

Analisis Kuat Tekan Beton Berbahan Campuran Limbah Plastik HDPE pada Suhu Optimum

Analysis of Compressive Concrete Strength Mixture made from HDPE plastic waste at the Optimum temperature

Miftachul Alfin Ramadhana, Yoga Apriyanto Harsoyo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan pada infrastruktur. Perkembangan infrastuktur yang begitu pesat perlu didukung dengan bahan dan material yang memadai seperti mengganti material kerikil dengan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE). Pemilihan jenis plastik ini dikarenakan plastik ini memiliki terksur yang lebih keras dan lebih tahan oleh api. Pada penelitian ini menggunakan plastik HDPE yang dicacah berbentuk agregat kasar ukuran 1 cm – 2 cm dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat agregat kasar. Agregat campuran ini digunakan untuk mengurangi limbah plastik dan menjadikan berat beton lebih ringan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan total benda uji sebanyak 30 buah. Sebelum pengujian tekan dilakukan, beton dipanaskan terlebih dahulu didalam oven selama ± 2 jam dengan suhu 120°C. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu optimum plastik HDPE (120°C) terhadap kuat tekan yang dihasilkan dari beton campuran plastik dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat agregat kasar. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan nilai kuat tekan tertinggi pada campuran 2% sebesar 11,72 MPa pada umur beton 7 hari. Kuat tekan beton campuran dari variasi 4%, 6%, dan 8% pada umur 7 hari mengalami penurunan sebesar 28%, 36%, dan 47% dan pada umur 28 hari mengalami penurunan sebesar 16%, 19%, dan 25%. Untuk berat beton campuran varian 2%, 4%, 6%, dan 8% mengalami penurunan sebesar 1,5%, 4%, 5,4%, dan 6,8%.

Kata-kata kunci: Beton campuran, plastik HDPE, suhu optimum, berat beton, dan kuat tekan beton.

Abstract. Concrete is one of the construction materials commonly used on infrastructure. The rapid development of infrastructure needs to be supported with adequate materials and materials such as replacing gravel materials with High Density Polyethylene (HDPE) plastics. The selection of this type of plastic is because it has a harder and more resistant to fire damage. In this study, using HDPE plastic that has been used in the form of coarse aggregate size 1 cm - 2 cm with a variation of 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% of gravel aggregate weight. This mixed aggregate is used to reduce plastic waste and make concrete weight lighter. A strong test of concrete press is performed at the age of 7 days and 28 days using a cube-shaped test object with a size of 15 cm x 15 cm x 15 cm and a total test object as much as 30 pieces. Before compressive testing is done, the concrete is heated first in the oven for ± 2 hours with a temperature of 120 ° C. This research aims to analyze the effect of the optimum temperature of HDPE plastic (120 °c) against strong press produced from concrete mixed plastics with a variation of 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% of gross aggregate weight. Based on the results of this study obtained strong value of press highest at a mixture of 2% at 11.72 MPa at the age of concrete 7 days. A strong concrete compressive mixture of the variation of 4%, 6%, and 8% at the age of 7 days decreased by 28%, 36%, and 47% and at the age of 28 days decreased by 16%, 19%, and 25%. For concrete mixed weight variant 2%, 4%, 6%, and 8% decreased by 1.5%, 4%, 5.4%, and 6.8%.

Keywords : Concrete mixture, HDPE plastic, optimum temperature, heavy concrete, and strong concrete press.

1. Pendahuluan

Beton merupakan salah satu komponen utama dalam pengerjaan proyek

pembangunan gedung, jembatan, jalan, dan lainnya. Beton ini dibuat dari campuran material seperti semen, air, agregat halus

(pasir), agregat kasar (kerikil), serta bahan tambah (*admixture*) untuk kebutuhan tertentu. Beton digunakan karena memiliki kekuatan yang baik untuk menahan beban yang berat, tahan terhadap daya tekan dan juga korosi. Seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan banyak inovasi yang dilakukan dalam pembuatan dan bahan campuran beton. Banyaknya kebutuhan akan pemakaian beton dari tahun ke tahun juga menjadikan pihak produsen maupun masyarakat untuk mencari alternatif dan inovasi lain dalam menentukan bahan-bahan campuran beton, salah satunya dengan mengganti agregat kasar (kerikil) dengan bahan plastik.

