BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sifat Agregat Halus

Sudibyo (2012), melakukan pengujian pengaruh variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton dengan menggunakan *fly ash* 3% sebagai bahan pengganti sebagian semen. Berdasarkan pemeriksaan agregat halus, diperoleh hasil gradasi agregat halus pada daerah 4 yaitu pasir halus dengan modulus halus butiran sebesar 2,204, kadar air untuk pasir didapat hasil sebesar 0,81% yang temasuk dalam koridor yang normal dimana kadar air untuk agregat halus antara 1% - 2%, berat jenis pasir kering muka didapat sebesar 2,809 sehingga pasir ini tergolong agregat berat dengan batas minimal berat jenis agregat berat adalah 2,8, penyerapan air 9,409%, berat satuan pasir 1,23 gram/cm³ yang tidak tergolong pada satuan agregat normal antara 1,50-1,80 gram/cm³, dan kadar lumpur sebesar 2,2% lebih kecil dari nilai standar yang ditetapkan yaitu 5%.

Alamsyah (2010), melakukan pengujian pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan beton. Dari pemeriksaan agregat halus Kali Progo, didapat hasil gradasi berada pada daerah 4 yaitu pasir halus dengan modulus halus butir 2,204, berat jenis sebesar 2,809 yang tergolong agregat normal, penyerapan air 9,409%, kadar air dalam kondisi SSD sebesar 0,81% yang termasuk dalam kondisi normal, berat satuan 1,55 gram/cm³ yang termasuk dalam kondisi normal antara 1,50-1,80 gram/cm³, dan kadar lumpur sebesar 2,53% lebih kecil dari nilai standar yakni sebesar 5%.

Syahputra (2010), melakukan pengujian terhadap pengaruh penambahan limbah karbit dan abu sekam padi sebanyak 10% dari besar semen terhadap nilai kuat tekan beton. Dari pemeriksaan agregat halus Kali Progo termasuk gradasi daerah 3 yaitu pasir agak halus dengan modulus halus butiran sebesar 2,155%, berat jenis sebesar 2,7 yang tergolong agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya antara 2,5-2,7, penyerapan air sebesar 1,55%, kadar lumpur sebesar 3,15% yang lebih kecil dari nilai standar yang ditetapkan yaitu 5% sehingga tidak perlu di cuci lagi, kadar air sebesar 0,81% yang termasuk dalam koridor normal

dimana pada umumnya antara 1%-2%, dan berat satuan sebesar 1,55 gram/cm³ yang berarti termasuk agregat normal antara 1,50-1,80.

Perbedaan pengujian agregat halus yang berasal dari Kali Progo dapat dlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbedaan agregat halus Kali Progo

No	Jenis Pengujian	Satuan	Penguji		
			Sudibyo (2012)	Alamsyah (2010)	Syahputra (2010)
1	Gradasi	-	4	4	3
2	Modulus Halus Butir	%	2,204	2,204	2,155
3	Berat jenis	-	2,809	2,809	2,7
4	Penyerapan Air	%	9,409	9,409	1,55
5	Kadar Lumpur	%	2,2	2,53	3,15
6	Kadar Air	%	0,81	0,81	0,81
7	Berat Satuan	gram/cm³	1,23	1,55	1,55

B. Sifat Agregat Kasar

Pratama (2016), melakukan pengujian tentang pengaruh penggunaan agregat kasar dari Yogyakarta terhadap kuat tekan beton. Hasil pengujian yang di dapat dalam pemeriksaan kerikil Clereng pada pembuatan benda uji agregat kasar lolos saringan 20 mm dan tertahan pada saringan 4,75 mm, didapat hasil berat jenis 2,86 yang tergolong dalam berat jenis berat, penyerapan air 1,2%, berat satuan 1,55 gram/cm³ yang termasuk dalam agregat normal yakni berada pada rentang 1,50-1,80 gram/cm³, kadar lumpur 1,55 %, kadar air 0,15 %, dan keausan agregat 21,36% .

