Naskah Seminar Tugas Akhir

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

PENGARUH WAKTU PERENDAMAN AIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN 3 VARIASI MERK SEMEN DENGAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER 1,5%*

Bahroni Putra Aminarta
Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

As'at Pujianto
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Hakas Prayuda
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRAK

Beton adalah suatu material menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yang berisi pasir, kerikil, atau agregat lain yang dicampurkan menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu masa padat. Pada bangunan yang terdapat di daerah sekitaran laut seperti jembatan, jetties, pemecah ombak (break water) dan dermaga perlu dilakukan perawatan beton (curing) dengan air laut. Di dunia air laut memiliki kandungan garam rata-rata sebanyak 3,5% , kandungan garam sebesar ini dapat menggerogoti kekuatan dan keawetan beton sehingga beton akan rapuh dan rusak. Hal ini disebabkan klorida (cl) yang terdapat pada air laut yang merupakan garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk beton. Superplasticizer adalah salah satu bahan kimia untuk mempermudah pengerjaan dan memperkuat beton . Pengaruh penambahan superplasticizer pada beton untuk bangunan air laut berfungsi sebagai penutup rongga-rongga pada beton dan dapat meningkatkan kekuatan beton. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kekuatan tekan beton dan pengaruh umur perendaman air laut terhadap 3 merk semen berbeda dengan penambahan superplasticizer sebanyak 1,5%, serta menggunakan variasi perendaman dalam air laut selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Perancangan campuran beton ini menggunakan SK SNI 03-2834-2000 dan benda uji dibuat pada silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian nilai kuat tekan rata-rata beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut turut untuk semen Tiga Roda adalah 21,8 MPa; 27,4 MPa, 33,4 MPa dan untuk semen Gresik adalah 19,5 MPa, 22,8 MPa, dan 23,2 MPa dan semen Holcim adalah 23,6 MPa, 25,2 MPa, 16,1 MPa.. Dari penelitian yang dilakukan , membuktikan bahwa Semen Tiga Roda paling baik digunakan untuk bangunan yang terendam air laut.

Kata kunci: *Beton, Semen, Superplasticizer, Curing Air laut, Penyerapan, Kuat tekan.*

ABSTRACT

Concrete is rock-like material made with sand, gravel or other aggregate combined with a cement paste which result in a solid mass. On a building located on coastline such ass bridge, jetties, breakwater and port need a curing with sea water. Sea water on average contained around 3,5% of salt, this salt may cause concrete strength and durability to deteriorate. This is caused by chloride in sea water which is an aggressive compound. Superplasticizer is one of admixture used to increase concrete workability and strength. Superplasticizer addition create concrete with lower void which in turn made concrete have a higher strength. The aim of this study is to analyze concrete strength and effect of submerging duration on 3 cement brand with 1.5% of superplasticizer, with submerging of 7 days, 14 days, and 28 days. Result of this study shows that with submerging of 7 days, 14 days, and 28 days, concrete with Tiga Roda cement strength are 21,8 MPa; 27,4 MPa and 33,4 Mpa respectively. On concrete with Gresik cement are 19,5 MPa, 22,8 MPa, and 23,2 Mpa Respectively, and for Holcim cement are 23,6 MPa, 25,2 MPa, 16,1 MPa.. This study shows that concrete with Toga Roda Cement is best for building on coastline.

Keywords: Cement, Concrete, Superplasticizer, Sea Water Submerging, Adsorption, Compressive strength.

A. PENDAHULUAN

Negara kepulauan yang sedang berkembang seperti Indonesia, tentunya akan melakukan pembangunan besar-besaran secara merata sekarang ini untuk meningkatkan perekonomian dan kualitas hidup masyarakatnya agar lebih maju dan memiliki pendapatan yang layak secara merata. Banyak bahan-bahan struktur yang digunakan di dalam pembangunan di Indonesia, seperti kayu, baja dan beton. Tetapi, Bahan struktur yang banyak di pilih adalah beton. Faktor yang mendukung untuk pemilihan beton itu sendiri adalah ekonomi, ketahan terhadap api, kekakuan, dan kemudahan dalam perawatan.

Beton adalah suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir dan koral atau agregat lainnya, dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang di inginkan.

Dalam perkembangan sekarang ini, beton merupakan bahan yang paling banyak dipakai dalam pembangunan di bidang teknik sipil, termasuk pembangunan di daerah sekitaran laut, seperti jembatan, dermaga, pemecah gelombang *(break water), piers, jetty,* dan sebagainya. Dalam pembuatan beton, ada hal – hal yang berpengaruh terhadap kekuatan *(durability)* beton, salah satunya adalah perawatan *(curing).*Perawatan *(curing)* beton yang baik umumnya menggunakan air bersih (air yang tidak mengandung kandungan kimia yang dapat merusak beton). Akan tetapi dalam proses pembuatan bangunan beton di daerah pantai, kontak dengan air laut terkadang tidak dapat dihindari sehingga tentunya akan mempengaruhi kekuatan beton. Disisi lain keterbatasan pasokan air tawar pun kadang menjadi masalah bagi proyek – proyek yang berada di daerah lepas pantai dan laut. Jarak yang jauh antara lokasi proyek dengan sumber air bersih menyebabkan pasokan air bersih menjadi terhambat, Berdasarkan pengamatan lokasi proyek yang ada di sekitaran pantai terkadang proses curing dengan air laut pun dimungkinkan, sambil menunggu pasokan air bersih tiba di lokasi proyek.

Kontak air laut dengan beton pada masa curing sangat berbahaya, karena pada saat curing beton berinteraksi dengan air laut, beton akan mengalami absorpsi, dimana garam laut akan meresap ke dalam beton sebagai aksi kapiler untuk mengisi rongga – rongga yang ada pada beton. Senyawa – senyawa kimia ini akan menggerogoti kekuatan beton hingga rapuh dan rusak. Hal ini akan menyebabkan tidak tercapainya kuat tekan beton yang semula direncanakan.

