

ANALISIS PENGARUH BAN BEKAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN ADMIXTURE DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Adlu Rizal Senanta¹, Anggit Mas Arifudin²

¹ Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

² Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Article Info

Article history:

Available online

Keywords:

Tire waste,
Damdex,
Concrete compression strength,
Concrete tensile strength.

Corresponding Author:

Anggit Mas Arifudin
185111304@uii.ac.id

Abstract

In general, concrete contain of three main components, which is water, cement, and aggregate both fine aggregate and coarse aggregate. In this research writer add tires waste as partial substitution of coarse aggregate that used for making concrete, according to the research that has been done concluded that adding tire waste will reduce concrete compression strength and concrete tensile strength up to 59,83%, therefore writer adding concrete hardener admixture which is Damdex. Tires waste percentage that used as partial substitution of coarse aggregate is 0%, 5%, 10%, and 15% of coarse aggregate weight that used. The purpose of this research is to find out the effect of adding tires waste as partial substitution of coarse aggregate with Damdex addition on the concrete compression strength and concrete tensile strength and to find out the optimal rate of tires waste as partial substitution of coarse aggregate and to find out the optimal rate of Damdex that used in this research. The test object that used are cylindrical with 15cm diameter and 30cm height as many as 80 samples and 16 variation. After 28 days of curing, 16 variant that contains 5 test specimen every variation, 3 samples were tested on the concrete compression strength and 2 samples were tested on concrete tensile strength. Mix design on this concrete making according to SNI 03-2834-2000. The result of this research showed that the optimum concrete compression strength was found on concrete mix with 5% tires waste and 7,5% Damdex with 27,87 MPa, the optimum concrete tensile strength was found on concrete mix with 15% tires waste and 7,5% Damdex with 2,157 MPa.

*Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved*

Pendahuluan

Dalam bidang konstruksi, beton digunakan sebagai salah satu bahan pembentuk konstruksi dengan karakteristiknya yang

mudah diproduksi, mudah dibentuk, bersifat ekonomis dan memiliki kuat tekan yang memadai. Bahan penyusun beton diantaranya adalah air, semen portland,

agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan proporsi tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah (SK-SNI T-15-03, 1991). Ban karet merupakan bagian kendaraan bermotor yang tersusun dari bahan karet yang kuat, ban karet kendaraan juga diperkuat dengan serat sintetik dan baja. Namun, ban karet yang telah digunakan atau biasa disebut ban bekas sangat sulit terdegradasi oleh alam sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan ini, tercatat pada Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2018 adalah sebanyak 126.702.280 Unit dan meningkat sebanyak 5,312% atau sebesar 7.109.182 Unit dengan jumlah kendaraan pada tahun 2019 sebanyak 133.811.462 Unit. Dapat disimpulkan bahwa tingginya peningkatan jumlah kendaraan bermotor dapat menghasilkan limbah ban bekas dengan jumlah yang besar. Salah satu solusi untuk permasalahan limbah ban bekas tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkannya menjadi pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan beton. Selain dapat mengurangi biaya dalam pembuatan beton, pemanfaatan ban bekas juga bermanfaat sebagai sarana mengurangi limbah.

Dalam penelitian ini, penambahkan ban bekas bagian ban luar pada ban bekas mobil penumpang untuk mengganti agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan beton. Selain mengurangi limbah karet dari ban bekas yang sudah tidak terpakai, penggunaan ban bekas juga diharapkan akan mengurangi biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan beton.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Winansa & Setiawan (2019) Penambahan potongan ban bekas pada adukan beton dengan kadar 15% dari berat agregat kasar akan menurunkan kuat tekan beton hingga 59,83%. Untuk mengatasi hal tersebut penulis menambahkan bahan tambah yaitu waterproofing Damdex yang berguna untuk meningkatkan kuat tekan dalam campuran beton sehingga menghasilkan mutu beton tinggi. Berdasarkan penelitian Nurmaidah (2016), penambahan Damdex sebesar 2,5%

dari berat semen yang digunakan dapat meningkatkan kuat tekan pada campuran beton sebesar 8,71%.

