

Optimasi Rigid Pavement dengan Admixture pada Lingkungan Air Asin terhadap Beban Statis

Rigid Pavement Optimization with Admixture on Salty Environment against Static Load

Kurnia Adha Tirta Dewatara dan Emil Adly

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Perkerasan jalan yang terletak di pesisir pantai memiliki resiko lebih banyak terendam air pasang laut, seperti daerah di sepanjang jalan Pantai Utara, Semarang, Jawa Tengah. Perkerasan kaku yang terendam air memiliki potensi untuk mengalami kerusakan, karena air merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan, ditambah dengan beban yang besar dan berulang-ulang, sehingga jalan lebih cepat rusak. Tujuan penelitian ini yaitu memperoleh karakteristik nilai slump dan waktu ikat menggunakan zat adiktif dan memperoleh kuat tekan perencanaan perkerasan kaku (Rigid Pavement) mutu 33,2 Mpa dengan admixture pada keadaan lingkungan air normal dan lingkungan air asin selama 6 jam dan 12 jam terhadap beban statis. Pembuatan beton dengan bahan tambahan berupa plastocrete RT06 dan Sikament NN dengan metode perawatan dengan merendam air asin yang berasal dari pelabuhan Tanjung Emas Semarang selama 6 jam dan 12 jam dan kemudian dibiarkan dalam keadaan suhu normal. Hasil pengujian beton dengan bahan tambahan (plastocrete RT06 plus dan Sikament NN) memiliki kuat tekan tinggi pada umur 7 hari dengan ditunjukkan dengan melampaui kuat tekan rencana dan mengalami kenaikan tidak signifikan pada umur 21 dan 28 hari. Perendaman air asin selama 6 jam dan 12 jam pada umur 7 hari menghasilkan kuat tekan melampaui kuat tekan rencana dan melampaui perendaman dengan air normal dengan nilai kuat tekan mendekati 40,22 MPa. pada umur 21 dan 28 hari dengan perendaman air asin selama 6 jam dan 12 jam mengalami penurunan cukup besar masing-masing 33,89 MPa dan 32,83 MPa.

Kata kunci: perkerasan kaku, beton, air laut pasang, bahan tambah

Abstract Rigid pavements located on the coast have a greater risk of submerging sea tides, such as in the areas along Pantai Utara (North Beach) road, Semarang, Central Java. Rigid pavement submerged by water has the potential to endure damage because water is one of the factors that cause damage to the pavement, combined with large and repetitive loads so that the road is damaged faster. The purpose of this study is to obtain the value characteristics of slump and bonding time using additive substances and to obtain the compressive strength of rigid Pavement plan with 33.2 Mpa quality with admixture in normal and saltwater environments for 6 hours and 12 hours against static loads. The making of concrete with additive substances in the form of Plastocrete RT06 and Sikament NN was with a treatment method by soaking it in salty water originated from the port of Tanjung Emas Semarang for 6 hours and 12 hours and it then was left in normal temperature conditions. The results of the concrete testing with additive substances (Plastocrete RT06 plus and Sikament NN) have highly compressive strength at the period of 7 days as indicated by exceeding the compressive strength of the plan and experiencing an insignificant increase at the period of 21 and 28 days. The immersion in salt water for 6 hours and 12 hours at the period of 7 days produces a compressive strength beyond the planned compressive strength and surpasses the immersion with normal water because the salt water contains Chloride which affects the hydration process of cement so that it can increase the initial strength of the concrete with compressive strength value close to 40.22 MPa. At the period of 21 and 28 days with the immersion of salt water for 6 hours and 12 hours, there was a considerable decline of 33.89 MPa and 32.83 MPa.

Key words: *rigid pavement, concrete, tidal seawater, admixture*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara maritim, yang memiliki banyak pulau dan dipisahkan oleh lautan. Air laut pasang di beberapa lokasi menyebabkan tergenangnya daerah daratan, ditambah pula debit air yang tinggi di waktu hujan sehingga drainase terganggu dikarenakan air tidak bisa mengalir ke laut akibat air pasang lalu air laut dan air hujan bercampur menggenangi daerah daratan. Peristiwa ini berdampak buruk jika terjadi terus menerus terhadap bangunan infrastruktur yang berada di pinggir garis pantai salah satunya adalah infrastruktur jalan.