Beton biasa akan mudah rapuh dan rusak saat terkena air laut, untuk itu diperlukana campuran *(admixture)* yang tepat agar kuat tekan beton bertahan saat terkena air laut. Beberapa penelitian sudah membuktikan campuran seperti abu sekam padi, serbuk kerang dan superplasticizer pada proporsi atau takaran yang tepat dapat meningkatkan kuat tekan beton. Pada tugas akhir ini penguji bertujuan untuk menganalisis kuat tekan beton dengan karakteristik admixture superplasticizer setelah dilakukan perendaman dengan menggunakan air laut.Tujuan Penelitian ini yaitu untuk menganalisis kuat tekan beton pada masing-masing merk semen dengan bahan tambah *superplasticizer* 1,5% setelah dilakukan kuring dengan air laut selama 7 hari,14 hari dan 28 hari dan juga menganalisis kuat tekan beton paling tinggi dengan bahan tambahan *superplasticizer 1,5%* setelah dilakukan *curing* air laut sekaligus pengaruh umur beton dengan penggunaan tambahan *superplasticizer 1,5%.*

Penelitian tentang "Pengaruh Waktu Perendaman (*Curing*) Air Laut terhadap Kuat Tekan Beton dengan 3 Variasi Merk Semen yang Berbeda Dengan Bahan Tambah *Superplasticizer* 1,5%" belum ada yang meneliti sebelumnya, segala bentuk kutipan pendapat atau temuan orang lain yang ada dalam penelitian ini dirujuk sesuai kaidah ilmiah yang benar, sehingga keaslian penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi baru yang bermanfaat bagi semuanya. Untuk perbedaan dari beberapa peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Penelitian

No	Peneliti	Pengujian yang dilakukan
1	Prasetya (2013)	Menguji pengruh kadar penambahan *superplasticizer* 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dengan agregat kasar batu apung.
2	Hadidi (2016)	Pengaruh penambahan *superplasticizer* sikamen LN 0,5% dan 1% terhadap kuat tekan beton
3	Ariska (2011)	Pengaruh penambahan berbagai kadar *superplasticizer* aditif *silicafum* terhadap kuat tekan beton
4	Meikadaan (2012)	Bertujuan untuk mengetahui *Pengaruh Tambahan Superplasticizer Sebesar 0%, 0,5%, 1,5%, 2,5%, 3,5% dan 4,5% Terhadap Beton Normal*
5	Dewi (2016)	Hubungan antara variasi kadar sika visconcrete-10 dengan kuat tekan dan nilai slump
6	Hugurami, Dkk (2014)	Hubungan antara masa perawatan beton dengan air laut terhadap kuat tekan dan absorpsi pada variasi mutu beton normal (20 MPa, 25 MPa dan 30 MPa)

B. PENGERTIAN BETON

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan *(admixture)*. Paulus (1989:5) mendefinisikan beton sebagai campuran dari dua bagian yaitu agregat dan pasta. Pasta terdiri dari semen portland dan air, yang mengikat agregat halus dan agregat kasar menjadi suatu massa yang menyerupai batuan ketika pasta tersebut mengeras akibat reaksi antara semen dan air. Beton akan bertambah kekuatannya seiring dengan penambahan umur.

Hidrasi beton merupakan reaksi antara kalsium silikat dan kalsium aluminat dengan air yang menghasilkan fase terhidrasi, hal ini menyebabkan masa terhidrasi untuk mengisi ruang sehingga menghasilkan masa kaku yang saling mengunci (*interlocking)* yang mana porositasnya merupakan fungsi dari faktor air semen dari campuran beton (Newman & Choo, 2003). Semakin rendah suatu faktor air semen maka semakin tinggi kuat tekan suatu beton dan semakin tahan pula beton tersebut terhadap penetrasi bahan-bahan yang dapat merusak. (Newman & Choo, 2003).

C. BAHAN PENYUSUN

Bahan Bahan penyusun beton terdiri dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air

1. Semen

Semen adalah bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. . Semen sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semen non hidrolik dan semen hidrolik.

Semen non hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengeras dengan air, akan tetapi perlu udara untuk dapat mengeras, contoh utama dari jenis semen non-hidrolik adalah kapur. Sedangakan untuk Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air, semen hidrolik antara lain meliputi, tetapi tidak terbatas pada bahan-bahan sebagai berikut : Kapur hidrolik, Semen teras, Semen terak, Semen alam, Semen *portland.*

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen, terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Berdasarkan SK SNI 15-2049-2004, Semen *Portland* dibagi menjadi 5 (lima jenis) berdasarkan jenis dan penggunaanya, antara lain :

a. Jenis I yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
b. Jenis II yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

c. Jenis III semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
d. Jenis IV yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
e. Jenis V yaitu semen *portland* yang dalam penggunaanya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Proses hidrasi yang terjadi pada semen

Di dalam penelitian ini, digunakan 3 merk semen berbeda yaitu semen merk Holcim, Tiga Roda dan Gresik. Berikut adalah sejarah singkat tentang semen yang digunakan :

a. Tiga Roda

Semen Tiga Roda merupakan produk semen yang diproduksi oleh PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (Indocement). Dengan mengedepankan kualitas terbaik dan inovasi yang berbaur dengan alam, Semen Tiga Roda diproduksi guna memenuhi kebutuhan pembangunan di dalam dan luar negeri.

Seiring berjalannya pembangunan dan bertambahnya kebutuhan, Indocement terus menambah jumlah pabriknya hingga dua belas pabrik. Pada 22 Februari 2013, Perseroan telah memulai perluasan Kompleks Pabrik Citeureup dengan penambahan lini produksi yang disebut Pabrik ke-14. Dengan penambahan Pabrik ke-14 maka jumlah pabrik Indocement saat ini adalah 13 pabrik.

Sebagian besar pabrik berada di Pulau Jawa, 10 diantaranya berlokasi di Citeureup, Bogor, Jawa Barat, yang menjadikannya salah satu kompleks pabrik semen terintegrasi terbesar di dunia. Sementara dua pabrik lainnya ada di Palimanan, Cirebon, Jawa Barat, dan satu lagi di Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan.

b. Holcim

Sebagai bagian dari Lafarge Holcim Group yang beroperasi di lebih dari 90 negara di seluruh dunia dengan pengalaman lebih dari 180 tahun, Holcim Indonesia memiliki komitmen untuk menjadi perusahaan yang terdepan dengan kinerja terbaik dalam industri bahan bangunan di Indonesia. Holcim Indonesia melangkah untuk memenuhi kebutuhan pembangunan di Indonesia dengan kapasitas produksi 15 juta ton semen per tahun.

