

KINERJA CACAHAN LIMBAH PLASTIK HDPE TERHADAP KUAT LENTUR BETON

PERFORMANCE OF HDPE PLASTIC WASTE SHOWING ON THE BENDING STRENGTH OF CONCRETE

Mukhlis^{1a*}, Lukman Murdiansyah^{2a}, Enita Suardi^{3a}
Vira Putri Fadhilah^{4a}, Khair Gusti^{5a}

^a Politeknik Negeri Padang Teknik Sipil, Kampus Limau Manis Padang 2516, Indonesia
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

email: *palitoalam77@gmail.com, lukman@pnp.ac.id, Enita_suardi@yahoo.com,
viraputrifadhilah142@gmail.com, khairagusti1999@gmail.com

ABSTRAK

Along with the development of science and technology, the concrete mixture underwent several changes, such as being given additional material or replacing an ingredient in concrete to meet certain goals. this can provide an alternative to utilizing plastic waste that is not utilized so that it is expected to reduce environmental pollution that occurs and can increase the quality of concrete that is more resistant to cracks. The concrete mix planning method used the American Concrete Institute (ACI) 112.4R 1993 method with variations in the addition of chopped HDPE plastic waste to the fine aggregate retained by the 2.36 mm sieve by 0.5%, 1.5%, and 2.5%. Based on the test results of the flexural strength of concrete aged 56 days, it can be seen that the flexural strength of concrete aged 56 days decreased by 9.672% at a variation of 0.5%, and 27.204% at a variation of 1.5% on the value of flexural strength without additional plastic waste. The use of plastic with variations of 0.5%, and 1.5% in concrete has not been able to withstand cracks due to tensile loads during flexural testing. Meanwhile, in testing the crack pattern on the test object, it can be concluded that each increase in the variation of the plastic chips in the concrete affects the resulting crack pattern where the resulting crack pattern is increasingly elongated.

Keywords: *HDPE shredded plastic, flexural strength of concrete, crack pattern*

I. PENDAHULUAN

Beton pada umumnya terdiri atas campuran semen, agregat kasar, agregat halus, pengisi, dan air. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, campuran beton juga mengalami beberapa perubahan seperti dengan diberi material tambahan atau penggantian suatu bahan dalam beton untuk memenuhi tujuan tertentu.

Plastik merupakan material yang cukup banyak digunakan saat ini di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan plastik memiliki keunggulan dalam segi kekuatan, keawetan dan mudah dalam pengolahan untuk berbagai macam kebutuhan [1]. Namun limbah plastik saat ini menjadi menjadi permasalahan besar dikarenakan materialnya tidak dapat terurai sehingga dapat membahayakan lingkungan dalam berbagai bentuk.

Struktur yang berbahan beton sangat rentan terhadap retak karena sifat bahannya yang getas

serta sifat beton yang kuat terhadap tekanan, namun lemah terhadap tarikan. Sifat lemah terhadap tarik mengakibatkan beton hancur atau patah tanpa terjadi perubahan bentuk ketika tegangan maksimum telah tercapai.

Beton yang diberi penambahan plastik akan menambah kuat tarik beton sehingga apabila diterapkan pada struktur dapat mengurangi retak-retak rambut. [2]

Pada penelitian ini akan dicoba persentase pemakaian limbah plastik pada campuran beton 0%, 0.5 %, 1.5%, dan 2,5%, sehingga dapat diketahui persentase pemakaian limbah plastik efektif pada campuran beton yang dapat meningkatkan nilai kuat lentur pada beton. Diharapkan limbah plastik yang digunakan tidak hanya dapat menjadi solusi dalam pemanfaatan limbah plastik namun juga dapat meningkatkan kualitas beton dari segi nilai kuat lentur beton.

II. METODE

Pada penelitian ini terdapat beberapa langkah yang dilakukan, sebagai berikut:

A. Pengujian Material

Pengujian material sangat penting dikarenakan kualitas beton yang dihasilkan tergantung pada kualitas material pembentuknya. Semakin bagus kualitas material maka semakin bagus pula kualitas beton yang akan dihasilkan. Oleh karena itu, dibutuhkan pengujian material untuk menentukan kualitas material yang sesuai dengan syarat teknis dan standar yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, standar untuk pengujian material sendiri mengacu kepada American Standard Testing and Material (ASTM) dan pengujian yang dilakukan hanya terhadap agregat kasar, agregat sedang, dan agregat halus saja dikarenakan semen yang digunakan adalah semen hasil dari produksi yang telah diuji di laboratorium menurut standar yang telah ditetapkan, sehingga mutu yang dihasilkan terjamin.

B. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Pembuatan campuran beton ini didasarkan sesuai perencanaan campuran beton yang sudah dibuat. Material campuran beton yang sudah didapatkan pada saat perencanaan kemudian ditimbang sesuai komposisinya. Semua material dicampur dengan bantuan concrete mixer. Lakukan campuran awal yaitu terdiri dari semen, pasir, kerikil serta cacahan plastik HDPE.

Plastik merupakan bahan polimer sintesis yang dibuat melalui proses polimerisasi [3]. Plastik memiliki beberapa kelebihan diantaranya ringan, fleksibel, dan kuat [4]. Plastik yang digunakan pada campuran beton pada penelitian ini merupakan limbah plastik dari berbagai jenis namun jenis yang paling banyak ditemukan yaitu HDPE.

High Density Polyethylene atau disebut HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. HDPE memiliki karakteristik sedikit buram dan transparan serta elastik. Plastik ini tidak tembus air, tidak berbau, tahan panas dan tahan benturan. Karakteristik HDPE berdasarkan ilmu dan teknologi bahan [5] sebagai berikut:

1. Berat jenis (g/cm³) : 0,96
2. Kristalinitas (v/o) : 50
3. Muai panas (°C-1) : 120x10⁻⁶
4. Daya hantar panas (°C/m) : 0.52
5. Kekuatan tarik (MPa) : 20 -40

Limbah plastik digunakan sebagai bahan tambah berbentuk cacahan dengan ukuran lolos saringan 4.75 mm dan tertahan pada saringan 2.36

mm seperti yang terlihat pada Gambar 1. Variasi plastik yang akan dibuat memiliki persentase 0%, 0.5%, 1.5%, dan 2.5% dari berat semen. Karakteristik HDPE yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas beton ialah kekuatan tarik. Kekuatan tarik adalah kemampuan material untuk menahan beban tarikan terhadap deformasi atau perubahan bentuk [2]. Kuat tarik beton biasanya 8% - 15% dari kuat tekan beton [9]. Pada beton dengan nilai kuat tekan 30 MPa didapatkan korelasi nilai kuat tarik lentur 2.4 - 4.5 MPa, sedangkan untuk kuat tarik lentur plastik HDPE 20 – 40 MPa. Berdasarkan hal ini dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik lentur plastik HDPE cukup tinggi dan apabila digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik lentur pada beton.



Gambar 1. Cacahan limbah plastik HDPE

Pada saat pencampuran air terdapat sedikit perlakuan khusus pada *admixture* yaitu sikament NN. Sikament NN harus dicampur terlebih dahulu dengan air adukan kira-kira 0,5 dari jumlah air adukan yang digunakan. Sikament NN yang telah dicampurkan air ini yang terlebih dahulu dimasukkan pada campuran awal dan kemudian bisa ditambahkan air adukan sisa lainnya jika masih diperlukan.

C. Pengujian Slump

Pelaksanaan *slump test* bertujuan untuk menentukan tingkat kelecekan atau keplastisan adukan beton, sehingga dapat diketahui nilai kekentalan beton tersebut. Campuran beton ini memerlukan air dan kebutuhannya sesuai dengan perencanaan dan perhitungan. Campuran dikatakan encer apabila penggunaan air terlalu banyak atau melebihi dari perencanaan sebaliknya beton dikatakan kental / kaku apabila penggunaan air kurang dari air yang di rencanakan.

Pengujian slump dilakukan dengan sebuah kerucut terpancung standar dengan ukuran diameter puncak 10 cm. Diameter dasar 20 cm

dan tinggi 30 cm, dan juga menggunakan tongkat pematik dengan diameter 1,6 cm dan panjang 60 cm. Slump yang digunakan untuk metoda pemadatan yang dibagi menjadi 3 lapisan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali untuk tiap lapisannya. [6]

D. Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji pada dasarnya dilakukan setelah proses pencampuran material telah dilakukan. Cetakan yang dipakai dalam pembuatan benda uji berupa balok ukuran 15x15x60 cm untuk uji lentur, dimana sebelum campuran beton dimasukkan, cetakan harus dilumuri terlebih dahulu menggunakan oli pelumas. Pemberian oli pada cetakan bertujuan mempermudah saat pelepasan cetakan beton.