Permasalahan dalam sektor transportasi darat banyak terjadi di kota – kota besar terutama di negara Indonesia, khususnya Kota Semarang. Semarang ibu kota provinsi Jawa Tengah dilewati oleh jalan pantura (jalur pantai utara) dilewati oleh kendaraan yang bermuatan berat, sehingga arus kendaraan transportasi darat sangat padat sehingga berdampak kemacetan di beberapa ruas – ruas jalan kota Semarang. Permasalahan di Kota Semarang bukan hanya padatnya jumlah kendaraan tetapi beberapa ruas jalan di Kota Semarang digenangi oleh air rob, yang merupakan air yang tergolong air asin, hal ini disebabkan oleh lokasinya yang berdekatan dengan pantai.

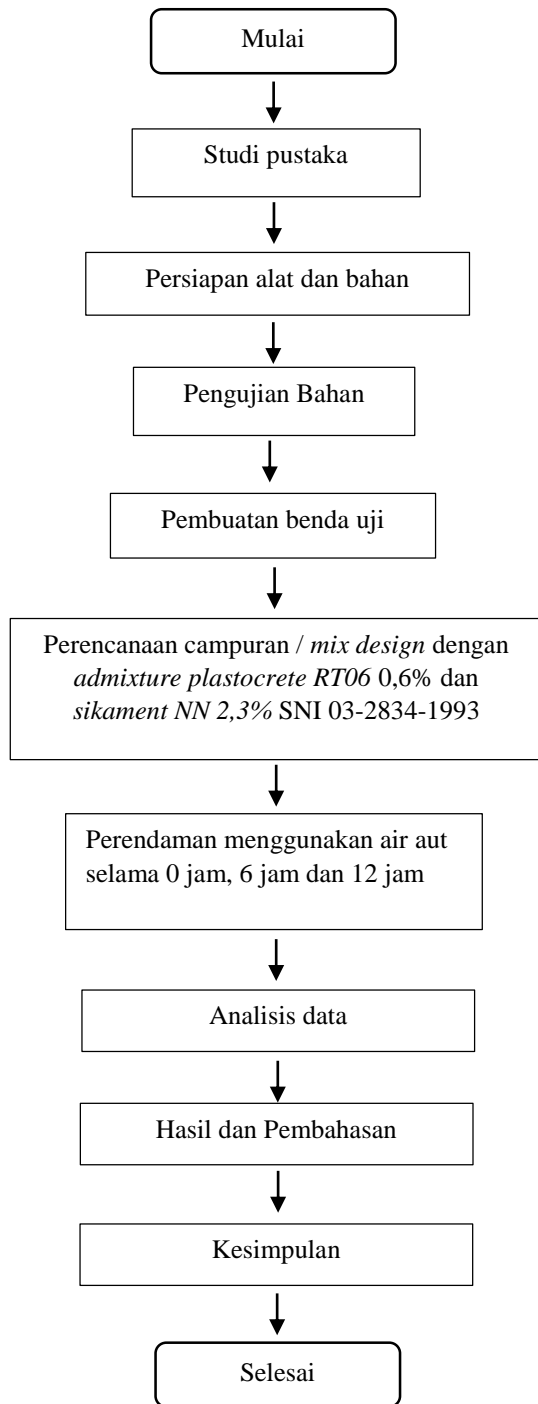
Dengan adanya faktor air rob yang menggenangi jalan khususnya perkerasan kaku, maka diperlukan optimasi *rigid pavement* yang berbahan beton mutu tinggi dengan bahan tambahan (*admixture*). Fungsi zat adiktifnya yaitu untuk menambah kekuatan awal dan akhir beton sehingga banyak perusahaan penyedia beton banyak menggunakannya zat dalam pencampuran bahan untuk perkerasan kaku. *Chemical admixture* yang biasa digunakan adalah *Plastocrete RT06* dan *Sikament NN*. *Plastocrete RT06* adalah bahan tambahan beton yang memiliki sifat mengurangi (*water reducing*) dan memperlambat waktu ikat (*set retarder*) (sesuai dengan A.S.T.M C 494-92 type F). Sedangkan *Sikament NN* adalah cairan *superplasticizer* yang memiliki fungsi untuk pengurangan air beton, untuk membantu

menghasilkan beton dengan kekuatan awal dan kekuatan akhir yang tinggi dan bebas klorin (Winayati, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik beton segar menggunakan zat adiktif serta menganalisis kuat tekan perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan *admixture* terhadap keadaan lingkungan normal dan lingkungan asin terhadap beban dinamis

