

STUDI VARIASI PENAMBAHAN SERAT KARET BAN BEKAS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN FAKTOR AIR SEMEN 0,5

R. Dedi Iman Kurnia¹, Iskandar Azis², Faisal³

¹⁾ Universitas Almuslim, Matangglumpangdua, Bireuen

^{2,3)} Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matangglumpangdua, Bireuen, Indonesia

Abstrak : Karet dikenal sebagai bahan yang ringan dan mempunyai daktilitas tinggi yang serta tahan terhadap deformasi. Limbah karet ban bekas memiliki daya tahan yang baik sehingga sulit untuk didaur ulang. Alasan utama penggunaan limbah karet ban bekas pada campuran beton adalah untuk meningkatkan ketangguhan tarik. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan penggunaan serat karet ban bekas sebagai bahan tambah dalam campuran beton serta untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan penambahan serat ban bekas berdasarkan variasi persentase penggunaan serat. Penelitian dilakukan terhadap beton normal dengan nilai FAS 0.5. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder $\phi 15 \times 30$ cm. Variasi persentase serat yang digunakan adalah 0 % (BN), 0,5% (BSBB1), 0,75% (BSBB2) dan 1% (BSBB3) dari volume campuran beton. Besarnya nilai *slump* untuk BN, BSBB1, BSBB2 dan BSBB3 adalah 8.50 cm, 3.70 cm, 3.50 cm, 1.50 cm. Semakin besar persentase penambahan serat karet ban bekas yang digunakan mengakibatkan penurunan nilai *slump* yang semakin besar. Hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh untuk BN, BSBB1, BSBB2 dan BSBB3 masing - masing adalah 31.33 MPa, 30.79 MPa, 30.51 MPa, dan 29.65 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah BN adalah sebesar 2.81 MPa. Untuk BNS 1, BNS 2 dan BNS 3 adalah 3.10 MPa, 3.38 MPa dan 3.17 MPa. Berdasarkan hasil penelitian terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah beton untuk setiap variasi persentase penambahan serat karet ban bekas. Peningkatan yang paling optimal terjadi pada variasi penambahan 0,75% (BSBB2) dengan persentase peningkatan sebesar 16.94 % dari nilai kuat tarik belah benda uji BN. Penambahan serat karet ban bekas menyebabkan beban maksimum yang diterima oleh benda uji tidak hanya diterima oleh matrik beton, akan tetapi juga ikut dibantu oleh serat.

Kata Kunci : Beton serat, karet ban bekas, *slump*, matrik beton, volume campuran, kuat tekan beton, kuat tarik belah beton

Abstract : Shrinkage on concrete is one of the consequences of loss moisture during the process of hardening. Heat (hydration) generated during the process of bonding and hardening highly variable and affect the shrinkage of the concrete. This research was conducted in order to determine the amount of shrinkage that occurs in concrete at the vertical direction. The research conducted in two stages where the first stage is done on the concrete shrinkage strain measurements from age 1 to 28 days, and than do the compressive strength test for all specimens at 28 days. The study was conducted on normal concrete, concrete with the addition of a mixture of water 10% and 20% (BN, BPA dan BPB). The specimen created using water cement ratio 0.5. The test specimen used cylindrical 15x30 cm. The value of slump for normal concrete, concrete with the addition of water 10% and 20% is 8 cm 16.5 cm and 21 cm. The compressive strength value of normal concrete specimen, concrete with the addition of water 10% and 20% was 19.706 MPa, 17.814 MPa and 12 592 MPa. The final shrinkage strain value for normal concrete, concrete with the addition of water 10% and 20% is 1.950 mm/mm, 1,083 mm/mm and 1,623 mm/mm. The results of the reaserch showed that the addition of water variations influence the change in the value of the cement water factor, the slump value, the compressive strength and the amount of the final shrinkage strain occurring.

Keywords : the addition of a mixture water, cement water ratio factor, slump, compressive strength of concrete, shrinkage strain.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Karet dikenal sebagai bahan yang ringan dan mempunyai daktilitas tinggi yang tahan terhadap deformasi. Salah satu bahan yang sering dijumpai sebagai hasil olahan karet adalah ban kendaraan bermotor. Sifat unik dari limbah ban telah membuatnya sulit untuk direklamasi oleh alam. Beberapa masalah ini berhubungan dengan ketangguhan limbah ban bekas yang sulit untuk memecah dan terurai. Limbah ban bekas memiliki daya tahan yang baik sehingga sulit untuk proses, bentuk yang lumayan menyita ruang sehingga menyebabkan efisiensi ruang yang buruk untuk penyimpanan.

Banyak usaha yang telah dilakukan untuk mengurangi efek pencemaran yang disebabkan oleh limbah ban bekas. Salah satunya adalah industri kecil yang memanfaatkan limbah ban bekas menjadi produk olahan berupa karet dan kawat baja. Pengolahan limbah ban bekas juga berkembang dari hanya memisahkan kawat dan karet, menjadi produksi berbagai barang yang bernilai ekonomis lebih tinggi. Namun hasil produksi tersebut sering terkendala pada proses pemasaran dan mutu produk yang dihasilkan yang pada akhirnya menyebabkan banyak industri ini gulung tikar.

