

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

4.1.1. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan untuk mengetahui agregat yang baik digunakan sebagai bahan penyusun beton harus memiliki kadar lumpur sekecil mungkin. Persyaratan kadar lumpur maksimal agregat halus sebesar 5% (BSN, 1989). Dari hasil pengujian agregat halus berupa pasir Clereng, Progo diperoleh nilai kadar lumpur rata-rata 1.8%, lebih kecil dari batas yang disyaratkan. Pratiwi dkk., (2016) melakukan pengujian kadar lumpur pada agregat halus yang didapat dari pasir Progo, dengan nilai kadar lumpur sebesar 4,532%. Hasil yang didapatkan dari penelitian pratiwi memiliki selisih nilai sebesar 2,732%. Persentase dari pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.1.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air dilakukan untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk specific gravity*), berat jenis jenuh muka (*saturated surface dry, SSD*), berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan penyerapan agregat. Berdasarkan hasil pemeriksaan, didapatkan berat jenis kering oven sebesar 1.98 ; berat jenis jenuh muka sebesar 2.284 ; berat jenis semu sebesar 2,84 ; dan nilai penyerapan air agregat halus sebesar 0.153 %. Pratiwi dkk., (2016) melakukan penelitian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat halus berupa pasir progo. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 2,58 untuk berat jenis dan 0,276% untuk penyerapan air. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.1.3. Pengujian Gradasi Butiran

Pengujian gradasi butiran dilakukan untuk mengetahui agregat halus yang berupa pasir Clereng, sungai Progo memenuhi persyaratan standarisasi yang mengacu pada ASTM (1986). Hasil pengujian diperoleh nilai modulus halus butir sebesar 3.8661, hasil ini sesuai dengan persyaratan nilai MHB. Tabel 4.1 menunjukkan hasil pemeriksaan persentase gradasi butiran untuk agregat halus yang dijadikan acuan dalam menentukan daerah gradasi. Perhitungan penentuan gradasi butiran agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4. 1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus.

Nomor Saringan	Berat Tertahan (gram)	Persen berat Tertahan (%)	Persen berat Tertahan Kumulatif (%)	Persen Berat Lolos Kumulatif (%)
No. 4 (4,75 mm)	75.95	7.595	7.595	92.4
No. 8 (2,4 mm)	54.73	5.473	13.068	87
No. 16 (1,2 mm)	123.04	12.304	25.372	74.6
No. 30 (0,6 mm)	270	27	52.372	47.6
No. 50 (0,3 mm)	388.87	38.88	91.259	8.7
No. 100 (0,15 mm)	56.85	5.685	96.944	3.1
Pan	30.56	3.056	100	0
Jumlah	1000	100	386.61	

4.1.4. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui nilai yang nantinya digunakan untuk koreksi takaran air dalam adukan beton yang sesuai kondisi lapangan. Hasil pengujian kadar air dari pasir Progo diperoleh nilai kadar air rata-rata 5% dalam kondisi benda uji keadaan jenuh kering permukaan. Pratiwi dkk., (2016) melakukan pengujian kadar air berupa pasir Progo diperoleh nilai kadar air sebesar 4,575%. Hasil pengujian dan persentase kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran 4.

Pengujian sifat fisik dan mekanik material yang berupa pasir Progo dapat disimpulkan bahwa memenuhi persyaratan agregat halus yang ditetapkan dari masing-masing pengujian, sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil seluruh pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil pengujian agregat halus pasir Progo.

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	1.8
2	Gradasi butiran	-	Memenuhi standar (ASTM, 1986)
3	Berat jenis	-	2,284
4	Penyerapan air	%	0.153
5	Kadar air	%	5

4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

4.2.1. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan untuk mengetahui agregat yang baik digunakan sebagai bahan penyusun beton harus memiliki kadar lumpur sekecil mungkin. Persyaratan kadar lumpur maksimal agregat halus sebesar 1% (BSN, 1989). Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar berupa kerikil Clereng diperoleh nilai rata-rata sebesar 4%. Nilai kadar lumpur ini melampaui standar, maka agregat kasar termasuk kategori kotor sehingga perlu dicuci terlebih dahulu untuk mengurangi kadar lumpur yang melekat. Pratiwi dkk., (2016) melakukan pengujian kadar lumpur terhadap kerikil Clereng memperoleh persentase kadar lumpur sebesar 1,75%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2.2. Pengujian Keausan

