak terurai. Bahan penyusun utamanya yaitu ban karet alam dan karet sintetis, dimana karet memiliki sifat tahan

terhadap cuaca, tahan terhadap air, memiliki kestabilan yang cukup, ketahanan yang tinggi, dan memiliki tingkat fleksibilitas dan sifat lentur yang cukup baik serta karet memiliki sifat menyerap getaran. Serat limbah ban bekas terbuat dari karet sintetis dan karet alam dicampur dengan *karbon black dan unsur-unsur kimia lain seperti silica, resin, anti oksida, sulfur, paraffin, cobalt, salt, cure accelerator, dan aktifators*. Hasil ban bekas akibat gesekan tanah diuji karakteristik dari karet tersebut yang dapat dilihat pada Tabel. 2.

Tabel 2. Spesifikasi Ban Bekas

Particle Size distribution (Distribusi ukuran partikel)		
	Karet 1	Karet 2
0-0.25 mm	64	5
0.25-0.40 mm	32	7
0.40-0.63 mm	4	53
0.63-1.00 mm	-	32
1.00-1.25 mm	-	2
1.25-1.60 mm	-	1
Composition		
Kadar air yang melekat (adherent moisture content)	0.4	0.3
Bagian larut asam aseton (Part, soluble in acetone)	8.5	11.9
Bagian Larut dalam klorofom (Part soluble in chloroform)	0.3	0
Kandungan isoprene (Isoprene content)	58.5	52.3
Kandungan NR + IR (NR + IR content)	36.5	27.7
Kandungan Karbon Hitam (Carbon vlack content)	27.2	26.3
Kandungan Abu (Ash content)	5.1	9.2
Indeks komposisi (Compatinlity index)	2.68	1.31

2.8 Butiran Halus Ban Bekas Kendaraan

Butiran halus ban bekas adalah produk yang ramah lingkungan karena diperoleh dari ban bekas, dan tidak larut dalam tanah ataupun air tanah. Selain mengurangi jumlah limbah karet yang terbuang ke lingkungan, pemakaian kembali limbah produk karet tertentu, dapat menekan harga karet sebagai salah satu komponen penting penentu harga produk jadi yang dihasilkan. Aplikasi umum dari serbuk ban bekas adalah untuk; karpas karet, karet kompon, sol sepatu

karet, konstruksi bangunan, campuran aspal untuk mengurangi keretakan dan menambah daya tahan pada jalan raya / jalan tol, lapangan olahraga, arena pacuan kuda dll. (karet-serbuk-rubber-powder-crumbrubber.htm), lapangan atletik serta tempat-tempat rekreasi, seperti penutup tanah pada peralatan tempat bermain, (Exposure Research,2009). Gambar 1 menunjukkan serbuk ban bekas (Crumb Rubber).



Gambar 1. Butiran Halus Ban Bekas Kendaraan

Serbuk ban bekas berbentuk butiran-butiran kecil dari ban bekas yang dibuat dalam ukuran tertentu yang digunakan untuk modifikasi bahan aspal paving atau sebagai filler. Sifat-sifat serbuk ban bekas yang dapat mempengaruhi interaksi dalam proses pembuatan yakni ukuran partikel, spesifikasi area permukaan, dan komposisi kimia(Heitzman 1992).

2.9 Serat Ban Bekas Kendaraan

Limbah ban bekas kendaraan dalam penelitian ini berasal dari CV. Rapi Vulkanisir, Kec. Suka Makmur, Kabupaten Aceh Besar, Aceh, yang diolah perusahaan tersebut dengan cara dihancurkan sehingga menjadi serat kemudian serat di ambil dari perusahaan tersebut diayak lolos saringan 31,5 mm tertahan pada ayakan 9,10 mm untuk mendapatkan serat ban bekas sebagai bahan tambah pada campuran beton

III. METODE PENELITIAN

Data penelitian yang dikumpulkan meliputi data kuat tarik belah beton. Seluruh data berasal dari pengujian yang dilakukan di laboratorium, antara lain yaitu:

3.1 Pemeriksaan berat volume

Pemeriksaan berat volume agregat dilakukan menurut metode British Standard 812(Standard n.d.). Pemeriksaan dilakukan pada keadaan

agregat kering oven. Berat volume agregat diukur dengan timbangan kapasitas 50 kg dengan ketelitian 1 gram, dan container yang mempunyai volume 1,552 liter.