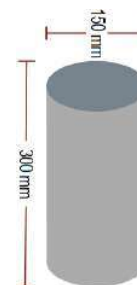
Untuk mengetahui kekuatan tekan dan kuat tarik belah beton dengan campuran ban bekas dan penambahan pengeras beton akan dilakukan pengujian kuat desak dan kuat tarik belah beton dengan sampel uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan menggunakan metode mix design yang mengacu kepada SNI 03-2834-2000.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Material Beton

Beton terbentuk dari berbagai campuran bahan, diantaranya adalah semen, air, dan agregat. Pada proses pembuatan beton terkadang memerlukan suatu bahan tambah atau admixture. Sifat beton itu sendiri dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kualitas bahan yang digunakan, prosedur pengerjaan dan cara perawatannya (Tjokrodinuljo, 1996).

Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan adalah beton yang memiliki bentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



Gambar 1 Dimensi Benda Uji

2.2 Bahan Penyusun Beton

2.2.1 Agregat

Agregat merupakan kumpulan butir-butir kerikil, batu pecah, pasir ataupun mineral lainnya yang berupa hasil alam ataupun buatan. Agregat dibedakan berdasarkan ukurannya. Menurut SNI-2834-2000 agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil dari desintegrasi yang terlaksana secara alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan

oleh suatu industri pemecah batu, agregat halus memiliki ukuran butir terbesar sebesar 5,0 mm. Agregat kasar merupakan batuan yang terdesintegrasi alami ataupun berupa batu pecah yang diperoleh dari suatu industri pemecah batu yang memiliki ukuran butir antara 5 mm-40 mm.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus merupakan mineral alami ataupun buatan yang memiliki fungsi sebagai bahan pengisi dalam suatu campuran beton, agregat halus memiliki ukuran butir kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi syarat yang berlaku. Menurut PBI 1971, syarat syarat dari suatu agregat halus adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus yang digunakan berbentuk suatu butiran yang kuat dan tajam, memiliki sifat tidak mudah hancur dikarenakan cuaca panas ataupun hujan.
- b. Agregat halus tidak boleh megantuk suatu bahan organik yang terlalu banyak.
- c. Agregat halus yang digunakan mengandung lumpur kurang dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur pada agregat lebih dari 5% maka agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.
- d. Agregat halus yang digunakan terdiri dari suatu butiran yang memiliki ukuran beranekaragam.

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran antara agregat kasar alami dan juga agregat kasar dari potongan ban bekas dengan persentase yang bervariasi antara 0%, 5%, 10%, 15% dari berat beton. Menurut PBI 1971, syarat-syarat agregat kasar adalah sebagai berikut.

- a. Agregat kasar yang digunakan memiliki pori-pori kurang dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar diharuskan memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca dingin ataupun panas.

- b. Agregat kasar yang digunakan mengandung lumpur kurang dari 1% terhadap berat kering. Apabila agregat kasar tersebut mengandung lumpur lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar yang digunakan tidak mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.

2.2.4 Semen Portland

Semen merupakan suatu bahan ikat yang sangat penting dan juga banyak digunakan dalam bidang konstruksi sipil. Semen memiliki fungsi utama yaitu untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang padat dan mengisi setiap rongga udara diantara butir-butir agregat. Komposisi semen dalam suatu campuran beton hanyalah sekitar 10%, namun karena semen memiliki fungsi sebagai bahan pengikat maka semen memiliki peranan yang penting. (Mulyono, 2004). Menurut SNI 2049-2004 semen portland dibagi menjadi beberapa tipe diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Semen Portland tipe I adalah Semen Portland yang digunakan untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus apapun.
2. Semen Portland tipe II adalah Semen Portland yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang dalam penggunaannya.
3. Semen Portland tipe III adalah Semen Portland yang memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi dalam penggunaannya.
4. Semen Portland tipe IV adalah Semen Portland yang dalam penggunaannya diperlukan kalor hidrasi yang rendah.
5. Semen Portland tipe V adalah Semen Portland yang dalam penggunaannya diperlukan untuk ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.2.5 Air

