

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

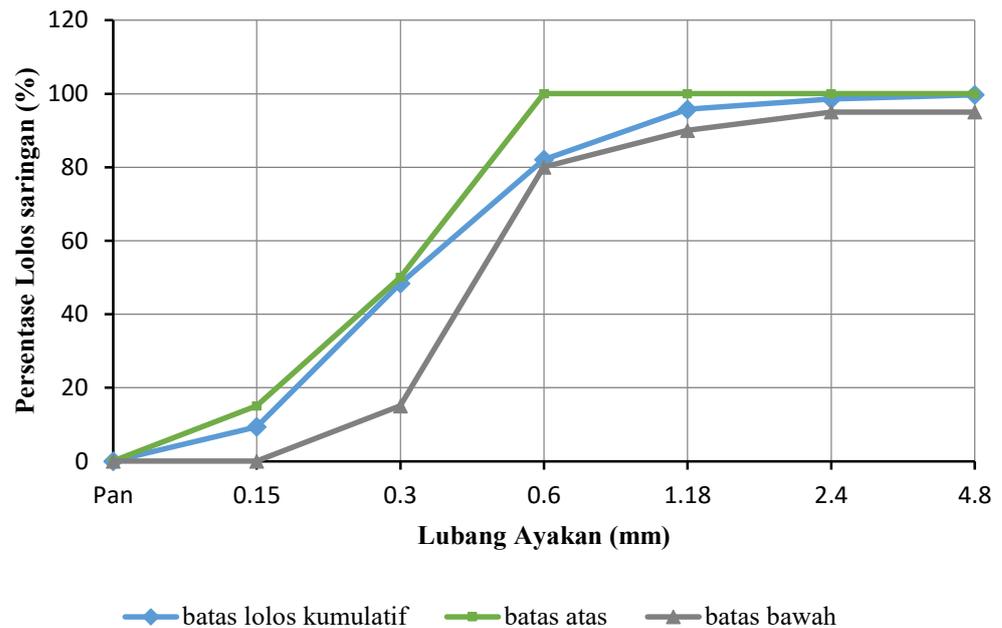
A. Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta meliputi pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Adapun hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

1. Agregat Halus

a. Gradasi agregat halus

Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir) digambarkan pada Gambar 5.1. Gradasi yang digunakan adalah daerah gradasi No.4, yaitu pasir agak halus dengan modulus halus butir 2,66. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 5.1 Hubungan ukuran saringan dan persen lolos saringan agregat halus

b. Berat Jenis dan penyerapan air

Hasil pengujian berat jenis pasir kering jenuh muka diperoleh 2,42. Penyerapan air yang didapat dari hasil pengujian sebesar 11%. Berdasarkan Tabel 3.2, dapat dilihat bahwa agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal,

agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat agregat halus yang berasal dari Kali Progo termasuk ke dalam agregat normal. Sudiby (2012) menguji berat jenis dan penyerapan air agregat halus yang berasal dari Kali Progo, nilai berat jenis dan penyerapan air yang didapat adalah 2,42 dan 11%. Nilai berat jenis yang didapat tidak terlalu jauh dari nilai berat jenis yang di uji oleh Sudiby. Tetapi nilai penyerapan air yang didapat memiliki selisih 2,904% dari nilai penyerapan air yang diperoleh oleh Sudiby. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. Berat Satuan

Berat satuan pasir *SSD* didapat sebesar 1,32 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya *porous* maka bisa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Berat satuan yang dimiliki agregat normal adalah 1,50-1,80. Dari hasil yang didapat agregat halus berasal dari Kali Progo tidak termasuk dalam agregat normal. Sudiby (2012) melakukan pengujian berat satuan pasir dari Sungai Progo, berat satuan yang di peroleh sebesar 1,23 gram/cm³. Selisih berat satuan yang didapat pada penelitin ini dengan yang diperoleh Sudiby adalah 0,09 gram/cm³. Analisis dari pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran 2.