1.2 Rumusan Masalah

Kuat tarik yang rendah dapat mengurangi keawetan beton. Penelitian ini dilakukan untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kelemahan beton berupa nilai kuat tarik beton yang rendah. Dalam penelitian ini akan dicoba mempelajari bagaimana pengaruh penambahan serat berupa karet ban bekas. Selain dari pada itu juga akan dicoba melihat perbandingan nilai tegangan tarik beton dengan variasi persentase penambahan serat ban bekas.

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa hal yang menjadi tujuan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah antara lain :

1. Bagaimanakah efek penambahan serat ban bekas berdasarkan variasi persentase terhadap kuat tekan dan tarik belahnya.
2. Bagaimanakah pengaruh variasi persentase serat yang digunakan terhadap kecacakan (*workability*) beton.
3. Manakah diantara variasi persentase serat yang paling optimal

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan akan tercapai dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik
2. Semoga tulisan ini dapat digunakan sebagai bahan bacaan dan literatur serta bahan kajian pembandingan untuk penelitian yang sejenis.
3. Dengan adanya penelitian ini dapat diketahui dan kuat tarik belah beton dengan penambahan serat ban bekas sesuai variasi persentase penggunaan serat.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan terhadap beton serat, beberapa hal yang membatasi penelitian yang akan dilakukan antara lain adalah :

1. Semen yang digunakan adalah OPC produksi PT semen Andalas Indonesia
2. Agregat yang digunakan adalah agregat alami yang berasal dari Desa Sarah Kubu Kecamatan Peusangan Siblah Krueng.
3. Diameter agregat maksimum yang digunakan adalah 25 mm.

2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1. Beton

Menurut Mulyono (2004) berdasarkan berat volumenya beton dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu ringan, berat dan normal. Umumnya beton dibuat dengan menggunakan bahan agregat yang mempunyai kepadatan seperti yang diinginkan. Beton normal yang umum dipakai untuk konstruksi bangunan memiliki berat volume berkisar antara 1,9 - 2,4 ton/m³.

Beton adalah sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Bahan penyusun beton merupakan terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*), Nawy (1985). Menurut Murdock dan Brook (1999), Semen dan air membentuk pasta yang akan mengisi rongga-rongga diantara agregat kasar dan agregat halus (pasir dan kerikil). Campuran unsur-unsur pembentuk beton harus menghasilkan beton segar (*fresh concrete*) yang mudah dikerjakan (*workability*) dan memenuhi kuat tekan rencana setelah beton mengeras.

2.2. Beton serat (*Fibre concrete*)

Beton serat adalah material komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (Tjokrodimaljo, 2007). Serat merupakan salah satu jenis bahan tambahan (*additive*) selain *admixture* yang umum digunakan untuk campuran adukan beton. Dengan penambahan serat, beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan sehingga beton serat lebih daktil daripada beton biasa. Dengan kata lain pengaruhnya terhadap kekuatan beton adalah meningkatkan kuat tarik, sementara terhadap kuat tekan pengaruhnya tidak begitu signifikan.

Penambahan serat sebanyak 0,75% sampai dengan 1% dari volume adukan akan memberikan hasil yang optimal, (Suhendro dalam Silalahi, 2015). Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 sampai 500 μ m (mikro meter), panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm. Bahan serat dapat berupa: serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (*polypropylene*), atau potongan kawat baja (Tjokrodimaljo, 2007).

Menurut Tjokrodimaljo (2007), maksud penambahan serat kedalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas.

Dasar penambahan serat kedalam beton adalah untuk mengatasi sifat-sifat kurang baik dari beton. Penambahan serat adalah memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara acak (*random*) untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan, (Sudarmoko dalam Ariatama, 2007).

2.3. Material Penyusun Beton

Campuran unsur-unsur pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar (*fresh concrete*) yang mudah dikerjakan (*workability*) dan memenuhi kuat tekan rencana setelah beton mengeras (*hardened concrete*), Murdock dan Brook, (1986).

2.3.1. Semen

Menurut Tjokrodimaljo (2007), *Portland cement* merupakan bahan perekat dalam campuran beton hasil penghalusan klinker. Semen *Portland* dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Senyawa utama semen terdiri dari material *calcareous* seperti *limestone* atau kapur dan material *argillaceous*, seperti besi oksida, serta silica dan alumina yang berupa lempung.

Proses pencampuran bahan pembentuk semen dilakukan di dalam tempat pembakaran dengan temperatur sekitar 1300-1450°C sampai membentuk *klinker*. Setelah didinginkan ditambah dengan sejumlah material gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan bahan inert pada saat penggilingan terakhirnya. Pemberian gipsum 3-5% bertujuan untuk mengendalikan waktu ikat semen agar tidak berlangsung lama, (SNI 0013, 1981).