Kehadiran Holcim di Indonesia ditandai dengan beroperasinya empat pabrik di Lhoknga–Aceh, Narogong–Jawa Barat, Cilacap–Jawa Tengah dan Tuban–Jawa Timur. Kegiatan produksi Holcim juga ditunjang dengan adanya fasilitas penggilingan & terminal distribusi yang tersebar hingga ke Kalimantan dan Sumatra, serta sistem manajemen penjualan yang prima dan inovasi produk yang selalu dapat menjadi solusi kebutuhan.

c. Gresik

Perusahaan diresmikan di Gresik pada tanggal 7 Agustus 1957 oleh Presiden RI pertama dengan kapasitas terpasang 250.000 ton semen per tahun, dan di tahun 2014 kapasitas terpasang mencapai 31,8 juta ton/tahun.

Pada tanggal 8 Juli 1991 saham Perseroan tercatat di Bursa Efek Jakarta dan Bursa Efek Surabaya (kini menjadi Bursa Efek Indonesia) serta merupakan BUMN pertama yang *go public* dengan menjual 40 juta lembar saham kepada masyarakat. Komposisi pemegang saham pada saat itu: Negara RI 73% dan masyarakat 27%.

Pada bulan September 1995, Perseroan melakukan Penawaran Umum Terbatas I *(Right Issue I*), yang mengubah komposisi kepemilikan saham menjadi Negara RI 65% dan masyarakat 35%. Pada tanggal 15 September 1995 PT Semen Gresik berkonsolidasi dengan PT Semen Padang dan PT Semen Tonasa. Total kapasitas terpasang Perseroan saat itu sebesar 8,5 juta ton semen per tahun.

Pada tanggal 17 September 1998, Negara RI melepas kepemilikan sahamnya di Perseroan sebesar 14% melalui penawaran terbuka yang dimenangkan oleh Cemex S. A. de C. V., perusahaan semen global yang berpusat di Meksiko. Komposisi kepemilikan saham berubah menjadi Negara RI 51%, masyarakat 35%, dan Cemex 14%. Kemudian tanggal 30 September 1999 komposisi kepemilikan saham berubah

menjadi: Pemerintah Republik Indonesia 51,0%, masyarakat 23,4% dan Cemex 25,5%.

Pada tanggal 27 Juli 2006 terjadi transaksi penjualan saham Cemex Asia Holdings Ltd. Kepada Blue Valley Holdings PTE Ltd. sehingga komposisi kepemilikan saham berubah menjadi Negara RI 51,0% Blue Valley Holdings PTE Ltd. 24,9%, dan masyarakat 24,0%. Pada akhir Maret 2010, Blue Valley Holdings PTE Ltd, menjual seluruh sahamnya melalui *private placement*, sehingga komposisi pemegang saham Perseroan berubah menjadi Pemerintah 51,0% dan publik 48,9%.

2. Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang berasal dari butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen (Sukirman, 2003). Menurut ukurannya, agregat di bedakan menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Agregat halus juga disebut dengan pasir. Adapun syarat-syarat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton, antara lain sebagai berikut :

1) agregat halus tidak boleh mengandung kadar lumpur lebih dari 5%,
2) agregat halus tidak mengandung zat organik terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan tidak boleh gelap dari warna standar atau pembanding,
3) agregat halus memiliki modulus butir halus antara 1,50-3,80,
4) agregat halus tidak boleh reaktif terhadap alkali,
5) kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika di pakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 4,75 mm. Agregat kasar juga disebut kerikil, batu pecah, ataupun split. Adapun syarat-syarat halus yang baik digunkan untuk bahan campuran beton antara lain, sebagai berikut :

1) agregat kasar tidak boleh mengandung kadar lumpur maksimum 1%,
2) agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali,
3) agregat kasar memliki ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, ¾ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan,
4) agregat kasar tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%,
5) agregat kasar memiliki kekekalan maksimum 12% bagian yanghancur jika diuji dengan natrium sulfat dan jika diuji dengan magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.

c. Pemeriksaan Sifat Agregat

Pada pengujian ini dilakukan pemeriksaan sifat agregat yang bertujuan mengetahui sifat atau karakteristik agregat yang diperoleh. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1) Analisis gradasi butiran

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butir dari suatu agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran butir yang sama (seragam) maka volume porinya besar dan kemampatannya rendah. seperti Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Gradasi kekasaran pasir

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	70-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Dengan :
Daerah gradasi 1 = Pasir kasar
Daerah gradasi 2 = Pasir agak kasar

Daerah gradasi 3 = Pasir halus
Daerah gradasi 4 = Pasir agak halus

Modulus halus butir adalah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Semakin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Secara matematis nilai modulus halus butir dan modulus butir campuran dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$MHB = \frac{\Sigma\,\%\text{ berat tertahan kumulatif}}{\Sigma\,\%\text{ berat tertahan}}$$

$$W = \frac{K-C}{C-P}\,x\,100\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

dengan :
MHB = modulus halus butir
W = persentase berat agregat halus terhadap berat agregat kasar
K = modulus halus butir agregat kasar
P = modulus halus butir agregat halus
C = modulus halus butir agregat campuran

2) Berat jenis dan penyerapan air

Berat jenis adalah perbandingan berat tersebut terhadap volume benda itu sendiri. Sedangkan penyerapan berarti tingkat atau kemampuan untuk menyerap air. Nilai yang disarankan untuk berat jenis lebih dari 2,50 dan penyerapan kurang dari 3%. Secara matematis nilai berat jenis dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$Bj = \frac{w_b}{w_a} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,,,,,,,\ldots\ldots\ldots(2)$$

Dengan :
B_j = berat jenis
W_a = berat air dengan volume air sama dengan volume butir agregat (gram)
W_b = berat butir agregat (gram)

3) Pengujian Kadar Air

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang tergantung dalam agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Jumlah air yang terkandung di dalam agregat perlu diketahui, karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan didalam campuran beton. Agregat yang banyak mengandung air, akan membuat FAS yang ada didalam campuran beton semakin banyak. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$KA = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