Faktor air dapat mempengaruhi pembuatan beton dikarenakan air dapat bereaksi dengan

semen yang mana akan menjadi pasta pengikat agregat. Menurut SNI 6861.1-2002, terdapat persyaratan air untuk campuran beton adalah sebagai berikut.

1. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak ataupun benda terapung lainnya.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
4. Kandungan klorida (Cl) kurang dari 0,5 gram/liter.
5. Kandungan senyawa sulfat (SO₃) kurang dari 1 gram/liter.

2.2.6 Bahan Tambah (*Admixture*)

Berdasarkan (SK-SNI T-15-03, 1991) terdapat bahan lain yang dapat ditambahkan pada campuran beton selain air, agregat, dan semen. Bahan yang dimaksud merupakan bahan tambah atau admixture. Penambahan admixture bertujuan untuk mengubah sifat atau karakteristik dari suatu campuran beton tersebut sehingga menghasilkan beton dengan sifat atau karakteristik tertentu. Bahantambah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *waterproofing* Damdex.

2.2.7 Ban

Menurut (Almanaf, 2015). Ban merupakan bagian penting dari sebuah kendaraan yang merupakan suatu peranti yang menutupi velg roda dan digunakan untuk melindungi roda dari aus dan kerusakan, selain itu ban juga berfungsi untuk memikul beban dari kendaraan tersebut. Berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Ban Secara Wajib. Disebutkan pada Pasal 1 terdapat jenis-jenis ban yaitu sebagai berikut:

- a. Ban Mobil Penumpang
- b. Ban Truk dan Bus
- c. Ban Truk Ringan
- d. Ban Sepeda Motor
- e. Ban Dalam Kendaraan Bermotor



Gambar 2 Potongan Ban Bekas Luar

2.2.8 *Waterproofing* Damdex

Waterproofing merupakan salah satu admixture yang berfungsi membuat beton lebih kedap air apabila ditambahkan pada campuran beton. Damdex merupakan salah satu bahan tambah *waterproofing* berupa cairan. Berdasarkan laman resmi Damdex Indonesia, Damdex dapat meningkatkan kualitas campuran beton dan meningkatkan kuat tekan beton hingga 30%, dan mempercepat proses pengerasan beton hingga 50% sekaligus membuat beton menjadi kedap air.

Penggunaan Damdex disarankan sebanyak 2,5% dari berat semen berdasarkan deskripsi produknya, namun pada penelitian ini akan digunakan Damdex dengan kadar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar optimum Damdex dalam meningkatkan kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.



Gambar 3 *Waterproofing* Damdex

3. METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian merupakan tata cara atau prosedur pelaksanaan dalam suatu penelitian yang memiliki tujuan untuk mendapatkan

ilmu atau pengetahuan ilmiah dari permasalahan penelitian yang akan dilaksanakan.