Agregat diisi ke dalam container dalam tiga lapisan dengan volume tiap lapisan lebih kurang sama banyaknya. Tiap lapisan dipadatkan dengan tongkat besi diameter 16 mm, panjang 600 mm dengan tumbukan sebanyak 25 kali tumbukan. Setelah penumbukan, permukaan agregat diratakan sehingga sejajar dengan permukaan container lalu ditimbang.

3.2 Pengukuran berat jenis dan absorpsi agregat

Berat Jenis Agregat adalah perbandingan sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap berat air pada volume yang sama. Untuk agregat halus, keadaan kering permukaan dapat diketahui dengan cara memasukkan agregat halus yang telah diangin-anginkan ke dalam konus pasir dengan tiga lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat besi berdiameter 10 mm dan panjang 150 mm pada setiap lapisan sebanyak 25 kali secara merata. Setelah permukaan diratakan lalu konis pasir diangkat secara vertikal ke atas.

Keadaan kering permukaan ditunjukkan dengan runtuhnya sebahagian agregat. Pasir dalam keadaan kering permukaan dimasukan kedalam gelas *Thaulow's* dan ditimbang beratnya. Kandungan udara pada benda uji dihilangkan dengan mengisi penuh gelas dengan air bersih, ditutup rapat dengan menggunakan pelat kaca, lalu gelas tersebut dibolak-balikkan beberapa kali agar semua udara yang berada di dalam pasir dapat keluar. Pekerjaan ini terus dikerjakan berulang kali sehingga tidak ada gelembung udara di dalam gelas. Kemudian gelas, pasir, air dan penutupnya ditimbang beratnya. Selanjutnya menimbang masing-masing berat gelas, air dan penutupnya.

3.3 Pemeriksaan susunan butiran

Pemeriksaan susunan butiran agregat (*sieve analysis*) dilakukan terhadap kerikil, pasir kasar, dan pasir halus. Agregat diambil secara acak dengan jumlah masing-masing untuk kerikil 2.000 gram untuk pasir kasar 1.000 gram dan untuk pasir halus 500 gram. Pemeriksaan susunan butir dilakukan pada keadaan kering oven. Saringan yang digunakan adalah buatan pabrik Maruto Jepang, dengan saringan analog sesuai ASTM (anonim 1979).

Saringan terdiri atas diameter 31,50, 19,10, 9,52, 4,75, 2,36, 1,18, 0,60, 0,30, 0,15, dan sisa. Diameter agregat maksimum yang digunakan pada penelitian ini adalah 31,5 mm. Sampel agregat yang ada dimasukkan ke dalam saringan secara terpisah yaitu kerikil, pasir kasar dan pasir halus. Saringan kemudian digoyang-goyangkan, agregat yang tertinggal di atas saringan ditimbang beratnya dengan menggunakan timbangan.

3.4 Rancangan Campuran Beton

Rancangan campuran beton diperlukan untuk menentukan masing-masing material pembentuk sebuah beton. Perencanaan ini sudah berdasarkan sesuai dengan metode American Concrete Institute (ACI)(211 1991). Pada perencanaan pembentukan beton ini digunakan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm x 30 cm sebanyak 40 buah benda uji dengan mutu beton 17,00 MPa.

Peran Limbah ban bekas kendaraan yang akan digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat semen serta butiran halus ban bekas kendaraan yang digunakan sebagai agregat halus dengan persentase 5% dari berat agregat halus untuk umur 28 hari

Tuliskan metode penelitian disini meliputi, jenis penelitian, desain penelitian, tahapan penelitian, lokasi penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.