Dengan :
KA = kadar air (%)
W_1 = berat basah (gram)
W_2 = berat kering oven (gram)

4) Pengujian Berat Satuan

Berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi/volume. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan bahan campuran beton. Perhitungan berat satuan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$B_{sat} = \frac{w_b}{V_t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

Dengan :
B_{sat} = berat satuan (kg/cm^3)
W_b =berat butir-butir agregat dalam bejana (kg)
$V_t = V_b + V_p$
V_t = volume total bejana (m^3)
V_b = volume butiran agregat dalam bejana (m^3)
V_p =Volume pori terbuka antar butir-butir agregat dalam bejana

5) Pemeriksaan kadar lumpur

Lumpur adalah gumpalan atau lapisan yang menutupi permukaan agregat dan lolos ayakan No.200. kandungan lumpur pada permukaan butrian agregat akan mempengaruhi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga mengurangi kekuatan dan ketahanan beton. Klasifikasi kadar lumpur agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Klasifikasi kadar lumpur pada agregat

Agregat Halus (Pasir)	Agregat kasar (Kerikil)
Bersih (0%-3%) Sedang (3%-5%) Kotor (5%-7%)	Bersih (<1%)

6) Pengujian keausan

Pemeriksaan keausan agregat adalah untuk mengetahui angka keasuan suatu agregat, yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan yang aus lolos saringan No. 12 terhadap berat mula-mula dalam persen (%) dan juga

sebagai acuan untuk menentukan ketahan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles.

3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras. (Tjokrodimuljo, 2007). Air yang diperlukan hanya sekitar 25-30% dari berat semen.

Menurut SNI S-04-1989-F, Air sebagai bahan campur beton untuk bangunan sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut.

a. Air harus bersih
b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tesuspensi ini tidak boleh dari 2 gram per liter.
c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
d. Tidak mengandung *khlorida (CI)* lebih dari 0,5 gram/liter. Khusus untuk beton pra-tegang kandungan *khlorida* tidak boleh dari 0,05 gram per liter.
e. Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO_3) lebih dari 1 gram/liter.

D. BAHAN TAMBAH (SUPERPLASTICIZER)

Menurut surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor : 22/SE/M/2015 tentang pedoman penggunaan bahan tambah kimia *(chemical admixture)* dalam beton, bahan tambah pengurang air *(normal water reducer)* adalah bahan tambah yang disebut *plasticizer* dalam teknologi beton. Suatu produk pengurang air yang biasa mampu mengurangi kebutuhan air sebesar 10% sampai 15%. Pengurangan air yang lebih tinggi, dengan memasukkan jumlah besar bahan tambah jenis *plasticizer*, akan menghasilkan efek yang tidak diinginkan pada beton seperti bleeding, segregasi dan pengikatan yang tidak terkendali. Jenis baru pengurang air *(HRWR/superplasticizer/SP)*, yang secara senyawa kimia berbeda dari pengurang air biasa *(NWR/plasticizer)* akan mampu mengurangi kadar air sampai dengan 30%. Bahan tambah yang termasuk dalam kelas ini dikenal sebagai *superplasticizer*. *Superplasticisers (High Range Water Reducer)*, yang sebenarnya merupakan versi yang lebih modern dari *plasticizer (Normal Water Reducer)*

Pada saat pemberian, dengan rasio air/semen dan kadar air yang tersedia dalam campuran, aksi menyebar dari *superplasticizer* akan meningkatkan kinerja beton, biasanya dengan menaikkan nilai slump dari 7,5 cm menjadi 20 cm. Beton yang dihasilkan dapat ditempatkan dengan sedikit atau tanpa pemadatan dan tidak bermasalah dengan bleeding yang berlebihan atau segregasi. Beton ini disebut sebagai beton mengalir *(flowing concrete)* dan berguna untuk ditempatkan di bagian yang sangat sulit dijangkau karena tulangan yang rapat, di wilayah yang tidak terjangkau pemadatan, di lantai atau perkerasan kaku, dan juga sangat cepat ditempatkan di tempat yang diinginkan. Prinsip utama dari aksi superplastcizers adalah kemampuannya untuk menghancurkan partikel-partikel semen dengan sangat efisien. Karena *superplasticizer* tidak menguap di udara, SP dapat digunakan pada dosis tinggi tanpa mempengaruhi kekuatan. Adapun komponen utama kimia dari bahan tambah ini biasanya adalah :

a. *Sulfonated melamine formaldehyde condensates*
b. *Sulfonated naphthalene formaldehyde condensates*
c. Modifikasi *Lignosulfonates*
d. Lain-lain seperti asam *ester* sulfonat dan *ester* karbohidrat
e. *PCE – Polycarboxylate Esther*.

Beberapa keuntungan menggunakan bahan tambah ini antara lain adalah :

a. Kadar semen dapat dikurangi cukup besar untuk menjaga faktor air semen yang sama. Hal ini akan menghasilkan penghematan.
b. Faktor air-semen dapat dikurangi secara signifikan untuk menjaga kadar semen dan kinerja kelecakan yang sama. Hal ini akan menyebabkan peningkatan kekuatan.
c. Kinerja tinggi pada faktor air semen sangat rendah seperti pengecoran beton dengan tulangan yang rapat.
d. Mengurangi permeabilitas.
e. Perkembangan kekuatan awal yang tinggi yang diperlukan dalam beton pratekan atau pengecoran lantai, dan perkerasan kaku di mana pembukaan akses untuk keperluan pekerjaan atau lalu lintas yang padat diperlukan.

Pada dasarnya *superplasticizer* tidak berpengaruh terhadap kekuatan beton secara langsung, akan tetapi penambahan *superplasticizer* memungkinkan suatu campuran beton dengan faktor air semen yang relatif kecil memiliki workabilitas yang baik, sehingga campuran dengan faktor air semen yang baik tersebut dapat dipadatkan dan dikerjakan dengan baik. Seperti yang sudah diketahui sebelumnya bahwa semakin kecil kandungan air semen dalam suatu campuran maka akan makin padat dan makin tinggi kuat tekan suatu beton.