E. Pemadatan Benda Uji

Pemadatan untuk benda uji ini bisa dilakukan secara manual atau dibantu dengan alat penggetar karena campuran beton sudah ditambahkan admixture superplastisizer yang memiliki fungsi salah satunya membuat campuran bersifat mengalir tanpa memisahkan semen dengan agregat. Proses pemadatan dengan alat getar dilakukan hingga permukaan beton secara visual tampak mengkilap dan tidak terdapat gelembung yang keluar. Apabila campuran beton dipadatkan dalam waktu yang singkat, maka dapat menyebabkan beton menjadi keropos sehingga mutu beton yang direncanakan tidak akan tercapai dan sebaliknya apabila campuran beton dipadatkan dalam waktu yang lama maka campuran beton akan mengalami segregasi. Pemadatan pada benda uji balok dengan lebar 150 mm pemadatan dilakukan sebanyak 2 lapis dengan setiap lapisan ditusuk sebanyak 25 kali lalu dilanjutkan dengan menggetarkan benda uji.

F. Perawatan Benda Uji

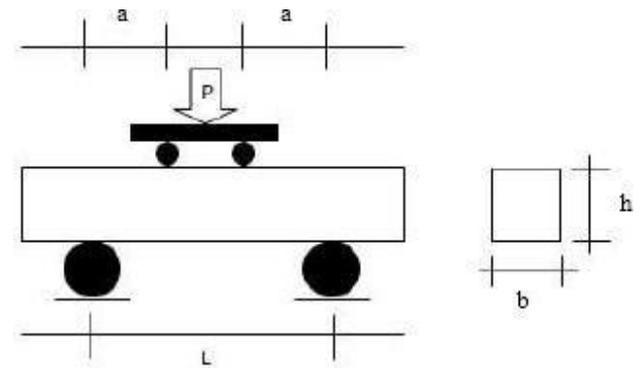
Perawatan benda uji (curing) merupakan suatu cara untuk merawat beton dengan menggunakan air. Dalam proses perawatannya, benda uji direndam di dalam air selama waktu yang telah ditentukan, biasanya beton direndam hingga umur uji kuat tekan beton pada umur 28 hari atau 56 hari.

Berdasarkan ASTM C31/C31M-10 perawatan standar terdiri dari 2 bagian, perawatan awal dan perawatan akhir. Perawatan awal dilakukan dengan cara penyimpanan benda uji maksimum 24 jam segera setelah pencetakan dan finishing dalam rentang temperatur 16-27 °C. Sedangkan untuk perawatan akhir perlakuan dilakukan 30 menit setelah cetakan dilepas, rawat spesimen dengan permukaan basah pada temperatur 23±2 °C dengan tangki air atau ruang basah. Saat 3 jam sebelum pengujian, temperatur perawatan standar

tidak diperlukan asal silinder dijaga tetap lembab dan temperatur lingkungan dipertahankan antara 20-30 °C. [7]

G. Pengujian Kuat Lentur

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas. Ilustrasi pengujian kuat tarik lentur dapat dilihat pada Gambar 3. [8]



Gambar 3 Pengujian kuat lentur

Menentukan nilai kuat lentur beton apabila bidang patah terletak di daerah 1/3 bagian tengah dihitung menurut persamaan (1), sedangkan apabila bidang patah terletak di luar daerah 1/3 bagian tengah namun jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan (2).

$$f_r = \frac{PL}{bh^2} \tag{1}$$

$$f_r = \frac{Pa}{bh^2} \tag{2}$$

Dimana f_r adalah kuat lentur (MPa), P adalah beban pada waktu lentur (N), L adalah jarak antar tumpuan (mm), a adalah jarak dari perletakan ke gaya (mm), b adalah lebar penampang balok (mm), h adalah tinggi penampang balok (mm).

Tahapan yang perlu dilakukan pada saat pengujian kuat lentur beton adalah diantaranya: pengukuran dimensi benda uji; penimbangan berat benda uji; buat garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan; letakkan benda uji pada tumpuan dan atur benda uji siap untuk pengujian; atur pembebanannya untuk menghindari terjadi benturan; hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan patah pada benda uji; ukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah dan ambil harga rata-ratanya; ukur dan catat jarak antara

tampang lintang patah dari tumpuan luar terdekat pada 4 tempat di bagian tarik pada arah bentang dan ambil harga rata-ratanya; dan melakukan perhitungan data hasil uji kuat lentur pada setiap benda uji [9].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Campuran Beton