d. Kadar lumpur

Agregat yang baik seharusnya mengandung kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal ini dapat mempengaruhi kekuatan beton. Berdasarkan Tabel 3.3, hasil pengujian yang dilakukan kadar lumpur yang diperoleh sebesar 3,13%, agregat halus diklasifikasikan sebagai

agregat dengan kadar lumpur sedang yaitu 3%-5%. Syahputra (2010) melakukan pengujian kadar lumpur agregat halus yang berasal dari Sungai Progo, nilai kadar lumpur yang diperoleh sebesar 3,15%. Selisih kadar lumpur yang didapat dengan penelitian Prasetya adalah 0,02%. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

e. Kadar air

Kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 1,5%. Kadar air yang didapat termasuk ke dalam kondisi basah. Syahputra (2010) melakukan pengujian kadar air agregat halus berasal dari Sungai Progo, nilai kadar air yang diperoleh adalah 0,81%. Kadar air yang di peroleh memiliki selisih 0,71% dari kadar air yang di peroleh Syahputra. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Gradasi Butiran	-	4
2	Modulus Halus Butir	-	2,66
3	Kadar Air	%	1,5
4	Berat jenis	-	2,42
5	Penyerapan Air	%	11
6	Berat Satuan	Gram/cm ³	1,32
7	Kadar Lumpur	%	3,13

2. Agregat Kasar

a. Berat jenis dan penyerapan air

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,69. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 1,13%. Tabel 3.2 agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat agregat kasar yang berasal dari Clereng termasuk ke dalam

agregat normal. Pratama (2016) menguji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai berat jenis dan penyerapan air yang didapat adalah 2,86 dan 1,2%. Nilai berat jenis yang didapat tidak terlalu jauh dari nilai berat jenis yang diuji oleh Pratama. Tetapi nilai berat jenis yang didapat oleh Pratama memiliki selisih 0,17% dari nilai berat jenis yang diperoleh dan termasuk dalam agregat berat. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

b. Berat Satuan

Berat satuan batu pecah adalah 1,55 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut berpori atau tidak. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Selain itu untuk agregat kasar, berat satuan digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50-1,80. Dari hasil yang didapat agregat kasar yang berasal dari Clereng termasuk dalam agregat normal. Pratama (2016) melakukan pengujian berat satuan kerikil dari Clereng, berat satuan yang di peroleh sebesar 1,55 gram/cm³. Selisih berat satuan yang didapat pada penelitian ini dengan yang di peroleh Pratama tidak ada dan berarti sama. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

c. Kadar lumpur

Kadar lumpur yang terdapat pada batu pecah dari Clereng adalah 0,12%, dengan berdasarkan Tabel 3.3 hasil pengujian ini lebih kecil dari batas kadar lumpur yang telah ditetapkan yaitu 1%. Sehingga batu pecah ini tidak perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Pratama (2016) melakukan pengujian kadar lumpur agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai kadar lumpur yang diperoleh sebesar 1,55%. Selisih kadar lumpur yang didapat dengan penelitian Pratama adalah 1,43%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

d. Keausan agregat

Keausan batu pecah yang didapat dari pengujian sebesar 25,66 %. Dari Tabel 3.3 dapat dilihat hasil pengujian agregat kasar dari Clereng termasuk ke dalam kelas III. Ikhsan (2016) menguji keausan agregat kasar berasal dari Clereng, nilai keausan yang diperoleh sebesar 21,36%. Selisih nilai keausan yang didapat dengan nilai keausan yang diperoleh Ikhsan sebesar 4,30%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

e. Kadar air

Kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 0,67%. Kadar air yang dimiliki agregat kasar berasal dari Clereng termasuk ke dalam kondisi kering udara (Tjokrodinuljo, 2007). Ikhsan (2013) melakukan pengujian kadar air agregat kasar berasal dari Clereng, nilai kadar air yang diperoleh adalah 0,549%. Kadar air yang diperoleh memiliki selisih 0,121% dari kadar air yang di peroleh Ikhsan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.2 Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	0,67
2	Berat Jenis	-	2,69
3	Penyerapan Air	%	1,13
4	Berat Satuan	gram/cm ³	1,55
5	Kadar Lumpur	%	0,12
6	Keausan	%	25,66

B. Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam perancangan campuran beton yang dilakukan, tata cara perhitungan mengacu pada SK SNI 03-2834-2002. Perancangan beton ini bertujuan menentukan kebutuhan bahan-bahan yang dibutuhkan. Adapun hasil dari perancangan beton dapat dilihat dari Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 dan selengkapnya pada lampiran 7.