Ikhsan (2016), menguji pengaruh penambahan pecahan kaca pada variasi 15%, 20%, 25% sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus dan penambahan serat *fiber optic* 0,15% terhadap kuat tekan beton serat. Didalam pengujian agregat kasar yang meliputi berat jenis, penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, keausan, dan berat satuan, diperoleh berat jenis 2,63 yang

termasuk dalam agregat normal antara 2,5-2,7, penyerapan air 4,47 %, kadar air 0,549 % yang termasuk dalam kondisi kering udara, kadar lumpur 1,75 % yang diperoleh lebih besar dari batas kadar lumpur yang telah di tetapkan yaitu 1 % sehingga harus dicuci terlebih dahulu, keausan 21,36 % termasuk dalam kelas III, dan berat satuan 1,55 gram/cm³ yang termasuk dalam agregat normal.

Habibi (2016), melakukan kajian perbandingan kuat tekan beton terhadap jenis pasir di Yogyakarta. Hasil pengujian diperoleh berat jenis 2,87 termasuk dalam agregat berat karena melebihi batas normal antara 2,5-2,7, penyerapan air 2,50 %, kadar air 0,15 % yang termasuk dalam kondisi kering udara, kadar lumpur 1,55 % yang diperoleh lebih besar dari batas kadar lumpur yang telah di tetapkan yaitu 1 % sehingga harus dicuci terlebih dahulu, keausan 21,36 % dapat digunakan dalam pembuatan beton kelas II, dan berat satuan 1,55 gram/cm³ yang termasuk dalam agregat normal yakni bekisar 1,50-1,80.

Perbedaan pengujian agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo dapat dlihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Perbedaan agregat kasar Clereng, Kulon Progo

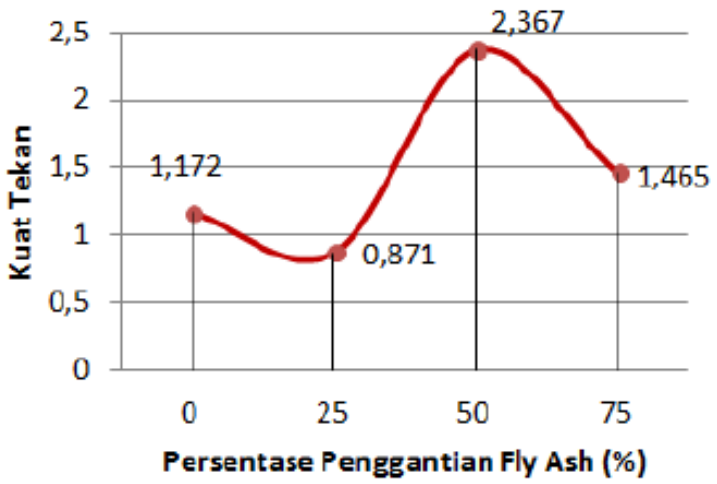
No	Jenis Pengujian	Satuan	Penguji		
			Pratama (2016)	Ikhsan (2016)	Habibi (2016)
1	Berat jenis	-	2,86	2,63	2,87
2	Penyerapan air	%	1,2	4,47	2,50
3	Kadar air	%	0,15	0,549	0,15
4	Kadar Lumpur	%	1,55	1,75	1,55
5	Keausan	%	21,36	21,36	21,36
6	Berat Satuan	gram/cm³	1,55	1,55	1,55

