



Terbit *online* pada laman web jurnal :  
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

**SAINSTEK**  
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



## Pengaruh Penambahan Fly Ash Cangkang Sawit dan Kapur Dolomit Sebagai Bahan Substitusi Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar

Eko Bayu Rahman<sup>a</sup>, Ermiyati<sup>b</sup>, Azhari<sup>c</sup>, Andre Novan<sup>d</sup>, Yenita Morena<sup>e</sup>

<sup>A,b,c,d,e</sup> Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Tampan, Pekanbaru, 28292, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 27 Oktober 2022

Revisi Akhir: 28 Desember 2022

Diterbitkan *Online*: 30 Desember 2022

### KATA KUNCI

Mortar

Fly ash cangkang sawit

Kapur dolomit

Kuat tekan mortar

### KORESPONDENSI

Telepon: +62 852-6331-4942

E-mail: [ermiyati@lecturer.unri.ac.id](mailto:ermiyati@lecturer.unri.ac.id)

### A B S T R A C T

Penggunaan mortar di Indonesia dalam pembangunan konstruksi cukup tinggi, seperti plesteran dinding, pengisi kolom komposit dan lain sebagainya, namun mutu dari mortar itu sendiri tidak diperhatikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat menghasilkan mortar alternatif berbasis limbah dengan mutu kuat tekan yang lebih tinggi dari mortar normal, dan untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit terhadap kuat tekan mortar yang dihasilkan dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Pembuatan sampel benda uji mortar menggunakan cetakan yang berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm dan kemudian dilakukan pengujian pada umur sampel mortar 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya komposisi fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit maka kuat tekan mortar semakin menurun tetapi kuat tekan mortar akan meningkat bila kedua bahan dicampurkan, yang mana kuat tekan mortar normal yaitu 28 MPa, setelah penambahan fly ash cangkang sawit, hasil tertinggi yaitu pada campuran 5% dengan hasil 20,8 MPa dan terendah yaitu pada campuran 20% dengan hasil 12,13 MPa. Sedangkan kuat tekan mortar pada substitusi kapur dolomit tertinggi (meningkat) pada campuran 5% dengan hasil 35,47 MPa, dan terendah pada campuran 20% dengan hasil 21,20 MPa. Namun pada mortar yang menggunakan bahan substitusi campuran fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit 10% didapatkan kuat tekannya meningkat lebih tinggi yaitu sebesar 31,33 MPa. Dengan demikian penambahan kapur dolomit sangat berpengaruh terhadap kuat tekan mortar ini.

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, total luas keseluruhan areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2020 adalah 14,59 juta ha, dengan hasil produksi minyak sawit Indonesia pada tahun 2020 adalah sebesar 44,76 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2021). Dengan terus meningkatnya pertumbuhan di industri pabrik kelapa sawit, tentu akan sebanding dengan limbah buangan yang dihasilkan. Hasil pembakaran limbah kelapa sawit ini

menyisakan produk samping seperti fly ash cangkang sawit sekitar 3 sampai dengan 5 ton/minggu (Mulia, 2007) (Rahmadia, 2018).

Limbah pembakaran cangkang sawit, yang kemudian disebut fly ash cangkang sawit, yang dimana pengadaan bahan baku yang melimpah serta mudah dan murah didapatkan dirasa penulis sangat tepat dijadikan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam proses pembuatan mortar yang diharapkan dapat menghasilkan mortar yang bermutu tinggi dan menjadi salah satu solusi pemanfaatan limbah hasil pembakaran.

Mortar merupakan campuran dari semen, pasir, dan air, yang merupakan bahan utama dalam campuran mortar. Pada umumnya mortar masih menggunakan semen PCC sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu diperlukan bahan pengikat tambahan yang memiliki harga lebih murah, dapat meningkatkan kekuatan atau ketahanan mortar, serta adanya alternatif pemanfaatan bahan-bahan lain dengan memanfaatkan potensi daerah setempat.

Bahan pengikat tambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pembakaran serat dan cangkang sawit. Limbah pembakaran serat dan cangkang sawit yang berupa abu, memiliki unsur yang bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan mortar. Abu sawit memiliki sifat pozzolan dan mengandung unsur silika yang cukup banyak berkisar 60% (Meliala, 2010).