Tabel 5.3 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 m³

Berat \ Volume	Variasi Semen			Satuan
	Holcim	Tiga Roda	Gresik	
Air	178,15	178,15	178,15	liter
Semen	456,79	456,79	456,79	kg
Kerikil	1299,91	1299,91	1299,91	kg
Pasir	433,30	433,30	433,30	kg
<i>SikaCim</i>	6,85	6,85	6,85	kg
Total	2375	2375	2375	kg

Tabel 5.4 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 benda uji

Berat \ Volume	Variasi Semen			Satuan
	Holcim	Tiga Roda	Gresik	
Air	2,83	2,83	2,83	liter
Semen	7,27	7,27	7,27	kg
Kerikil	20,68	20,68	20,68	kg
Pasir	7,27	7,27	7,27	kg
<i>SikaCim</i>	0,11	0,11	0,11	kg
Total	37,79	37,79	37,79	kg

C. Hasil Pengujian Slump

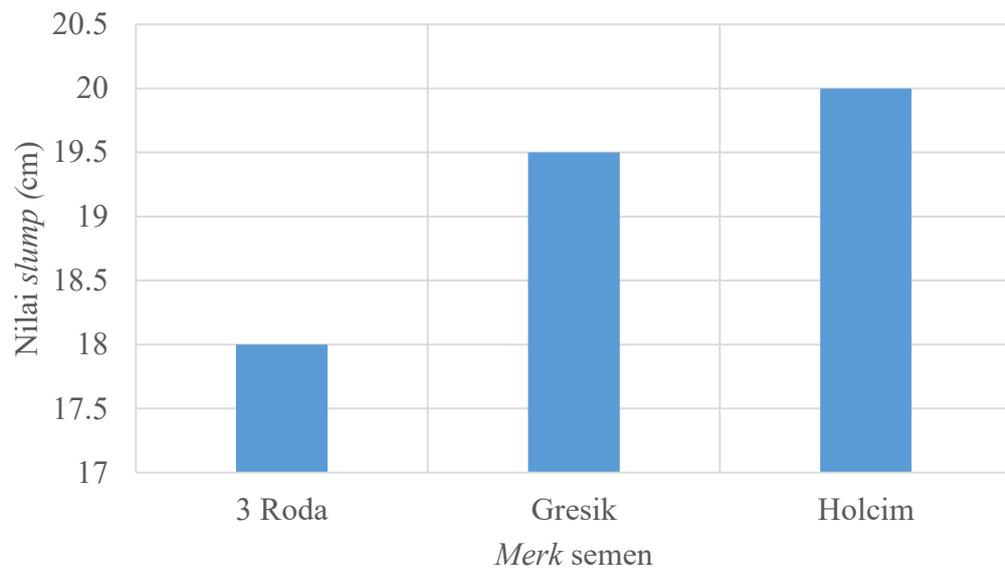
Hasil pengujian slump diberikan pada Tabel 5.5 berikut

Tabel 5.5 Hasil pengujian Slump

<i>Merk</i> Semen	Umur	Nilai Slump (cm)
Tiga Roda	7	18
	14	
	28	

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Slump (Lanjutan)

<i>Merk Semen</i>	Umur	Nilai Slump (cm)
Gresik	7	19,5
	14	
	28	
Holcim	7	20
	14	
	28	

Gambar 5.2 Hasil pengujian *slump*

Berdasarkan hasil pengujian slump, diketahui bahwa campuran beton dengan *SikaCim* menggunakan semen merk Holcim memiliki nilai *slump* paling tinggi yaitu 20 cm diikuti oleh Gresik dengan 19,5 dan 3 Roda dengan nilai 18 cm.

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pada pengujian kuat tekan pada semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik dengan bahan tambah *SikaCim* pada perendaman air tawar pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan beton semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik adalah sebagai berikut.