3.5 Tahapan Pelaksanaan dan Perawatan Beton

Pada tahapan ini pelaksanaan yang akan dilakukan dalam pembuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Material dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton (benda uji) harus disiapkan terlebih dahulu.
2. Pemeriksaan terhadap material dilakukan di laboratorium, hal ini dilakukan agar mutu beton yang akan direncanakan agar kekuatan beton mencapai kekuatan yang maksimal sesuai perhitungan, pemeriksaan terhadap agregat meliputi gradasi agregat (modulus halus butiran), pemeriksaan berat volume agregat, dan pemeriksaan berat jenis agregat.
3. Merencanakan campuran beton (*mix design*). Menimbang material dan bahan-bahan sesuai dengan hitungan yang telah ditentukan pada perencanaan campuran beton (*mix design*).
4. Proses pengadukan pada beton dilakukan dengan memasukkan material yang telah siap

ditimbang pembentuk beton (benda uji) yaitu agregat kasar dan halus, pasir, serat ban bekas, air, dan semen ke dalam molen (*concrete mixer*). Pengadukan menggunakan molen dilakukan sampai homogen kemudian tuang adukan ke alas campuran beton selama ± 15 menit.

5. Pengukuran kekentalan pada beton basah diuji dengan menggunakan alat uji slump. Kekentalan beton basah yang telah diuji *slump* adalah 75 - 100 mm.
6. Campuran beton kemudian dituangkan ke dalam cetakan silinder yang sebelumnya sudah dioles dengan oli agar campuran beton tidak melekat pada dinding cetakan. Setelah dituangkan ke dalam cetakan, dipadatkan dengan memukul sisi cetakan menggunakan palu karet dan setelah padat ratakan permukaannya menggunakan sendok semen.
7. Perawatan pada beton dilakukan ketika beton sudah mengeras, setelah beton mengeras di dalam cetakan keluarkan beton tersebut dari dalam cetakan silinder kemudian beton direndam didalam air selama umur beton 28 hari dengan perawatan menggunakan perendaman air PDAM.

3.6 Pengujian kuat tekan

Pengujian pembebanan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan mesin penguji kuat tekan merek *Ton Machine* sesuai perencanaan pada. Sebelum pengujian, benda uji ditimbang beratnya dan diukur dimensinya dalam keadaan kering.

Pengujian kuat tekan selinder dilakukan dengan memberi beban arah vertikal atau sejajar dengan tinggi silinder. Pembebanan kuat tekan dilakukan perlahan-lahan dari kelipatan besar pembebanan dan kelipatan waktu pembebanan sampai benda uji hancur sesuai dengan (SNI 03-1973-1990) untuk melakukan pengujian kuat tekan dengan kekuatan satuan ton dan kecepatan perlahan-lahan hingga benda uji tersebut mencapai kuat tekan maksimum sehingga keadaan benda uji itu berkondisi retak maupun pecah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat Data hasil pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat fisis agregat yang berasal dari kawasan Jantho, Kabupaten Aceh Besar, meliputi pemeriksaan berat volume, berat jenis,

penyerapan, analisa saringan, modulus kehalusan. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat merupakan salah satu data pendukung pada penelitian ini. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat

No.	Jenis Agregat	Berat Volume (Kg/l)	Batas Ijin
1	Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	1,697	> 1,4 kg/l
2	Agregat Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	1,848	
3	Kerikil (<i>Coarse Aggregate</i>)	1,736	

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan berat Jenis Agregat

No.	Jenis Agregat	Berat Jenis		Batas Ijin
		SG (SSD)	SG (OD)	
1	Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	2,75	2,71	2,0 - 2,7
2	Agregat Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	2,74	2,70	
3	Kerikil (<i>Coarse Aggregate</i>)	2,83	2,78	2,50 - 2,80

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Absorpsi Agregat.

No.	Jenis Agregat	Absorpsi	Batas Ijin (Teori)	
		(%)	Troxell (1968)	Orchard (1979)
1	Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	1,61	0 % - 2%	0,40 % - 1,90 %
2	Agregat Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	1,63		
3	Kerikil (<i>Coarse Aggregate</i>)	1,93	0,50% - 1,00%	