3.2 Lokasi dan Sampel Penelitian

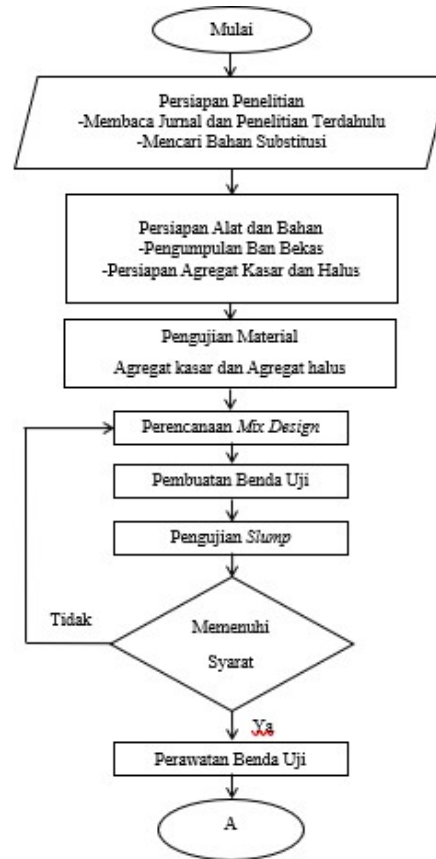
Pembuatan sampel dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pengujian sampel juga dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Jumlah benda uji sebanyak 5 buah pada setiap variasi dengan total jumlah 80 buah benda uji silinder.

3.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu agregat halus berasal dari sungai progo dan agregat kasar yang berasal dari clereng, semen *portland* dengan merek dagang Gresik, ban bekas yang berasal dari pengepul dari Kota Semarang dan bahan tambah *waterproofing* Damdex.

3.4 Tahapan Penelitian

Terdapat berbagai tahapan pada penelitian yang akan dilakukan, berikut adalah alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4 Bagan Alir Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Hasil pengujian material dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Pengujian material ini dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari setiap material yang akan digunakan pada proses campuran beton.

Tabel 1 Hasil Pengujian Material

Agregat Halus		
Jenis Pengujian	Hasil	Keterangan
Gradasi	II	Agak Kasar
Berat Volume Padat	1,598	gr/cm ³
Berat Volume Gembur	1,325	gr/cm ³
Lolos Ayakan No. 200	1.80	%
Agregat Kasar		
Gradasi	10	Maks 10 mm
Berat Volume Padat	1,618	gr/cm ³
Berat Volume Gembur	1,396	gr/cm ³

4.2 Hasil Kebutuhan Campuran

Benda uji dibuat berdasarkan variasi substitusi ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan persentase 0%, 5%, 10%, 15% dan menggunakan bahan tambah *waterproofing* Damdex dengan persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5%. Setiap

variasi menggunakan 5 buah benda uji, 3 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan 2 benda uji untuk kuat tarik belah sehingga kebutuhan total benda uji sebanyak 80buah. Kebutuhan ban Bekas dan Damdex dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut.

Tabel 2 Komposisi Kebutuhan Ban Bekas

Variasi	Ban Bekas	Jumlah Sampel	Agregat Kasar (Kg)	Ban Bekas (Kg)
CT2	5,0%	5	32,474	1,624
CT3	10,0%	5	30,765	3,077
CT4	15,0%	5	29,056	4,358
CT6	5,0%	5	32,474	1,624
CT7	10,0%	5	30,765	3,077
CT8	15,0%	5	29,056	4,358
CT10	5,0%	5	32,474	1,624
CT11	10,0%	5	30,765	3,077
CT12	15,0%	5	29,056	4,358
CT14	5,0%	5	32,474	1,624
CT15	10,0%	5	30,765	3,077
CT16	15,0%	5	29,056	4,358

Tabel 3 Komposisi Kebutuhan Waterproofing Damdex

Variasi	Damdex	Jumlah Sampel	Semen (Kg)	Damdex (Kg)
CT5	2,5%	5	14,1283	0,3532
CT6	2,5%	5	14,1283	0,3532
CT7	2,5%	5	14,1283	0,3532
CT8	2,5%	5	14,1283	0,3532
CT9	5%	5	14,1283	0,7064
CT10	5%	5	14,1283	0,7064
CT11	5%	5	14,1283	0,7064
CT12	5%	5	14,1283	0,7064
CT13	7,5%	5	14,1283	1,0596
CT14	7,5%	5	14,1283	1,0596
CT15	7,5%	5	14,1283	1,0596
CT16	7,5%	5	14,1283	1,0596