2.3.2. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang membuat bereaksi dengan semen *portland*. Abrahm telah menemukan hubungan kekuatan beton hanya atas perbandingan air dengan semen (*w/c ratio*) yang hal ini juga mempengaruhi kemudahan kerja (*workable*). Semen membutuhkan 1/8 sampai 1/4 dari berat air untuk menjadikannya berhidrasi sempurna, (Laintarawan, 2009).

Persyaratan air menurut SKSNI S-04-1989-F adalah :

1. Bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung lain yang bisa dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung benda tersuspensi > 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung garam yang mudah larut dan mudah merusak beton (asam, zat organik) > 15 gram/liter.
5. Kandungan Cl < 500 ppm.
6. Senyawa sulfat < 1000 ppm sebagai SO_3 .
7. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
8. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
9. Untuk beton pratekan kecuali persyaratan air diatas tidak boleh mengandung Cl > 50 ppm

2.3.3. Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton, terdiri dari 60% sampai 75% dari volume

totalnya, oleh karena itu perlu perhatian terhadap bahan ini, sebab sifat-sifatnya sangat mempengaruhi hasil pembuatan beton, (Mulyono, 2004). Penggunaan banyak agregat dapat mengurangi penyusutan akibat mengerasnya (mengeringnya) beton dan juga dapat mengurangi ekspansi akibat panas.

Menurut Amri (2005), agregat berdasarkan asal perolehannya dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Agregat alam yaitu agregat yang berasal langsung dari alam, melalui proses pemecahan sehingga batuan tersebut berbentuk pasir dan kerikil dan butirannya berbentuk bundar.
2. Agregat buatan yaitu agregat yang dibuat untuk menggantikan fungsi agregat alam. Contohnya adalah agregat lempung bekah, bermis, perlit, agregat udara, kelereng, dan lain-lain.

2.4. Serat Karet Ban Bekas

Di Indonesia masih belum terdata seberapa banyak ban bekas yang dibuang untuk setiap tahunnya, namun laporan data penjualan APBI 2010 menunjukkan angka 41.000.000 unit. Dengan demikian, maka limbah karet ban yang tidak terpakai semakin lama semakin meningkat. Masalah ini menjadi semakin besar karena ban tidak dapat terurai dengan mudah apabila hanya dibiarkan begitu saja sehingga diperlukan usaha untuk memanfaatkan buangan karet ban tersebut sebagai bahan interlayer. Karet dikenal sebagai bahan yang ringan dan mempunyai daktilitas tinggi yang tahan terhadap deformasi. Potensi pemanfaatan karet sebagai bahan interlayer sangat didukung oleh potensi buangan karet setiap tahunnya, (Satyarno dalam Edward, 2015).

Karet alam adalah jenis karet pertama yang dibuat sepatu. Sesudah penemuan proses vulkanisasi oleh Charles Goodyear yang membuat karet menjadi tahan terhadap cuaca dan tidak larut dalam minyak, maka karet mulai digemari sebagai bahan dasar dalam pembuatan berbagai macam alat untuk keperluan dalam rumah ataupun pemakaian di luar rumah seperti sol sepatu dan bahkan sepatu yang semuanya terbuat dari bahan karet, (Erna, 2012).

2.5 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis serta ekonomis, (Mulyono, 2004). Dalam

menentukan proporsi campuran ada beberapa metode dasar yang umum digunakan antara lain adalah:

1. Metode *American Concrete Institute*
2. *Portland Cement Association*
3. PBI dan SNI
4. *British Standard* atau *Departement of Enviroment*

2.6 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat

Agregat merupakan bahan pembentuk beton yang mempunyai komposisi paling besar dalam volume beton. Menurut Mulyono (2004), komposisi agregat berkisar 60-70% dari total berat campuran beton. Maka sifat-sifat agregat ini akan mempengaruhi sifat-sifat beton, baik yang masih segar maupun yang sudah mengeras.

Sifat-sifat fisis dari agregat pembentuk beton diperiksa bertujuan untuk mengetahui apakah agregat yang digunakan untuk campuran beton memenuhi syarat agar dapat membentuk beton yang baik. (PBI 1971).

2.6.1. Pemeriksaan kandungan bahan organik

Prinsip tes kadar organik ini adalah mengetahui pengaruh zat organik yang terkandung didalam pasir terhadap larutan NaOH karena besar kecilnya prosentase akan menghasilkan pengaruh warna yang berbeda (ASTM).

2.6.2. Pemeriksaan kadar lumpur

Menentukan persentase lumpur dalam agregat halus atau kandungan lumpur tidak boleh >5%. Dan ntuk agregat kasar >1% merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat untuk pembuatan beton, (Laintarawan, 2009).

Peralatan yang digunakan berupa, gelas ukur dan alat pengaduk, bahan yang digunakan berupa pasir dan kerikil yang digunakan di lapangan dengan bahan pelarut air biasa, (Hanafiah, 1994).