C. *Fly Ash*

Nurzal dan Putra (2014) melakukan pengujian terhadap pengaruh waktu pengeringan dengan penambahan 5% berat *fly ash* melalui daya serap air dan uji densitas pada pembuatan *paving block*. Hasil pengujian menunjukan daya serap

air optimal terjadi pada waktu pengeringan 21 hari untuk komposisi 0% dan 5% berat *fly ash*, yaitu sebesar 2,84 dan 2,83 %. Hal ini disebabkan kandungan air yang terdapat pada *paving block* sudah berkurang sehingga diperoleh daya serap air meningkat, sedang setelah 21 hari waktu pengeringan, daya serap air nya tidak terlalu berpengaruh karena pada hari tersebut *paving block* sudah kering total dan daya serap airnya cenderung stabil atau konstan. Penambahan 5% berat *fly ash* menghasilkan daya serap air lebih tinggi jika dibandingkan dengan 0% berat *fly ash*, hal ini menunjukkan bahwa *fly ash* mempunyai daya serap air lebih tinggi dari agregat kasar setelah dicampur menjadi *paving block*. Berdasarkan nilai daya serap air yang dihasilkan menurut SNI 03-0691-1996, Semua *paving block* termasuk dalam mutu A yang digunakan untuk jalan.

Fatharoni, dkk (2015) menguji pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) pada beton non pasir ditinjau dari kuat tekan dan permeabilitas beton untuk *green pedestarian road*. Dari hasil pengujian variasi penggunaan *fly ash* sebanyak 50% ke 75% mengalami penurunan kuat tekan beton. Jika dilihat dari segi sempurnanya suatu ikatan beton, semakin banyak penggunaan *fly ash* dalam beton semakin baik ikatannya, namun jika dipandang dari hal ini saja tentu merupakan suatu pandangan yang kurang baik. Dari penggunaan *fly ash* yang semakin banyak pada beton, akan menjadi lebih ringan oleh karena itu kuat tekan yang dihasilkan umumnya lebih kecil. Hasil kuat tekan beton yang didapat untuk presentase penggantian *fly ash* sebanyak 0% adalah 1,172 MPa, *fly ash* 25% sebesar 0,871 MPa, *fly ash* 50% sebesar 2,367 MPa, dan untuk *fly ash* 75% didapat hasil sebesar 1,465 MPa. Kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi penggunaan abu terbang sebanyak 50% yaitu sebesar 2,367 MPa masih jauh dari standar yang disarankan sebesar 17,61 MPa menurut ACI 522R – 06 tentang *Pervious Concrete*. Hal tersebut dapat terjadi karena kuat tekan yang dihasilkan dari beton non pasir sangat bergantung pada beberapa faktor diantaranya faktor air semen, rasio volume agregat dengan semen (bahan pengikat) dan jenis agregat yang digunakan. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan antara variasi kadar *fly ash* dengan kuat tekan beton (Fatharoni dkk,2015)

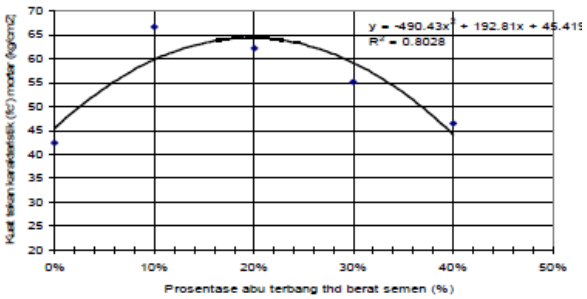
Siagian dan Dermawan (2011) melakukan pengujian sifat mekanik batako yang dicampur abu terbang (*fly ash*). Dari pengujian dapat diketahui bahwa dengan pencampuran komposisi abu terbang (*fly ash*) sebanyak 5 % , 10 %, dan 15 % dari berat semen diperoleh hasil pengujian kekuatan tekan pada setiap benda uji bervariasi. Pada penambahan 5 % abu terbang (*fly ash*) didapat hasil kekuatan tekan rata-rata batako sebesar 20,76 MPa, dengan penambahan komposisi 10 % abu terbang (*fly ash*) didapat hasil kekuatan tekan rata-rata batako sebesar 26,00 MPa, dengan penambahan 15 % abu terbang (*fly ash*) didapat hasil kekuatan tekan rata-ratat batako sebesar 22,40 MPa, sedangkan batako normal yaitu tanpa penambahan abu terbang (*fly ash*) diperoleh kekuatan tekan rataratat batako sebesar 16,46 MPa. Dari data di atas diperoleh bahwa dengan penambahan bahan campuran abu terbang (*fly ash*) antara 5 % – 10 % menghasilkan kekuatan tekan batako yang meningkat di bandingkan dengan batako tanpa penambahan abu terbang (*fly ash*). Hasil pengujian kekuatan tarik batako diketahui bahwa dengan penambahan 5 % abu terbang (*fly ash*) diperoleh kekuatan tarik rata – rata sebesar 1,168 MPa, pada penambahan 10 % abu terbang (*fly ash*) diperoleh kekuatan tarik sebesar 2,166 MPa, dan pada penambahan 15 % abu terbang (*fly ash*) diperoleh kekuatan tarik sebesar 1,634