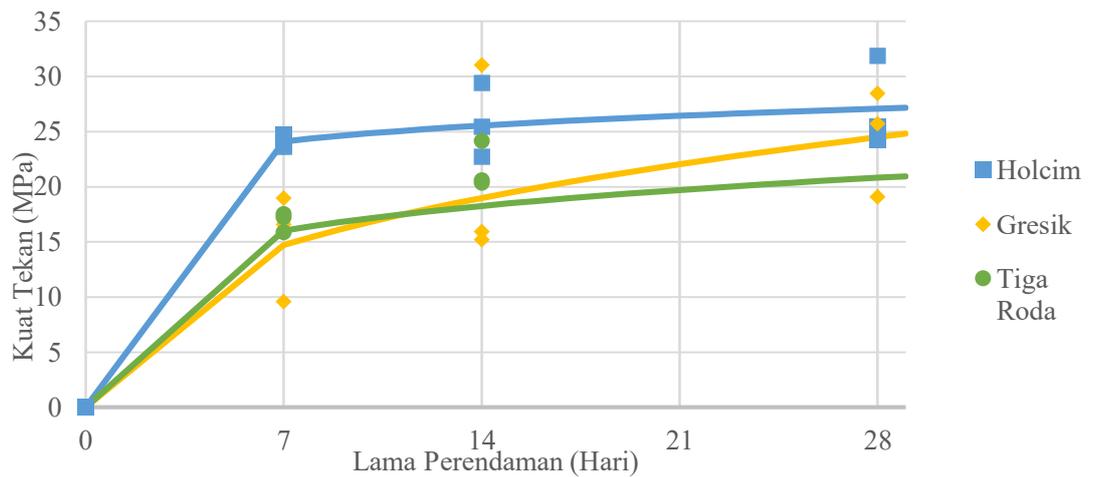
1. Nilai kuat tekan beton Semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik

Hasil pengujian kuat tekan beton pada semen Holcim dengan bahan tambah *SikaCim 1,5%* pada umur perendaman 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada Tabel 5.7, maka garis hubungan antara umur perendaman dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Tabel 5.7 Hasil uji kuat tekan

<i>Merk Semen</i>	Lama Perendaman (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)
Tiga Roda	7	16,7
	14	16,9
	28	21,7
Holcim	7	24.0
	14	25.8
	28	27.2
Gresik	7	15.1
	14	20.7
	28	24.4

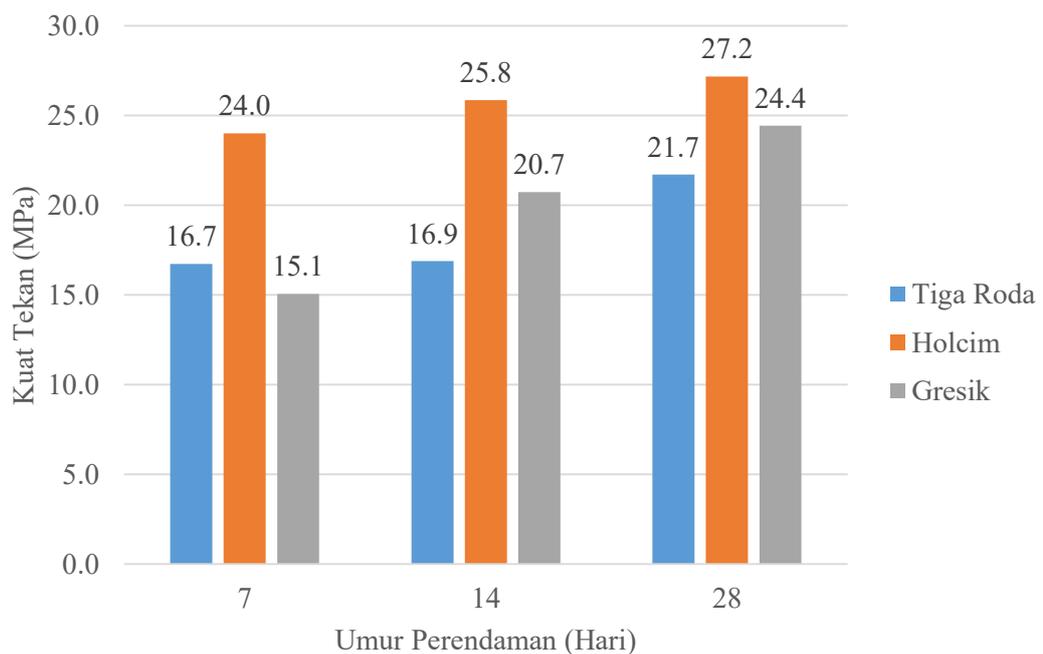


Gambar 5.3 Hubungan antara kuat tekan beton dengan umur perendaman pada air tawar