Pada penelitian penulis kali ini selain menggunakan *fly ash* cangkang sawit ditambahkan pula, kapur dolomit pada komposisi tertentu. Diharapkan dengan penambahan kapur dolomit mampu meningkatkan kuat tekan mortar yang dihasilkan (Khoirunnisa, dkk. 2017), dikarenakan jika mortar dengan tambahan hanya *fly ash* sawit memberikan kecenderungan mutu kuat tekan yang menurun dibandingkan mortar yang biasa (Febriani, dkk. 2013). Terdapat beberapa pilihan bahan substitusi lainnya yang telah diteliti oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang mampu memberikan pengaruh terhadap kuat tekan seperti penambahan NaOH, serbuk kaca dan gula aren, namun pada penelitian ini dipilih kapur dolomit karena relatif lebih murah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pencampuran *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit untuk meningkatkan nilai uji kuat tekan pada mortar

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Mortar

Pengertian mortar menurut SNI 03-6825-2002 adalah campuran antara pasir, air, dan semen portland dengan komposisi tertentu. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai kekentalan standar. Kekentalan standar mortar ini nantinya akan berguna dalam menentukan kekuatan mortar yang menjadi plasteran dinding, sehingga diharapkan mortar yang menahan gaya tekan akibat beban yang bekerja padanya tidak hancur (Mulyono, 2003).

Jenis mortar dapat juga dibagi menjadi beberapa jenis (SNI 03-6882-2002), yaitu

#### 1. Mortar Jenis M

Jenis mortar ini memiliki kekuatan dengan capaian 17,2 Mpa. Pembuatan materialnya berasal dari semen pasangan berjenis N maupun kapur semen. Penambahan semen portland dan kapur padam

sesuai komposisi yang sudah ditentukan. Mortar jenis ini digunakan pada dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan.

#### 2. Mortar Jenis S

Jenis mortar ini mempunyai kekuatan dengan capaian 12,5 Mpa. Pembuatan mortar berasal dari bahan semen pasangan jenis S maupun kapur semen. Penambahan semen portland dengan kapur padam sesuai perbandingan bahan. Mortar jenis ini digunakan pada saat tidak disyaratkan menggunakan mortar jenis M.

#### 3. Mortar Jenis N

Kekuatan mortar berjenis N memiliki nilai berkisar 5,2 Mpa. Pembuatannya memanfaatkan semen pasangan berjenis N. Penambahan kapur padam dengan semen juga sudah ditentukan komposisinya. Mortar jenis ini digunakan pada pasangan terbuka di atas tanah.

#### 4. Mortar Jenis O

Kekuatan mortar dapat mencapai kekuatan hingga 2,4 Mpa. Bahannya berasal dari semen pasangan berjenis N dengan semen portland serta kapur padam dengan ukuran tertentu. Mortar jenis ini digunakan pada dinding yang menahan tidak lebih dari 7 kg/cm<sup>2</sup> dan gangguan cuaca yang tidak berat.

## 2.2. Bahan Penyusun Mortar

### 2.2.1. Semen Portland

Semen portland dalam campuran mortar berfungsi sebagai pengikat antara material pengisi mortar seperti agregat halus. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO<sub>2</sub>), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sedikit magnesia (MgO) dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya, terkadang ditambahkan oksida besi, sedangkan gipsum (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen (Tri Mulyono, 2003).

### 2.2.2. Agregat Halus

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar. Agregat menempati sebanyak 70 % - 75% dari total volume mortar sehingga kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas mortar (Tjokrodiluljo, 1996). Kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil. Terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan pori dalam agregat. Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti

semakin tinggi angka pori dalam mortar yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan mortar, Spesifikasi standar pemeriksaan agregat halus menggunakan standar nasional Indonesia (SNI).

### 2.2.2. Air

Air di dalam campuran beton berfungsi untuk memungkinkan reaksi kimia pada semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan pada mortar. Sebaiknya dipakai air tawar bersih yang dapat diminum. Harus diperhatikan bahwa air yang berasal dari sumber alam tanpa pengolahan sering mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran mortar akan menurunkan kualitas mortar, bahkan dapat mengubah sifat mortar yang dihasilkan.

