



The 5<sup>th</sup> Conference on Innovation and Application of Science and Technology  
(CIASTECH)

Website Ciastech 2022 : <https://ciastech.widyagama.ac.id>

Open Confrence Systems : <https://ocs.widyagama.ac.id>

Proceeding homepage : <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/index>

P-ISSN : 2622-1276

E-ISSN: 2622-1284

## PENGARUH AGREGAT HALUS PASIR HITAM DAN COKLAT DENGAN ZAT DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAN MODULUS

Julius Tunabenani<sup>1)</sup>, Abdul Halim<sup>2)</sup>, Aji Suraji<sup>3\*)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

### INFORMASI ARTIKEL

#### **Data Artikel:**

Naskah masuk, 12 September 2022

Direvisi, 2 Oktober 2022

Diterima, 30 Oktober 2022

#### **Email Korespondensi :**

[ajisuraji@widyagama.ac.id](mailto:ajisuraji@widyagama.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan modulus elastisitas akibat penambahan pasir hitam dan pasir coklat serat damdex. Metode pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan rancangan percobaan 2 faktor. Pasir hitam dan pasir coklat divariasi dan ditambahkan zat aditif berupa damdex untuk mendapatkan kuat tekan optimum. Analisis statistik menggunakan analisis ragam (anova) untuk mengetahui pengaruh penambahan material tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akibat penambahan pasir hitam dan pasir coklat dengan damdex sebanyak 0,4% memberikan pengaruh yang signifikan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa akibat penambahan damdex maka kuat tekan dan modulus elastisitas dapat meningkat dan bermanfaat.

**Kata Kunci:** Kuat Tekan, Modulus, Pasir Hitam, Pasir Coklat, Damdex

### 1. PENDAHULUAN

Beton adalah campuran pasir, kerikil, semen, dan air yang berbentuk seperti batu. Zat tambahan terkadang ditambahkan untuk membuat beton dengan sifat tertentu seperti Mencegah retak, mencegah korosi dan karat pada beton, menghemat waktu pengerasan [1]. Bahan cetakan beton dicampur secara merata ke dalam bahan dan campuran tertentu sehingga dapat dituangkan ke dalam cetakan dan dibentuk sesuai keinginan[2].

Perbandingan campuran bahan susun disusun dari ukuran terkecil sampai ukuran terbesar yaitu semen, pasir dan kerikil. Jadi jika campuran beton menggunakan semen 1: 2: 3 berarti campuran beton menggunakan 1 semen, 2 pasir dan 3 kerikil.[3]. Berbagai penelitian sebelumnya bahwa penambahan bahan aditif tertentu pada Campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan modulus beton[4] [5].

Sifat dan sifat komponen beton mempengaruhi kinerja beton yang diproduksi. Kinerja beton ini mempengaruhi kekuatan, kemampuan kerja, dan daya tahan yang diinginkan dari waktu ke waktu. Ini adalah beton yang berubah menjadi[6]. Selain itu, komposisi campuran beton juga akan berpengaruh terhadap kekuatan dan modulus beton [7] [8]. Tujuan dari penelitian ini adalah

mengetahui kualitas beton yang ditinjau dari kuat tekan dan modulus elastisitas dari bahan campuran pasir hitam dan pasir coklat dengan tambahan zat admixtur damdex.

Material dengan menggunakan pasir coklat dan pasir hitam dimana pasir coklat memiliki struktur yang lebih halus, sehingga dapat di ketahui material yang kurang layak digunakan dalam pembuatan beton, penelitian ini dengan membuat variasi komposisi antara pasir coklat dan pasir hitam dengan komposisinya 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya kinerja beton dengan berbagai perlakuan material dan komposisinya [9][10].