Plastik terbentuk dari *polyethylene* yang dihasilkan dari proses polimerisasi molekul-molekul gas *ethylene* secara bersama-sama yang membentuk rangkaian panjang molekul. Ada 3 jenis *polyethylene*, yaitu LDPE, MDPE, dan HDPE. LDPE dan MDPE dihasilkan dari proses bertekanan tinggi, sedangkan HDPE dihasilkan dengan proses bertekanan rendah (Campbell, 1996). *High Density Polyethylene* (HDPE) adalah jenis *polietilena termoplastik* yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. *Polyethylene* tipe HDPE ini memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi (Harper, 1975). HDPE ini juga bisa bertahan pada temperatur tinggi (sampai suhu 120°C).

Penambahan serat *polyethylene* ke dalam campuran beton dengan kadar tertentu dapat meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, kapasitas momen, dan juga *toughness* dari balok tersebut (Wibowo, 2006). Kekuatan beton berbahan campuran plastik HDPE terus meningkat ketika dilakukan pemberian panas secara bertahap, namun ketika pemberian suhu telah mencapai 110°C kuat tekan beton langsung menurun drastis karena agregat plastik tersebut telah mencapai titik leleh plastik sehingga kekuatan agregat ringan menjadi berkurang dan mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton tersebut (Rommel, 2013).

Soebandono dkk., (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE” melakukan pengujian

kuat tekan dan tarik belah beton dengan variasi campuran plastik HDPE yang berbeda-beda. Hasil uji tekan beton dengan variasi campuran agregat kasar limbah plastik HDPE 0% (normal), 10%, 15%, dan 20% berturut-turut sebesar : 27,88 MPa; 15,67 MPa; 14,96 MPa; dan 11,08 MPa. Sedangkan hasil uji tarik beton dengan variasi campuran yang sama dengan hasil berturut-turut sebesar : 2,71 MPa; 2,34 MPa; 2,01 MPa; dan 1,72 MPa.

Suwarno dan Sudarmono (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton” melakukan pengujian menggunakan limbah plastik PET sebagai pengganti agregat halus untuk mengetahui kuat tekan dan tarik beton berbentuk silinder dengan variasi campuran plastik PET dari 0%-5%. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran 5% plastik dapat meningkatkan kuat tarik beton sebesar 50% dibandingkan beton yang tidak memakai campuran plastik, sedangkan untuk campuran yang sama kuat tekan beton menurun sebesar 47%, disisi lain berat sendiri beton lebih ringan. Sedangkan pengaruh penambahan plastik pada kuat tarik beton menunjukkan peningkatan yang lebih baik.

Malkapur dkk., (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “*Effect of Mix Parameters on the Strength Performance of Waste Plastics Incorporated Concrete Mixes*” mendapatkan hasil uji kuat tekan pada kubus berukuran 100 mm yang dikonversi setara ukuran 150 mm dengan mengalikan faktor 0,9. Kekuatan dari beton cenderung menurun dengan peningkatan persentase plastik 10%, 20%, dan 30% dengan penurunan hasil uji masing-masing yang didapat sebesar 2,3%, 7,8%, dan 13,6%. Meskipun kekuatan beton menurun, dapat diamati bahwa semua *mixes* telah mencapai kekuatan tekan bervariasi antara 30MPa – 35 MPa.

Rai dkk., (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “*Study of Waste Plastic Mix Concrete with Plasticizer*” menggunakan limbah plastik sebagai pengganti agregat halus dengan variasi sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengujian ini bertujuan untuk

mengetahui efek dari limbah plastik dengan atau tanpa *superplasticizer* terhadap kuat tekan dan lentur beton, dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa beton yang menggunakan *superplasticizer* memiliki kuat tekan yang lebih baik sebanyak 5%, untuk kuat lentur beton mengalami penurunan seiring bertambahnya limbah plastik.

Manjunath (2016) dalam penelitiannya yang berjudul " *Partial replacement of E-plastic Waste as Coarse-aggregate in Concrete*" melakukan studi eksperimen dengan memanfaatkan limbah plastik elektronik sebagai agregat halus dan kasar pada beton dengan persentase campuran sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30%. Dari hasil pengujian yang dilakukan kekuatan tekan, tarik, dan *flexural* beton menunjukkan kekuatan yang baik. Dalam studi ini, kekuatan optimum beton didapatkan pada variasi campuran e-plastik sebanyak 10%.

Hameed dan Ahmed (2019) dalam penelitiannya yang berjudul " *Employment the plastic waste to produce the light weight concrete*" melakukan eksperimen menggunakan agregat serpihan PET daur ulang. lima buah beton diproduksi dengan campuran PET yang berbeda (1%, 3%, 5%, 7%, dan 10%) oleh berat semen *Portland*. Efek *Recycled Plastic Aggregate* (RPA) variasi pada kekuatan tekan, kekuatan lentur, kekuatan tarik belah dan kepadatan beton. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan PET pada 1% menyebabkan naiknya kekuatan tekan 58% dibandingkan dengan beton (tanpa limbah PET). Hasil kekuatan lentur menunjukkan bahwa penggunaan PET pada 1% dan 3% meningkatkan kekuatan lentur beton sebesar 23,11% dan 25%. Rasio 1% PET memberikan nilai optimum kekuatan tarik belah dengan rasio kenaikan 130%. Nilai kepadatan jelas menurun dengan meningkatkan persentase konten PET, penurunan rasio kepadatan mendekati 14% terutama pada 10% dari PET.