2.6.3. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi (*Specific gravity and absorbtion*)

Berat jenis dan *absorpsi* agregat sangat mempengaruhi mutu agregat pembentuk beton. Menurut Hanafiah (1994), Berat jenis agregat adalah perbandingan berat dari sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap berat air untuk volume yang sama. Menurut Mulyono (2004), Berat jenis digunakan untuk

menentukan volume yang diisi oleh agregat. Kerikil yang baik agar dapat memenuhi persyaratan dalam perencanaan campuran beton mempunyai berat jenis antara (2,6 – 2,7) dan untuk pasir lebih besar dari 2,6.

2.6.4. Pemeriksaan berat volume agregat (*Bulk density*)

Menurut Hanafiah (1994), Berat volume agregat (*bulk density*) adalah perbandingan berat agregat hasil pemadatan standar pada keadaan kering oven terhadap volume (*container*). Berat volume agregat normal sebagai material pembentuk beton yang baik, adalah lebih besar daripada 1,445 kg/l. Berat volume agregat kasar yang baik adalah 1,56 kg/l dan untuk pasir 1,4 kg/l. Berat volume agregat menurut ASTM C.127-93 dihitung dengan Persamaan (2.5).

$$W_a = W_{ca} - W_c \dots\dots\dots(2.5)$$

$$W_v = \frac{W_a}{V_c} \quad (2.6)$$

Dimana:

- W_v = berat volume (kg/l);
- W_{ca} = berat wadah berisi agregat (kg);
- W_c = berat wadah (kg); dan
- V_c = volume wadah (l)
- W_a = berat agregat (kg)

2.6.5. Pemeriksaan analisa saringan (*Sieve analysis*)

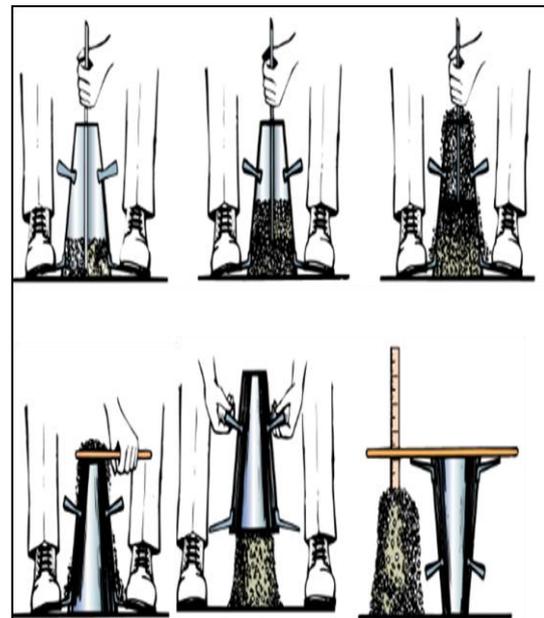
Menurut Hanafiah (1994), pemeriksaan terhadap susunan butir agregat (gradasi) bertujuan untuk menilai agregat halus dan kasar yang digunakan pada campuran beton. Susunan butir agregat diperoleh dari hasil penyaringan agregat dengan menggunakan beberapa fraksi saringan.

2.7 Pengujian Slump

Beton segar adalah adukan beton yang bersifat plastis yang terdiri dari agegat halus, agregat kasar, semen, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah atau bahan pengisi. *Slump* beton merupakan penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat, (SNI-03-1972-2008).

Semakin besar penurunan, semakin besar nilai *slump*. Hal ini juga disebutkan dalam ACI 211.1-91. Metode pengujian ini dikembangkan oleh Chppmant dari AS tahun 1913. Metode ini dikenal mudah untuk diaplikasikan pada pengukuran kekentalan campuran. Nilai *slump* diatur dan direncanakan berdasarkan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar dapat dengan mudah

dituangkan, dipadatkan dan diratakan, (Murdock dan Brook 1986).



Gambar 2.2 Pengujian *slump test*
Sumber http://www.ce.berkeley.edu/paulmont/CE60New/fresh_concrete.pdf

Metoda pengujian ini merupakan suatu teknik untuk memantau homogenitas dan *workability* adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan satu nilai *slump*. Dalam kondisi laboratorium, dengan material beton yang terkendali secara ketat, nilai *slump* umumnya meningkat sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, dengan demikian berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Tetapi dalam pelaksanaan di lapangan harus hati-hati, karena banyak faktor yang berpengaruh terhadap perubahan adukan beton pada pencapaian nilai *slump* yang ditentukan, sehingga hasil *slump* yang diperoleh di lapangan tidak sesuai dengan kekuatan beton yang diharapkan, (SNI-03-1972-2008).

2.8 Perawatan Beton

Untuk menghindari penguapan air dari beton yang belum mengeras, tutup benda uji segera setelah pekerjaan akhir. Goni basah dapat digunakan untuk menutup, letakkan lembaran plastik di atas goni akan melindungi goni untuk tetap basah. Lindungi permukaan luar cetakan papan dari kontak dengan goni basah atau sumber air lainnya sedikitnya untuk 24 jam setelah silinder dicetak. Air dapat menyebabkan cetakan mengembang dan merusakkan benda uji pada umur awal, (SNI-2493-2011).