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan semen Holcim, Gresik dan Tiga Roda dengan perendaman pada air tawar saat umur perendaman 7 hari, 14 hari dan 28 hari meningkat dan bila dibandingkan dengan hasil pengujian kuat tekan beton dengan semen Holcim, Gresik dan Tiga Roda dengan perendaman pada air laut saat umur perendaman 7 hari, 14 hari dan 28 hari yang dilakukan Aminarta (2017) seperti pada Gambar 2.6 tidak ada penurunan kuat tekan.

2. Perbandingan kuat tekan beton dengan semen Holcim, semen Tiga Roda, dan semen Gresik dengan bahan tambah *SikaCim 1.5%*

Untuk mengetahui kuat tekan beton dari semen Holcim, semen Tiga Roda, dan semen Gresik dengan tambahan *SikaCim 1.5%* dapat dilihat pada grafik yang terdapat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Hubungan antara waktu perendaman dan kuat tekan

Dari Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari ketiga jenis Semen pada umur 28 hari adalah semen Holcim. Untuk perendaman umur 14 hari kuat tekan paling tinggi adalah semen holcim dan pada umur perendaman 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah Holcim.

Sedangkan beton dengan semen *merk* Tiga Roda memiliki kuat tekan rata-rata yang paling rendah.

Pada beton dengan semen Tiga Roda diketahui seperti ditunjukkan gambar 5.6 memiliki besar penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan beton dengan *merk* semen lainnya, hal ini mengindikasikan bahwa beton dengan semen *merk* Tiga Roda memiliki porositas tinggi. Thomas dan Jenning (2009) mengklasifikasikan pori-pori pada beton terbagi dua yaitu *capillary pores* yang memiliki ukuran 10 μ m-10nm dan *gel pores* yang memiliki ukuran antara 10nm-0.5nm. Thomas dan Jenning (2009) juga menyebutkan bahwa *capillary pores* memiliki pengaruh terhadap kekuatan dan permeabilitas sedangkan *gel pores* memiliki pengaruh terhadap *shrinkage* dan *creep*. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa beton dengan semen *merk* Tiga Roda yang memiliki porositas paling tinggi yang diindikasikan dari besarnya penyerapan memiliki kuat tekan yang paling rendah diantara ketiga beton dengan *merk* semen lain.

Kuat tekan beton dengan penambahan *SikaCim* 1,5% pada masing-masing *merk* semen belum mencapai kuat tekan rencana sebesar 35 MPa. Proses pemadatan yang benar serta rata pada setiap lapisan sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Selain itu, jika permukaan atas benda uji tidak rata maka nilai kuat tekan tidak akan sesuai, oleh karena itu diperluka *capping* pada benda uji untuk mendapatkan permukaan yang rata. Pada pengujian ini tidak ada *capping* pada benda uji sehingga menjadi salah satu faktor penyebab kuat tekan yang tidak mencapai rencana.

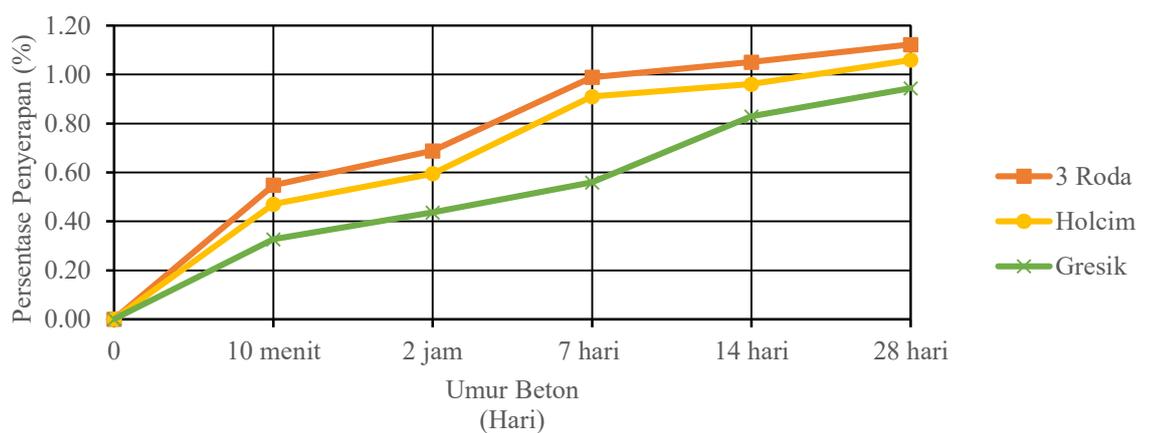
2. Perbandingan lama perendaman terhadap penyerapan