Bhogayata dan Arora (2017) dalam penelitiannya yang berjudul " *Fresh and strength properties of concrete reinforced with metalized plastic waste fibers*" menguji kelayakan serat *Metalized Plastic Waste* (MPW) sebagai konstituen penguat untuk

beton dinilai dengan mengevaluasi *slump*, kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton. *Film* MPW diparut menjadi 5 mm, 10 mm, dan 20 mm serat panjang dan dicampur dalam beton dari 0% sampai 2% dari volume campuran. Hasil tes menunjukkan peningkatan kuat tarik belah dan daktilitas beton karena penambahan serat MPW. Beton campuran menunjukkan deformasi besar pada beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton konvensional. Namun *workability*, kekuatan tekan dan lentur menunjukkan pengurangan pada campuran 1% serat MPW.

Saxena dkk., (2018) dalam penelitiannya yang berjudul " *Impact resistance and energy absorption capacity of concrete containing plastic waste*" melakukan eksperimen dengan menggunakan limbah PET sebagai Agregat (halus dan kasar) pada beton dengan variasi persentase 5%, 10%, 15%, dan 20% oleh berat beton. Parameter konkret seperti kekuatan tekan, resistensi dampak dan kapasitas penyerapan energi beton yang mengandung limbah PET juga ditinjau. Selain itu, kekuatan tekan residual beton yang mengandung limbah PET ditinjau dengan paparan suhu tinggi 300°C dan 600°C. Analisis hasil tes menunjukkan kekuatan tekan yang lebih rendah dari beton yang mengandung limbah plastik PET agregat. Namun, hasil menunjukkan resistensi yang lebih baik terhadap pemuatan dampak dalam kasus beton plastik bila dibandingkan dengan beton normal. Kekuatan tekan beton tanpa limbah plastik usia 7 hari ialah 17,8 MPa, menurun 3,6 MPa dengan penggantian 20% agregat halus, sedangkan pada penggantian 20% agregat kasar sebesar 4,6 MPa. Kuat tekan beton umur 28 hari tanpa limbah beton 26,7 MPa, menurun 5,4 MPa pada penggantian 20% agregat halus dan 6,9 MPa pada agregat kasar. Ikatan kohesif yang lemah antara agregat sampah plastik dan pasta mortir mengurangi kuat tekan beton limbah plastik, hal ini dapat kita simpulkan dari data sebelumnya yang menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran plastik maka semakin kekuatan beton semakin menurun.

Park dkk., (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “*Evaluation of Fire Damaged Concrete: An Experimental Analysis based on Destructive and Nondestructive Methods*” melakukan analisis eksperimental dari sifat material sisa beton yang rusak karena pengaruh suhu, khususnya, kekuatan tekan, tarik, dan modulus elastisitas beton. Pada pengujian ini peneliti menggunakan 116 sampel benda uji dengan 4 variasi campuran beton pada suhu puncak 200°C, 400°C, dan 600°C. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa dengan semakin tingginya suhu yang diberikan terhadap beton mengakibatkan kekuatan beton semakin berkurang.

Atmaja dkk., (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Struktur Beton Pasca Kebakaran Terhadap Kuat Tekan dan Karakteristik Beton” melakukan eksperimen kuantitatif tentang struktur beton pasca kebakaran dengan membuat benda uji berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan mutu beton K200, K-250, K-300, K-350 yang dibakar dengan durasi pembakaran selama 2 jam, 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Beton pasca kebakaran menunjukkan kuat tekan dari setiap mutu beton dan durasi pembakaran yang berbeda mengalami perubahan kuat tekan. Beton yang mengalami peningkatan kuat tekan pasca kebakaran adalah: Mutu beton K-200 durasi pembakaran 6 jam suhu 365°C sebesar 29,62 MPa. Mutu beton K-300 durasi pembakaran 4 jam suhu 573°C sebesar 21,40 MPa. Mutu Beton K-350 durasi pembakaran 4 jam suhu 493°C sebesar 22,88 MPa. Beton yang mengalami penurunan kuat tekan pasca kebakaran adalah Mutu beton K-200 pembakaran selama 2 jam suhu 302°C, 4 jam suhu 315°C dan 8 jam suhu 396°C. Mutu beton K-250 tidak ada yang mengalami peningkatan kuat tekan. Mutu beton K-300 pembakaran selama 2 jam suhu 332°C, 6 jam suhu 755°C dan 8 jam 870°C. Mutu beton K-350 mengalami pembakaran selama 2 jam suhu 399°C, 6 jam dengan suhu 570°C, 8 jam dan suhu 727°C.