Kecuali bila ada persyaratan lain, semua benda uji harus dirawat basah ada temperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian. Penyimpanan selama 48 jam pertama perawatan harus pada lingkungan bebas getaran. Seperti yang diberlakukan pada perawatan benda uji yang dibuka, perawatan basah berarti bahwa benda uji yang akan diuji harus memiliki air bebas yang dijaga pada seluruh permukaan pada semua waktu.

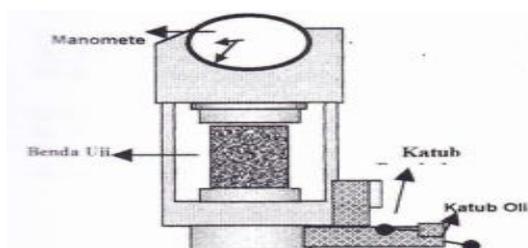
Kondisi ini dapat dipenuhi dengan merendam dalam air. Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes, (SNI-2493-2011).

2.9 Pengujian Sifat Mekanis Beton

Menurut Subakti (1995), sifat karakteristik beton (pengujian beton keras) biasanya dapat diukur dengan melakukan pengujian kuat tekan (*compressive strength*) dan nilai kuat tarik belah (*splitting tensile strength*). Kedua pengujian ini sudah umum dikenal dan banyak diaplikasikan untuk menilai karakteristik dari suatu konstruksi beton.

2.9.1. Pengujian kuat tekan (*Compressive strength*)

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Menurut Mulyono (2004), kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Oleh sebab itu, kuat tekan beton mencerminkan kemampuan beton yang dipakai dalam perencanaan struktur (Dipohusodo, 1994)



Gambar 2.3 Skema pengujian kuat tekan beton
Sumber : Agustiar, 2006

2.10 Penelitian Sebelumnya

2.10.1. *Rubberized Portland Cement Concrete.* Zaher, K. K., Bayomy, F. M., 1999.

Daur ulang karet ban limbah juga teliti sebagai aditif untuk beton menggunakan semen *Portland*. Dua jenis karet ban limbah yang

digunakan, *crumb rubber* (halus) dan *chip* ban (kasar). Penelitian ini dibagi menjadi tiga kelompok. Pada kelompok pertama hanya *crumb rubber* digunakan dan hanya menggantikan agregat halus. Pada kelompok kedua *chip* ban yang digunakan untuk menggantikan agregat kasar. Pada kelompok ketiga dan terakhir kedua remah dan *chip* yang digunakan. Dalam kelompok ini isi karet dibagi sama rata antara remah dan *chip*, dan remah diganti agregat halus sedangkan *chip* menggantikan agregat kasar.

Komposisi karet yang digunakan dalam tiga kelompok berkisar 5-100%. Agregat yang sebagian digantikan oleh karet. Mereka menemukan bahwa beton karet PCC dapat dibuat dan diterapkan dengan kadar karet menjadi sebanyak 57% dari total volume agregat. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa pengurangan kekuatan terjadi terlalu besar, sehingga mereka merekomendasikan tidak mengganti lebih dari 20% volume agregat dengan limbah ban.

2.10.2. *Fire performance of recycled rubber-filled high-strength concrete.* Hernandez-Oliveres, F. and Barluenga, G., 2003

Para peneliti telah mencoba untuk mendapatkan keuntungan yang berbeda dari penggunaan ban limbah dalam beton. Beton berkekuatan tinggi (HSC) dengan *silica fume* telah dimodifikasi dengan jumlah yang berbeda dari ban *truk crumbed*. Mereka bertujuan untuk mengurangi kekakuan HSC agar kompatibel dengan bahan lain dan elemen bangunan, perpindahan tak terduga dari pondasi bangunan dan meningkatkan kinerja than api dari bangunan.

Mereka menemukan bahwa sejak uap air keluar dan masuknya fraksi volume kecil dari karet akan mengurangi risiko (*spalling*) peledakan dari HSC pada suhu tinggi. Hal ini sangat diharapkan karena HSC lebih rentan terhadap (*spalling*) peledakan ketika mengalami pemanasan cepat. Sampel yang mengandung 0%, 3%, 5% dan 8% limbah ban diuji dengan tes mekanik, uji merusak dan *non-destruktif* dan ditemukan bahwa volume yang fraksi hingga 3% tidak secara signifikan mengurangi kekuatan komposit meskipun tidak mengurangi kekakuan. volume yang lebih tinggi dari karet menghasilkan pengurangan kekuatan tapi meningkatkan perilaku dinamis dari beton.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Proses penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Al-muslim Matanglumpangdua Kabupaten Bireuen.