Dengan mencoba bahan tambah zat admixture bermerek Damdex sebagai aditif dalam campuran beton. Penulis memilih campuran Damdex karena sifat aditif untuk mencegah kebocoran dan memperkuat beton, serta karena alasan ekonomi. Untuk itu penulis bertanya-tanya apakah Damdex selain berfungsi sebagai beton padat juga dapat meningkatkan kuat tekan beton dan apakah penggunaan aditif Damdex ini dapat membuat beton lebih ekonomis sebagai pengaduk semen. jika itu memungkinkan[11] [12].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini membuat 25 benda uji dengan komposisi 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil, dan setiap benda uji mempunyai campuran pasir coklat (Psc) dan pasir hitam (Psh) yang berbeda, dan akan ditambahkan zat admixtur damdex 0,4% pada setiap benda uji, pada umur 28 hari akan diuji kuat tekan dan modulus elastisitas seperti pada tabel 1 [13][8].

**Tabel 1.** Rancangan Penelitian

No	Komposisi Campuran Beton	Jumlah Benda Uji
1	1 Pc + 2 Psc + 0 Psh + 3 Kr	5
2	1 Pc + 1.5 Psc + 0,5 Psh + 3 Kr	5
3	1 Pc + 1 Psc + 1 Psh + 3 Kr	5
4	1 Pc + 0,5 Psc + 1,5 Psh + 3 Kr	5
5	1 Pc + 0 Psc + 2 Psh + 3 Kr	5
Total Benda Uji		25

Bahan yang digunakan dalam campuran beton sebagai berikut:

- 1) Semen Portland  
Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang memiliki sifat hidrolis dan digiling bersamaan dengan bahan tambahan berupa satu atau beberapa bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh menambahkan bahan tambahan lainnya[14].
- 2) Agregat Halus  
Agregat halus (pasir) adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4.8 mm atau 4.75 mm atau 5.00 mm. agregat kasar adalah agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan 4.8 mm atau 4.75 mm atau 5 mm [15] [16].
- 3) Agregat kasar (kerikil)  
Agregat kasar merupakan agregat dengan ukuran butirannya lebih besar dari 5 mm yang tidak berpori dan keras. Agregat kasar harus memiliki gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar dan mengurangi penggunaan semen portland.
- 4) Damdex  
*Admixture* Damdex adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih kuat untuk pekerjaan tertentu.
- 5) Air

Air merupakan salah satu bahan utama penyusun beton yang mempunyai fungsi untuk memicu proses kimiawi dari semen sehingga menjadi bahan perekat dan melumasi agregat halus dan kasar supaya mudah dalam pengerjaan pengadukan beton.

## 2.2. Pengujian Slump

Dari Masing – Masing campuran adukan beton tersebut dilakukan pengujian slump. Nilai slump diperlukan untuk mengetahui tingkat workabilitas dari campuran beton. Menggunakan kerucut Abrams dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm [17] [7].

## 2.3. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat umur beton 28 hari dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton untuk mengetahui kekuatan tekan beton yang telah dibuat. Prosedur pengujian tekanan yaitu meletakkan benda uji pada meja penekanan, memeriksa manometer yang akan digunakan, memutar jarum merahnya sehingga berimpit dengan jarum hitam pada skala nol. pada benda uji silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, besar kuat tekan beton, maka semakin baik juga kualitas beton tersebut. Kuat tekan beton ( $f'c$ ) menyatakan kekuatan tekan luas bidang permukaan yang disyaratkan [18] [19].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian-pengujian yang dilakukan pada agregat halus dan kasar meliputi pengujian kadar air, kadar lumpur, gradasi, berat jenis dan penyerapan. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Berikut merupakan tabel hasil pengujian agregat halus sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 2. pengujian agregat halus