MPa, sedangkan tanpa penambahan abu terbang (*fly ash*) diperoleh kekuatan tarik 0,876 MPa. Data di atas menunjukkan bahwa dengan penambahan 5%, dan 10 % abu terbang (*fly ash*) pada campuran batako diperoleh kekuatan tarik yang meningkat sedangkan pada penambahan 15% terjadi penurunan kekuatan tarik.

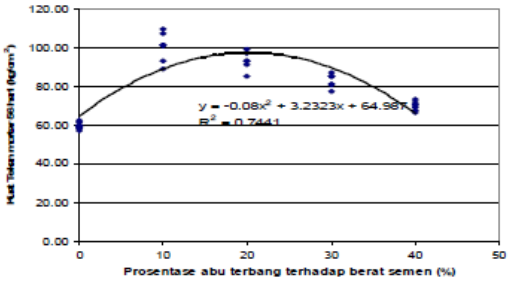
Yusuf, dkk (2013), melakukan pengujian terhadap Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe *PCC* Serta Analisis Air Laut Yang Digunakan Untuk Perendaman. Berdasarkan hasil yang didapat, Kuat tekan semen tipe *PCC* dengan penambahan *fly ash* semakin turun dengan semakin meningkatnya persentase penambahan *fly ash*. Nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2, 4, dan 6% pada umur 28 hari dalam perendaman air laut berturut-turut 284, 276, dan 273 kg/cm^2 sedangkan dalam akuades 323, 315, dan 298 kg/cm^2. Nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2% yang direndam dalam air laut masih memenuhi syarat SNI 15-7064-2004 yaitu 280 kg/cm^2, sedangkan persentase 4 dan 6% tidak memenuhi SNI 15-7064-2004. Hasil pengukuran pH pada larutan perendaman air laut dengan persentase penambahan *fly ash* 2, 4, dan 6% pada umur 28 hari berturut-turut 10,21, 10,26, dan 10,45 sedangkan dalam akuades 11,43, 11,44, dan 11,64.

Andoyo (2006), melakukan pengujian terhadap pengaruh penggunaan abu terbang (*fly ash*) terhadap kuat tekan dan serapan air pada mortar. Berdasarkan hasil yang didapat, penambahan abu terbang dengan presentase tertentu dari berat semen ternyata dapat meningkatkan kuat tekan mortar. Peningkatan kuat tekan terjadi pada presentase abu terbang sebesar 10% dengan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 66,69 kg/cm^2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 56 hari (fc') = 100,72 kg/cm^2, pada presentase abu terbang sebesar 20% dengan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 62,16 kg/cm^2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 56 hari (fc') = 93,96 kg/cm^2, pada presentase abu terbang sebesar 30% dengan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 55,17 kg/cm^2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 56 hari (fc') = 83,41 kg/cm^2 dan pada presentase abu terbang sebesar 40% dengan kuat tekan pada umur 28 hari

sebesar 46,42 kg/cm^2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 56 hari (fc') = 70,12 kg/cm^2. Sedangkan pada mortar dengan kadar abu terbang 0% didapatkan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 42,34 kg/cm^2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 56 hari (fc') = 59,89 kg/cm^2. Hasil kua tekan mortar umur 28 hari dan 56 hari dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Proyeksi kuat tekan karakteristik mortar umur 28 hari (Andoyo, 2006)

