

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sifat Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan sesuai dengan SNI 03-6820-2002.

Riyadi (2013) pada penelitian pemanfaatan abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen pada mortar semen pasir menggunakan pasir Merapi (Kali Code) dengan ukuran butir maksimum 4,8 mm sebagai agregat halus dalam pembuatan benda uji. Adapun hasil dari pemeriksaan sifat fisik pasir Merapi (Kali Code) didapat : berat jenis 2,72, berat satuan 1,486 gr/m³, daya serap air 1,88 %, kadar lumpur 2,1 %, modulus halus butir 2,32 dan gradasi No 2 serta kandungan zat organik rendah, memenuhi persyaratan (SK-SNI-S-04-1998-F).

Prakoso (2016) melakukan penelitian perbandingan kuat tekan beton pada semen Bima dan semen Holcim dengan variasi umur 7, 14, dan 28 hari menggunakan nilai FAS 0,5, berdasarkan hasil pemeriksaan agregat halus didapatkan gradasi agregat halus sebesar 2,235 %, berat jenis tampak 2,66, berat jenis curah 2,59, berat jenis jenuh kering muka 2,62, penyerapan air agregat halus 1,816 %, kadar air rata-rata 3,66 %, berat satuan 1,565 gr/cm³, dan kadar lumpur 4,176 %.

Pamungkas (2016) melakukan penelitian menggunakan agregat halus berasal dari gunung Merapi, daerah Muntilan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta mendapatkan hasil pemeriksaan gradasi agregat halus termasuk dalam Daerah gradasi No.2, yaitu kategori pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,493 %, kadar air sebesar 2,53 %, berat jenuh kering muka (*SSD*) sebesar 2,66 %, penyerapan air dari keadaan kering menjadi jenuh kering muka sebesar 11,11 %, berat satuan pasir jenuh kering muka (*SSD*) sebesar 1,425 gr/cm³, dan kadar lumpur sebesar 2,73 %.

Perbandingan dari ketiga hasil penelitian mengenai jenis pemeriksaan agregat halus (pasir Merapi) dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan hasil pemeriksaan agregat halus (pasir Merapi) penelitian sebelumnya

No	Jenis Pemeriksaan	Penelitian		
		Riyadi (2013)	Prakoso (2016)	Pamungkas (2016)
1	Gradasi Butiran	Daerah 2	Daerah 2	Daerah 2
2	Kadar Air (%)	-	3,66	2,53
3	Berat Jenis	2,72	2,62	2,66
4	Penyerapan Air (%)	1,88	1,816	11,11
5	Berat Satuan (gr/cm ³)	1,486	1,565	1,425
6	Kadar Lumpur (%)	2,1	4,176	2,73

B. Abu Cangkang Sawit

Abu kerak *boiler* cangkang kelapa sawit merupakan biomas dengan kandungan silika (SiO₂) yang potensial dimanfaatkan. Pembakaran cangkang dan serat buah menghasilkan kerak yang keras berwarna putih keabuan akibat pembakaran dengan suhu yang tinggi dengan kandungan *silica* 89,9105 % (Pordinan, 2008).

Kurniati (2008) Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arang aktif yang terbuat dari cangkang kelapa sawit pada suhu karbonisasi 400 °C selama 0,5 jam, hasilnya cukup baik, warnanya hitam mengkilat. Didapatkan kondisi terbaik yaitu pada waktu perendaman 22 jam dengan konsentrasi aktifator 9 %, dengan hasil: Kadar air; 7,36 %, kadar abu; 2,77 %, Volatile Matter; 8,21 %, Daya serap Iodine; 19,80 %.

Abu cangkang sawit berasal dari proses pembakaran cangkang menjadi abu. Proses pembakaran ini menghilangkan kandungan kimia *organic* dan meninggalkan silika Oksida (SiO₂) hingga 58,02 % serta senyawa lainnya yang juga terdapat pada semen (Rinaldo, 2003).