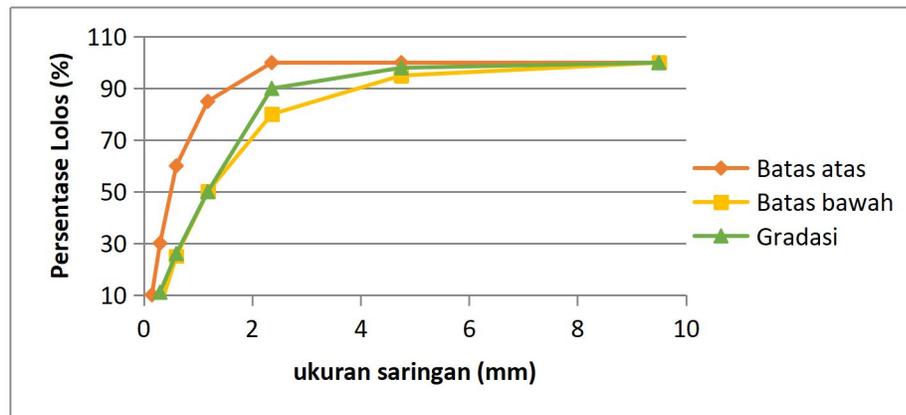
Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar SNI	Keterangan
Kadar air	1.6%	-	-
Kandungan lumpur	3.1%	Maksimum 5%	Memenuhi Syarat
Berat jenis bulk	2.5	-	-
Berat jenis SSD	2.6	2.5 - 2.7	Memenuhi Syarat
Berat jenis semu	2.7	-	-
Penyerapan air	2.9%	-	-
Modulus halus butir	3.1	2.3 - 3.1	Memenuhi Syarat

Berikut merupakan tabel hasil pengujian gradasi agregat halus sebagaimana pada tabel 3

Tabel 3. pengujian gradasi agregat halus

No Saringan	Tertinggal		Kumulatif	
	Berat (g)	%	Tertinggal (%)	Lolos (%)
3/8 "	0	0%	0%	100%
4	50	2%	2%	98%
8	243	8%	10%	90%
16	1202	40%	50%	50%
30	707	24%	74%	26%
50	448	15%	89%	11%
100	340	11%	100%	0%
sis (pan)	0	0%	100%	0%
Jumlah	2990	100%	324%	
MHB =				3,237

Pengujian gradasi agregat kasar di atas dapat digambarkan grafik beserta gradasi yang disyaratkan oleh ASTM C33-03 sebagaimana pada gambar 1. Dari gambar grafik gradasi agregat diatas termasuk dalam gradasi agregat halus zona 2.



Gambar 1. Grafik gradasi agregat halus

Dari gambar grafik gradasi agregat diatas termasuk dalam gradasi agregat halus zona 2. Berikut merupakan tabel hasil pengujian agregat kasar sebagaimana pada tabel 4.

**Tabel 4** pengujian agregat kasar

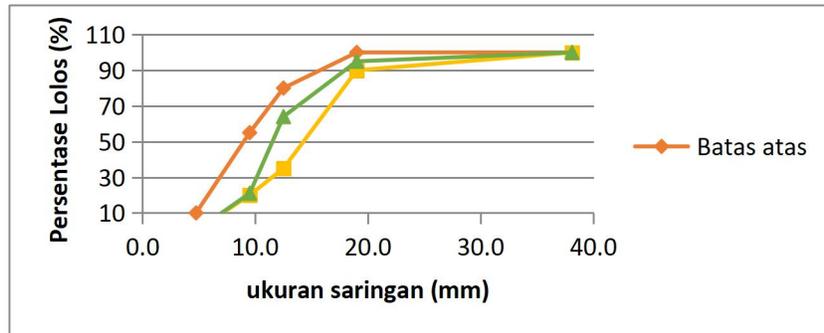
Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Keterangan
Kadar air	0.6%	-	-
Kandungan lumpur	0.4%	Maksimum 1%	Memenuhi syarat
Berat jenis bulk	2.4	-	-
Berat jenis SSD	2.4	2.5 - 2.7	Memenuhi syarat
Berat jenis semu	2.4	-	-
Penyerapan air	0.6%	-	-
Modulus halus butir	4.2	5 - 8	Memenuhi syarat

Berikut merupakan tabel hasil pengujian agregat kasar sebagaimana pada tabel 5.