### 2.3. Fly Ash Cangkang Sawit

Fly ash Cangkang Sawit merupakan salah satu limbah dari pengolahan kelapa sawit. Abu sawit merupakan sisa dari pembakaran cangkang kelapa sawit dalam dapur atau tungku pembakaran dengan suhu 700°C – 800°C. Abu sawit berasal dari unit pengolahan kelapa sawit yang penanganan limbah tersebut ditangani secara baik.

Fly ash cangkang kelapa sawit merupakan limbah hasil pembakaran cangkang sawit yang mengandung banyak silikat. Selain itu, fly ash cangkang kelapa sawit juga mengandung Kation Anorganik seperti Kalium dan Natrium. Berikut kandungan fly ash cangkang sawit dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Fly ash Cangkang Sawit (% Massa)

Unsur/Senyawa	Cangkang Sawit (%)
Kalium (K)	7,5
Natrium (Na)	1,1
Kalsium (Ca)	1,5
Magnesium (Mg)	2,8
Klor (Cl)	1,3
Karbonat (CaO <sub>3</sub> )	1,9
Nitrogen (N)	0,05
Pospat (P)	0,9
Silika (SiO <sub>2</sub> )	61

(Sumber: Graille dkk, 1985 dalam Utama dan Sentosa, 2005)

### 2.4 Kapur Dolomit

Dolomit (Dolomite) merupakan batuan kapur yang banyak mengandung kristal Magnesium Karbonat (MgCO<sub>3</sub>), memiliki rumus kimia CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Dolomit berasal dari batuan induk yang memiliki warna

dan tekstur beragam; merupakan satu dari tiga bentuk mineral karbonat kompleks selain Kalsit dan Aragonit (Stone Guide, 2009). Pemanfaatan Dolomit pada proyek-proyek bangunan sipil sudah banyak dilakukan, sebab beberapa hasil penelitian menyimpulkan, bahwa Dolomit dapat digunakan sebagai substitusi semen PC pada pembuatan mortar, yang efeknya dapat meningkatkan kekuatan tekan (Khoirunnisa, dkk. 2017).

### 2.5. Pengujian Agregat

Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik agregat yang dipakai, apakah agregat tersebut layak dipakai atau tidak, karena sebagian besar campuran mortar diisi oleh agregat halus, sehingga kualitas mortar yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh kualitas agregat halus.

### 2.6. Uji Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria dasar pembagian jenis mortar, kuat tekan mortar pada dasarnya adalah sebuah fungsi dari volume pori/rongga dari mortar itu sendiri, karena pengukuran kuat tekan mortar lebih mudah dan biasanya dapat langsung dihubungkan dengan kemampuan mortar lainnya seperti kuat tarik dan daya serap mortar (ASTM C 270). Pengujian kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari benda uji.

Kuat tekan mortar dapat diperoleh dengan persamaan 2.1:

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

$f_c'$  = Kuat tekan (N/m<sup>2</sup>)

P = Beban maksimum (N)

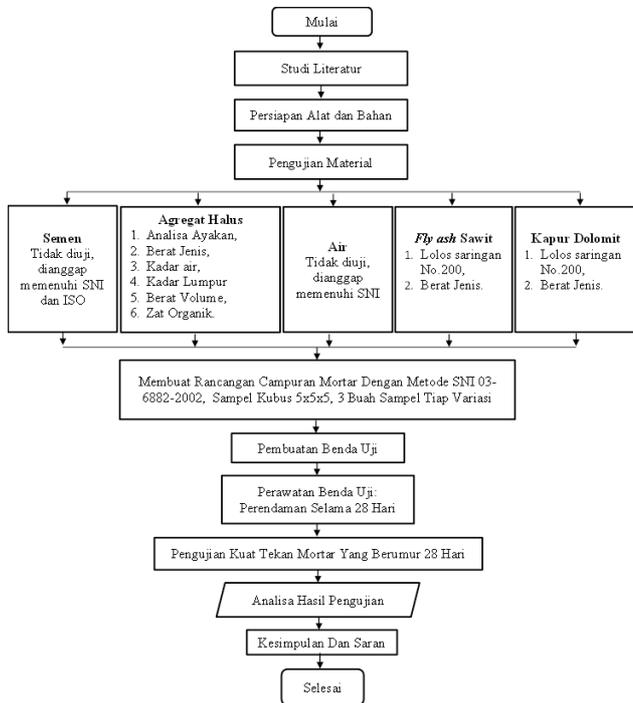
A = Luas Bidang permukaan (m<sup>2</sup>)