Adapun berbagai senyawa yang terdapat dalam abu cangkang sawit dan persentasenya disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia abu cangkang sawit (Rinaldo, 2003)

Komposisi <i>Chemical Analysis</i>	Persentase (%)
SiO ₂	58,02
Al ₂ O ₃	8,70
Fe ₂ O ₃	2,60
CaO	12,65
MgO	4,23
Na ₂ O	0,41
K ₂ O	0,72
H ₂ O	1,97
<i>Specific gravity</i>	2,01
Sisa ayakan 45 μ	47
Hilang pijar 8,59	8,59

Tabel 2.3 Komposisi abu sawit hasil pembakaran serat dan cangkang (% berat) (Graille, 1985)

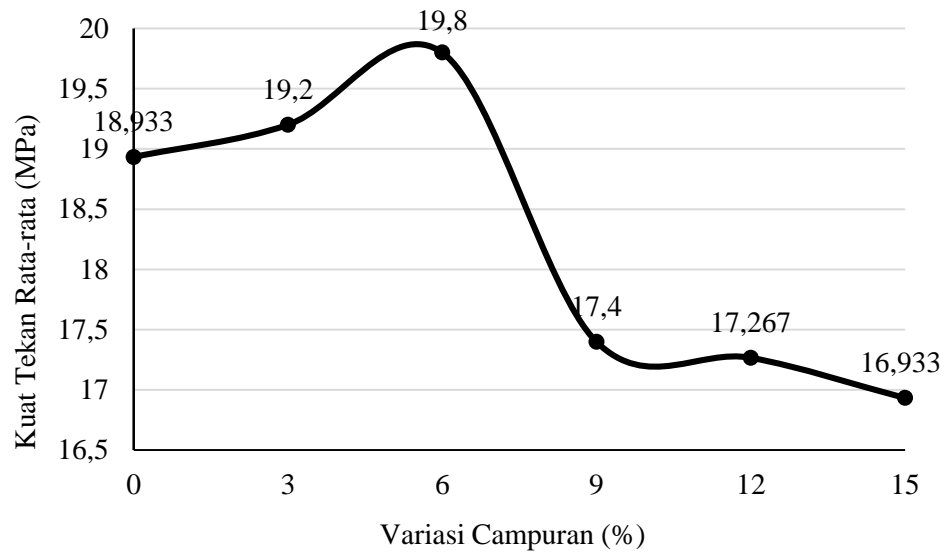
Unsur/Senyawa	Serat	Cangkang
Kalium (K)	9,2	7,5
Natrium (Na)	0,5	1,1
Kalsium (Ca)	4,9	1,5
Magnesium (Mg)	2,3	2,8
Klor (Cl)	2,5	1,3
Karbonat (CaO ₃)	2,6	1,9
Nitrogen (N)	0,04	0,05
Pospat (P)	1,4	0,9
Silika (SiO ₂)	59,1	61,0

Reaksi antara unsur silikat dengan unsur kalsium dapat membentuk suatu reaksi yang disebut dengan reaksi *pozzolanic* yang dapat membentuk suatu masa yang kaku dan keras. Berdasarkan Tabel 2.3, unsur silika yang dihasilkan sangat mendominasi yaitu kandungan silika sebesar 61 %, sedangkan unsur kalsium yang dihasilkan sebesar 1,5 % (Graille, 1985).

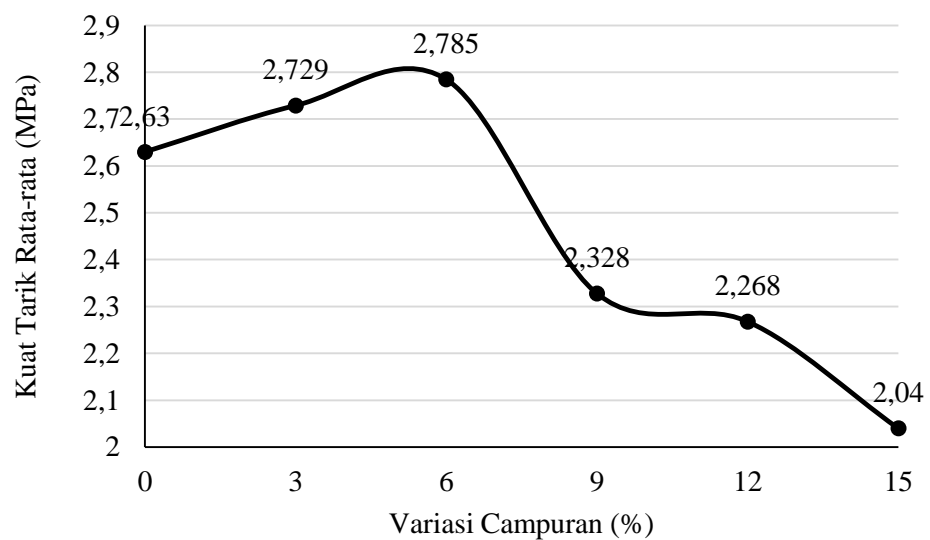
Cangkang sawit memiliki banyak kegunaan serta manfaat bagi industri, usaha dan rumah tangga. Beberapa diantaranya adalah produk bernilai ekonomis tinggi, yaitu karbon aktif, asap cair, *fenol*, briket arang, dan tepung tempurung. Secara garis besar, cangkang sawit memiliki kegunaan sebagai bahan baku arang (sawit) atau *charcoal*, Sebagai bahan bakar untuk *boiler*, Bahan campuran untuk makanan ternak, cangkang sawit dipakai sebagai pengeras jalan/pengganti aspal, khususnya di perkebunan sawit, pengganti sebagian semen untuk menambah kuat tekan mortar dan kegunaan lainnya.

C. Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan Campuran Pozzolan

Sitohang (2009) melakukan penelitian pemanfaatan abu ampas tebu pada pembuatan mortar dengan variasi penambahan abu ampas tebu 0 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan dan kuat tarik yang paling besar terdapat pada mortar dengan campuran abu ampas tebu 6 % yaitu 19,8 MPa dan 2,785 MPa. Kuat tekan dan kuat tarik mortar semakin meningkat jika variasi campuran abu ampas tebu berkisar 3 % - 6 % dari jumlah semen. Sedangkan pencampuran lebih dari 6 % akan mengurangi kuat tekan mortar. Dengan demikian penggunaan abu ampas tebu dengan kadar 6 % merupakan kadar campuran optimum pada campuran ini.

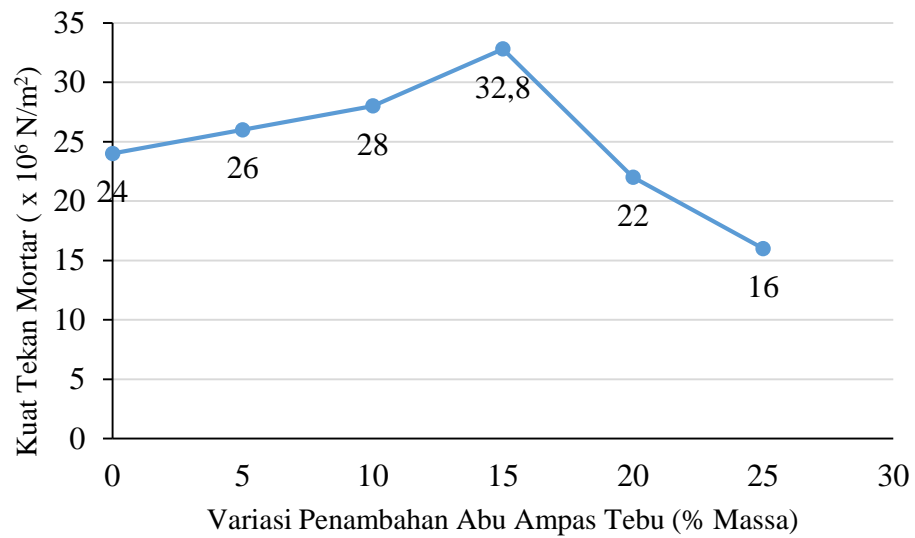


Gambar 2.1 Hubungan kuat tekan rata-rata mortar terhadap variasi campuran (Sitohang, 2009)

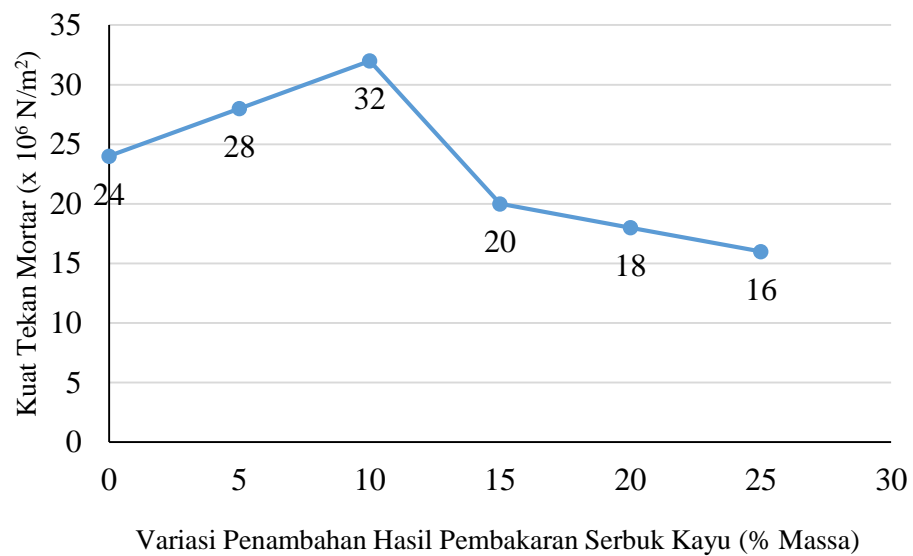


Gambar 2.2 Hubungan kuat tarik rata-rata mortar terhadap variasi campuran (Sitohang, 2009)