Amancio dkk., (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “*Behavior of concrete reinforced with polypropylene fiber exposed to high temperatures*” melakukan analisis kekuatan beton campuran plastik

fiber yang diberi suhu tinggi. Pada pengujian ini menggunakan spesimen beton 30 MPa dengan penambahan 3 isi serat (1,20 kg/m³, 1,80 kg/m³, 2,40 kg/m³), dengan pemberian suhu 200°C, 400°C, 600°C, dan 800°C selama 30 menit. Parameter yang dianalisis yaitu kuat tekan beton, *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dan faktor pengurangan berat massa. Analisis varian *fiber* menunjukkan secara signifikan pengaruh terhadap kuat tekan beton, namun tidak terjadi pada pengurangan massa beton.

Pesic dkk., (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “*Mechanical properties of concrete reinforced with recycled HDPE plastic fibres*” menyelidiki potensi rekayasa manfaat dari serat plastik HDPE pada beton struktural. Sifat mekanik dan kemudahan servis beton dipelajari melalui pengujian tujuh seri spesimen: satu terbuat dari beton normal dan untuk masing-masing dari dua diameter serat Ø 1 = 25 mm dan Ø 2 = 40 mm, tiga seri dengan 0,40%, 0,75% dan 1,25% volume pecahan serat. Sementara kekuatan tekan dan modulus yang elastis dari beton tidak terpengaruh, kekuatan tarik dan modulus lentur yang sedikit meningkat, antara 3% dan 14% serat HDPE. Serat terutama berkontribusi dengan memberikan pascacracking daktilitas lentur dan meningkatkan kemudahan servis beton seperti mengurangi penyusutan retak plastik, pengeringan penyusutan dan permeabilitas air. Daya tahan serat HDPE dinilai melalui pencitraan mikroskop elektron *scanning* (SEM) yang menunjukkan tidak adanya gejala penurunan bahan kimia pada beton. Semua temuan menunjukkan bahwa serat HDPE daur ulang dapat berperan dalam menciptakan nilai baru dalam industri konstruksi sementara juga positif berkontribusi terhadap kinerja lingkungan.

Saikia dan Brito (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “*Mechanical properties and abrasion behaviour of concrete containing shredded PET bottle waste as a partial substitution of natural aggregate*” mengevaluasi efek dari ukuran dan bentuk didaur ulang agregat *polyethylene terephthalate* (PET) pada sifat segar dan mengeras, termasuk ketahanan abrasi, dari beton. 5%, 10% dan 15% dalam volume

agregat alami dalam campuran beton digantikan oleh volume yang sama dari tiga bentuk agregat dan ukuran PET yang berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa kemerosotan beton segar sedikit meningkat dengan penggabungan agregat PET berbentuk butiran. Agregat plastik secara besar mengurangi kemerosotan beton segar dan semakin berkurang jika bentuk dan ukuran dari jenis peningkatan agregat PET ini. Kekuatan tekan, kekuatan membelah tarik, modulus elastisitas dan kekuatan lentur beton memburuk karena penggabungan agregat PET dan kerusakan properti ini mengintensifkan dengan meningkatnya isi agregat. Perbedaan ukuran, bentuk dan tekstur agregat PET mengubah rasio air menjadi semen serta kemerosotan campuran beton segar yang pada akhirnya mengubah perilaku mekanis. Serpihan agregat PET menjembatani dua potongan beton yang terpisah dan karena itu mencegah beton dari pecah setelah kegagalan. Ketahanan abrasi dari campuran beton yang mengandung berbagai jenis agregat PET lebih baik daripada beton referensi. Ketahanan abrasi beton dengan penggabungan berbagai jenis dan isi dari agregat PET dapat berhubungan dengan kekuatan tekan. Pada pengujian kali ini beton berbahan campuran plastik akan dipakai sebanyak 0-8% dari keseluruhan agregat kasar dengan suhu pembakaran 120°C. Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari suhu optimum plastik terhadap kekuatan dan perubahan dari beton berbahan campuran plastik, penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat bagi dunia konstruksi dan akademik serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah plastik.