**Tabel 5.** pengujian gradasi agregat kasar

No Saringan	Tertinggal		Kumulatif	
	Berat (kg)	%	Tertinggal (%)	Lolos (%)
<b>1 1/2" (38,1 mm)</b>	0	0.00	0.00	100.00
<b>1" (25 mm)</b>	121	1.23	1.23	98.77
<b>3/4" (19mm)</b>	5910	59.98	61.20	38.80
<b>1/2" (12,7mm)</b>	3243	32.91	94.11	5.89
<b>3/8" (9,5 mm)</b>	419	4.25	98.37	1.63
<b>no. 4 (4,75mm)</b>	123	1.25	99.61	0.39
<b>no. 8 (2,36mm)</b>	38	0.39	100.00	0.00
<b>Pan</b>	140			
<b>Jumlah</b>	9994		454.53	
<b>Modulus Halus Butir (MHB)</b>				4.55

Pengujian gradasi agregat kasar di atas dapat digambarkan grafik beserta gradasi yang disyaratkan oleh ASTM C33-03 sebagaimana pada gambar 2. Dari gambar grafik gradasi agregat diatas termasuk dalam gradasi agregat kasar zona 2.



Gambar 2. Grafik gradasi agregat kasar

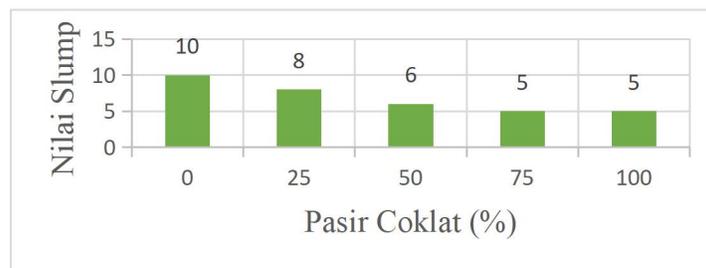
### 3.2. Pengujian Slump

Dari campuran adukan beton tersebut dilakukan pengujian slump. Nilai slump diperlukan untuk mengetahui tingkat workabilitas dari campuran beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** pengujian *Slump*

Komposisi	Psc	Damdex	Air	<i>Slump</i>	Tingkat Workability
	(%)	(kg/liter)	(liter)	(cm)	
1 Pc : 2 Psh : 3 Kr	0	0	5	12	Sedang - Tinggi
1 Pc : 1,5 Psh : 0,5 Psc : 3 Kr	25	0,0329	5	8	Sedang - Tinggi
1 Pc : 1 Psh : 1 Psc : 3 Kr	50	0,0329	5,1	6	Sedang
1 Pc : 0,5 Psh : 1,5 Psc : 3 Kr	75	0,0329	5	5	Sedang
1 Pc : 2 Psc : 3 Kr	100	0,0329	5,5	5	Sedang

Pengujian nilai *slump* diatas dapat digambarkan grafik sebagaimana pada gambar 3. Dari gambar grafik dapat dilihat nilai slump tertinggi berada pada komposisi 1 Pc : 2 Psh : 3 Kr 10%.



Gambar 3 Pengujian *Slump*

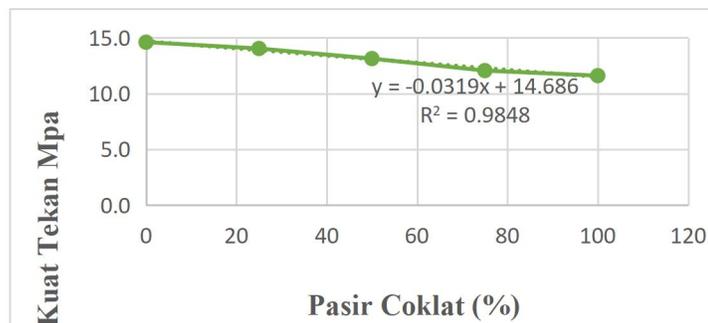
### 3.3. Perhitungan Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton pada uji silinder 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 28 hari selengkapnya disajikan dalam tabel 7 [20].