Tahapan penelitian ini dimulai dengan studi literatur, penentuan lokasi penelitian, pengumpulan data, dilanjutkan dengan penyiapan peralatan, perencanaan komposisi campuran beton (*mix design*), pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Al-Muslim Matanglumpangdua Kabupaten Bireuen

3.3 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini nantinya digunakan berbagai macam data, termasuk data bahan atau material pembentuk beton. selain itu terdapat pula data pengujian lainnya yang mendukung penulisan tugas akhir ini, diantaranya data pengujian beton segar dan pengujian sifat mekanis beton.

1. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di laboratorium saat melakukan penelitian.
2. Data sekunder berupa data yang diperoleh melalui referensi pustaka yang berhubungan dan mendukung penelitian ini.

3.4 Material dan Peralatan

Dalam melakukan penelitian ini nantinya akan digunakan berbagai peralatan yang telah tersedia di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim, berupa peralatan pemeriksaan sifat fisis material, pengadukan beton dan alat uji kuat tekan.

3.5 Prosedur Penelitian

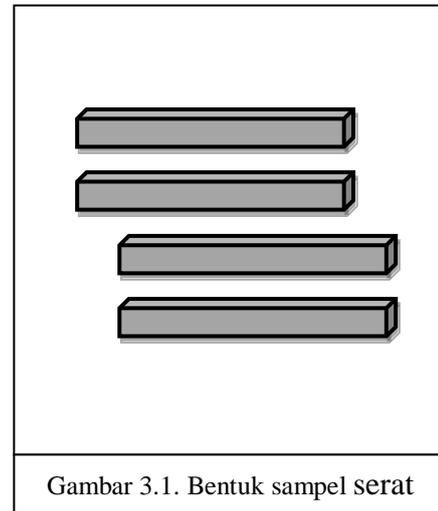
3.5.1 Persiapan bahan-bahan campuran beton

Adapun bahan yang digunakan adalah:

1. Semen yang digunakan adalah semen Portland OPC produksi PT. Semen Andalas Indonesia, semen hanya diperiksa supaya dalam keadaan baik dan tertutup rapat.
2. Pasir dan kerikil (agregat) yang digunakan adalah pasir dan kerikil alami yang bersumber dari sungai Desa Sarah Kubu

Kecamatan Peusangan Siblah Krueng Kabupaten Bireuen. Ukuran maksimum agregat yang digunakan adalah 25 mm.

3. Air berasal dari Laboratorium Teknik Bahan Bangunan Fakultas Teknik Almuslim.
4. Bahan tambah serat (*fibar*) yang merupakan variabel dalam penelitian ini adalah 3 variasi persentase penggunaan serat, dengan dimensi serat yaitu panjang 60 mm dan lebar 3,5 mm.



Gambar 3.1. Bentuk sampel serat

3.5.2 Pemeriksaan bahan campuran beton

Setelah mempersiapkan bahan-bahan campuran beton, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap material, pemeriksaan ini bertujuan untuk mengevaluasi bahan-bahan campuran beton apakah dalam kondisi baik atau layak digunakan sebagai bahan campuran beton.

3.5.3 Perencanaan komposisi campuran

Perencanaan proporsi campuran untuk benda uji pada penelitian ini didasarkan pada perbandingan berat, dengan metode ACI 211.4R. Persentase serat yang ditambahkan adalah 1%; dari volume beton, dengan nilai FAS yang digunakan adalah sebesar 0,4.

Perancangan campuran beton menggunakan metode ACI 211.4R. Sampel dibuat dengan faktor air semen (FAS) 0,5.

1. Menentukan kekuatan yang diinginkan.
2. Menentukan ukuran maksimum agregat.
3. Menentukan kadar agregat kasar optimum.
4. Menentukan kadar bahan semen
5. Menentukan volume serat sebesar 0,5%, 1% dan 1,5 % dari jumlah volume campuran beton.
6. Penentuan komposisi campuran dasar : berat semen, berat air, berat agregat dan

volume serat.

3.5.4 Pembuatan benda uji

Sebelum pengadukan dimulai, semua material sudah ditimbang beratnya atau diukur volumenya sesuai dengan proporsi campuran beton (*mix design*) persiapan selanjutnya adalah membersihkan cetakan-cetakan silinder, memberikan oli pada permukaan dalam cetakan yang bertujuan untuk memudahkan pada saat pembukaan. Cetakan benda uji, *mixer*, dan wadah mortar dibersihkan, alat-alat pengukur *slump* harus dalam keadaan baik dan bersih. Adapun jumlah benda uji untuk masing-masing kadar campuran dapat dilihat pada tabel 3.4. Pembuatan benda uji dilakukan pada tiap komposisi dilaksanakan dalam 1 (satu) kali pengadukan jumlah benda uji 40 (empat puluh) buah.