## 3. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini menggunakan empat variable yaitu mortar normal, mortar dengan tambahan fly ash cangkang sawit, mortar dengan tambahan kapur dolomit dan mortar campuran. Dalam penelitian ini digunakan campuran yang sesuai dengan SNI 03-6882-2002.

Pembuatan benda uji menggunakan kubus 50x50x50 mm dengan menggunakan bahan tambah fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari total volume semen. Pengujian dilakukan setelah benda uji umur 28 hari, terhitung sejak pembuatan benda uji. Benda uji yang telah direndam diangkat satu hari sebelum dilakukan pengujian, kemudian dikeringkan, lalu dilakukan pengujian kuat tekan mortar pada benda uji. Pelaksanaan penelitian seperti pembuatan benda uji dan perawatan benda uji dilaksanakan di Laboratorium Teknologi

Bahan Universitas Riau, adapun bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material Mortar

###### 4.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat halus yang akan dipakai untuk pembuatan sampel mortar. Untuk spesifikasi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Dasar Material Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar Spesifikasi	Keterangan
1.	Analisa Saringan	2,504	1,5 – 3,8	Memenuhi
	Berat Jenis (g/m <sup>3</sup> )			
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,62	2,58 – 2,83	Memenuhi
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,58	2,58 – 2,83	Memenuhi
2.	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,60	2,58 – 2,83	Memenuhi
	d. Persentase Absorpsi Air (%)	0,60	2 – 7	Tidak Memenuhi
3.	Kadar Organik	No.2	Maks No.3	Memenuhi
4.	Kadar Lumpur (%)	2,885	<5	Memenuhi
	Berat Volume			
5.	a. Kondisi Padat	1,78	1,4 – 1,9	Memenuhi
	b. Kondisi Gembur	1,64	1,4 – 1,9	Memenuhi
6.	Kadar Air (%)	0,058	3 – 5	Tidak Memenuhi

Pengujian terhadap karakteristik agregat halus sebagaimana terlihat pada tabel 4.1 diatas, dimana

umumnya semua jenis pengujian memenuhi persyaratan SNI dan dapat digunakan sebagai bahan susun mortar, walaupun pengujian terhadap kadar air dari agregat ini tidak memenuhi persyaratan, namun dalam pelaksanaan pembuatan mortar dilakukan pengontrolan terhadap jumlah air.

###### 4.1.2 Hasil Pemeriksaan Fly Ash Cangkang Sawit

Pengujian *fly ash* Cangkang Sawit dilakukan untuk mengetahui berat jenis *fly ash* cangkang sawit yang akan dipakai untuk pengganti sebagian semen pada pembuatan mortar. Untuk berat jenis yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Fly Ash Cangkang Sawit

No	Piknometer no.	1	2
1	Berat piknometer kosong (M1) gram	54,38	55,89
2	Berat piknometer + tanah kering (M2) gram	71,21	76,23
3	Berat piknometer + tanah + air (M3) gram	164,59	166,77
4	Berat piknometer + air (M4) gram	155,15	155,18
5	Temperatur (°C)	29	29
6	A = M2-M1	16,83	20,34
7	B=M3-M4	9,44	11,59
8	C=A-B	7,39	8,75
9	Massa jenis G <sub>s</sub> = A / C	2,277	2,325
10	Rata-rata G <sub>s</sub>		2,301
11	G <sub>s</sub> = 27,5 * t = G <sub>s</sub> x ((massa jenis air °t)/(massa jenis air 27,5°C))		2,301

Adapun hasil pengujian berat jenis terhadap fly ash cangkang sawit sebagaimana terlihat pada tabel 4.2 diatas, yaitu 2,301. Hal ini menunjukkan bahwa berat jenis *fly ash* cangkang sawit lebih kecil dari berat jenis semen.