Curing beton air laut dilakukan setelah beton sudah didiamkan ± 24 jam dan dilepas dari cetakan silinder, hasil penyerapan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil penyerapan air pada beton

No	Merk Semen	Umur Perendaman	Hasil Penyerapan
1	Holcim	10 menit	0,470
		2 jam	0,594
		7 hari	0,909
		14 hari	0,960
		28 hari	1,059
2	Tiga Roda	10 menit	0,547
		2 jam	0,688
		7 hari	0,988
		14 hari	1,050
		28 hari	1,122
3	Gresik	10 menit	0,326
		2 jam	0,436
		7 hari	0,558
		14 hari	0,829
		28 hari	0,943

Untuk hasil penyerapan beton, maka hubungan penyerapan dan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil penyerapan beton

Dari hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5.5, bahwa penyerapan umur 10 menit, 2 jam, 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada semen Holcim, Tiga

Roda, dan Gresik mengalami peningkatan. Semakin lama perendaman, maka semakin besar penyerapan.

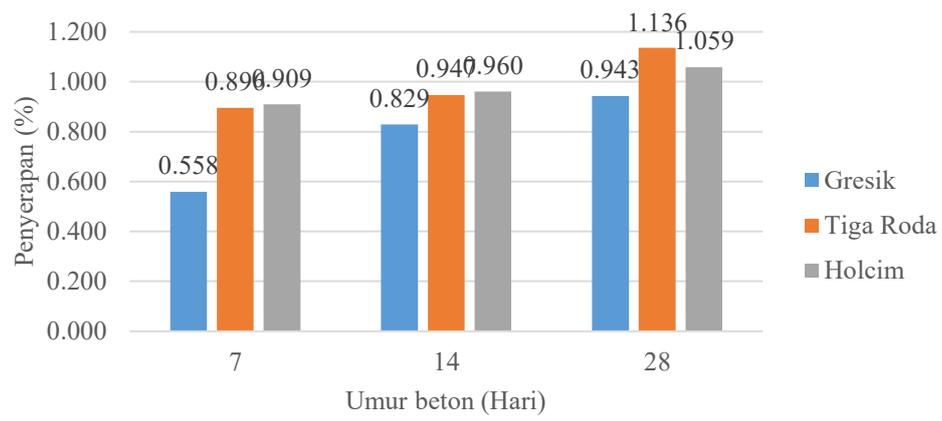
3. Perbandingan penyerapan untuk 3 variasi *merk* semen

Hasil pengujian penyerapan dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Hasil pengujian penyerapan untuk 3 variasi *merk* semen

Jenis Semen	Lama Perendaman (Hari)	Penyerapan (%)
Tiga Roda	7	0,896
	14	0,947
	28	1,136
Holcim	7	0,909
	14	0,960
	28	1,059
Gresik	7	0,558
	14	0,829
	28	0,943

Dari hasil pengujian penyerapan air seperti pada Gambar 5.6 beton diketahui hubungan antara penyerapan dan kuat tekan, akan tetapi penambahan kuat tekan ini disebabkan karena penambahan umur. Besarnya penyerapan mengindikasikan porositas suatu beton. Dari hasil pengujian pada Tabel 5.9 diketahui semen *merk* Tiga Roda memiliki besar penyerapan akhir paling besar yaitu 1,136%, diikuti Holcim dengan besar penyerapan 1,059% dan Gresik dengan penyerapan sebesar 0,943%. Hal ini menunjukkan beton dengan semen *merk* Tiga Roda memiliki porositas yang paling tinggi.



Gambar 5.6 Hasil uji penyerapan beton