3.5.5 Pengujian Sifat Beton Segar

Pengujian *slump flow test* dilakukan dengan menggunakan kerucut ambrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton. *Slump* beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*) atau plastisitas dan kohesif dari beton segar. Cara pengujian *slump* adalah sebagai berikut :

1. Cetakan kerucut diletakkan di atas pelat baja.
2. Dengan memegang kaki kerucut kuat-kuat, adonan beton dimasukkan hingga 1/3 tinggi kerucut, kemudian dipadatkan dengan cara menemukannya menggunakan tongkat besi ujung bulat sebanyak 25 kali.
3. Pengisian diselesaikan sampai dua lapis berikutnya dan dipadatkan dengan cara yang sama seperti sebelumnya sampai cetakan terisi penuh, selanjutnya pada bagian atas diratakan dengan cetok.
4. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
5. Mengukur penurunannya dari tinggi mula-mula, besar penurunan ini disebut nilai *slump*.

3.5.6 Pengujian Sifat Mekanis Beton

A. Pengujian kuat tekan (*Compressive strength*)

Dalam SNI 03-1974, pengujian kekuatan tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin tekan. Hasil massa beban maksimum akan terbaca dalam satuan ton atau Newton per mm². Pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran. Adapun metode

pelaksanaan pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

1. Benda uji ditimbang untuk mendapatkan data berat silinder beton dalam keadaan kering
2. Benda uji tersebut diletakkan pada mesin penekan secara vertical
3. Mesin uji dijalankan dengan tekanan yang konstan sampai benda uji tidak mampu lagi menahan tekanan sampai terjadi keretakan dan hancur
4. Kemudian dicatat hasil kuat tekan yang ditunjukkan jarum

B. Pengujian kuat tarik belah (*Splitting tensile strength*)

Uji belah silinder diperkenalkan oleh Fernando carneiro, berkebangsaan brazilia, sehingga uji ini dikenal dengan *Brazilian test* atau "*Splitting test*". Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur beton 28 hari, lebih kurang metode pelaksanaan kuat tarik belah yaitu :

1. Benda uji yang diambil telah diberikan perawatan yaitu kering permukaan.
2. Benda uji ditimbang untuk mendapatkan data berat silinder beton dalam keadaan kering
3. Benda uji tersebut diletakkan pada mesin penekan secara memanjang
4. Mesin uji dijalankan dengan tekanan yang konstan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan dan terjadi retak dan patahan pada benda uji
5. Kemudian dicatat hasil kuat tarik yang ditunjukkan jarum

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Pemeriksaan sifat fisis material

Untuk keperluan perencanaan campuran beton maka dilakukan pemeriksaan sifat fisis material pembentuk beton yang antara lain adalah sebagaimana disajikan dalam Sub. Bab. 2.5.

4.1.2. Pengujian *slump*

Pengujian *slump* (*slump test*) merupakan suatu cara untuk mengukur tingkat kelecakan adukan beton yaitu keenceran/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Nilai *slump* yang diperoleh merupakan ukuran keenceran adukan. Makin besar nilai *slump* berarti makin encer adukan.



Gambar 4.2. Grafik hasil pengujian *slump* untuk setiap variasi benda uji

4.1.3. Pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan umumnya dilaksanakan pada waktu beton berumur 28 hari, untuk masing-masing benda uji.

Untuk memudahkan analisa data dan pembahasan maka berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.5 selanjutnya dibuatlah grafik hasil pengujian kuat tekan untuk setiap variasi benda uji seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik hasil pengujian kuat tekan benda uji umur 28 hari

4.1.4. Pengujian kuat tarik belah beton

Pengujian kuat Tarik belah beton umumnya dilaksanakan pada saat benda uji beton berumur 28 hari. Pengujian kuat Tarik belah beton umumnya dilaksanakan pada saat benda uji beton berumur 28 hari.



Gambar 4.4. Grafik hasil pengujian kuat tarik belah benda uji umur 28 hari untuk setiap variasi benda uji

4.2. Pembahasan

Hasil pemeriksaan agregat di laboratorium menunjukkan bahwa agregat yang digunakan sudah memenuhi syarat dan secara umum material tersebut dapat digunakan sebagai material pembentuk beton.

4.2.1. Sifat fisis material

Hasil pemeriksaan sifat fisis material dimaksudkan untuk mengetahui mutu dari agregat yang digunakan dalam campuran beton. Data hasil pemeriksaan sifat fisis material menunjukkan bahwa kerikil dan pasir yang digunakan telah memenuhi kriteria sebagai bahan penyusun beton yang baik

4.2.2. Nilai *slump* dan *workability*

Berdasarkan hasil pengujian *slump* dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan nilai *slump* untuk setiap variasi benda uji, dimana beton normal (BN) memiliki nilai *slump* yang lebih besar dibandingkan nilai *slump* benda uji beton serat ban bekas 0,5% (BSBB I), beton serat ban bekas 0,75% (BSBB II) dan beton serat ban bekas 1% (BSBB III). Penambahan serat karet ban bekas menyebabkan beton seolah - olah menjadi lebih kental, sehingga nilai *workability* beton menurun.