###### 4.1.3 Hasil Pemeriksaan Kapur Dolomit

Pengujian kapur dolomit dilakukan untuk mengetahui berat jenis kapur dolomit yang akan dipakai untuk pengganti sebagian semen pada pembuatan mortar. Untuk berat jenis yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Kapur Dolomit

No	Piknometer no.	1	2
1	Berat piknometer kosong (M1) gram	50,49	52,83
2	Berat piknometer + tanah kering (M2) gram	90,32	89,25
3	Berat piknometer + tanah + air (M3) gram	174,1	175,28
4	Berat piknometer + air (M4) gram	148,25	151,66
5	Temperatur (°C)	29	29
6	A = M2-M1	39,83	36,42

7	B=M3-M4	25,85	23,62
8	C=A-B	13,98	12,8
9	Massa jenis Gs = A / C	2,849	2,845
10	Rata-rata Gs	2,847	
11	$Gs_{27,5^{\circ}C} = Gs \times ((\text{massa jenis air } ^{\circ}t) / (\text{massa jenis air } 27,5^{\circ}C))$	2,847	

Adapun hasil pengujian berat jenis terhadap kapur dolomit sebagaimana terlihat pada tabel 4.3 diatas, yaitu 2,847. Hal ini menunjukkan bahwa berat jenis kapur dolomit lebih besar dari berat jenis *fly ash* cangkang sawit dan lebih kecil dari berat jenis semen.

#### 4.2 Hasil Perancangan Komposisi Mortar

Rancangan komposisi campuran digunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI), dengan menggunakan bahan tambah *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari volume semen dimana material *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit sudah diuji berat jenisnya untuk mendapatkan hasil yang sesuai komposisinya. Untuk Komposisi material mortar dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Komposisi Benda Uji Mortar dalam 1 m<sup>3</sup>

No	Kode Sampel	Variasi Penambahan (%)		Berat Air (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Semen (kg)	Berat Fly ash Cangkang Sawit (kg)	Berat Kapur Dolomit (kg)
		Fly ash Cangkang Sawit	Kapur Dolomit					
1	MN	-	-	234,79	1547,80	565,90	-	-
2	MF 5	5	-	234,79	1547,80	537,61	20,66	-
3	MF 10	10	-	234,79	1547,80	509,31	41,33	-
4	MF 15	15	-	234,79	1547,80	481,02	62,007	-
5	MF 20	20	-	234,79	1547,80	452,72	82,67	-
6	MD 5	-	5	234,79	1547,80	537,61	-	25,57
7	MD 10	-	10	234,79	1547,80	509,31	-	51,14
8	MD 15	-	15	234,79	1547,80	481,02	-	76,72
9	MD 20	-	20	234,79	1547,80	452,72	-	102,29
10	MFD 5	2,50	2,50	234,79	1547,80	537,61	10,33	12,79
11	MFD 10	5	5	234,79	1547,80	509,31	20,67	25,57
12	MFD 15	7,50	7,50	234,79	1547,80	481,02	31,00	38,36
13	MFD 20	10	10	234,79	1547,80	452,72	41,34	51,15

Keterangan:

MN = Mortar normal.

MF = Mortar dengan pencampuran *fly ash* cangkang sawit.

MD = Mortar dengan pencampuran Kapur Dolomit.

MFD = Mortar dengan pencampuran *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit.

#### 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

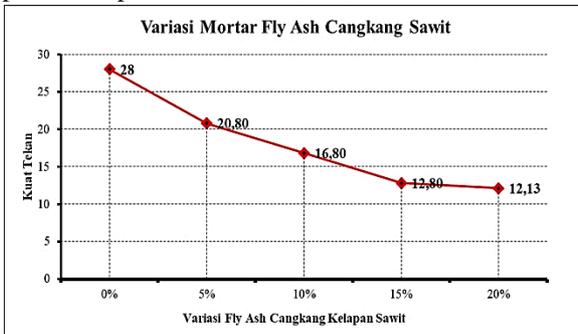
Pengujian kuat tekan dilakukan saat benda uji mortar berumur 28 hari, dengan menggunakan bahan tambah *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari total berat semen. Pengujian dilakukan dengan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 50 mm dan tinggi 50 mm. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari

Penamaan	Berat (g)	Berat isi (g/cm <sup>3</sup> )	Luas Permukaan (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	Kuat Tekan Mortar		Hasil Akhir	
					Persampel (MPa)	Rata-rata (MPa)	Meningkat (%)	Menurun (%)
MN (1)	266	2,128		5000	30			
MN (3)	275	2,2	2500	3000	24	28	-	-
MN (3)	276	2,208		5000	30			
MF (1) 5%	281	2,248		5000	22,4			
MF (2) 5%	278	2,224	2500	7000	18,8	20,80	25,71	-
MF (3) 5%	291	2,328		3000	21,2			
MF (1) 10%	295	2,36		5000	18			
MF (2) 10%	280	2,24	2500	8000	19,2	16,80	40	-
MF (3) 10%	285	2,28		3000	13,2			
MF (1) 15%	273	2,184		3000	13,2			
MF (2) 15%	280	2,24	2500	3000	12	12,80	54,28	-
MF (3) 15%	274	2,192		3000	13,2			
MF (1) 20%	279	2,232		7000	10,8			
MF (2) 20%	279	2,232	2500	2000	12,8	12,13	56,67	-
MF (3) 20%	278	2,224		2000	12,8			
MD (1) 5%	295	2,36		7000	34,8			
MD (2) 5%	294	2,352	2500	3000	35,2	35,47	-	26,67
MD (3) 5%	277	2,216		1000	36,4			
MD (1) 10%	277	2,216		4000	25,6			
MD (2) 10%	273	2,184	2500	4000	21,6	24,80	11,42	-
MD (3) 10%	274	2,192		8000	27,2			
MD (1) 15%	273	2,184		3000	25,2			
MD (2) 15%	271	2,168	2500	3000	20	22,93	18,10	-
MD (3) 15%	270	2,16		9000	23,6			
MD (1) 20%	270	2,16		5000	18,4			
MD (2) 20%	275	2,2	2500	2000	24,8	21,20	24,28	-
MD (3) 20%	270	2,16		1000	20,4			
MFD (1) 5%	276	2,208		4000	25,6			
MFD (2) 5%	277	2,216	2500	1000	28,4	26,53	5,25	-
MFD (3) 5%	272	2,176		4000	25,6			
MFD (1) 10%	279	2,232	2500	1000	32,4	31,33		

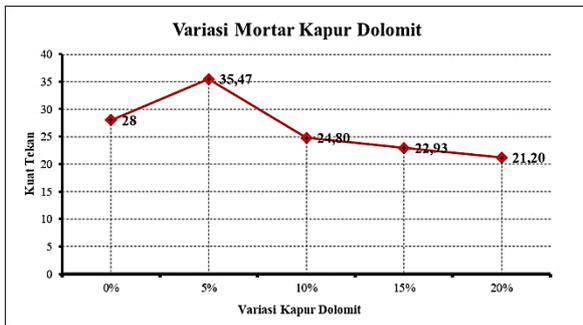
MFD (2) 10%	294	2,352	4000	29,6	-	11,89
MFD (3) 10%	300	2,4	3000	32		
MFD (1) 15%	277	2,216	3000	28		
MFD (2) 15%	285	2,28	2500	2000	24,8	27,60
MFD (3) 15%	290	2,32	5000	30		
MFD (1) 20%	274	2,192	3000	17,2		
MFD (2) 20%	281	2,248	2500	5000	18,4	18,27
MFD (3) 20%	285	2,28	3000	19,2		

Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari dapat dilihat pada Gambar 4.1, 4.2, 4.3 dan 4.4.