Tabel 7. Perhitungan Kuat Tekan Beton

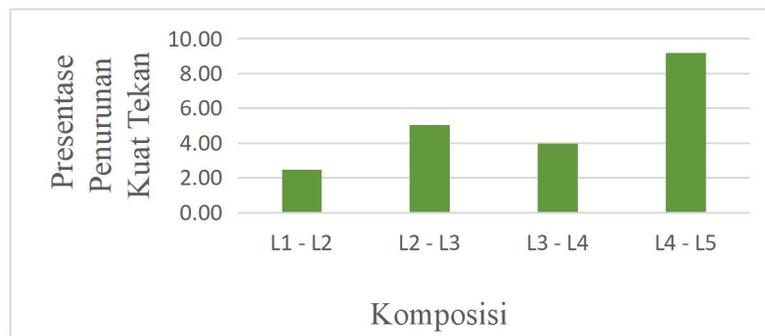
Komposisi	P	P	fc	fcr
	(KN)	(N)	(MPa)	(MPa)
1 PC : 2 PSh : 0 PSc : 3 KR	280	280000	15,853	13,8712
	230	230000	13,022	
	250	250000	14,154	
	275	275000	15,570	
	250	250000	14,154	
1 PC : 1.5 PSh : 0.5 PSc : 3 KR	250	250000	14,154	13,5315
	250	250000	14,154	
	225	225000	12,739	
	230	230000	13,022	
	255	255000	14,437	
1 PC : 1 PSh : 1 PSc : 3 KR	175	175000	9,908	12,7389
	200	200000	11,323	
	250	250000	14,154	
	225	225000	12,739	
	180	180000	10,191	
1 PC : 0.5 PSh : 1.5 PSc : 3 KR	210	210000	11,890	12,3425
	200	200000	11,323	
	240	240000	13,588	
	175	175000	9,908	
	180	180000	10,191	
1 PC : 0 PSh : 2 PSc : 3 KR	265	265000	15,004	11,2102
	165	165000	9,342	
	155	155000	8,776	
	175	175000	9,908	
	155	155000	8,776	
<b>Rata - Rata</b>				<b>12,7389</b>

Dari hasil perhitungan kuat tekan diatas dapat digambarkan grafik sebagaimana pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik Kuat Tekan Beton

Jika dilihat pada tabel 4.8 dan gambar 4 di atas maka diketahui nilai kuat tekan beton mengalami penurunan dengan rata-rata keseluruhan sebesar 12,7389 MPa.



**Grafik 5** Penurunan Kuat Tekan

Jika dilihat pada tabel 4 dan gambar 5 diketahui bahwa pengurangan pasir hitam digantikan dengan pasir coklat sebanyak 25% dari komposisi awal.

L1 (1 Pc : (2 Psh + 0 Psc) : 3 Kr) menjadi L2 (1 Pc : (1,5 Psh + 0,5 Psc) : 3 Kr),

L3 (1 Pc : (1 Psh + 1 Psc) : 3 Kr), L4 (1 Pc : (0,5 Psh + 1,5 Psc) : 3 Kr),

L5 (1 Pc : (0 Psh + 2 Psc) : 3 Kr)

Terdapat penurunan kuat tekan beton dengan rata – rata sebesar 4,12 %. Penurunan kuat tekan beton pada komposisi. Komposisi Damdex sebagaimana terdapat pada Tabel 8 dan hasil pengujian sebagaimana terdapat pada Gambar 6.

L1 menjadi L2 sebesar 2,45 %, Penurunan kuat tekan beton pada komposisi

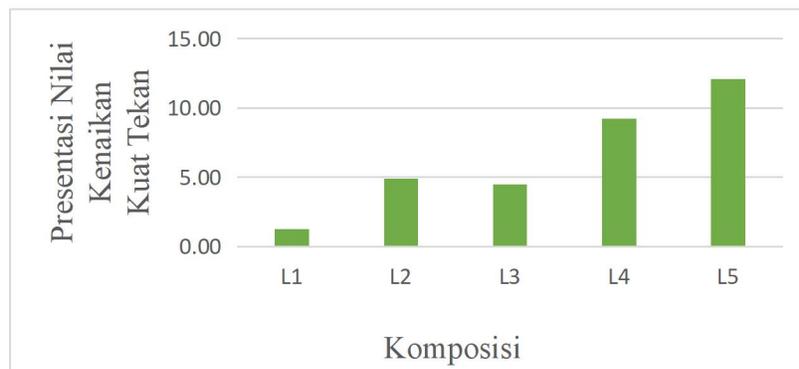
L2 menjadi L3 sebesar 5,02 %, Penurunan kuat tekan beton pada komposisi