4.2.3. Kuat tekan beton

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan pada tabel 4.5 dan gambar 4.3 grafik kuat tekan untuk setiap variasi benda uji halaman 49, diketahui bahwa hasil pengujian kuat tekan benda uji BN menunjukkan nilai kuat tekan sebesar 31,33 MPa, sedangkan untuk benda uji BSBB I, BSBB II dan BSBB III adalah 30,79 MPa, 30,51 Mpa dan

29.65 MPa. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa beton dengan penambahan serat karet ban bekas mengalami penurunan nilai kuat tekan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton yang ditambahkan serat lebih rendah dari pada beton normal. Apabila dinyatakan dalam persentase, maka benda uji BSBB I, BSBB II dan BSBB III mengalami penurunan nilai kuat tekan sebesar 1,77%, 2,71% dan 5,70% dari nilai kuat tekan benda uji BN.

4.2.4 Kuat tarik belah beton

Berdasarkan data hasil uji kuat tarik belah pada tabel 4.6 dan gambar 4.4 grafik kuat tarik belah tekan beton untuk setiap variasi benda uji halaman 50, diketahui bahwa nilai kuat tarik belah benda uji BN sebesar 2,81 Mpa, sedangkan untuk benda uji BSBB I, BSBB II dan BSBB III adalah 3,10 MPa, 3, 38 Mpa dan 3,17 MPa. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa beton dengan penambahan serat karet ban bekas mengalami peningkatan nilai kuat tarik belah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah beton yang ditambahkan serat karet ban bekas lebih tinggi dari pada beton yang tidak ditambahkan serat. Apabila dinyatakan dalam persentase, maka benda uji BSBB I, BSBB II dan BSBB III mengalami peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 9,57 %, 16.94 % dan 11,48 % dari nilai kuat tarik belah benda uji BN.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan terkait masalah, berat beton segar, kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton, adalah sebagai berikut :

1. Hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh untuk BN, BSBB1, BSBB2 dan BSBB3 masing - masing adalah 31.33 MPa, 30.79 MPa, 30.51 MPa, dan 29.65 MPa. Nilai kuat tekan beton yang ditambahkan serat karet ban bekas lebih rendah dari pada beton normal.
2. Hasil pengujian kuat tarik belah BN adalah sebesar 2.81 MPa. Untuk BNS 1, BNS 2 dan BNS 3 adalah 3.10 MPa, 3.38 MPa dan 3.17 MPa. Nilai kuat tarik belah beton yang

ditambahkan serat karet ban bekas lebih tinggi dari pada beton yang tidak ditambahkan serat.

5.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan oleh peneliti lain, dengan memperhatikan beberapa hal dan saran sebagai berikut:

1. Untuk peneliti yang hendak melakukan penelitian lanjutan, dapat kiranya memilih variasi bahan tambah serat yang lebih bervariasi, mengingat masih banyak bahan serat lain yang bisa digunakan.
2. Juga disarankan untuk peneliti lanjutan agar menambah variabel pengujian berupa variasi nilai FAS atau mutu beton.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abdul Halim, 2011, *Penambahan Kawat Bendrat Untuk Mempertahankan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Akibat Kebakaran*, Jurusan Teknik Universitas Widyagama Malang
- Agustiar, 2006, *Pengaruh Dimensi Maksimum Agregat Kasar Batu Apung Pada Beton Ringan*. Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Amri, S., 2005, *Teknologi Beton A - Z*, Yayasan John Hi-Tech IDETAMA, Jakarta.
- Anonim, 1999., *ACI Committee 318, Notes on ACI 318-83, Building Code Requirements For Structural Concrete with Design Application*. Portland Cement Association.
- Anonim, 2004, *Annual Book of American Society for Testing and Materials Standard (ASTM Standard)*, New York, USA.
- Anonim, 2006, *Buku Panduan Penulisan Skripsi Jurusan Teknik Sipil*, Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Bireuen, Aceh.
- Anonim, 2011, *SNI (Standar Nasional Indonesia) Metode Pengujian Bidang Struktur dan Konstruksi Bangunan*, Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Anonim, 2016, <http://www.ce.berkeley.edu/paulmont/CE60Ne/freshconcrete.pdf>, diakses Februari 2016.

- Ariatama, A., 2007, *Pengaruh Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Dipohosodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Edward, N., Iman S., Latif ,B. S., Suprpto, S., 2015, *Rancangan Laboratorium Beton Karet (Rubcret) Sebagai Bahan Interlayer*, seminar nasional teknik sipil V tahun 2015 – UMS.
- Erna, Frida, 2012, *Penggunaan Anhidrida Maleat-Grafted-Polipropilena (Am-G-Pp) dan Anhidrida Maleat-Grafted- Karet Alam (Am-G-Ka) Pada Termoplastik Elastomer (Tpe) Berbasis Polipropilena, Kompon Karet Alam Sir-20 dan Serbuk Ban Bekas.*, Master Thesis, Program Studi I ilmu Kimia Kosentrasi Fisika - Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Hernandez, Oliveres, F. and Barluenga, G.,2003, *Fire performance of recycled rubber-filled high-strength concrete*. Cement and Concrete Research, Vol 34, No. 1-3