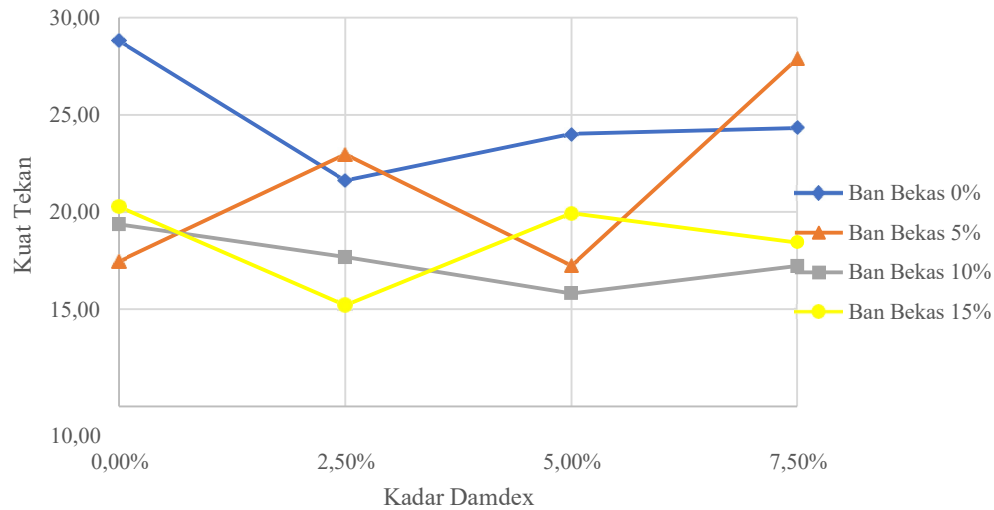
4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton akan dilakukan pada benda uji dengan kuat tekan rencana (f'_{cr}) sebesar 37 MPa. Benda uji memiliki umur 28 hari dan banyaknya benda uji yang

diuji adalah sebanyak 48 silinder yang terdiri dari 16 variasi. Masing masing variasi diberi bahan tambah Damdex sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% dari berat semen dan terdapat penggantian sebagian agregat kasar dengan

menggunakan ban bekas dengan kadar yang digunakan sebesar 5%, 10%, dan 15% dari berat agregat kasar. Hasil pengujian kuat

tekan beton dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5 Nilai Kuat Tekan

Tabel 4 Rekapitulasi Kuat Tekan Beton

Kode Sampel	Ban Bekas	Damdex	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
CT1	0.0%	0%	28.80
CT2	5.0%	0%	17.48
CT3	10.0%	0%	19.36
CT4	15.0%	0%	20.28
CT5	0.0%	2.5%	21.62
CT6	5.0%	2.5%	22.96
CT7	10.0%	2.5%	17.69
CT8	15.0%	2.5%	15.21
CT9	0.0%	5.0%	24.02
CT10	5.0%	5.0%	17.24
CT11	10.0%	5.0%	15.81
CT12	15.0%	5.0%	19.94
CT13	0.0%	7.5%	24.33
CT14	5.0%	7.5%	27.87
CT15	10.0%	7.5%	17.22
CT16	15.0%	7.5%	18.44

Nilai kuat tekan beton yang didapat pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4 Gambar 5, nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi terdapat pada variasi CT 1 (Beton Normal) dengan kuat tekan sebesar 28,80

MPa dan kuat tekan rata-rata beton terendah terdapat pada variasi CT 8 (Ban Bekas 15%, Damdex 2,5%).

Pada sampel CT 8 (Ban Bekas 15%, Damdex 2,5%) mengalami penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 39,18% dari kuat tekan rencana (25MPa). Hal ini terjadi disebabkan karena penambahan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada beton mengakibatkan penurunan kuat tekan dikarenakan sifat karet dari ban bekas itu sendiri yang lebih lunak dibanding agregat kasar pada umumnya, selain sifat lunak tersebut, ban bekas juga bersifat licin sehingga ikatan yang terjadi pada campuran beton lebih rendah sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan beton normal.