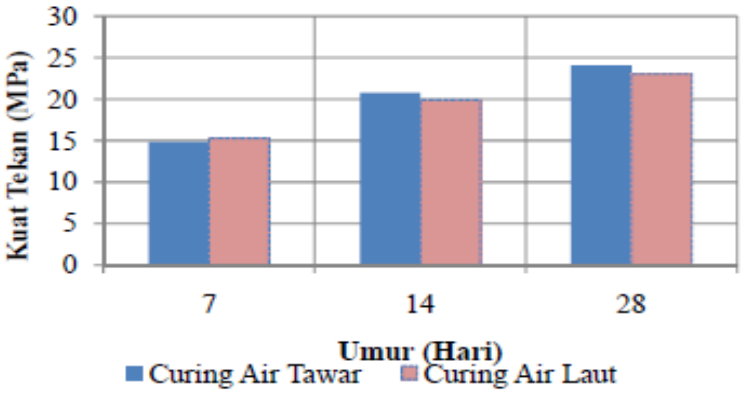


Gambar 2.3 Kuat tekan mortar berbagai komposisi campuran umur 56 hari (Andoyo,2006)

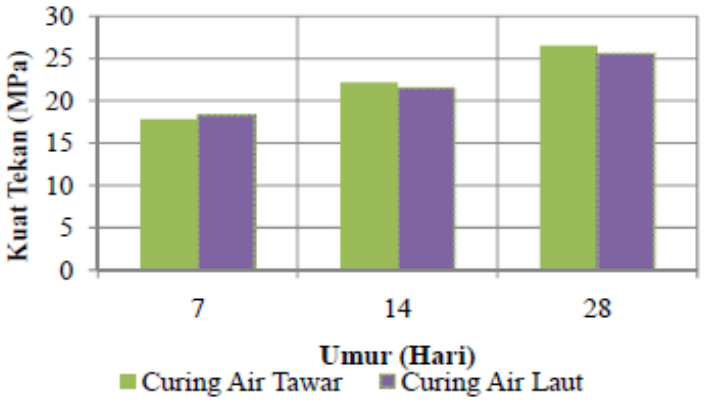
D. Air laut

Hunggurami, dkk (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh masa perawatan (*curing*) menggunakan air laut terhadap kuat tekan dan absorpsi beton yang mengalami *curing* dengan air laut. Pada pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari beton yang mengalami *curing* air laut menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada beton yang mengalami *curing* dengan air tawar, sedangkan untuk beton umur 14 hari dan 28 hari yang mengalami perawatan dengan air tawar menghasilkan kuat tekan rata-rata yang lebih tinggi daripada kuat tekan

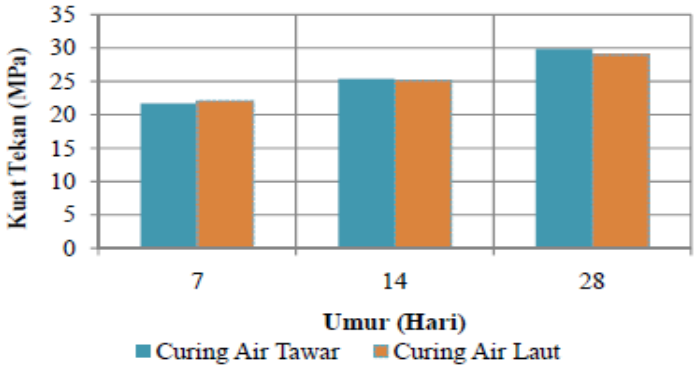
yang dihasilkan beton yang mengalami perawatan dengan air laut. Pada beton umur 28 hari menunjukkan semakin tinggi mutu beton maka perbedaan kuat tekan antara beton yang mengalami *curing* dengan air tawar semakin kecil dengan beton yang mengalami perawatan dengan air laut. Hasil pengujian beton yang mengalami *curing* air tawar dan air laut, dapat dilihat pada Gambar 2.4, Gambar 2.5 dan Gambar 2.6.