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui kemampuan agregat menahan gesekan yang dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut. Menurut BSN (2005), agregat kasar yang memenuhi persyaratan memiliki nilai keausan maksimum sebanyak 40%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai keausan agregat sebesar 31%. Pratiwi dkk., (2016) melakukan pengujian keausan terhadap kerikil Clereng memperoleh nilai keausan sebesar 21,36%. Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.2.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sama halnya dengan pengujian terhadap agregat halus. Berdasarkan hasil pemeriksaan, didapatkan berat jenis kering permukaan sebesar 2,48 dan penyerapan air sebesar 3%. Menurut

Mulyono (2004), agregat berdasarkan beratnya dibagi menjadi tiga jenis yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat yang digunakan ialah agregat normal yang memiliki berat jenis pada rentang 2,5 – 2,7. Pratiwi dkk., (2016) melakukan penelitian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar berupa kerikil Clereng. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 2,63 pada berat jenis dan 1,438% untuk penyerapan air. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.2.4. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat air dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan kadar air dari kerikil Clereng dengan nilai sebesar 1.01% dengan keadaan jenuh kering permukaan. Pratiwi dkk., (2016) melakukan penelitian terhadap kadar air agregat kasar berupa kerikil Clereng. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 0,549%. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Lampiran 8.

Pengujian sifat fisik dan mekanik material yang berupa kerikil Clereng dapat disimpulkan bahwa memenuhi persyaratan agregat kasar yang ditetapkan dari masing-masing pengujian, sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil seluruh pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian agregat kasar Clereng

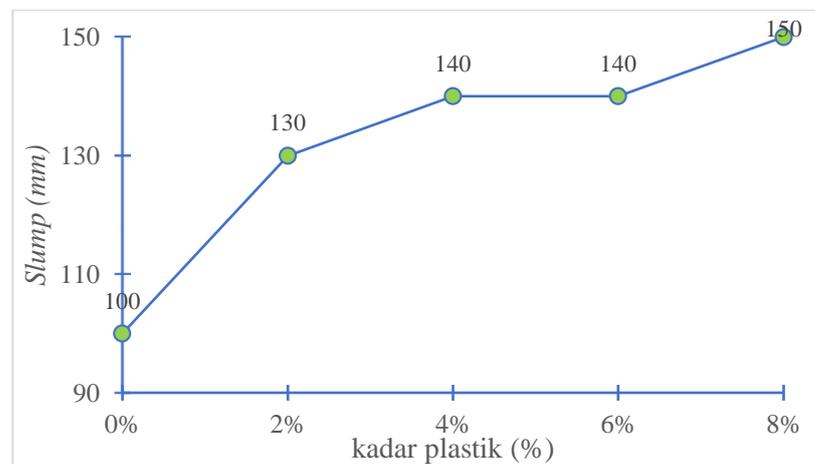
No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	4
2	Keausan	%	31
3	Berat jenis	-	2,48
4	Penyerapan air	%	3
5	Kadar air	%	1.01

4.3 Hasil Pengujian *Fresh Properties*

4.3.1. Pengujian *Slump*

Pengujian *Slump* dilakukan untuk mengetahui kemampuan mengalir (*flowability*) campuran beton untuk mengisi rongga. Pengujian ini merupakan salah satu pemeriksaan dari beton normal. 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 4.1 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.



Gambar 4. 1 Hubungan antara nilai *slump* dan kadar plastik.