2. Metode Penelitian

Secara umum metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang memperhatikan pengaruh penambahan plastik dan suhu terhadap kekuatan beton.

Bahan-bahan campuran beton

Agregat halus (pasir)

Agregat halus pada pengujian ini merupakan pasir yang berasal dari kali Progo, Kulon Progo, D.I Yogyakarta. Pasir yang digunakan memiliki sifat-sifat mekanik dengan klasifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Sifat mekanik pasir kali Progo

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	1.8
2	Gradasi butiran	-	Memenuhi standar ASTM
3	Berat jenis	-	2,284
4	Penyerapan air	%	0.153
5	Kadar air	%	5

Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar pada pengujian ini merupakan kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, D.I Yogyakarta. Kerikil yang digunakan memiliki sifat-sifat mekanik dengan klasifikasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat mekanik kerikil kali Progo

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	4
2	Keausan	%	31
3	Berat jenis	-	2,48
4	Penyerapan air	%	3
5	Kadar air	%	1.01

Semen

Semen merupakan bahan utama penyusun beton yang bersifat hidrualis (mengeras jika bereaksi dengan air). Semen yang digunakan pada penelitian ini ialah semen holcim, jenis *Portland Composite Cement* (PCC) dengan karakteristik lebih mudah dikerjakan, kedap air, dan tahan sulfat.

Air

Air pada penelitian ini digunakan sebagai pemicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan. Air yang digunakan berasal dari laboratorium UMY.

Plastik

Limbah plastik yaitu limbah dari botol atau benda bekas yang terbuat dari bahan

polimer. Limbah ini dipanaskan sehingga membentuk gumpalan-gumpalan yang akan dicacah seperti ukuran agregat kasar/ kerikil. Jenis plastik yang dipakai adalah jenis HDPE kerana memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Bahan plastik memiliki kemampuan mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya.

Prosedur Pengujian

Pengujian sifat fisik dan mekanik material

Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik material campuran beton dilakukan untuk memenuhi kelayakan bahan penyusun

beton yang bertujuan sebagai standarisasi dalam pembuatan *mix design*. Pengujian material bahan penyusun meliputi agregat halus, agregat kasar, dan plastik.

Mix design

Penelitian ini menggunakan *Mix design* yang berasal dari SNI 7656-2012 yang merupakan pengembangan dari penelitian (Soebandono dkk., 2013) dengan mutu rencana 25 MPa dan nilai FAS 0,5. Keseluruhan benda uji akan digunakan untuk pengujian kuat tekan dengan variasi persentase plastik 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat agregat kasar yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Mix design* per 3 benda uji

Plastik (%)	Plastik (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	Air (Kg/m ³)
0	0	4,38	9,16	12,69	2,10
2	0,25	4,38	9,16	12,43	2,10
4	0,51	4,38	9,16	12,18	2,10
6	0,76	4,38	9,16	11,93	2,10
8	1.01	4,38	9,16	11,67	2,10

Pengujian Slump

Uji *slump* dipakai untuk memperoleh kelecekan beton segar. Menurut Tjokrodimuljo (2007) Faktor yang mempengaruhi kelecekan pada beton segar sebagai berikut :

1. Jumlah pasta dalam campuran adukan beton
2. Gradasi butiran
3. Jumlah air dipakai dalam adukan beton
4. Besar butiran maksimum agregat.

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan membandingkan hasil kuat tekan dengan kuat tekan rencana. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah melalui proses pengecoran, pencetakan dan perawatan (*curing*). beton di uji pada umur 3, 7, 28 hari menggunakan *compression testing machine*.

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan memberi tekanan beban aksial ke benda uji silinder sampai terjadi kegagalan. Cara penghitungan kuat tekan dapat ditentukan melalui persamaan :

$$\text{Kuat tekan beton } (F_c') = \frac{P}{A} \cdot \text{kg/cm}^2 \quad (1)$$

dimana:

- F_c' = kuat tekan beton (MPa atau N/mm²)
 P = beban maksimum (kg)
 A = luas penampang (cm²)