Gambar 2.4 Pengujian kuat tekan rata-rata *fcr* = 20 Mpa (Hunggurami, dkk, 2014)



Gambar 2.5 Pengujian kuat tekan rata-rata *fcr* = 25 Mpa (Hunggurami, dkk, 2014)

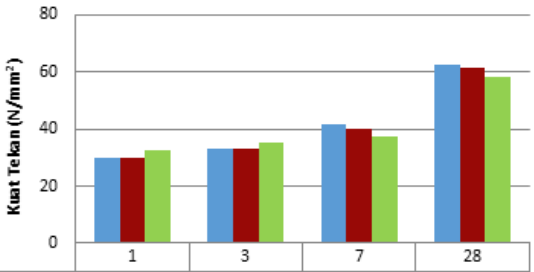


Gambar 2.6 Pengujian kuat tekan rata-rata *fcr* = 30 Mpa (Hunggurami, dkk, 2014)

Hendriyani, dkk (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh jenis air pada perawatan beton terhadap kuat tekan beton. Dari penelitian yang di lakukan, didapat hasil bahwa nilai kuat tekan beton dari masing-masing perawatan beton terhadap jenis air yang berbeda mengalami peningkatan nilai kuat tekan rata-rata yang terjadi pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan benda uji terendam di air tawar sebesar 25,7 MPa, 30,8, 34,6 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan rata rata benda uji terendam di air laut sebesar 25,5 MPa, 29,7 MPa, dan 33,7 MPa, dan sementara benda uji terendam di air tergenang sebesar 20,6 MPa, 29, MPa, 32,5 MPa dari kuat tekan beton normal rencana 25 MPa. Kuat tekan pada masing-masing beton mengalami peningkatan yang tidak signifikan. Artinya nilai kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan berbagai jenis air tawar, air laut dan air tergenang pada masa perendaman 7, 14 dan 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata yang mencapai kuat tekan rencana beton normal sebesar 25 MPa. Kuat tekan beton yang mengalami perendaman dengan air tawar pada umur 7 hari menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada beton yang mengalami perendaman di air laut dan air tergenang, sedangkan untuk beton umur 7 hari yang mengalami perawatan dengan air tergenang menghasilkan kuat tekan rata-rata yang rendah daripada kuat tekan beton yang dihasilkan beton yang mengalami perawatan dengan air tawar dan air laut. Pada beton umur 14 hari dan 28 hari yang mengalami perawatan dengan air tawar, air laut dan air tergenang menunjukkan semakin tinggi mutu beton maka perbedaan kuat tekan antara

beton yang mengalami perawatan dengan air tawar semakin kecil dengan beton yang mengalami perawatan dengan air laut dan air tergenang. Artinya pengaruh perawatan beton terhadap nilai kuat tekan adalah semakin baik perawatan beton maka nilai kuat tekan semakin tinggi dan sebaiknya jika perawatan beton tersebut kurang, maka nilai kuat tekan yang dihasilkan akan berkurang.