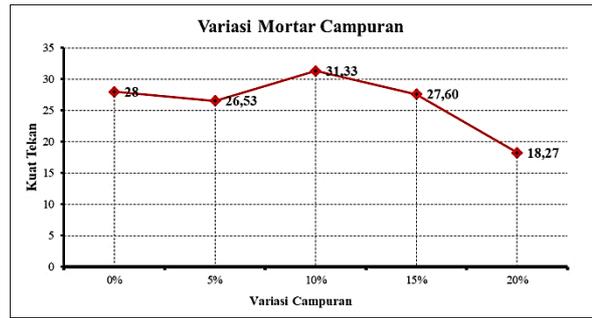
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari pada Fly Ash Cangkang Sawit

Gambar 4.1 menjelaskan bahwa semakin besar kandungan fly ash cangkang kelapa sawit maka kuat tekan yang dihasilkan semakin menurun.



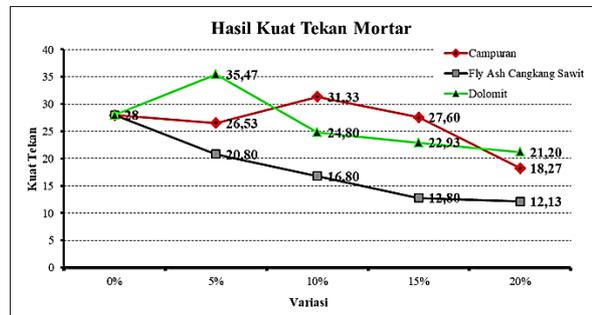
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari pada Kapur Dolomit

Gambar 4.2 menjelaskan bahwa hasil uji kuat tekan mortar menggunakan campuran kapur dolomit diperoleh kuat tekan maksimum pada variasi kapur dolomit 5% yaitu sebesar 35,47 MPa, sedangkan pada variasi 10%, 15% dan 20% mengalami kuat tekan yang semakin menurun.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari pada Campuran Fly ash Cangkang Sawit dan Kapur Dolomit

Gambar 4.3 menjelaskan bahwa hasil uji kuat tekan mortar pada campuran fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit kuat tekan maksimum diperoleh pada variasi 10% yaitu 31,33, sedangkan pada variasi 15% dan 20% kuat tekannya semakin menurun.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari

Gambar 4.4 menjelaskan bahwa hasil pengujian kuat tekan mortar menggunakan campuran fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit secara bersamaan lebih tinggi hasil kuat tekannya dari campuran mortar yang hanya menggunakan fly ash cangkang sawit atau kapur dolomit saja.

#### 4.4 Pengaplikasian Mortar Berdasarkan Type

Penelitian mortar dengan penambahan fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit sebagai bahan substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan mortar dapat penulis rekomendasikan sebagai berikut:

1. Mortar normal dengan kuat tekan rata-rata 28 MPa dikelompokkan menjadi type mortar jenis M dan dapat digunakan pada dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan.
2. Mortar dengan penambahan fly ash cangkang sawit 5% diperoleh kuat tekan rata-rata 20,8 MPa dan dapat dikelompokkan menjadi type mortar jenis M dan digunakan pada dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan.

3. Mortar dengan penambahan fly ash cangkang sawit 10% dan 15% memperoleh kuat tekan rata-rata 16,80 dan 12,80 MPa, dapat dikelompokkan menjadi type mortar jenis S dan digunakan pada saat tidak disyaratkan menggunakan mortar jenis M.
4. Mortar dengan penambahan fly ash cangkang sawit 20% memperoleh kuat tekan rata-rata 12,13 MPa, dapat dikelompokkan menjadi type mortar jenis N dan digunakan pada pasangan terbuka di atas tanah.
5. Mortar yang menggunakan campuran kapur dolomit mulai dari 5% - 20% diperoleh kuat tekan 35,47 MPa – 21,20 MPa dapat dikelompokkan menjadi type mortar jenis M dan dapat digunakan pada dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan.
6. Mortar dengan campuran fly ash cangkang sawit dan kapur dolomit mulai dari 5% - 20% diperoleh kuat tekan 26,53 MPa – 18,27 MPa dapat dikelompokkan menjadi type mortar jenis M dan dapat digunakan pada dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian diatas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan mortar dengan menggunakan *fly ash* cangkang sawit menurun dari kuat tekan mortar normal seiring bertambahnya variasi *fly ash* cangkang sawit, dimana didapatkan hasil kuat tekan mortar dengan penambahan *fly ash* cangkang sawit tertinggi yaitu pada campuran 5% dengan hasil 20,8 MPa dan terendah yaitu pada campuran 20% dengan hasil 12,13 MPa.
2. Substitusi kapur dolomit dengan 5% dari massa semen meningkatkan kuat tekan mortar yaitu 35,47 MPa, dimana kuat tekan ini meningkat sebanyak 26,67% dari mortar normal, dan setelah substitusi 5% maka kuat tekan mortar dengan penggunaan kapur dolomit menjadi lebih menurun secara perlahan, dengan hasil terendah yaitu pada campuran 20% dengan hasil 21,20 MPa.
3. Pada mortar yang menggunakan bahan substitusi campuran *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit didapatkan hasil yang meningkat lebih tinggi dari mortar yang hanya menggunakan bahan substitusi *fly ash* cangkang sawit saja, dengan hasil yang tertinggi yaitu pada campuran *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit 10% yaitu 31,33 MPa, dimana kuat tekan ini meningkat sebanyak 11,89% dari mortar normal, Hal ini diduga karena kapur dolomit banyak

mengandung kristal Magnesium Karbonat ( $MgCO_3$ ), yang dimana jika dicampurkan dengan *fly ash* cangkang sawit yang mengandung banyak silikat, maka akan bereaksi menjadi Kristal Magnesium Silikat.

4. Pembuatan mortar dengan menggunakan *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit ini merupakan salah satu alternatif solusi penanganan limbah industri kelapa sawit di Indonesia.
5. Disarankan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagaimana yang direkomendasikan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mortar ini, maka dapat disarankan beberapa hal berikut :

1. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan variasi campuran *fly ash* cangkang sawit dan kapur dolomit dengan variasi yang lebih sedikit.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggantian semen dengan *fly ash* cangkang sawit dengan menggunakan bahan kimia lain seperti Natrium Silikat, NaOH dan sebagainya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggantian semen dengan kapur dolomit dan reaksi kimia yang terjadi pada kapur dolomit tersebut.
4. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menghitung nilai keekonomisan dari penambahan *fly ash* cangkang kelapa sawit dan kapur dolomit pada pembuatan mortar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM C 142. (2004). *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates*. United State. ASTM.
- [2] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. (2021). *Statistik Kelapa Sawit Provinsi Riau 2020*. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2020*. Badan Pusat Statistik.
- [4] Badan Standarisasi Nasional (2002). *Tata Cara Perancangan Struktur Mortar Untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002)*. BSN. Jakarta. Indonesia.
- [5] Badan Standarisasi Nasional (2004). *Semen Portland Komposit (SNI 15-7064-2004)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI 03-1968-1990)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat*

- Halus (SNI 03-1970-1990)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [8] Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Kadar Air Agregat Halus (SNI 03-1971-1990)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [9] Badan Standarisasi Nasional. (1992). *Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar dan Beton (SNI 03-2816-1992)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [10] Badan Standarisasi Nasional. (1998). *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat (SNI 03-4804-1998)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [11] Graille, J. Lozano, P., Pioch, D. & Geneste, P. (1985). *Essais d'alcoololyse d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diesel*. *Oleagineux*, 40(5): 271-276.
- [12] Indonesia, S. N. (2004). SNI 15-2049-2004: Semen Portland. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*.
- [13] Khoirunnisaa, S. W., & Wenac, M. *Pengaruh Penambahan "Dolosit" dan Fly ash pada Pembuatan Mortar*.
- [14] Meliala, B. S. (2010). *Pemanfaatan Abu Sawit Sebagai Campuran Semen Pada Pembuatan Mortar*. Universitas Sumatera Utara.
- [15] Mulyono, Tri. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Andi Offset.
- [16] Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Mortar*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [17] Rahmadia, N. (2018). *Pemanfaatan Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Sebagian Semen Untuk Mortar Mutu Tinggi (Studi Penelitian)*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [18] Standar Nasional Indonesia 03-6825-2002. (2002). *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Badan Standar Nasional. pp: 1, 5-6.
- [19] Standar Nasional Indonesia 03-6882-2002. (2002). *Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan*. Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Bandung.
- [20] Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [21] Stone, Guide. (2009). *Glossary of Stone Terms* Stone Word, pp: 136-138.