L3 menjadi L4 sebesar 3,96 %, Peningkatan kuat tekan beton pada komposisi

L4 menjadi L5 sebesar 9,17 %

**Tabel 8** Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Menggunakan Zat Damdex Terhadap Tanpa Zat Damdex

Komposisi	fcr ( MPa )		Persentase Kenaikan (%)	Persentase Perbedaan Kuat Tekan	
	Damdex	Tampa Damdex		Terhadap L1 Damdex (%)	Terhadap L1 Tanpa Damdex (%)
<b>L1</b> 1 Pc : ( 2 Psh + 0 Psc ) : 3 Kr	13,9	13,7	1,25	0,00	101,25
<b>L2</b> 1 Pc : ( 1,5 Psh : 0,5 Psc ) : 3 Kr	13,5	12,9	4,90	-2,45	98,77
<b>L3</b> 1 Pc : ( 1 Psh : 1 Psc ) : 3 Kr	12,7	12,3	3,57	-8,16	92,98
<b>L4</b> 1 Pc : ( 0,5 Psh : 1,5 Psc ) : 3 Kr	12,3	11,3	9,23	-11,02	90,09
<b>L5</b> 1 Pc : ( 0 Psc + 2 Psh ) : 3 Kr	11,2	10,0	12,10	-19,18	81,83
<b>Rata - rata</b>			<b>6,21</b>	<b>-8,16</b>	<b>92,98</b>



**Gambar 6** Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Menggunakan Zat Damdex Terhadap Tanpa Zat Damdex

Jika dilihat pada tabel 8 dan gambar 6 diketahui bahwa terdapat kenaikan kuat tekan beton pada semua komposisi, antara tanpa damdex dengan diberikan damdex didapat rata-rata kenaikan kuat tekan beton sebesar 6,39 %.

Diantara 5 komposisi tersebut kenaikan kuat tekan beton tertinggi terjadi pada komposisi L5 dengan kenaikan sebesar 12,10 %.

Kuat tekan beton pada semua komposisi beton yang diberikan Damdex dibandingkan dengan komposisi L1 tanpa damdex didapatkan hasil, untuk komposisi:

L1 (1 Pc : (2 Psh + 0 Psc) : 3 Kr) mengalami penurunan sebesar 1,25 %, untuk komposisi

L2 (1 Pc : (1,5 Psh + 0,5 Psc) : 3 Kr) mengalami kenaikan sebesar 4,90 %, sedangkan untuk komposisi

L3 (1 Pc : (1 Psh + 1 Psc) : 3 Kr), mengalami penurunan sebesar 4,49 %, sedangkan

L4 (1 Pc : (0,5 Psh + 1,5 Psc) : 3 Kr), mengalami kenaikan sebesar 9,23 % sedangkan,

L5 (1 Pc : (0 Psh + 2 Psc) : 3 Kr) terjadi kenaikan 12,10 %.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Penambahan pasir coklat dan pengurangan pasir hitam mampu menghasilkan kuat tekan beton sebesar 12,76 MPa.
- 2) Penambahan pasir coklat dan pengurangan pasir hitam mampu menghasilkan modulus elastisitas sebesar 114253,1 MPa.
- 3) Penambahan damdex pada campuran dapat menghasilkan kenaikan kuat tekan sebesar 150,4 % dan kenaikan modulus elastisitas sebesar 167,6 %.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Mulyono, "Analisis Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah," *Pengaruh Jumlah Semen dan Fas Terhadap Kuat Tekan Bet. Dengan Agreg. yang Berasal dari Sungai*, vol. 17, no. 2, pp. 205–218, 2016.
- [2] R. Amelia, S. Suhendra, and K. R. Amalia, "Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton," *J. Talent. Sipil*, vol. 4, no. 2, 2021, doi: 10.33087/talentsipil.v4i2.79.
- [3] kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat, "Rancangan Campuran Beton," *Diklat*