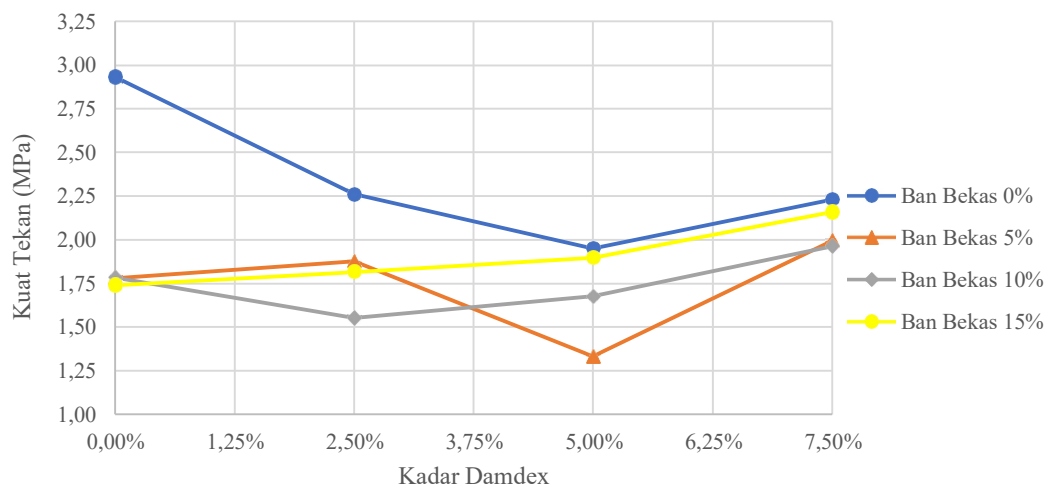
Hasil pengujian kuat tekan beton tersebut berkaitan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Setiabudi Andreas, dkk (2019) bahwa penambahan potongan ban bekas pada campuran beton dapat menurunkan kuat tekan beton hingga 59,83%.

Adapun suatu variasi yang menggunakan potongan ban bekas namun memiliki kuat

tekan yang tinggi yaitu variasi CT 14 (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%) dengan kuat tekan rata-rata sebesar 27,87 MPa. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa penambahan ban bekas pada campuran beton dapat menurunkan kuat tekan beton pada campuran tersebut, namun hal ini tidak terjadi pada variasi CT 14, hal ini terjadi dikarenakan pada variasi tersebut menggunakan damdex yang memiliki fungsi sebagai *waterproofing*, Damdex dapat meningkatkan proses pengerasan beton dan sifatnya memperkuat ikatan pada campuran beton tersebut sehingga kuat tekan yang dihasilkan melebihi kuat tekan rencana.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Sama halnya dengan pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji yang berumur 28 hari. Pengujian kuat tarik belah beton ini dilakukan pada 32 silinder yang terdiri dari 16 variasi. Nilai kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6 Nilai Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 5 Rekapitulasi Kuat Tarik Beton

Kode Sampel	Kadar Ban Bekas	Kadar Damdex	Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)
CT1	0.0%	0%	2.93
CT2	5.0%	0%	1.78
CT3	10.0%	0%	1.78
CT4	15.0%	0%	1.74
CT5	0.0%	2.5%	2.26
CT6	5.0%	2.5%	1.87
CT7	10.0%	2.5%	1.55
CT8	15.0%	2.5%	1.81
CT9	0.0%	5%	1.95
CT10	5.0%	5%	1.33
CT11	10.0%	5%	1.68
CT12	15.0%	5%	1.90
CT13	0.0%	7.5%	2.23
CT14	5.0%	7.5%	1.99
CT15	10.0%	7.5%	1.96
CT16	15.0%	7.5%	2.16

Kuat tarik belah rata-rata beton tertinggi terdapat pada variasi CT 1 (Beton Normal) dengan nilai kuat tarik belah sebesar 2,931 MPa dan kuat tarik belah rata-rata beton terendah terdapat pada variasi CT 10 dengan campuran beton menggunakan potongan ban bekas sebesar 5% sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan menggunakan bahan tambah Damdex sebesar 5% dari berat semen yang digunakan yaitu sebesar 1,332 MPa.