4.3.2. Pengujian Berat Beton

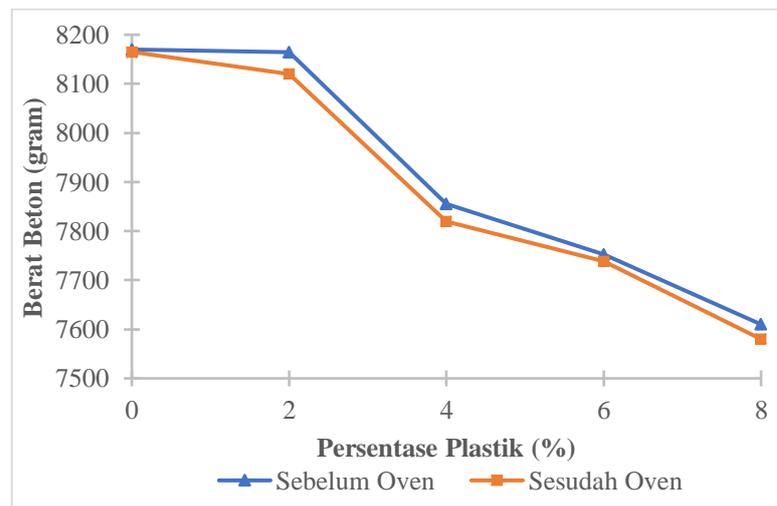
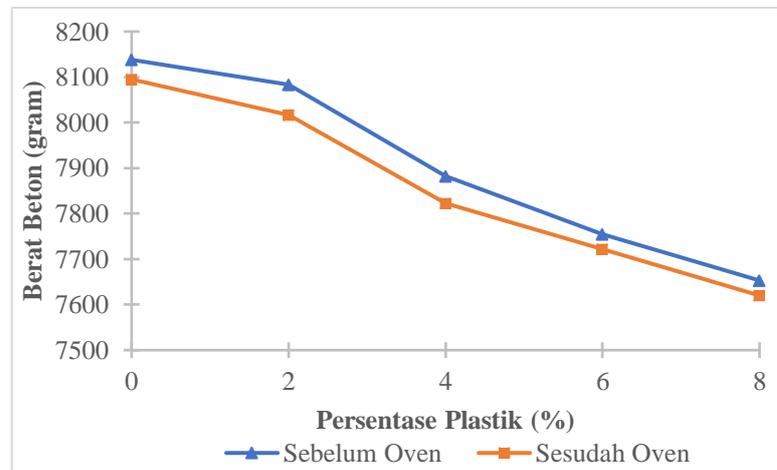
Pengujian berat beton dilakukan untuk mengukur perbedaan berat dari variasi campuran plastik pada beton, dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% secara berturut-turut menunjukkan penurunan. Campuran beton menandakan semakin banyaknya plastik yang digunakan membuat *mix* beton semakin ringan, hal ini dikarenakan 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 4.4.

Tabel 4. 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

Tabel 4.4 Hasil pengujian berat beton (lanjutan).

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 4. 2 Hubungan antara berat beton dan kadar plastik pada umur 7 hari (atas) dan umur 28 hari (bawah).

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Campuran Plastik HDPE pada Suhu Optimum

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton normal dengan bahan tambah plastik HDPE pada umur beton 7 dan 28 hari. Pada penelitian ini, digunakan limbah plastik HDPE dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% sebagai bahan pengganti agregat kasar dari beton.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton normal tanpa pemaparan suhu optimum plastik (120°C) dengan persentase plastik 0% pada umur beton 3 hari diperoleh hasil 14 MPa dengan nilai konversi 30 MPa pada 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton normal yang diberi pemaparan suhu optimum plastik (120°C) selama 2 jam dengan persentase plastik 0% pada umur beton 7 hari dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut 9.05 MPa dan 15.09 MPa. Beton dengan persentase plastik 0% tanpa pemaparan suhu dikatakan beton normal yang digunakan sebagai pembanding dan kontrol terhadap beton yang diberi suhu pemaparan optimum plastik. Kuat tekan beton normal dengan persentase plastik 0% dengan pemaparan suhu mengalami penurunan kuat tekan beton hingga 50%. Hasil kuat tekan beton normal dengan persentase plastik 0% yang diberi pemaparan suhu optimum plastik (120°C) dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil uji kuat tekan beton normal.

Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar Plastik (%)	Suhu (°C)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
MBN1	7	0	120	9.22	
MBN2	7	0	120	9.83	9.05
MBN3	7	0	120	8.11	
MBN	28	0	120	15.85	
MBN	28	0	120	15.56	15.09
MBN	28	0	120	13.85	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton campuran dengan variasi plastik 2% dengan pemaparan suhu optimum plastik (120°C) pada umur beton 7, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 11.72 MPa, dan 10.52 MPa. Kuat tekan beton dengan variasi plastik 2% mengalami penurunan yang signifikan. Campuran ini menunjukkan penambahan variasi plastik dapat menurunkan kuat tekan beton. Hasil pengujian beton pada umur 7 hari menunjukkan hasil yang lebih

besar dibandingkan dengan umur 28 hari, hal ini disebabkan oleh durasi pasca pengangkatan beton dari *curing* yang lebih lama dibandingkan beton umur 28 hari, dapat disimpulkan juga bahwa dengan pendiaman beton lebih lama pada suhu ruangan sebelum diberi pemaparan suhu dapat meningkatkan kuat tekan beton. Hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik 2% dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil uji kuat tekan beton variasi plastik 2%.

Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar Plastik (%)	Suhu (°C)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
MB2.1	7	2	120	11.20	
MB2.2	7	2	120	12.36	11.72
MB2.3	7	2	120	11.61	
MB2	28	2	120	10.24	
MB2	28	2	120	11.57	10.52
MB2	28	2	120	9.74	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton campuran dengan variasi plastik 4% dengan pemaparan suhu optimum plastik (120°C) pada umur beton 7, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 8.39 MPa, dan 9.89 MPa. Kuat tekan variasi plastik 4% mengalami penurunan pada setiap umur beton. Penambahan plastik 4% mengurangi kualitas dan kuat tekan beton terhadap beton normal. Hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik 4% dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil uji kuat tekan beton variasi plastik 4%.

Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar Plastik (%)	Suhu (°C)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
MB4.1	7	4	120	8.32	
MB4.2	7	4	120	9.05	8.39
MB4.3	7	4	120	7.79	
MB4	28	4	120	9.42	
MB4	28	4	120	10.35	9.89
MB4	28	4	120	9.90	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton campuran dengan variasi plastik 6% dengan pemaparan suhu optimum plastik (120°C) pada umur beton 7, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 7.47 MPa, dan 9.46 MPa. Kuat

tekan variasi plastik 6% mengalami penurunan pada setiap umur beton.. Hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik 6% dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil uji kuat tekan beton variasi plastik 6% .

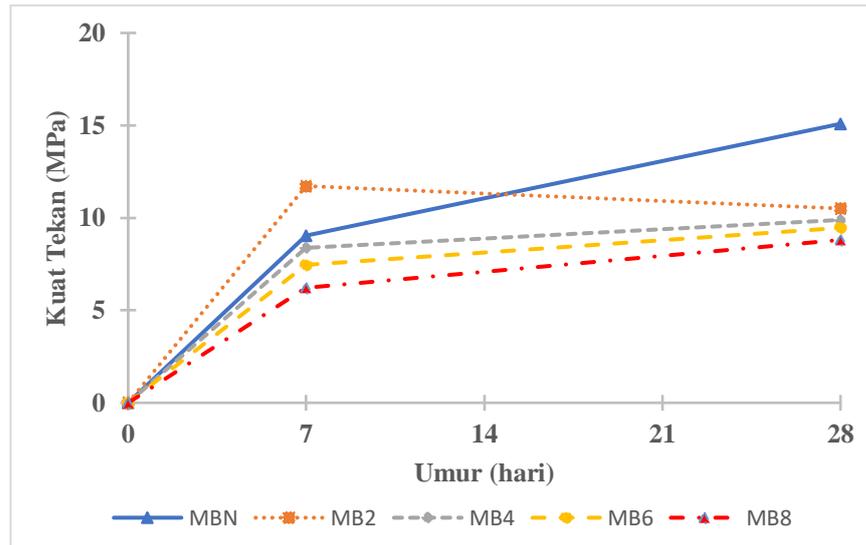
Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar Plastik (%)	Suhu (°C)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
MB6.1	7	6	120	7.35	
MB6.2	7	6	120	5.45	7.47
MB6.3	7	6	120	7.59	
MB6	28	6	120	10.23	
MB6	28	6	120	8.69	9.46
MB6	28	6	120	-	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton campuran dengan variasi plastik 8% dengan pemaparan suhu optimum plastik (120°C) pada umur beton 7, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 6.22 MPa, dan 8.81 MPa. Kuat tekan variasi plastik 8% mengalami penurunan pada setiap umur beton.. Hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik 8% dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil uji kuat tekan beton variasi plastik 8% .