- Perkerasan Kaku*, 2017.
- [4] H. Sutanto, F. N. Abdi, and R. A. Kesuma, "Pemanfaatan Cangkang Kemiri Aleurites Moluccana (Candlenut) Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan," *J. Teknol. Sipil*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [5] M. I. Saifuddin, B. Edison, and K. Fahmi, "Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Mhs. Tek.*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [6] I Wayan Suarnita, "Karakteristik Beton Ringan Dengan Menggunakan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar," *SMARTek*, vol. 8, pp. 22–23, 2010.
- [7] A. M. D. S. Ximenes, A. Halim, and A. Suraji, "Pengaruh Komposisi Campuran Beton dan Jenis Semen terhadap Keleccakan (Concrete Workability) dan Kuat Tekan Beton," in *The 4th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2021)*, 2021, pp. 529–538, [Online]. Available: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/3349%0A%0A>.
- [8] R. S. Sari, Rosie Arizki Intan; Wallah, Steenie E.; Windah, "Pengaruh Jumlah Semen dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat yang Berasal dari Sungai," *Pengaruh Jumlah Semen dan Fas Terhadap Kuat Tekan Bet. Dengan Agreg. yang Berasal dari Sungai*, vol. 3, no. 1, pp. 68–76, 2015.
- [9] M. Ansor, A. Halim, and A. Suraji, "Uji Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas dengan Kombinasi Pasir Hitam dan Coklat dengan Tambahan Sika," *Prosidia Widya Saintek*, vol. 01, no. 01, pp. 31–40, 2022, [Online]. Available: <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/pws/article/view/3940>.
- [10] S. Purwati, A. S. As'ad, "Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80," *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [11] Nurmaidah, "Penggunaan Bahan Tambah Damdex (Waterproofing) pada Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton," *JUNCTO*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [12] F. R. Putranto and S. Syaiful, "Pengaruh Penambahan Genteng Press Jatiwangi dan Damdex terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Komposit*, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.32832/komposit.v3i1.3742.
- [13] A. Halim, "Penambahan bendrat untuk mempertahankan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton akibat kebakaran," *Widya Tek.*, vol. 19, no. 2, pp. 1–5, 2011.
- [14] SNI 15-2049-2004, "Semen Portland," *Badan Stand. Nas. Indones.*, pp. 1–128, 2004.
- [15] F. Z. 'Aina, A. Mediyanto, and E. Safitri, "Kajian Modulus Elastisitas pada Beton Ringan Memadat Mandiri Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng dengan Variasi Viscocrete," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, 2020, doi: 10.20961/mateksi.v8i1.41533.
- [16] A. Dumyati and D. F. Manalu, "Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Fropil*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [17] P. Charniago, A. A. Lingga, and Y. Lestyowati, "Studi Eksperimen Kuat Tekan, Slump Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Semen Pcc Type 1 Yang Berbeda Merek," *J. Mhs. Tek. Sipil Univ. Tanjungpura*, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2000.

- [18] F. M. Van Gobel, "Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu," *RADIAL-juRnal Perad. saIns, rekayAsa dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [19] S. Permatasari, "Pengaruh Bahan Tambah Batu Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Beton  $f_c'_{21}$  Menggunakan Agregat Kasar Pt . Amr Dan Agregat Halus Desa Sunggup Kota Baru," *J. Tapak*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [20] I. M. A. Karyawan Salain, N. M. A. Wiryasa, and I. N. M. M. Adi Pamungkas, "Kuat Tekan Beton Geopolimer Menggunakan Abu Terbang," *J. SPEKTRAN*, vol. 9, no. 1, 2021, doi: 10.24843/spektran.2021.v09.i01.p09.