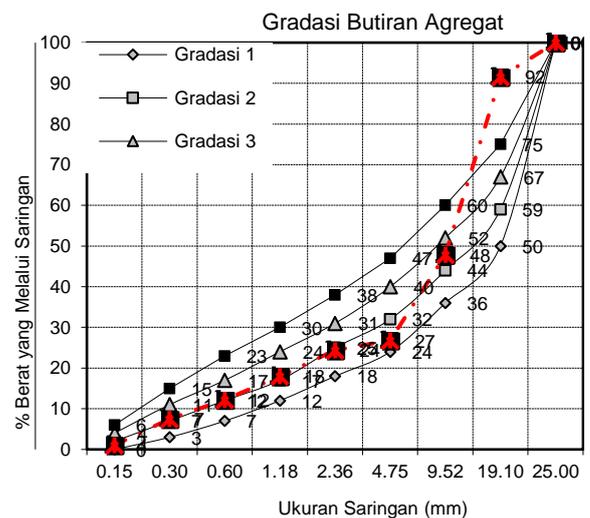
Tabel 6 Nilai *Fineness Modulus* Agregat Halus

No.	Jenis Agregat	<i>Fineness Modulus</i> (FM)
1	Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	2,34
2	Agregat Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	2,92
3	Kerikil (<i>Coarse Aggregate</i>)	6,83

4.2 Gradasi Agregat

Hasil analisis gradasi agregat campuran diperoleh batasan maksimal ukuran butiran 40 mm dan pada penelitian ini ukuran agregat yang digunakan berukuran maksimal 25 mm, dimana agregat dalam kondisi ini banyak digunakan sebagai material penyusun beton. Dari analisis gradasi

yang telah dilakukan didapat modulus kehalusan butiran dimana persentase kumulatif tinggal ayakan berbanding dengan persentase tertinggal ayakan, sehingga didapat modulus kehalusan butiran sebesar 5,70 dapat dilihat pada grafik gradasi agregat rencana pada Gambar 2 bahwa semua agregat yang melewati lubang ayakan berada diantara gradasi 1, 2, 3 dan 4 sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2000 untuk ukuran butiran maksimal 40 mm.



Gambar 2. Grafik gradasi butiran agregat campuran ukuran maksimal 40 mm

4.3 Hasil Rancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Tabel 7. Rancangan Campuran Beton 1 m³ dengan FAS 0,69

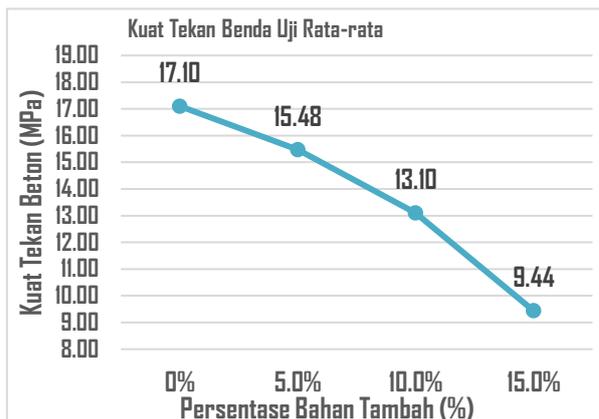
Material	Jumlah yang dibutuhkan	Satuan
Air	193,00	Kg/m ³
Semen	288,06	Kg/m ³
Kerikil	1201,31	Kg/m ³
Pasir Kasar	184,72	Kg/m ³
Pasir Halus	512,91	Kg/m ³
TOTAL	2380,00	Kg/m³

4.4 Hasil Pengujian *Slump Test*

Tabel 8. Hasil *slump test* benda uji silinder

Persentase Penambahan Serat Ban Bekas (%)	Tinggi Slump (mm)	Workability (±Jumlah air)	Slump Rencana
Beton normal	73	-	75 - 100 mm
(0,5%)	75	-	
(1,0%)	80	-	
(1,5%)	82	-	

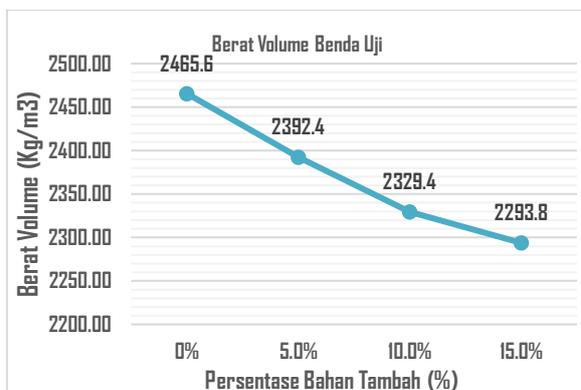
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 3. Grafik perbandingan kuat tekan beton dengan penambahan serat dan butiran halus ban bekas kendaraan