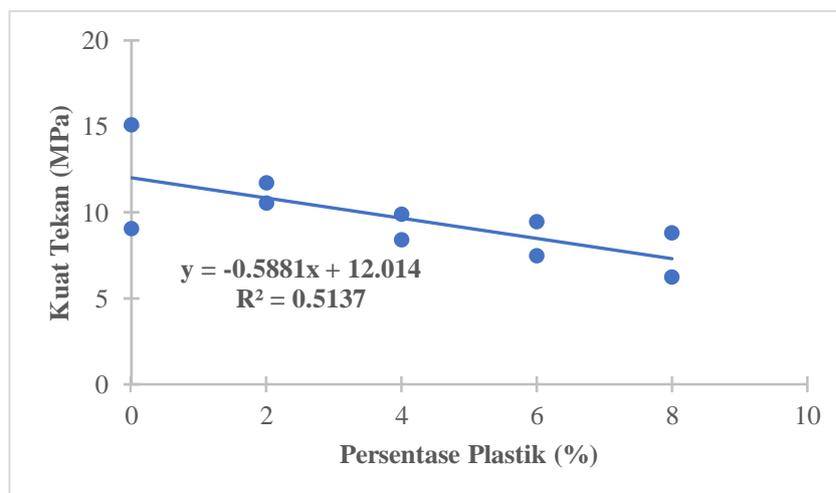
Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar Plastik (%)	Suhu (°C)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
MB8.1	7	8	120	6.77	
MB8.2	7	8	120	4.87	6.22
MB8.3	7	8	120	5.67	
MB8	28	8	120	7.43	
MB8	28	8	120	9.27	8.81
MB8	28	8	120	9.72	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7, dan 28 hari dengan variasi yang berbeda-beda, diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada variasi plastik 0%. Permukaan plastik yang licin mengurangi ikatan antara campuran lainnya sehingga beton tidak dapat bercampur dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan plastik sebagai pengganti sebagian agregat kasar akan mengakibatkan kekuatan dari beton menurun. Hubungan antara persentase plastik dan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 4.3.



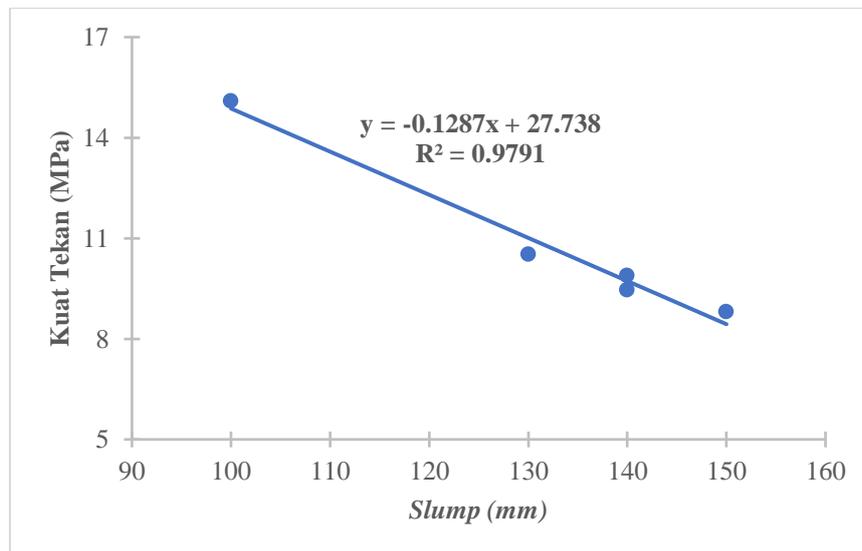
Gambar 4. 3 Hubungan kuat tekan dan umur beton.

Berdasarkan persamaan $y = -0,5881x + 12,014$ pada Gambar 4.4 dibawah, menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada penambahan plastik sebanyak 0% (normal). Campuran beton dengan bahan tambah plastik dapat mengurangi kuat tekan beton. Hal ini disebabkan karena plastik tidak dapat mengikat agregat halus dan campuran lainnya secara baik, sehingga ketika pengujian menggunakan alat uji *Concrete Compressive Strength Test* beton dengan campuran plastik akan lebih cepat mengalami keretakan dan penurunan kuat tekan.



Gambar 4. 4 Hubungan kuat tekan dan persentase plastik.

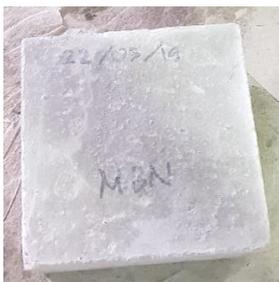
Berdasarkan persamaan $y = -0,0894x + 21,463$ pada Gambar 4.5 dibawah, menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi dapat dicapai pada nilai *slump flow* 100 mm dengan kuat tekan sebesar 15 MPa. Penambahan agregat plastik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dapat mengakibatkan nilai *slump* meningkat, hal ini dikarenakan permukaan agregat plastik yang licin tidak dapat mengikat campuran lainnya secara baik. Dapat disimpulkan juga ketika nilai *slump flow* semakin bertambah maka kuat tekan yang didapatkan semakin berkurang.