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian Fresh Properties

Pengujian Slump

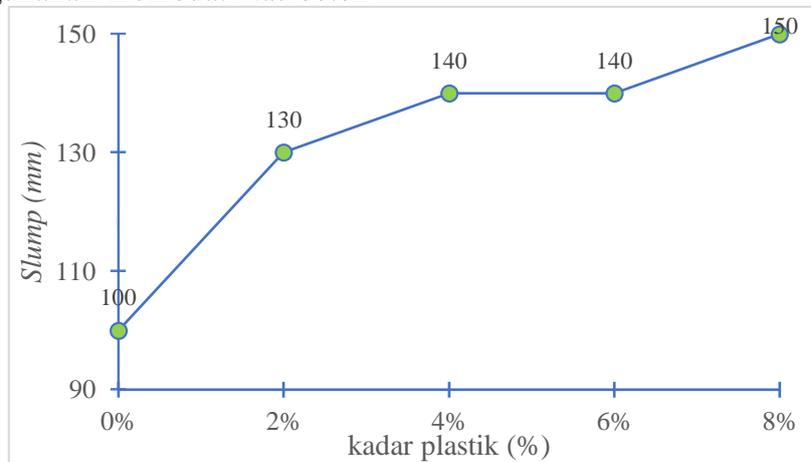
Berdasarkan hasil pengujian *slump flow* dari beton dengan bahan tambah plastik HDPE variasi 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% secara berturut-turut menunjukkan sedikit kenaikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan semakin bertambahnya campuran plastik membuat *slump* meningkat, hal ini diakibatkan permukaan plastik yang licin tidak dapat mengikat campuran secara baik. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui *slump* mempunyai syarat pengujian yaitu antara 25 mm – 100 mm untuk tipe konstruksi balok, kolom, dan dinding bertulang (SNI 7656-

2012). Hasil yang didapat dari pengujian slump flow sudah memenuhi syarat.

Pengujian Berat Beton

Pengujian berat beton dilakukan untuk mengukur perbedaan berat dari variasi campuran plastik pada beton, dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% secara berturut-turut menunjukkan penurunan. Campuran beton menandakan semakin banyaknya plastik yang digunakan membuat *mix* beton

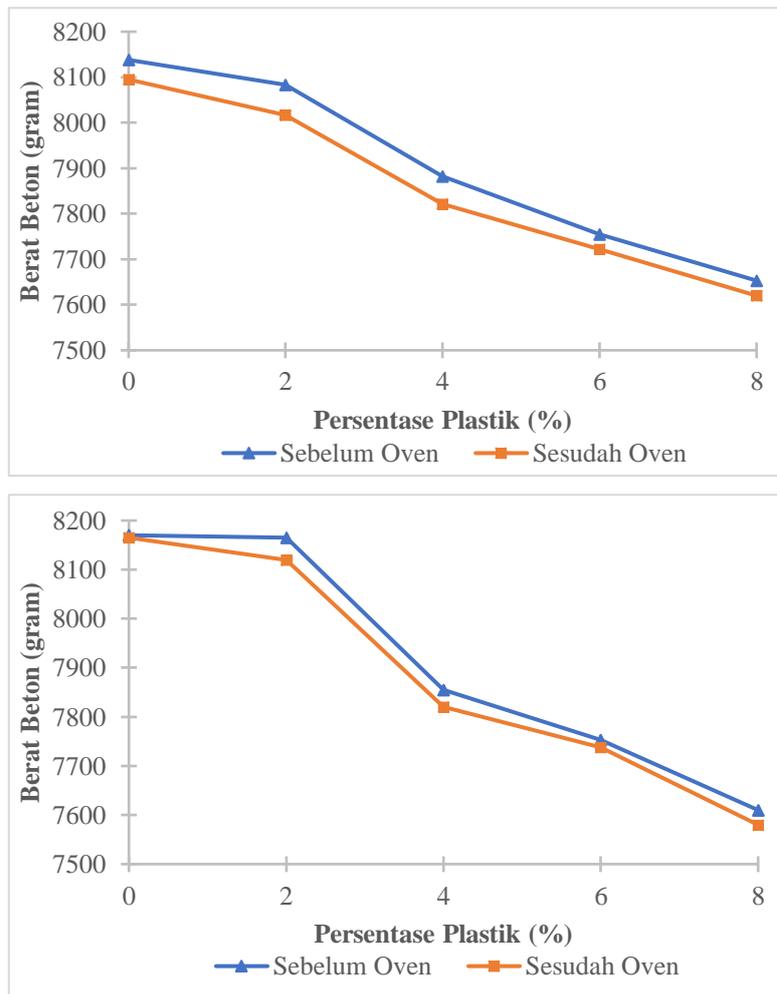
semakin ringan, hal ini dikarenakan berat jenis plastik HDPE lebih kecil dibandingkan dengan agregat kasar. Penimbangan berat beton juga dilakukan setelah pemaparan suhu 120 C selama ± 2 jam. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 1. Hubungan antara nilai *slump* dan kadar plastik.

Tabel 4. Hasil pengujian berat beton.