Afifah (2014) Pengaruh Perendaman Berulang Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mortar. Dari hasil pengujian tersebut, kuat tekan menunjukkan peningkatan disetiap umur. Terlihat pada umur mortar 1 hari belum menunjukkan perbedaan yang berarti diantara beberapa jenis perlakuan terhadap mortar. Nilai tertinggi untuk umur 1 hari pada kondisi rendam angkat air laut yaitu 32,712%, sedangkan nilai terendah untuk 2 kondisi yang lainnya (rendam terus dan rendam angkat air tawar) menunjukkan nilai yang sama yaitu 30,100%. Pada umur 3 hari pun menunjukkan kondisi yang relatif sama, nilai tertinggi masih diperoleh oleh kuat tekan rendam angkat air laut yaitu 35,150%, dan nilai terendah ada pada 2 kondisi yang lainnya, yaitu bernilai 33,182%. Lebih lanjut lagi pada umur 7 hari, kuat tekan mortar mulai bervariasi. Pada umumnya menunjukkan peningkatan kekuatan disetiap umurnya, namun pada umur 7 hari ini rendam angkat air laut lebih rendah jika dibandingkan dengan rendam angkat air tawar dan rendam terus (normal) yaitu 37,614%. Adapun nilai yang diperoleh rendam angkat air tawar yaitu 40,051%, sedikit lebih tinggi dari air laut dan lebih rendah dari rendam terus (normal) yaitu 41,503%. Sama seperti halnya pengujian mortar umur 7 hari, pengujian pada umur 28 hari pun rata-rata menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan disetiap umurnya. Rendam angkat air laut pada umur 28 hari lebih rendah sama halnya pada umur 7 hari, yaitu diperoleh nilai 58,136%, dan rendam angkat air tawar serta rendam terus (normal) memperoleh nilai masing-masing yaitu 61,407% dan 62,688%. Hasil perbandingan antara kuat tekan mortar dan umur perendaman mortal dapat dilihat pada Gambar 2.7.



	1	3	7	28
Normal (Rendam Terus)	30.100	33.182	41.503	62.688
Mortar Rendam Angkat Air Tawar	30.100	33.182	40.051	61.407
Mortar Rendam Angkat Air Laut	32.712	35.150	37.614	58.136

Gambar 2.7 Perbandingan antara kuat tekan mortar dan umur perendaman (Afifah, 2014)

E. Perbedaan Penelitian

Perbedaan penelitian terdahulu dan yang akan dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 2.3, Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Tabel 2.3 Perbedaan penelitian sebelumnya dan yang akan di lakukan

No	Peneliti	Tahun	Jenis penelitian	Substansi penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1	Nurzal dan Putra	2014	Penelitian Lab	Menguji waktu pengeringan dengan penambahan 5% berat *fly ash* pada pembuatan *paving block*	Menguji pengaruh waktu perendaman beton dengan penambahan *fly ash* 10%
2	Siagian dan Dermawan	2011	Penelitian Lab	Melakukan pengujian sifat mekanik batako yang dicampur abu terbang (*fly ash*)	Melakukan pengujian kekuatan beton yang di tambah *fly ash* sebanyak 10%

Tabel 2.4 Perbedaan penelitian sebelumnya dan yang akan di lakukan (lanjutan)

3	Hunggurami, dkk	2014	Penelitian Lab	Pengaruh masa perawatan (*curing*) menggunakan air laut terhadap kuat tekan dan absorpsi beton yang mengalami *curing* dengan air laut	Pengaruh masa waktu perendaman air laut terhadap kuat tekan beton dengan tambahan *fly ash*
4	Hendriyani, dkk	2016	Penelitian Lab	penelitian tentang pengaruh jenis air pada perawatan beton terhadap kuat tekan beton tanpa bahan tambah	Penelitian tentang pengaruh air laut terhadap kuat tekan beton dengan bahan tambah *fly ash*
5	Fatharoni, dkk	2015	Penelitian Lab	Menguji pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) sebanyak 50% dan 75% pada beton non pasir ditinjau dari kuat tekan dan permeabilitas beton	Menguji pemanfaatan abu terbang (*fly ash)* sebanyak 10% pada beton untuk bangunan air laut

Tabel 2.5 Perbedaan penelitian sebelumnya dan yang akan di lakukan (lanjutan)

No	Peneliti	Tahun	Jenis penelitian	Substansi penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
6	Yusuf, dkk	2013	Pengujian Lab	Pengujian terhadap pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap kuat tekan mortar semen tipe *pcc* serta analisis *curing* air laut	Pengujian terhadap pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kuat tekan beton dengan *curing* air laut
7	Andoyo	2006	Pengujian Lab	Pengujian terhadap pengaruh penggunaan abu terbang (*fly ash*) terhadap kuat tekan dan serapan air pada mortar	Pengujian terhadap kekuatan beton dengan tambahan *fly ash* 10% menggunakan *curing* air laut