Mulyati, dkk (2010), penelitian dilakukan dengan pencampuran abu ampas tebu dan produk pembakaran serbuk gergaji yang telah digiling. Kedua bahan dicampur pada saat pencetakan mortar pasir sebanyak 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 %. Hasil optimal dari abu ampas tebu dengan variasi 15 %, sedangkan serbuk gergaji dengan variasi 10 %.



Gambar 2.3 Hubungan kuat tekan mortar terhadap variasi abu ampas tebu (Mulyati, 2010)



Gambar 2.4 Hubungan kuat tekan mortar terhadap variasi hasil pembakaran serbuk kayu (Mulyati, 2010)

Maryoto (2009), penelitian dilakukan dengan memanfaatkan abu terbang (*fly ash*) dengan komposisi penambahan 30 %, 40 %, dan 50 % dengan benda uji berbentuk kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 6, 1 : 8, dan 1 : 10. Kuat tekan diuji pada umur 7 hari dan 28 hari. Hanya mortar dengan perbandingan 1 : 6 yang masuk spesifikasi mortar tipe N.

Tabel 2.4 Kuat tekan mortar, semen : pasir = 1: 6 (Maryoto, 2009)

Kadar <i>Fly Ash</i> %	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)		Standar Mortar Tipe N (kg/cm ²)	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
0	74,2	92	35	63
30	75,6	114,2	35	63
40	54,9	99,0	35	63
50	54,8	95,8	35	63

Tabel 2.5 Kuat tekan mortar, semen : pasir = 1: 8 (Maryoto, 2009)

Kadar <i>Fly Ash</i> %	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)		Standar Mortar Tipe N (kg/cm ²)	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
0	31,2	42,1	35	63
30	33,1	54,4	35	63
40	27,8	51,6	35	63
50	31,1	57,7	35	63

Tabel 2.6 Kuat tekan mortar, semen : pasir = 1: 10 (Maryoto, 2009)

Kadar <i>Fly Ash</i> %	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)		Standar Mortar Tipe N (kg/cm ²)	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
0	26,6	35,7	35	63
30	26,4	42,6	35	63
40	16,2	33,9	35	63
50	14,2	23,0	35	63

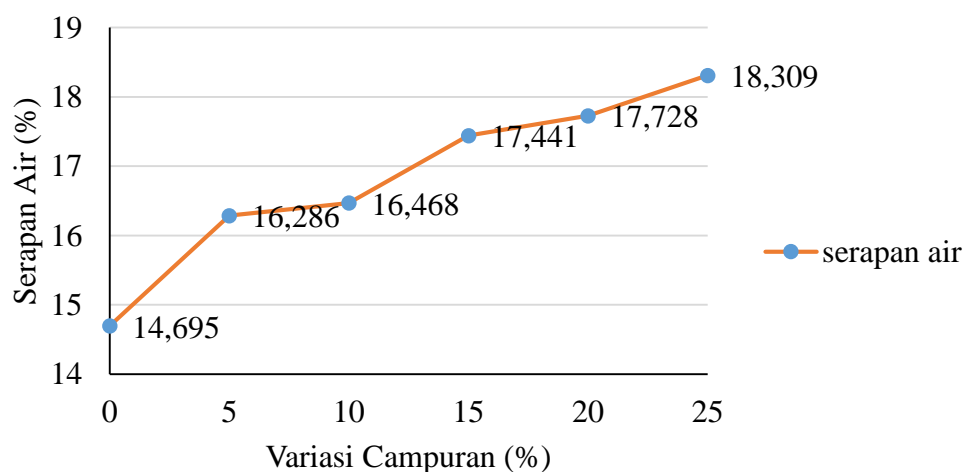
Jamizar, dkk (2013) pada penelitian ini mortar yang dipakai adalah jenis mortar khusus, yakni mortar berbahan ikat semen *portland* dan abu kerak *boiler* cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambahan. Dari rancangan persen penambahan abu kerak *boiler* cangkang kelapa sawit dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % (Rancangan penelitian). Masing-masing komposisi dibuat 9 buah benda uji untuk uji tekan mortar yaitu 3 buah untuk 7 hari, 3 buah untuk 14 hari, 3 buah untuk 28 hari. Dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 2.7 Uji sebar mortar (Jamizar, dkk 2013)

No	Variasi Penambahan Abu Kerak <i>Boiler</i>	Diameter Uji Sebar (cm)				Diameter
		D1	D2	D3	D4	
1	Mortar normal	12,0	10,5	11,0	11,0	11,13
2	Penambahan 5%	10,5	10,5	11,0	10,8	10,70
3	Penambahan 10%	10,0	10,5	10,0	10,5	10,25
4	Penambahan 15%	10,5	10,3	10,2	10,2	10,30
5	Penambahan 20%	10,0	10,5	10,0	10,0	10,20
6	Penambahan 25%	11,0	10,5	10,0	10,0	10,38

Tabel 2.8 Serapan air pada mortar dengan bahan tambah abu kerak *boiler* cangkang kelapa sawit (Jamizar, dkk 2013)

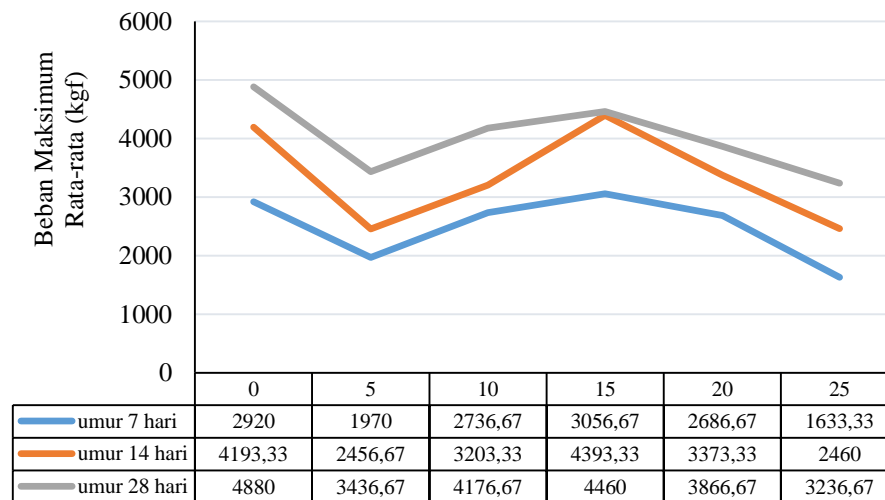
No	% Abu Kerak <i>Boiler</i> Terhadap Berat Semen	% Serapan Air
1	0%	14,965
2	5%	16,286
3	10%	16,468
4	15%	17,441
5	20%	17,728
6	25%	18,309



Gambar 2.5 Hubungan serapan air terhadap variasi campuran (Jamizar, dkk 2013)

Tabel 2.9 Rekapitulasi beban maksimum rata-rata mortar dengan penambahan abu kerak boiler dari berat semen yang sama pada variasi umur (Jamizar, dkk 2013)

No	Variasi Umur (Hari)	Macam-Macam Kuat Beban Maksimum Rata-Rata Mortar Uji Penambahan Abu Kerak Boiler (kgf)					
		0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	7	2920	2173,33	2543,33	3056,67	2580	2820
2	14	4193,33	3396,67	3550	4393,33	3380	3413,33
3	28	4880	3726,67	3620	4460	3796,67	4216,67

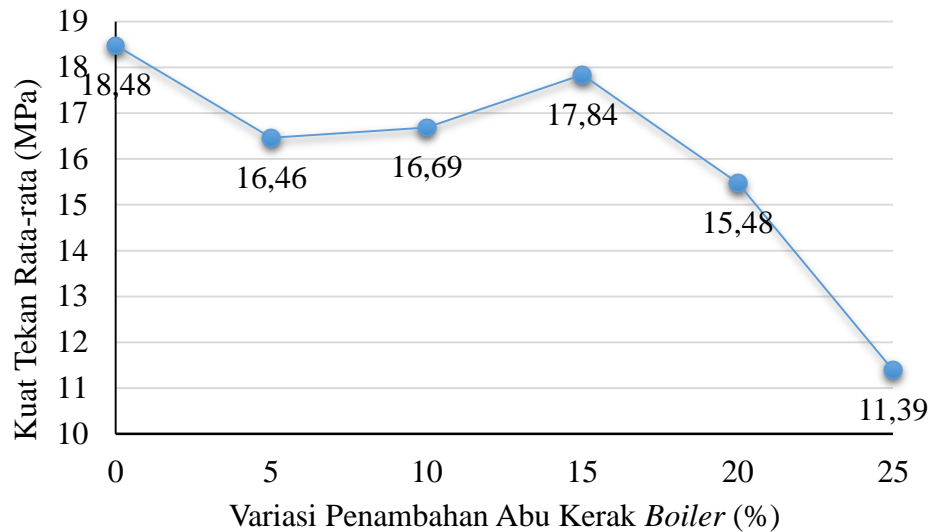


Abu Kerak Boiler dari Berat Semen yang sama pada Variasi Umur (%)

Gambar 2.6 Hubungan nilai kuat beban maksimum rata-rata terhadap variasi penambahan abu kerak boiler dari berat semen yang sama (Jamizar, dkk 2013)

Tabel 2.10 Kuat tekan mortar karakteristik σ_m (MPa) pada umur 28 hari (Jamizar, dkk 2013)

No	Umur (Hari)	Variasi Penambahan Abu Kerak Boiler Pada Mortar					
		0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	7	17,35	16,77	16,84	17,56	15,88	10,05
2	14	18,48	16,57	16,52	18	15,36	11,18
3	28	19,62	16,04	16,70	17,96	15,19	12,95
Rata-Rata		188,437	164,591	166,901	17,84	154,767	113,933



Gambar 2.7 Hubungan nilai kuat tekan mortar karakteristik Mpa (N/mm^2) (Jamizar, dkk 2013)

Tabel 2.11 Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan.

No	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1	Jamizar	2013	Penelitian lab	Mortar khusus berbahan ikat semen <i>portland</i> dengan bahan tambah abu kerak <i>boiler</i> cangkang kelapa sawit dalam 6 macam variasi perlakuan 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dengan uji kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.	Mortar berbahan semen <i>portland</i> , pasir merapi, dan abu cangkang sawit dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, dan 100 % dengan uji tekan pada umur 28 hari.

Tabel 2.12 Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan (Lanjutan)

No	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
2	Khairil Anwar dan Mawardi	2014	Penelitian lab	Mortar berbahan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah pada adukan mortar sebesar 0 %, 7,5 %, 12,5 %, 25 %, dan 30 % dari berat semen. FAS yang digunakan 0,5, kemudian diuji pada umur 28 hari dengan menggunakan metode perhitungan dan analisis cara Anava (Analisis Varians) dimana diuji pada kuat tekan mortar pada umur 28 hari	Mortar dengan campuran abu cangkang sawit dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, dan 100 %, dengan FAS 0,5, kemudian di uji kuat tekan pada umur 28 hari, serta pengujian sifat mekanik lainnya.
3	Sri Mulyati, Dahyunir Dahlan	2012	Penelitian lab	Mortar dengan campuran hasil pembakaran serbuk kayu dan hasil pembakaran ampas tebu, dalam 6 variasi perlakuan 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % untuk mengetahui sifat mekanik dan sifat fisisnya meliputi: uji kuat tekan, kuat tarik, densitas, porositas dan penyerapan air.	Mortar dengan campuran abu cangkang kelapa sawit dalam 5 variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, dan 100 % untuk mengetahui sifat fisis dan mekaniknya meliputi uji kuat tekan, penyerapan air, kadar air, <i>initial rate of suction (IRS)</i> , berat jenis dan kerapatan semu (<i>density</i>).

Tabel 2.13 Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan (Lanjutan)

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
4	Yusuf Wahyudi	2013	Penelitian lab	Mortar dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm menggunakan perbandingan campuran pasir pantai dan pasir sungai dan tambahan semen <i>ordinary portland cement</i> (OPC) dan <i>portland pozzoland cement</i> (PPC)	Mortar dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm menggunakan campuran pasir merapi, semen <i>portland</i> tipe 1 merk gresik, dan abu cangkang sawit.
5	Emelda Sitohang	2009	Penelitian lab	Pembuatan mortar dengan variasi penambahan abu ampas tebu 0 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15 %, pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik, penyerapan air dan porositas	Pengujian karakteristik mortar dengan tambahan abu cangkang sawit meliputi pengujian kuat tekan pada mortar umur 28 hari, penyerapan air, kadar air, <i>initial rate of suction</i> (IRS), berat jenis dan kerapatan semu (<i>density</i>).