Tipe Beton	Umur (days)	Berat beton pemaparan suhu 120°C (gram)		Selisih berat beton (%)
		Sebelum	Sesudah	
MBN	7	8138	8095	0.53
MB2	7	8083	8017	0.82
MB4	7	7882	7822	0.76
MB6	7	7755	7722	0.43
MB8	7	7653	7620	0.43
MBN	28	8170	8165	0.06
MB2	28	8165	8120	0.55
MB4	28	7855	7820	0.45
MB6	28	7753	7738	0.19
MB8	28	7610	7580	0.39



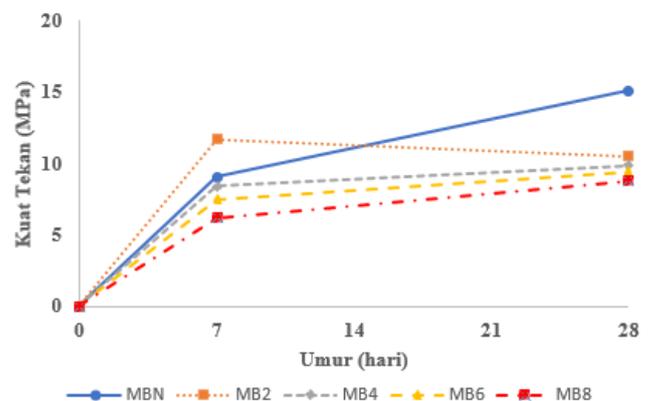
Gambar 2. Hubungan antara berat beton dan kadar plastik pada umur 7 hari (atas) dan umur 28 hari (bawah).

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton campuran plastik HDPE dengan pemaparan suhu optimum pada umur beton 7, dan 28 hari. Plastik digunakan dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% sebagai substitusi agregat kasar. Hasil kuat tekan beton dapat dilihat dalam Tabel 5. dan Gambar 3.

Tabel 5. Hasil Kuat Tekan beton

Kode	7 hari (MPa)	28 hari (MPa)
MBN	9,05	15,09
MB2	11,72	10,52
MB4	8,39	9,89
MB6	7,47	9,46
MB8	6,22	8,81

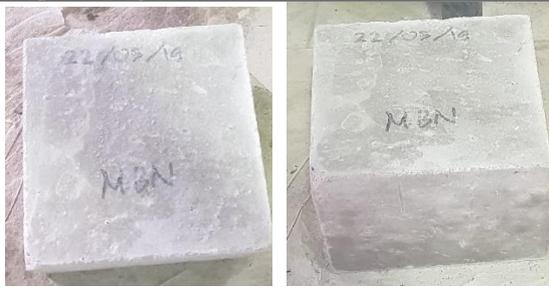


Gambar 3. Hubungan kuat tekan dan umur beton.

Kondisi Fisik Beton setelah Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan *Compressive machine test* diperoleh perbedaan kondisi fisik dari benda uji sebelum dan setelah diuji. Beton normal mengalami sedikit kerusakan pada bagian sudut beton dan mengalami retak halus melintang pada selimut beton yang

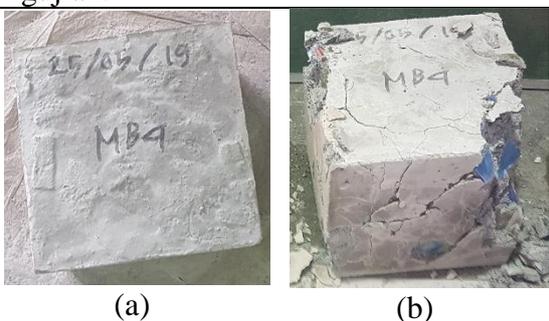
ditunjukkan pada Gambar 4. Beton dengan variasi plastik 2% mengalami kerusakan pada setiap sudut beton yang dapat dilihat pada Gambar 5. Beton dengan variasi plastik 4% mengalami kerusakan berat pada satu sudut beton yang dapat dilihat pada Gambar 6. Beton dengan variasi plastik 6% mengalami kerusakan ringan pada satu sisi beton yang ditunjukkan pada Gambar 7. Beton dengan variasi plastik 8% mengalami kerusakan berat hampir pada seluruh sisi beton yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 4 Beton normal: (a) MBN sebelum pengujian (b) MBN setelah pengujian.



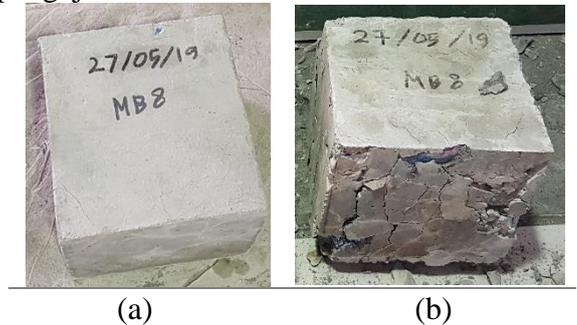
Gambar 5 Beton campuran 2% : (a) MB2 sebelum pengujian (b) MB2 setelah pengujian.