E. PERAWATAN BETON DENGAN AIR LAUT

Bangunan air adalah bangunan yang digunakan untuk memanfaatkan dan mengendalikan air di sungai maupun danau. Bentuk dan ukuran bangunan tergantung kebutuhan, kapasitas maksimum sungai, dana pembangunan dan sifat hidrolik sungai. Kebanyakan konstruksi bangunan air bersifat lebih masif dan tidak memerlukan segi keindahan dibanding dengan bangunan-bangunan gedung atau jembatan, dan perencanaan bangunannya secara detail tidak terlalu halus. Untuk bangunan yang terdapat pada daerah sekitar laut dilakukan perawatan (*curing*) dengan air laut.

Perawatan beton adalah menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna. Pada *curing* yang akan dilakukan, Air laut sendiri mengandung 3,5% zat garam, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel tak terlarut. Zat garam utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida sebanyak 55%, natrium 31%, sulfat 8%, magnesium 4%, kalsium 1%, potassium 1% dan sisanya terdiri dari bikarbonat, bromide, asam borak, strontium dan florida kurang dari 1%.

Pengaruh yang terjadi pada beton yang sudah mengalami *curing* air laut warna betonnya berubah menjadi putih. Hal ini menunjukkan telah terjadi kerusakan pada beton akibat pengaruh air laut. Kerusakan beton di air laut disebabkan klorida yang terkandung di air laut, yaitu NaCl dan MgCI. Senyawa ini bila bertemu senyawa semen menyebabkan gypsum dan kalsium sulphoaluminat dalam semen mudah larut.

F. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

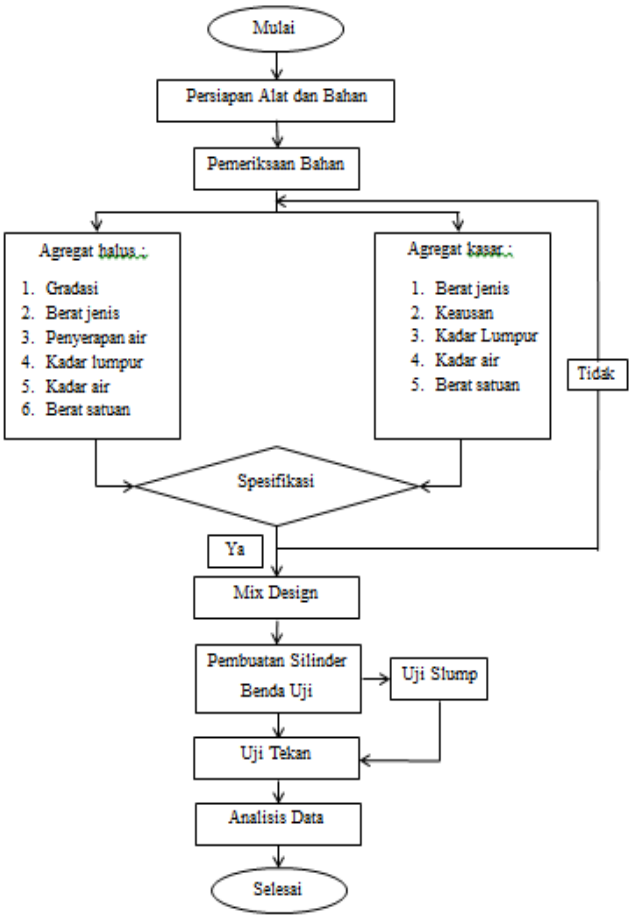
1. Agregat kasar yang digunakan adalah Batu Pecah Celereng di Kulon Progo Yogyakarta.
2. Agregat halus yang digunakan adalah Pasir Progo yang berasal dari Kali Progo Yogyakarta.
3. Semen yang digunakan adalah semen merk Holcim, semen Tiga Roda, dan semen Gersik.
4. Air yang digunakan untuk curing adalah Air Laut yang berasal dari pantai Kukup dan Air Tawar yang diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan sampai dengan pengujian benda uji, adalah sebagai berikut ini.

1. Timbangan merk Ohauss dengan ketelitian 0,1 gram, untuk mengetahui berat bahan-bahan penyusun campuran beton.

2. Mistar dan Kaliper, digunakan untuk mengukur dimensi benda uji dan digunakan untuk mengukur tinggi slump.
3. Mesin Los Angeles, untuk menguji keausan agregat kasar
4. Concrete Mixer/molen, digunakan untuk mencampur campuran beton.
5. Cetakan beton silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm, digunakan untuk mencetak benda uji
6. Timbangan dalam air, digunakan untuk menimbang berat jenis agregat.
7. Bak perendaman, digunakan untuk merendam benda uji.
8. Corong slump, digunakan untuk mengetahui nilai slump setiap adonan benda uji.
9. Saringan dan mesin pengayak, digunakan untuk mengayak agregat lolos dan tertahan.
10. Tabung Erlenmeyer dengan merk Pyrex (Kapasitas 1000 ml), digunakan untuk pengujian Agregat halus.
11. Sekop dan cetok, untuk memasukkan dan meletakkan adonan beton setelah keluar dari molen.
12. Oven dengan merk Binder, digunakan untuk pengujian agregat kasar dan agregat halus.
13. Mesin uji tekan dengan merk Hungta (kapasitas: 45 MPa), untuk menguji dan mengetahui nilai kuat tekan beton.
14. Kertas lakmus untuk menguji kandungan ph air laut.
15. Salinity/Salt Meters untuk menguji kandungan garam pada air laut

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan cara percobaan. Untuk mencapai hasil yang ditentukan maka dilakukan juga pengujian terhadap bahan penyusun beton yang meliputi pengujian agregat halus dan agregat kasar.. Bagan alir metode pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Metode Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

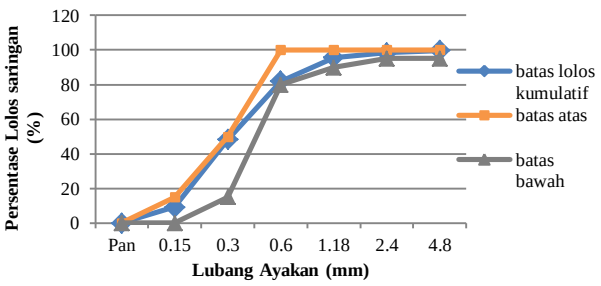
G. HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS

a. Pemeriksaan gradasi agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Kali Progo) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no.4 yaitu pasir agak halus dengan modulus halus butir sebesar 2,66 % memenuhi persyaratan bisa dillihat pada Tabel 3. bisa dilihat pada Tabel 4. Hasil pemeriksaan dapat dilihat dalam Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4 Hasil rata-rata pemeriksaan gradasi pasir