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa perbandingan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan penambahan serat dan butiran halus ban bekas kendaraan didapatkan hasil bahwa beton dengan variasi penambahan serat ban bekas 0% menghasilkan kuat tekan sebesar 17,10 MPa. Sedangkan kuat tekan beton dengan variasi serat 5% dan substitusi butiran halus ban bekas 5% dan 10% serta 15% mengalami penurunan yaitu sebesar 15,48 Mpa. 13,10 Mpa dan 9,44 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton dari pengujian kuat tekan beton menggunakan bahan tambah berupa serat dan butiran halus ban bekas sebagai bahan tambah dan substitusi agregat halus mengalami penurunan dengan kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi 0% sebesar 17,10 MPa dan kuat tekan terendah terjadi pada variasi 15% sebesar 9,44 Mpa.

4.5 Berat Isi Volume Benda Uji



Gambar 4. Grafik perbandingan berat isi volume beton dengan menggunakan penambahan serat dan substitusi butiran halus ban bekas

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan perbandingan berat volume beton dengan menggunakan penambahan serat dan butiran halus ban bekas kendaraan sebagai substitusi didapat untuk variasi 0% sebesar 2465,6 Kg/m³, sedangkan berat volume beton pada variasi 5%, 10%, dan 15% ialah sebesar 2392,4 Kg/m³, 2329,4 Kg/m³ dan 2293,8 Kg/m³. Sehingga dengan adanya penambahan serat dan butiran halus ban bekas kendaraan sebagai substitusi mempengaruhi berat volume beton.

V. KESIMPULAN

1. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat di Laboratorium Bahan Bangunan dan Transportasi Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandarmuda, menunjukkan bahwa agregat yang digunakan sudah memenuhi syarat sebagai material pembentukan beton.
2. Hasil dari nilai *slump* yang diperoleh pada beton normal dan dengan menggunakan butiran halus ban bekas kendaraan sebagai substitusi agregat halus dan tambahan serat ban bekas kendaraan dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% masih mencapai *slump* rencana yaitu 75 - 100 mm.
3. Dapat diketahui bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan butiran halus ban bekas kendaraan sebagai substitusi agregat halus dan tambahan serat ban bekas kendaraan, tidak dapat menaikkan mutu beton bahkan cenderung menurun dengan bertambahnya persentase ban bekas kendaraan yaitu pada variasi 5%, kuat tekan beton = 15,48 Mpa (turun 10%), sedangkan pada variasi 10%, kuat tekan beton = 13,10 Mpa (turun 23%) serta variasi 15%, kuat tekan beton = 9,44 Mpa (turun 45%).
4. Untuk perbandingan berat volume beton dengan menggunakan penambahan serat dan substitusi butiran halus ban bekas kendaraan untuk variasi 0% sebesar 2465,6 Kg/m³, sedangkan berat volume beton pada variasi 5%, 10%, dan 15% ialah sebesar 2392,4 Kg/m³, 2329,4 Kg/m³ dan 2293,8 Kg/m³. Sehingga penggunaan penambahan serat dan substitusi butiran halus yang bertujuan untuk menurunkan nilai berat jenis dari beton berdampak pada penurunan kekuatan yang cukup besar dari beton

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. Committee. (1991). *Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete*. ACI 211.1-91.
- ASTM, C. (1996). *Standard test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens*.
- Heitzman, M. (1992). *State of the practice-design and construction of asphalt paving materials with crumb rubber*. Federal Highway Administration (FHWA), FHWA-SA-92-022.
- Ismail, N R, and N Fuhaid. (2012). An analysis of raw materials for concretes as metal sheets for solar radiation absorber. *Ijret*, ISSN 2319(1163): 207–14.
- Nawy, Edward G. (1998). *Beton bertulang*. PI Refika Aditama.
- Standard, British. “812 Part 2 (1995). *Methods of determination of bulk densities of aggregate*. BSI.
- Tjokrodumuljo, Kardiyono. (2007). *Teknologi beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Tjokrodimulyo, K. (1992). *Teknologi genteng beton*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Dinas Pekerjaan Umum. (2002). *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Semen*.