Rancangan campuran beton dilakukan berdasarkan panduan standar yang telah ditentukan oleh ACI 211.4R-93. Data agregat yang diperlukan untuk membuat campuran beton berdasarkan hasil pengujian agregat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data agregat untuk rancangan campuran beton

Data Fisik Agregat	Satuan	Agregat Halus	Agregat Sedang	Agregat Kasar
Berat isi Padat (DRUW)	kg/l	1.70	1.70	1.52
BJ SSD		2.56	2.44	2.62
BJ Kering		2.48	2.28	2.58
Penyerapan	%	3.54	5.26	1.46
Kandungan air	%	0.01	0.64	1.01
Komposisi agregat	%	40	5	55
Faktor gembur		1.11	1.14	1.08

Tabel 2. Jumlah kebutuhanbahan per 1 m³

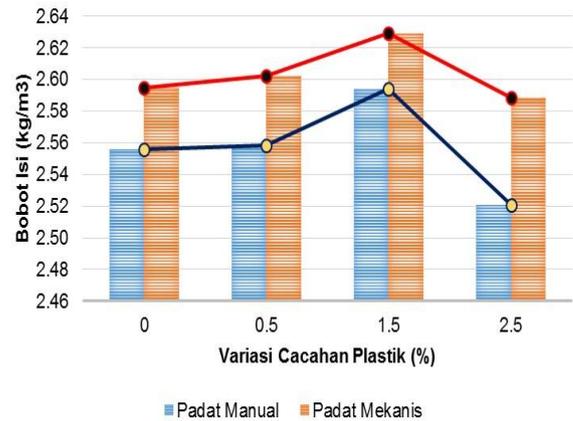
Jenis Bahan	Satuan	Variasi 0%	Variasi 0.5%	Variasi 1.5%	Variasi 2.5%
Semen	kg/m ³	535.96	535.96	535.96	535.96
Agregat halus	kg/m ³	526.07	526.07	526.07	526.07
Agregat sedang	kg/m ³	102.13	102.13	102.13	102.13
Agregat kasar	kg/m ³	1013.30	1013.30	1013.30	1013.30
Air	kg/m ³	181.06	181.06	181.06	181.06
Sikament NN	kg/m ³	10.72	10.72	10.72	10.72
Cacahan limbah plastik tertahan #2.36	kg/m ³	0	2.68	8.04	13.40

Berdasarkan data yang sudah didapatkan, maka dapat dibuat rancangan campuran beton dengan tambahan limbah plastik. Jumlah kebutuhan bahan per 1 m³ dapat dilihat pada Tabel 2.

B. Pengujian saat Pencampuran Beton

Nilai *slump* pada setiap variasi telah memenuhi batas *slump* rencana yaitu 80 – 120

mm. Hasil bobot isi beton benda uji silinder dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Bobot isi beton

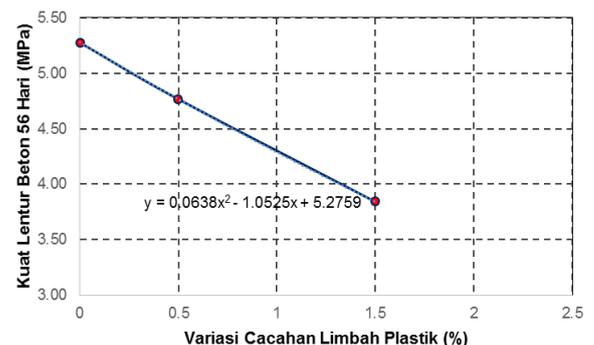
Bobot isi beton mengalami peningkatan pada variasi 0.5% dan 1.5%, dan kemudian turun pada saat variasi 2.5%. Peningkatan bobot isi beton pada variasi 0.5% dan 1.5% dikarenakan kepadatan campuran beton meningkat akibat plastik yang ditambahkan mengisi rongga-rongga pada campuran dan bekerja secara maksimal pada variasi 1.5%. Namun, pada bobot isi variasi 2.5% mengalami penurunan akibat plastik pada campuran yang terlalu banyak sehingga jumlah agregat tergantikan dengan plastik yang memiliki bobot isi lebih kecil dari pada bobot isi agregat.