Pada variasi CT 10 (Ban Bekas 5%, Damdex 5%) mengalami penurunan kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 46,74% dari kuat tarik belah ideal yaitu sebesar 2,25-3,75 MPa (9-15% dari kuat tekan rencana). Sama halnya seperti pada kuat tekan beton, terjadinya penurunan kuat tarik belah beton ini disebabkan dikarenakan sifat lunak dari ban bekas itu sendiri, selain itu ban bersifat licin sehingga ikatan yang terjadi pada campuran beton lebih rendah dibandingkan menggunakan agregat kasar batuan belah.

Penambahan ban bekas pada campuran beton dapat mengurangi limbah ban bekas yang

tidak dimanfaatkan dengan baik, mengacu pada variasi dengan nilai kuat tarik belah rata-rata yang mendekati kuat tarik belah rata-rata ideal yaitu CT 16 maka ban bekas yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar sebesar 15% dari berat agregat kasar. Apabila diasumsikan melakukan pengecoran sebanyak 1m³ dengan agregat kasar sebanyak 992kg, maka ban bekas dapat mensubstitusi agregat kasar yang digunakan sebanyak 49,59kg. Jika pengecoran dilakukan secara masal menggunakan substitusi ban bekas maka limbah ban bekas dapat dimanfaatkan dengan baik.

4.5 Perhitungan Biaya Produksi Beton Per 1m³

Perhitungan biaya produksi yang dimaksud adalah perhitungan biaya produksi beton menggunakan komponen dari penelitian yang telah dilakukan yaitu menggunakan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan tambahan damdex. Kadar ban bekas dan damdex yang akan digunakan dalam perhitungan biaya produksi adalah

menggunakan kadar dari variasi CT 14 (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%) dikarenakan variasi tersebut memiliki kuat tekan beton rata-rata melebihi kuat tekan rencana yaitu sebesar 27,87 MPa.

Perhitungan biaya produksi beton ini bertujuan untuk mengetahui selisih antara biaya produksi beton menggunakan komponen pada umumnya dengan biaya produksi beton menggunakan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasarnya dan menggunakan tambahan damdex. Biaya produksi untuk 1 m³ dengan campuran ban bekas sebesar 5% sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan tambahan damdex sebesar 7,5% dari berat semen adalah sebesar Rp 3,114,949.56. Biaya yang dibutuhkan cukup besar apabila dibandingkan dengan pembuatan beton dengan campuran yang normal yaitu sebesar Rp. 1,462,968 (Berdasarkan Permen PUPR RI Nomor 28/PRT/M/2016), perbedaan biaya yang cukup besar ini diakibatkan oleh harga damdex yang cukup mahal dan kebutuhan damdex yang tinggi dalam campuran beton agar beton tersebut mencapai kuat tekan rencana. Dapat disimpulkan bahwa ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan tambahan damdex tidak relevan untuk produksi beton secara masal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar tidak dapat meningkatkan mutu beton, penambahan ban bekas dengan kadar 5% pada beton sampel CT 2 menurunkan mutu beton hingga 30,10%. Namun, pada campuran beton dengan tambahan ban bekas dan damdex mengalami penurunan mutu beton yang lebih kecil dikarenakan damdex meningkatkan mutu beton.
2. Kuat tekan rata-rata maksimum terdapat pada sampel beton CT 14 sebesar 27,87

MPa (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%) sedangkan kuat tekan rata-rata minimum terdapat pada sampel beton CT 8 sebesar 15,21 MPa (Ban Bekas 15%, Damdex 2,5%). Kuat tarik rata-rata maksimum terdapat pada sampel beton CT 5 sebesar 2,259 MPa (Ban Bekas 0%, Damdex 2,5%) sedangkan kuat tarik rata-rata minimum terdapat pada sampel beton CT 10 sebesar 1,332 MPa (Ban Bekas 5%, Damdex 5%).