Ukuran	Berat Tertahan (Gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
No.4	4.07	0.41	0.41	99.70
No.8	12.94	1.30	1.70	98.51
No.16	24.37	2.44	4.14	95.73
No.30	135.49	13.55	17.69	82.04
No.50	339.58	33.96	51.65	48.35
No.100	384.28	38.43	90.07	9.31
Pan	99.26	9.93	100.00	0.00
total	1000.00	100.00	-	Gradasi 4



Gambar 2. Hasil rata-rata gradasi butiran daerah No.4

b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada 7. Pada hasil penelitian berat jenis pasir jenuh kering muka didapat nilai 2.42 sehingga pasir ini digolongkan sebagai agregat ringan karena tidak memenuhi persyaratan agregat halus pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2.89
2.	Berat jenis curah	2.18
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2.42
4.	Penyerapan air agregat halus	11%

c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Hasil pengujian kadar air pasir di dapat nilai sebesar 1,5 %. Oleh karena itu dapat disimpukan temasuk dalam koridor yang normal bisa dilihat pada persyaratan agregat halus pada Tabel 3. Dalam penelitian ini pasir yang akan digunakan untuk adukan adalah pasir dalam keadaan jenuh kering muka, dimana dengan keadaan jenuh kering muka ini pasir tidak bisa menyerap air lagi sewaktu pengadukan.

d. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Halus

Dari hasil pengujian Berat satuan pasir didapat 1,32 gr/cm^3, dengan ini agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena termasuk dalam persyaratan pada Tabel 3. yaitu antara 1,5-1,8 gr/cm^3.

e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 3,13%. yaitu tidak boleh melebihi 5%. Sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

Dapat dilihat pada Tabel 6. untuk hasil pengujian agregat halus Kali Progo

Tabel 6 Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil	Memenuhi/Tidak Memenuhi
1	Gradasi butiran	-	Daerah 4	memenuhi
2	Modulus halus butir	-	2,61	memenuhi
3	Berat jenis	-	2,42	tidak memenuhi
4	Penyerapan air	%	11	-
6	Kadar air	%	1,5	memenuhi
7	Berat satuan	gr/cm³	1,32	memenuhi
5	Kadar lumpur	%	3,13	memenuhi

H. HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,69 sehingga batu ini tergolong agregat normal, memenuhi persyaratan agregat kasar karena terletak diantara 2,5-2,7. Untuk hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 7

.

Tabel 7. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2,74
2.	Berat jenis curah	2,66
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2,69
4.	Penyerapan air agregat kasar	1,13%

b. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil pengujian kadar air kerikil di dapat nilai rata-rata sebesar 0.67 %. Memenuhi persyaratan kurang dari 1 % dapat dilihat pada tabel 3.

c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat kasar

Berat satuan agregat kasar yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah sebesar 1,55 gr/cm^3, agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena terletak antara 1,5-1,8 dapat dilihat pada Tabel 3.

d. Pemeriksaan Berat Satuan agregat Kasar

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 0,12% memenuhi pesryaratan karena nilainya kurang dari 1% dapat diihat pada

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

tabel 3. agregat kasar dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pencampuran beton, karena pada agregat kasar banyak dijumpai pasir.

e. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 25,66 % memenuhi persyaratan karena kurang dari 40% dapat dilihat pada Tabel 8.

Dapat dilihat pada Tabel 8 untuk hasil pengujian agregat kasar Celereng.

Tabel 8. Hasil pengujian agregat kasar Celereng

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil	Memenuhi/Tidak Memenuhi
1	Berat jenis	-	2,63	memenuhi
2	Penyerapan air	%	1.13	-
3	Kadar air	%	0.67	memenuhi
4	Berat satuan	gr/cm³	1,55	memenuhi
5	Kadar lumpur	%	0.12	memenuhi
6	Keausan agregat halus	%	25,66	memenuhi
7	Ukuran Maksimum agregat	mm	20	-

I. HASIL PERENCANAAN CAMPURAN *(MIX DEGSIGN)*

Dalam perancangan campuran beton yang dilakukan, tata caraperhitungan mengacu pada SK SNI 03-2834-2000. Perancangan beton ini bertujuan menentukan kebutuhan bahan-bahan yang dibutuhkan Adapun hasil dari perancangan beton dapat dilihat dari Tabel 9, Tabel 10.

Tabel 9 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 m^3

Tabel 10 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 3 benda uji (lanjutan)

Volume / Berat	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
SikaCim	6.85	6.85	6.85	kg
Total	2375	2375	2375	kg

J. HASIL PENGUJIAN SLUMP

Pengujian *slump* dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, dari hasil pengujian yang dilakukan didapat nilai *slump* pada Tabel 11

Tabel 11. Hasil pengujian slump

No	Merek Semen	Umur	Nilai Slump
1	Tiga Roda	7	18,5
2		14	
3		28	
4	Gresik	7	19,5
5		14	
7		28	
3	Holcim	7	21
8		14	
9		28	

Gambar 3. Hasil pengujian slump

Berdasarkan Tabel 11. didapat hasil pengujian slump berturut-turut pada semen Tiga Roda, semen Gresik dan semen Holcim adalah 18,5 cm, 19,5 cm dan 21 cm. Didapat nilai pengujian slump tertinggi pada semen Holcim dengan nilai slump sebesar 21 cm, pengaruh tinggi rendahnya nilai slump berpengaruh pada *workability* atau pengerjaan beton. Semakin tinggi nilai slump semakin mudah dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan., tetapi jika nilai slump rendah semakin sulit dalam pengerjaan beton.

K. HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Pada pengujian kuat tekan pada semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik dengan bahan tambah *superplasticizer* 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:

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

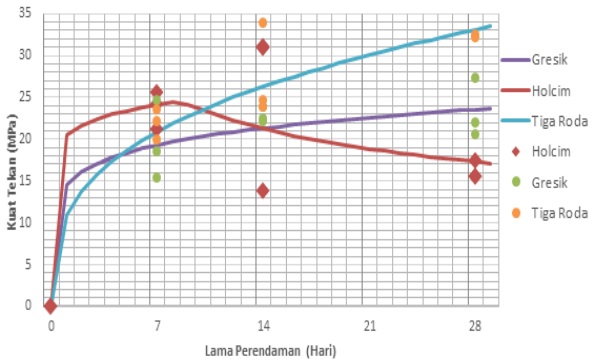
Hasil pengujian kuat tekan beton pada semen Holcim dengan bahan tambah *superplasticizer*

1,5% pada umur perendaman 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada Tabel 12, maka garik hubungan antara umur perendaman dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 12 Hasil uji kuat tekan

Jenis Semen	Lama Perendaman	Kuat Tekan
Tiga Roda	7	21.8
	14	27.4
	28	33.4
Holcim	7	23.6
	14	25.2
	28	16.1
Gresik	7	19.5
	14	22.8
	28	23.2



Gambar 3 Hubungan antara kuat tekan beton dengan umur perendaman

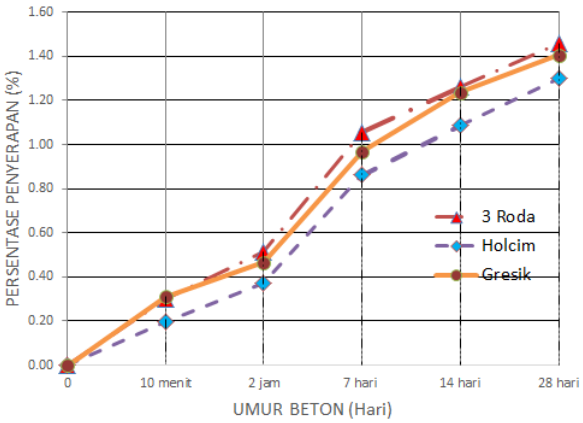
Pada Gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan campuran semen Tiga Roda dan Gresik pada saat umur perendaman 7 hari, 14 hari dan 28 hari terus terjadi peningkatan pada kuat tekannya. Kuat tekan beton dengan tambahan *superplasticizer* dengan variasi semen Tiga Roda dan Gresik memiliki kuat tekan yang lebih besar setelah 7 hari, sedangkan beton dengan variasi semen Holcim mengalami penurunan yang drastic pada kuat tekannya setelah 7 hari.

1. Perbandingan lama perendaman terhadap penyerapan

Tabel 13 Hasil penyerapan air laut pada beton

No	Merk Semen	Umur Perendaman	Hasil Penyerapan
1	Holcim	10 menit	0.197
		2 jam	0.369
		7 hari	0.861
		14 hari	1.087
		28 hari	1.298
2	Tiga Roda	10 menit	0.300
		2 jam	0.512
		7 hari	1.055
		14 hari	1.260
		28 hari	1.460
3	Gresik	10 menit	0.309
		2 jam	0.465
		7 hari	0.968
		14 hari	1.235
		28 hari	1.405

Untuk hasil penyerapan beton, maka hubungan grafik penyerapan dan untuk waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 4.



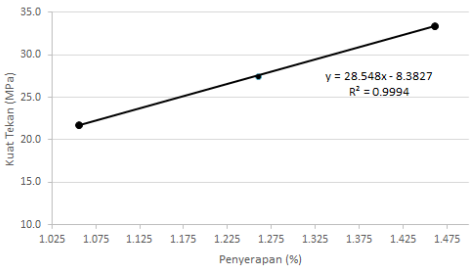
Gambar 4 Hasil penyerapan beton

Dari hasil grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4, 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.

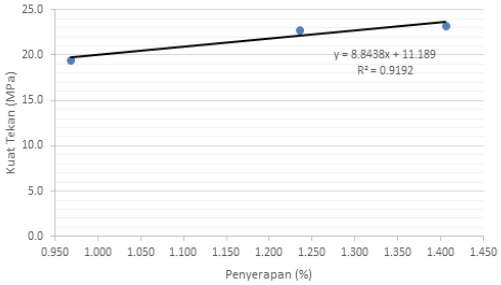
Hasil pengujian penyerapan dapat dilihat pada Tabel 14 sedangkan hubungan antara penyerapan dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7.

Tabel 14 Tabel hasil pengujian penyerapan

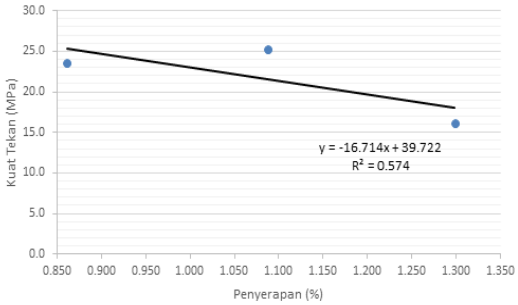
Jenis Semen	Lama Perendaman (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	Penyerapan (%)
Tiga Roda	7	21.8	1.055
	14	27.4	1.260
	28	33.4	1.460
Holcim	7	23.6	0.861
	14	25.2	1.087
	28	16.1	1.298
Gresik	7	19.5	0.968
	14	22.8	1.235
	28	23.2	1.405



Gambar 5 Hubungan penyerapan dan kuat tekan beton dengan semen Tiga Roda



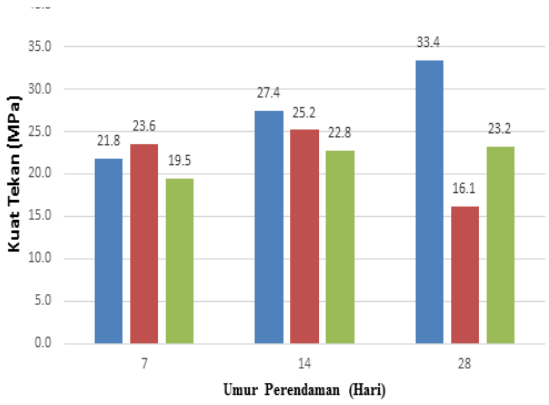
Gambar 6 Hubungan penyerapan dan kuat tekan beton dengan semen Gresik



Gambar 7 Hubungan penyerapan terhadap kuat tekan beton dengan semen Holcim

Dari hasil dari grafik di atas terlihat bahwa beton dengan *admixture superplasticizer 1,5%* dan *curing* air laut memiliki hasil yang berbeda pada kenaikannya, bahkan pada Holcim terjadi penurunan .