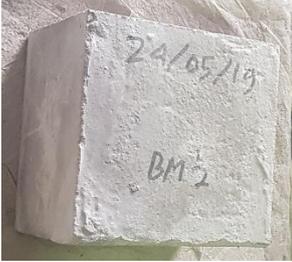
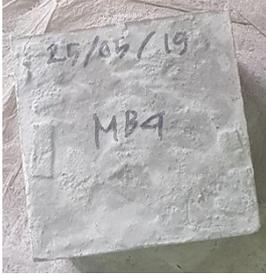
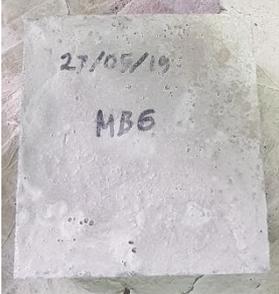
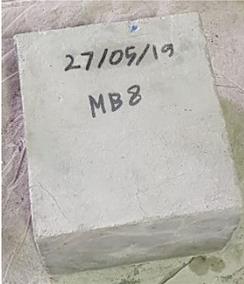
Gambar 4. 5 Hubungan kuat tekan dan *slump*.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat uji *Concrete Compressive Strength Test* diperoleh perbedaan kondisi fisik dari benda uji sebelum dan setelah diuji. Hasil kondisi setelah dilakukan uji kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4. 10 Perbedaan fisik beton sebelum dan setelah diuji.

Variasi	Sebelum diuji	Setelah diuji	Keterangan
0%			Benda uji mengalami sedikit kerusakan pada bagian ujung kanan dan retakan melintang pada bagian selimut kubus

Tabel 4.10 Perbedaan fisik beton sebelum dan setelah diuji (lanjutan).

2%			Benda uji mengalami kerusakan pada setiap ujung beton
4%			Benda uji mengalami kerusakan parah pada bagian ujung beton
6%			Benda uji mengalami kerusakan parah pada bagian sisi beton
8%			Benda uji mengalami rusak hampir pada seluruh sisi beton

Hasil penelitian sekarang dapat dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu. Penelitian ini menggunakan plastik sebagai bahan tambah dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat agregat kasar. Perbedaan hasil penelitian sekarang dan terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Perbandingan hasil penelitian sekarang dan terdahulu.

No.	Penelitian	Jenis penelitian	Perbedaan komposisi bahan tambah terhadap kuat tekan	
			Terdahulu	Sekarang
1	Perilaku Kuat Tekan dan Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE (Soebandono dkk., 2013)	Pengujian Lab	Bahan tambah campuran limbah plastik optimum dengan kadar 0% (normal) sebesar 27,88 MPa.	Bahan tambah campuran limbah plastik HDPE dengan pemaparan suhu optimum plastik (120°C) dengan kadar 0% (normal) sebesar 15.09 MPa
2	<i>Effect of Mix Parameters on the Strength Performance of Waste Plastics Incorporated Concrete Mixes</i> (Malkapur dkk., 2014)	Pengujian Lab	Bahan tambah <i>waste plastic</i> dan <i>fly ash</i> diperoleh nilai tertinggi sebesar 34 MPa dengan kadar 4% plastik	Bahan tambah berupa plastik 4% dengan pemaparan suhu 120°C diperoleh nilai tertinggi sebesar 9.89 MPa.
3	<i>Behavior of concrete reinforced with polypropylene fiber exposed to high temperatures</i> (Amancio dkk., 2018)	Pengujian Lab	Beton campuran <i>polypropylene fiber</i> 0% dengan pemaparan suhu 360 °C selama 30 menit dengan kuat tertinggi 35 MPa.	Beton campuran plastik HDPE dengan pemaparan suhu 120°C selama 2 jam dengan kuat tertinggi 15.09 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian dengan bahan tambah variasi plastik 0%; 2%; 4%; 6%; dan 8% dengan pemaparan suhu optimum plastik (120°C) selama 2 jam. Beton mengalami penurunan yang signifikan sebesar 45% (15.09 MPa) dibandingkan pada penelitian sebelumnya dengan bahan tambah variasi plastik 0% sebesar 27.88 MPa tanpa pemaparan suhu optimum plastik.