Gambar 6 Beton campuran 4% : (a) MB4 sebelum pengujian (b) MB4 setelah pengujian.



Gambar 7 Beton campuran 6% : (a) MB6 sebelum pengujian (b) MB6 setelah pengujian.



Gambar 8 Beton campuran 8% : (a) MB8 sebelum pengujian (b) MB8 setelah pengujian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan bahan tambah variasi plastik 0%; 2%; 4%; 6%; dan 8% dengan pemaparan suhu optimum plastik (120 C) selama 2 jam dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- 1 Hasil kuat tekan beton tanpa bahan tambah atau beton normal digunakan sebagai acuan. Pemaparan suhu memberikan dampak yang signifikan terhadap kuat beton dengan penurunan hingga 50% dengan nilai sebesar 15.09 MPa.
- 2 Hasil pengujian *fresh properties* dengan *mix design* yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI 7656:2012)
- 3 Perawatan dan umur saling berpengaruh terhadap kuat tekan beton berbahan campuran limbah plastik HDPE. Nilai kuat tekan berbanding lurus dengan umur beton, perawatan yang intensif dalam jangka waktu yang lama, didapatkan nilai kuat tekan beton yang semakin meningkat.
- 4 Berat beton dan variasi campuran berbanding terbalik. Semakin banyak

campuran plastik mengakibatkan beton menjadi ringan, namun daya kuat tahanan beton menurun.

5. Daftar Pustaka

- Amancio, F. A., de Carvalho Rafael, M. F., de Oliveira Dias, A. R., & Cabral, A. E. B. (2018). Behavior of concrete reinforced with polypropylene fiber exposed to high temperatures. *Procedia Structural Integrity*, 11, 91-98.
- Atmaja, F. R., Triana, D., & Ujianto, R. (2017). Struktur Beton Pasca Kebakaran Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Beton. *Jurnal Civtech Teknik Sipil Universitas Serang Raya*, 1(1), 1-13.
- Bhogayata, A. C., & Arora, N. K. (2017). Fresh and strength properties of concrete reinforced with metalized plastic waste fibers. *Construction and Building Materials*, 146, 455-463.
- BSN, 2012, SNI 7656-2012. Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.
- Campbell, P. D. (1996). *Plastic component design*. Industrial Press Inc.
- Hameed, A. M., & Ahmed, B. A. F. (2019). Employment the plastic waste to produce the light weight concrete. *Energy Procedia*, 157, 30-38.
- Harper. 1975. *Handbook of Plastic and Elastomer*. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland.
- Manjunath, B. A. (2016). Partial replacement of E-plastic Waste as Coarse-aggregate in Concrete. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 731-739.
- Malkapur, S. M., Anand, A., Pandey, A. P., Ojha, A., Mani, N., & Mattur, N. C. (2014). Effect of Mix Parameters on the Strength Performance of Waste Plastics Incorporated Concrete Mixes. *Journal of Structures*, 2014.
- Park, G. K., & Yim, H. J. (2017). Evaluation of fire-damaged concrete: an experimental analysis based on destructive and nondestructive methods. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 11(3), 447-457.
- Pešić, N., Živanović, S., Garcia, R., & Papastergiou, P. (2016). Mechanical properties of concrete reinforced with recycled HDPE plastic fibres. *Construction and building materials*, 115, 362-370.
- Rai, B., Rushad, S. T., Kr, B., & Duggal, S. K. (2012). Study of waste plastic mix concrete with plasticizer. *ISRN civil engineering*, 2012.
- Rommel, E. (2015). Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. *Jurnal Gamma*, 9(1).
- Saikia, N., & de Brito, J. (2014). Mechanical properties and abrasion behaviour of concrete containing shredded PET bottle waste as a partial substitution of natural aggregate. *Construction and building materials*, 52, 236-244.
- Saxena, R., Siddique, S., Gupta, T., Sharma, R. K., & Chaudhary, S. (2018). Impact resistance and energy absorption capacity of concrete containing plastic waste. *Construction and Building Materials*, 176, 415-421.
- Soebandono, B., & As'at Pujianto, D. K. (2015). Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE. *Semesta Teknika*, 16(1).
- Suwarno, A. (2016). Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 20(1).
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Wibowo, W. (2006). Kapasitas Lentur, Toughness, dan Stiffness Balok Beton Berserat Polyethylene. *Media Teknik Sipil*, 6(1), 23-26.