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 8 berikut.



Gambar 8 Hubungan antara waktu perendaman dan kuat tekan

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari ketiga jenis Semen pada umur 28 hari dan 14 hari adalah semen Tiga Roda. Untuk perendaman umur 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah semen Holcim. Hal yang membuat semen Gresik memiliki kuat tekan rendah, dikarenakan rongga yang terdapat banyak sekali. Karena rongga dari beton itu sendiri, sangat mempengaruhi mutu beton yang dimiliki.

L. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai kuat tekan beton setelah dilakukan *curing* pada masing-masing merk semen yang berbeda dari umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut-turut untuk semen Tiga Roda adalah 21,8 MPa, 27,4 MPa, 33,4 MPa dan untuk semen Gresik adalah 19,5 MPa, 22,8 MPa, dan 23,2 MPa dan

semen Holcim adalah 23,6 MPa, 25,2 MPa, 16,1 MPa.

2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari ketiga jenis Semen pada perendaman umur 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah pada semen Holcim yaitu 23,6 MPa, sedangkan untuk umur 14 hari dan 28 hari adalah semen Tiga Roda yaitu 21,8 MPa dan 27,4 MPa.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ketiga merk semen (Holcim, Tiga Roda dan Gresik) dengan bahan tambah *superplasticizer* merk SikaCim didapatkan analisis bahwa semakin lama umur perendaman yang dilakukan, ini menunjukkan bahwa terjadinya proses hidrasi pada saat perawatan beton (*curing)* dengan air laut.

M. SARAN

Ada beberapa saran yang perlu dilakukan terkait dengan penelitian ini agar penelitian tersebut dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari, antara lain.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang berbagai kadar *superplasticizer* terhadap *curing* air laut.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh FAS dan kadar garam pada air laut terhadap penyerapan dan kuat tekan beton.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai umur perendaman lebih dari 28 hari terhadap pengaruh kuat tekan beton.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan bahan *additive* atau *admixture* merk lain agar menghasilkan beton dengan kuat tekan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, Z. 2014. *Pengaruh Perendaman Berulang Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mortar*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1989. *SNI S-04-1989-F (Spesifikasi bahan bangunan bagian A).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1968-1990 (Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1970-1990 (Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1971-1990 (Metode Pengujian Kadar Air Agregat).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1973-1990 (Metode Pengujian Berat Isi Beton).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SK SNI 03-1974-1990* (*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 03 2834 1992: *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-2049-2004 (Semen Portland)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI-2847-2013 (Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung).* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Dewi. 2016. *Hubungan antara variasi kadar sika visconcrete-10 dengan kuat tekan dan nilai slump pada beton.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Abulyatama, Aceh.

Ermando, P. H. 2014. *Pengaruh Penambahan Fly Ash 30% Dan Super Plasticizers 1% Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Fas 0,35, 0,40, 0,45.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Habibi, T. 2016. *Kajian Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Jenis Pasir Di Yogyakarta.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Hadidi. 2016.*Study Eksperimental Pemakaian Hight Range Water Reducing dengan SIKAMEN LN Terhadap Beton Mutu Normal Menggunakan Metode ACI.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Harianja., & Barus. 2008. *Penggunaan Damdek Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Hendriyani, I., Pratiwi, R., & Aprilianus, Y. 2016. *Pengaruh Jenis Air Pada Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Balikpapan, Balikpapan.

Hunggurami, E., Utomo, S., & Wadu, A. 2014. *Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton.* Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Ikhsan, N. M. 2016. *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.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Meikadaan, T. P. 2012. *Workability Strength Charakteristics Of Superplasticized Concrete*. Internasional Journal Of Biotech Trends and Technology (IJBTT). Department Of Civil Engineering, Bharath University. Chennai.

Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Andi.

Neville dan Brooks. 1987. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: penerbit Erlangga,

Newman, J., & Choo, B. S. 2003. *Advanced Concrete Technology*. Butterworth-Heinemann.

Prasetya, M. 2013. *Pengaruh Kadar Penambahan Superplasticizer 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dengan Agregat Kasar Batu Apung.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Pratama, N. A. 2016. *Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Dari Yogyakarta Terhadap Kuat Tekan Beton.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Pratiwi, S. 2016. *Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Ariska, O. (2011). *Beton Mutu Tinggi Dengan Admixture superplasticizer dan aditif silicafum terhadap kuat tekan beton*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Rasoni, Y., & Yurisman, Y. (2013). *Penelitian Pembuatan Beton Mutu Tinggi dengan Semen PCC Menggunakan Sikafume dan Viscocrete-10 Sebagai Bahan Tambah.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bung Hatta, Padang.

Sapura, D. 2016. *Penelitian Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen Bima, Semen Holcim, Dan Semen Garuda Dengan Nilai Fas 0,40 ; 0,45 Dan 0,50.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Sudibyo. 2012. *Pengaruh Variasi Umur Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Fly Ash 3% Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen.*Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Suhirkam, D., Tanzil, G., & Astira, I. F. 2013*Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Superlasticizer Terhadap Kekuatan Beton Mutu K - 500.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.

Suseno, H. 2008. *Pengaruh Variasi Proporsi Campuran dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Slump, Berat Isi dan Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Beragregat Batuan Andesit Piroksen.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Syahputra, T. 2010. *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Dan Abu Sekam Padi Sebanyak 10% Dari Besar Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Taylor. 1997. *Cement Chemistry*. London: Thomas telford.

Tjokrodimuljo, K. 1996, *Teknologi Beton*. Penerbit : Nafigiri. Yogyakarta

Tjokrodimuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.

Wuryanti, S. dan Candrayanti, R. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.

Zardi, M. 2016, *Pengaruh Presentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Abulyama, Lampoh Keude Aceh Besar.