C. Pengujian Kuat Lentur Beton

Hasil pengujian kuat lentur beton dengan tambahan limbah plastik cacah pada umur 56 hari dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik pada Gambar 5.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat lentur 56 hari

Variasi Cacahan Plastik (%)	Notasi				Beban (kg)	Kuat lentur (MPa)
	l	b	h	a		
0	450	151.25	149.63	150	39,7	5,28
0,5	450	155,75	154,79	150	39,5	4,77
1,5	450	151,13	148,13	150	28,3	3,84

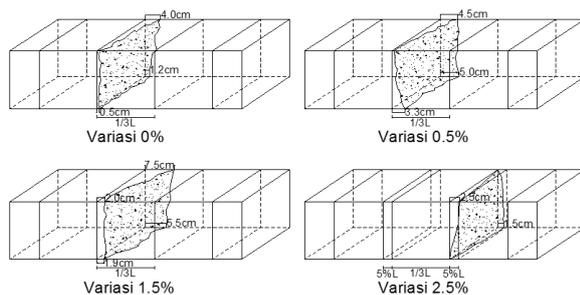


Gambar 5 Grafik hasil pengujian kuat lentur beton umur 56 hari

Berdasarkan data hasil pengujian kuat lentur beton umur 56 hari dapat diketahui bahwa kuat lentur beton umur 56 hari mengalami penurunan 9.672% pada variasi 0.5%, dan 27.204% pada variasi 1.5% terhadap nilai kuat lentur tanpa tambahan limbah plastik. Penggunaan plastik dengan variasi 0.5%, dan 1.5% pada beton belum mampu menahan retak akibat beban tarikan pada saat pengujian lentur. Nilai kuat lentur pada variasi 2.5% tidak digunakan karena berdasarkan analisis keretakan jalur retak berada diluar 1/3 bagian tengah bentang dan besar dari 5% bentang.

D. Keretakan pada Benda Uji Balok

Pola retak benda uji balok pada saat uji lentur untuk pada variasi 0%, 0.5%, dan 1.5% merupakan tipe 1 yang keretakannya berada di 1/3 bentang tengah, sedangkan pada variasi 2.5% merupakan tipe 3 yang keretakannya berada diluar 1/3 bentang tengah dan besar dari 5% bentang yang diilustrasikan seperti yang pada Gambar 3. Pola retak untuk tipe 1 dan tipe 2 nilai kuat lenturnya dapat digunakan [5]. Berdasarkan hasil tersebut maka benda uji pada variasi 2.5% tidak dapat digunakan hasil dari kuat lenturnya.



Gambar 6 Pola retak benda uji balok

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa setiap pertambahan variasi cacahan plastik pada beton mempengaruhi pola retak yang dihasilkan dimana pola retak yang dihasilkan semakin memanjang.

IV. KESIMPULAN

Pada pengujian kuat lentur pada benda uji balok terjadi penurunan kuat lentur seiring dengan pertambahan variasi cacahan limbah plastik dengan penurunan maksimum pada variasi 1.5% sebesar 27.20%.

Pola retak yang dihasilkan merupakan retak lentur, dimana retak lentur yang dihasilkan semakin memanjang seiring dengan pertambahan variasi cacahan plastik.

Ini menunjukkan limbah plastik tidak berperan meningkatkan nilai kuat lentur dari balok.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada P3M PNP atas bisa terselenggaranya kegiatan penelitian ini, melalui skema Penelitian Terapan Ungulan (PTU) tahun 2021

REFERENSI

- [1] Tahir, I., 2018. Material Plastik dan Permasalahan Lingkungan. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UGM. Diakses pada tanggal 10 Februari 2021 dari <http://chemistry.ugm.ac.id/2018/12/material-plastik-dan-permasalahanlingkungan>
- [2] Suwarno, A., & Sudarmono, S., 2016. Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton. Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil, 20(1).
- [3] Nasution, R. S., 2015. Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. Elkawnie, 1(1), 97-104
- [4] Candra, R. M., dan Sucita, D., 2015. Sistem Pakar Penentuan Jenis Plastik Berdasarkan Sifat Plastik Terhadap Makanan yang akan Dikemas Menggunakan Metode Certainty Factor (Studi Kasus: CV. Minapack Pekanbaru). Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, 1(2), 77-85.
- [5] Ilmu dan teknologi bahan (1989): ilmu logam dan bukan logam / Lawrence H. Van Vlack ; alih bahasa Sriati Djaprie, M.E., M.Met
- [6] ASTM C143/C143M, 2012. Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. ASTM International: West Conshohocken.
- [7] ASTM C31/C31M, 2010. Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. ASTM International: West Conshohocken
- [8] ASTM C78, 2002. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). ASTM International: West Conshohocken.
- [9] Pane, F. P., dan Windah, H.T.R.S., 2015. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Jurnal Sipil Statik, 3(5), 313-321.