3. Kadar optimum Damdex yang digunakan untuk mencapai kuat tekan dan kuat tarik maksimum adalah sebesar 7,5% dari berat semen yang digunakan. Semakin banyak ban bekas digunakan dalam campuran beton, maka nilai kuat tekan dan kuat tarik yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini terjadi dikarenakan sifat karet dari ban bekas yang elastis dan sifat karet yang menjadikannya kurang tercampur dengan baik pada saat pembuatan sampel beton.
4. Biaya produksi beton per 1m³ menggunakan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan tambahan damdex tidak relevan untuk diproduksi secara masal dikarenakan biaya yang dibutuhkan terlalu besar apabila dibandingkan dengan biaya produksi beton pada umumnya. Biaya produksi untuk beton per 1m³ menggunakan ban bekas sebesar 5% dan damdex sebesar 7,5% membutuhkan biaya sebesar Rp. 3,071,105.81 sedangkan biaya produksi beton per 1m³ pada umumnya membutuhkan biaya sebesar Rp. 1,462,968 (Mengacu kepada Permen PUPR RI Nomor 28/PRT/M/2016).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa hal yang dapat diperbaiki agar mendapat hasil yang lebih baik. Terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengecekan ulang pada *mix design* sebelum melakukan pengecoran.
2. Penggunaan air perlu lebih diperhatikan pada saat pengecoran menggunakan tambahan ban bekas dikarenakan ban bekas yang tidak menyerap air sehingga memengaruhi keenceran pada campuran beton.
3. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk lebih mengkaji ban bekas dengan tambahan admixture yang dapat meningkatkan ikatan antara ban bekas dengan campuran beton agar tercipta mutu beton yang lebih tinggi.

6. Referensi

- Ahmad asadul. (2019). *Pengaruh substitusi agregat kasar dari beton limbah dengan penambahan superplasticizer terhadap kuat tekan dan tarik beton normal*. Skripsi: universitas islam indonesia
- Almanaf. (2015). *Analisa Cacat Dan Kegagalan Produk Pada Vulkanisir Ban Sistem Dingin*. SKRIPSI: Universitas Riau.
- Argo Irlando. (2018). *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Pada Campuran Beton Dengan Superplasticizer*. SKRIPSI: Universitas Islam Indonesia
- ASTM C494-82. (1982). *ASTM C494-82 Standard Specification For Chemical Admixtures For Concrete*. American Society for Testing and Material, 82, 494.
- J.W. Martin. (2006). *Materials for Engineering (Third Edition)*. Woodhead Publishing, ISBN 9781845691578
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- PBI. (1971) *Penjelasan & Pembahasan Mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971*. Badan Standarisasi Indonesia
- Rajan et al, (2020). *Experimental investigation of sustainable concrete by partial replacement of fine aggregate with treated waste tyre rubber by acidic nature*. *Materials Today: Proceedings*. 37: 1019-1022
- Setiabudi, et al. (2019). *Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton*. *Andreas. Widyakala*. Volume 6: 1-5
- Standar Nasional Indonesia. (1990). *SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. (2004). *SNI 15-2049-2004: Semen Portland, 1-128*. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. (2008). *SNI 2826-2008: Cara Uji Modulus Elastisitas Batu dengan Tekanan Sumbu Tunggal, 1-12*. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. (2011). *SNI 2493-2011: Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). *SNI 2847:2013: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, 1-265*. Bandung
- Tjokrodinuljo. 2007. *Teknologi Beton* Yogyakarta: Biro penerbit: