

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sifat Agregat Halus

Wikana (2007) melakukan penelitian tentang pembuatan balok beton bertulang dengan lapisan mutu yang berbeda untuk diuji kuat lenturnya dengan menggunakan agregat halus pasir merapi. Setelah dilakukan penyaringan terhadap pasir, diperoleh harga modulus butir 3,0188 %. Sesuai ASTM C.33-82, pasir yang digunakan memenuhi syarat. Berdasarkan British Standard, pasir yang digunakan tergolong kasar, karena masuk Daerah I. Dari pemeriksaan kadar lumpur diperoleh kadar lumpur sebesar 1,18 %. Apabila ditinjau terhadap maksimum kandungan lumpur sesuai PBI 1971 Pasal 3.3 Ayat 3 sebesar 5 %, maka pasir yang digunakan memenuhi persyaratan. Pemeriksaan berat jenis pasir menghasilkan berat jenis kering sebesar 2,64, berat jenis SSD sebesar 2,69 dan sesuai SK SNIT-15-1990-03 dan memenuhi persyaratan, karena lebih dari 2,5 dan kadar air pasir diperoleh 1,76 %.

Susilo (2014) melakukan penelitian tentang kuat tekan beton *geopolymer* yang menggunakan agregat halus pasir merapi. Hasil pemeriksaan pasir merapi diperoleh gradasi pasir merapi termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir yang agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,57 % sesuai dengan kelas gradasi yang ditentukan oleh SNI: 03-1968-1990. Pemeriksaan kadar lumpur diperoleh nilai sebesar 11,1 %, sehingga sebelum dijadikan campuran untuk beton agregat halus ini perlu dicuci terlebih dahulu. Nilai kadar air yang diperoleh sebesar 6,49 %, berat jenis sebesar 2,41 bisa digolongkan menjadi agregat normal karena mendekati nilai 2,5, penyerapan air sebesar 4,60 % dan berat satuan sebesar 1,72 gr/cm³.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdurajak (2016) tentang agregat halus memperoleh hasil bahwa pasir merapi termasuk ke dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,493 % yang termasuk pada agregat halus normal dan memenuhi syarat. Pemeriksaan kadar

air diperoleh sebesar 2,53 %, berat jenis sebesar 2,66, Penyerapan air sebesar 11,11 %, berat satuan sebesar 1,425 gr/cm³ dan kadar lumpur didapatkan hasil sebesar 2,73 %.

Perbandingan hasil pemeriksaan agregat halus dari ketiga peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian agregat halus (pasir Merapi)

No.	Pengujian Bahan	Peneliti		
		Wikana (2007)	Susilo (2014)	Abdurajak (2016)
1	Gradasi Butiran	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 2
2	Kadar Air (%)	1,76	6,49	2,53
3	Penyerapan Air dalam Agregat (%)	-	4,60	11,11
4	Kadar Lumpur (%)	1,18	11,1	2,73
5	Berat Jenis Agregat	2,69	2,41	2,66
6	Berat Satuan (gr/cm ³)	-	1,72	1,425

B. Abu Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang terbentuk diambil niranya. Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu selain dimanfaatkan oleh pabrik sebagai bahan bakar pemasakan nira, juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai *pulp* campuran pembuat kertas. Kadangkala masyarakat sekitar pabrik memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar contohnya briket. Ampas tebu ini memiliki aroma yang segar dan mudah dikeringkan sehingga tidak menimbulkan bau busuk (Hamawi, 2005).

Menurut Wulandari dan Pratama (2015) tanaman tebu merupakan tanaman yang digunakan sebagai bahan baku oleh pabrik gula. Tanaman tebu memiliki nama latin *Saccharum sp.* Tebu termasuk ke dalam *ordo Poales, famili Poaceae* dan *genus saccharum L.* Untuk pembuatan gula, batang tebu yang sudah dipanen akan diperas dengan mesin pemeras (mesin press) di pabrik gula.

Selanjutnya, tira atau air perasan tebu tersebut disaring, dimasak dan diputihkan sehingga menjadi gula pasir. Dari proses pembuatan tebu tersebut akan dihasilkan gula 5 %, ampas tebu 90 % dan sisanya berupa tetesan (*molasse*) dan air. Pembakaran ampas tebu akan menghasilkan abu. Abu ampas tebu memiliki kandungan unsur silika (SiO_2) yang cukup tinggi apabila dilakukan pembakaran dengan suhu secara terkontrol. Pembakaran ampas tebu pada suhu $> 600^\circ\text{C}$ selama 1 sampai 2 jam akan menghasilkan abu ampas tebu dengan kandungan silika tercatat sebesar 60,43 %. Penambahan abu ampas tebu mempengaruhi sifat fisis semen, besar kuat tekan pada penggunaan abu ampas tebu dengan kadar 9 % merupakan penambahan optimum pada mortar yang direndam larutan kapur jenuh. Pengujian fisis yang dilakukan antara lain kehalusan (*blaine*), kebutuhan air (NC), waktu ikat (*setting time*), pemuaian (*autoclave*) dan komposisi kimia semen. Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas fisis semen diatas standar pabrik PT. Semen Tonasa Pangkep dan standar SNI 7064: 2014 dan SNI 15-2049-2004.

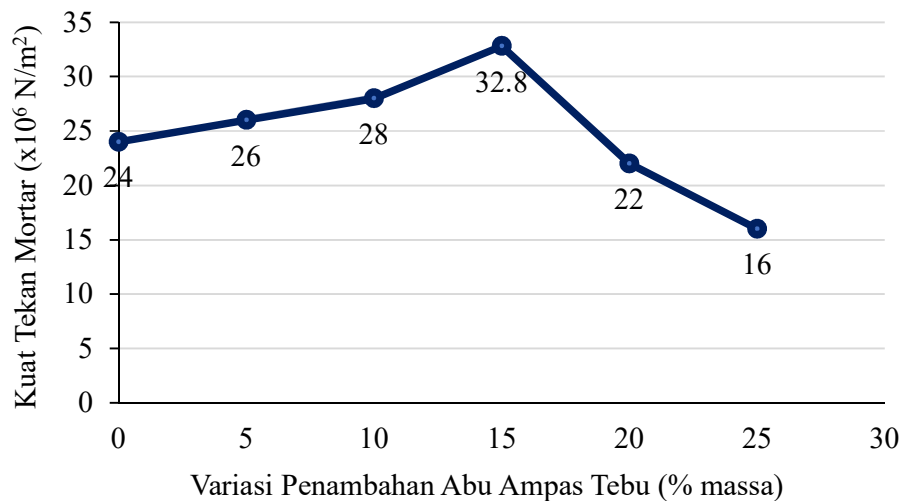
Menurut Pandaleke (2014), secara fisik abu ampas tebu sangat halus dan ringan, ini terbukti dari hasil penelitian laboratorium yang menunjukkan bahwa berat volumenya 0,497 kg/ liter. Hasil dari pemeriksaan kimia abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Pemeriksaan kimia abu ampas tebu (Pandaleke, 2014)

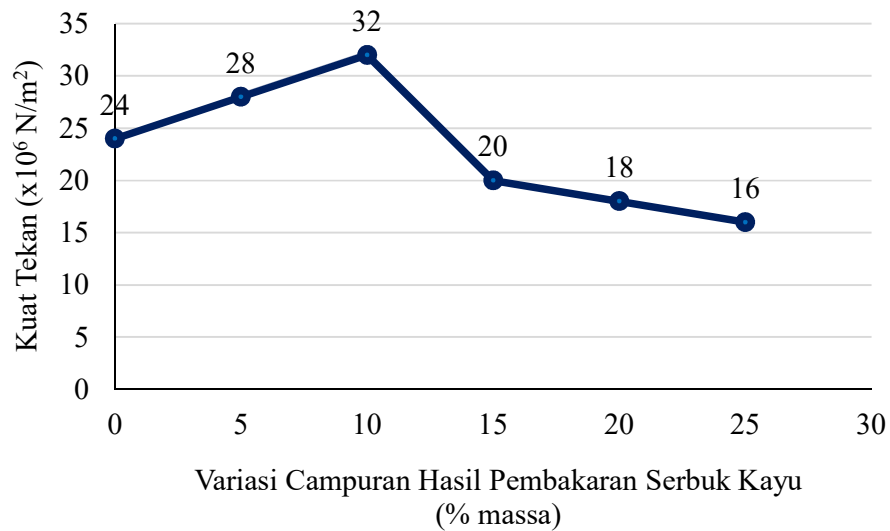
Unsur Kimia dalam Abu Ampas Tebu	
Kadar Air	3,79%
Kadar Abu	79,03%
Kadar Karbon	10,91 %
Kadar Silikat	72,33 %
Kadar Magnesium	0,58 %
Kadar Kalsium	0,63 %
Kadar Aluminium	3,24 %
Kadar Besi (Fe_2O_3)	0,58 %

C. Pengujian Kuat Tekan Mortar Dengan Campuran Pozzolan

Mulyati, dkk., (2012) meneliti tentang mortar dengan campuran hasil pembakaran serbuk kayu dan mortar dengan campuran hasil pembakaran ampas tebu, masing-masing dengan pencampuran hasil pembakaran terhadap pasir sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %. Pasir, semen dan air dicampur dengan perbandingan 2,75 : 1 : 0,5. Kemudian hasil pembakaran serbuk kayu dan ampas tebu ditambahkan kedalam campuran tersebut, masing-masing dengan massa yang bervariasi, lalu diaduk dengan *mixer* hingga campuran menjadi homogen. Campuran dimasukkan ke dalam cetakan kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm yang telah diberi pelumas dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah mortar berumur 24 jam cetakan dibuka dan dilanjutkan dengan perendaman selama 27 hari agar terjadi proses hidrasi antara semen dengan air. Pengujian sampel dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dan sifat fisiknya. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi: uji kuat tekan, kuat tarik, densitas, porositas dan penyerapan air. Penelitian dengan memvariasikan proporsi penambahan hasil pembakaran ampas tebu dan serbuk kayu dari 0 % massa – 25 % massa diperoleh hasil kuat tekan yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Kuat tekan terhadap variasi campuran abu ampas tebu
(Mulyati, dkk, 2012)



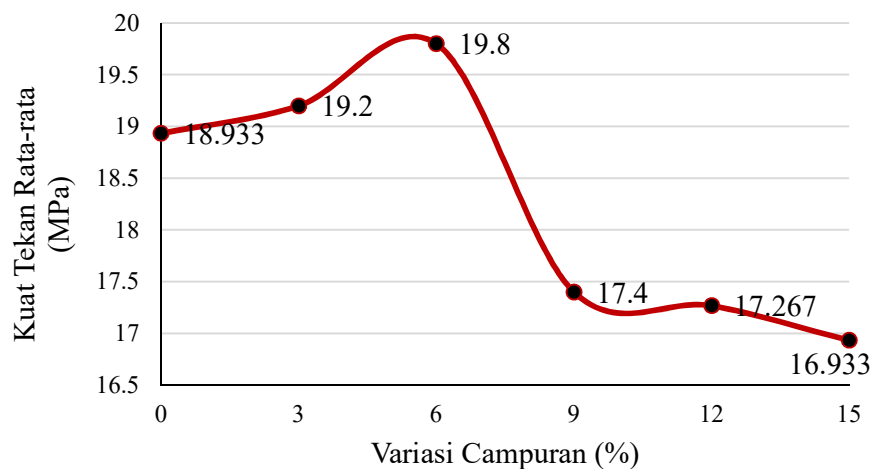
Gambar 2.2 Hubungan kuat tekan mortar terhadap variasi campuran hasil pembakaran serbuk kayu (Mulyati, dkk, 2012)

Pandaleke (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu terhadap sifat mekanik mortar yaitu kuat tekan mortar dengan variasi campuran presentasi berat semen diganti dengan abu ampas tebu 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 %. Pengujian kuat tekan yang dilakukan menggunakan benda uji berbentuk kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ yang dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benda uji yang tidak menggunakan abu ampas tebu (AT 0 %) dari persentase 5 % sampai dengan 20 % abu ampas tebu melebihi nilai kuat tekannya. Pada umur 7 hari kuat tekan yang didapat untuk 5 %, 10 %, 15 %, 20 % abu ampas tebu melebihi nilai kuat tekan pada campuran 0 % abu ampas tebu. Begitu pula dengan umur 21 dan umur 28 hari semuanya melewati nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh AT1 0 % abu ampas tebu. Untuk campuran dengan menggunakan abu ampas tebu sebanyak 25 % lebih kecil nilainya dibandingkan dengan abu ampas tebu dengan kandungan 0 % abu ampas tebu (AT1). Hasil pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil kuat tekan mortar (Pandaleke, 2014)

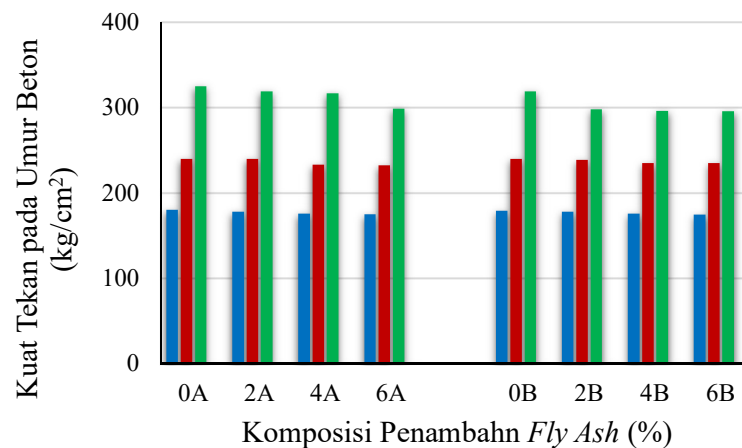
Campuran	Kuat Tekan Rata - rata (MPa)		
	Umur Beton (hari)		
	7	21	28
AT1 – 0%	8,4	12,27	13,6
AT2 – 5%	9,2	13,87	16
AT3 – 10%	9,6	14,4	15,73
AT4 – 15%	8,67	12,53	14,67
AT5 – 20%	8,67	12,53	14,13
AT6 – 25%	6,67	9,6	12,53

Sihotang (2009) melakukan penelitian tentang pemanfaatan abu ampas tebu pada pembuatan mortar dengan variasi campuran 3 %, 6 %, 9 %, 12 %, dan 15 % dari berat semen. Semen dan pasir ditimbang dengan menggunakan perbandingan 1 : 2,75. Benda uji yang dipakai untuk diuji kuat tekannya berbentuk kubus dengan ukuran sisinya (5 x 5 x 5) cm³. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan saat mortar berumur 28 hari. Jumlah mortar yang diuji pada umur 28 hari yaitu terdiri dari 3 buah sampel untuk masing-masing campuran. Hasil dari pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Data hasil pengujian kuat tekan
(Sihotang, 2009)

Yusuf, dkk (2013) melakukan penelitian tentang mortar dengan menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambah untuk mengetahui kuat tekannya. Penambahan *fly ash* dibuat dengan mengklasifikasikan persentasenya yaitu 0 %, 2 %, 4 % dan 6 % dari berat total semen tipe *portland concrete cement (PCC)* yang digunakan. Campuran mortar tersebut kemudian direndam pada air laut dan akuades sebagai pembanding, yang masing-masingnya selama 3, 7 dan 28 hari. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan mortar semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu perendaman, dan nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2 %, 4 % dan 6 % pada umur 28 hari dalam perendaman air laut berturut-turut 284 kg/cm², 276 kg/cm² dan 273 kg/cm² sedangkan dalam akuades 323 kg/cm², 315 kg/cm² dan 298 kg/cm². Nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2 % yang direndam dalam air laut masih memenuhi SNI 15-7064-2004 yaitu 280 kg/cm², sedangkan persentase 4 % dan 6 % tidak memenuhi SNI. Penurunan kuat tekan tersebut sebanding dengan kenaikan pH, kadar TSS, TDS, kesadahan total, dan kesadahan kalsium pada larutan perendaman mortar.



Gambar 2.4 Hasil pengukuran kuat tekan (kg/cm²) dengan komposisi penambahan *fly ash* (%). Kondisi pengukuran: A (perendaman akuades), B (perendaman air laut), dengan umur perendaman 3 hari (diagram berwarna biru), 7 hari (diagram berwarna merah), dan 28 hari (diagram berwarna hijau) (Yusuf, dkk, 2013)

Maryoto (2009) melakukan penelitian tentang pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) untuk pembuatan mortar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu terbang (*fly ash*) terhadap kuat tekan. Benda uji berbentuk kubus ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat mortar berumur 7 dan 28 hari dengan kadar penambahan *fly ash* sebesar 30 %, 40 % dan 50 %. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 6, 1 : 8 dan 1 : 10. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan mortar dengan perbandingan semen dan pasir sebesar 1 : 6 memenuhi kuat tekan standar mortar tipe N. Mortar dengan perbandingan semen : pasir = 1 : 8 dan 1 : 10 tidak memenuhi standar kuat tekan standar mortar tipe N. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.4 sampai Tabel 2.6

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

Tabel 2.7 Perbedaan penelitian mortar sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan.

No.	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1	Sri Mulyati, Dahyunir Dahlan dan Elvis Adril	2012	Penelitian laboratorium	Mortar yang dibuat adalah mortar dengan campuran hasil pembakaran serbuk kayu dan mortar dengan campuran hasil pembakaran ampas tebu, masing-masing dengan pencampuran hasil pembakaran terhadap pasir sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %. Pasir, semen dan air dicampur dengan perbandingan 2,75 : 1 : 0,5. Setelah mortar berumur 24 jam cetakan dibuka dan dilanjutkan dengan perendaman selama 27 hari.	Mortar berbahan semen <i>portland</i> , pasir merapi, kapur dan abu ampas tebu dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % dengan uji tekan pada umur 28 hari.

Tabel 2.8 Perbedaan penelitian mortar sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan (Lanjutan).

No.	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
2	Ronny Pandaleke	2014	Penelitian laboratorium	Mortar dibuat dengan variasi – variasi dengan mengurangi berat semen secara bertahap 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % lalu diganti dengan Abu ampas tebu. Umur beton yang ditinjau adalah 7, 21, 28 hari sesuai dengan syarat – syarat dari PBI, SNI dan ASTM.	Mortar berbahan abu ampas tebu dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % yang akan diuji pada umur 28 hari.
3	Emelda Sihontang	2009	Penelitian laboratorium	Pemanfaatan abu ampas tebu dalam pembuatan mortar, dengan variasi penambahan abu ampas tebu 0 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15 %.	Mortar menggunakan bahan tambah abu ampas tebu dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %.
4	Yulizar Yusuf, Zamzibar Zuki dan Gifyul Refnita	2013	Penelitian laboratorium	Penambahan <i>fly ash</i> dibuat dengan mengklasifikasikan persentasenya yaitu 0 %, 2 %, 4 % dan 6 % dari berat total semen tipe <i>portland concrete cement (PCC)</i> yang digunakan.	Penambahan abu ampas tebu dengan variasi campuran yaitu 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %.

Tabel 2.9 Perbedaan penelitian mortar sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan (Lanjutan).

No.	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
5	Agus Maryoto	2009	Penelitian laboratorium	Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat mortar berumur 7 dan 28 hari dengan kadar penambahan <i>fly ash</i> sebesar 30 %, 40 % dan 50 %. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 6, 1 : 8 dan 1 : 10.	Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat mortar berumur 28 hari dengan kadar penambahan abu ampas tebu sebesar 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 3.