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode eksperimental laboratorium. metode eksperimental laboratorium yaitu suatu penelitian untuk mencari dan mengkaji pengaruh suatu variable tertentu terhadap variable lainya dalam kondisi terkontrol atau ketat (Maricar dkk,2013). Pada penelitian ini menggunakan dua variable, yaitu variable bebas dan terikat. Variable terikat pada penelitian ini yaitu optimasi rigid pavement dengan penggunaan bahan tambahan (*admixture*) pada lingkungan air asin, *admixture* yang digunakan yaitu *Sikament NN* berkadar 2,3% dan *Plastocrete RT06* berkadar 0,6% dari berat semen. Lingkungan asin yang dimaksudkan yaitu metode perawatan (*curing*) dengan air asin selama 6 jam dan 12 jam. Variable bebas pada penelitian ini yaitu diuji dengan beban dinamis. jumlah benda uji sebanyak 27 berbentuk silinder, dengan 9 benda uji direndam (*curing*) dengan air normal, dan 18 benda uji di rendam dengan variasi air normal dan air asin selama 6 jam dan 12 jam dengan variasi hari yaitu 7, 21, 28 hari dengan 3 sampel disetiap variasi. Berikut bagan alir penelitian



Gambar 1 bagan alir penelitian

Perencanaan campuran

Pada perencanaan campuran (*mix design*) penelitian ini menggunakan acuan SNI-03-2834-200 dengan *admixture* dan pengurangan air. Berikut tabel hasil perhitungan perencanaan campuran

Tabel 1 Perencanaan campuran

No	Bahan	Jumlah
1	Air	0,99 kg
2	Semen	3,14 kg
3	Pasir	5,88 kg
4	Kerikil	4,81 kg
5	Plastocrete 0,6%	18,82 ml
6	Sikament NN 2,3%	72.16 ml

Metode perawatan (*curing*)

curing bertujuan menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan menjaga kelembapan/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton rencana (Meidiani dkk, 2017). Durasi *Curing* sangat berpengaruh dengan kualitas beton, dengan durasi yang pas sehingga beton tidak kehilangan air cukup banyak akan menjaga kualitas beton itu sendiri (Husin dkk, 2010). Air laut merupakan air yang dikategorikan sebagai air agresif karena memiliki kandungan garam yang sangat tinggi yang berpengaruh pada beton (Wedhanto dkk, 2017). Pengambilan air asin yaitu di pelabuhan Tanjung Emas Semarang



Gambar 2 lokasi pengambilan air asin

Pada penelitian ini *curing* dilakukan dengan air normal dan air laut. Untuk lama *curing* menggunakan air laut berdurasi 6 jam dan 12 jam. Berikut prosedur metode *curing* pada penelitian ini :

- 1). Beton yang sudah dimasukkan cetakan selama 1 hari lalu dimasukkan kedalam bak *curing* yang berisi air normal
- 2). Untuk pengujian umur beton 7 hari maka beton yang direndam di bak *curing* yang berisi air normal di angkat dari bak *curing* lalu sampel disiapkan untuk pengujian untuk *curing* secara normal, untuk sampel yang akan direndam dengan air laut maka setelah diangkat dari bak perendaman air normal

dimasukkan kedalam air laut selama 6 jam/ 12 jam sesuai rencana.

- 3). setelah direndam di air laut selama durasi 6 jam / 12 jam di angkat untuk disiapkan pengujian kuat tekan

Jumlah benda uji

Pada penelitian ini menggunakan bentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm dengan total benda uji sebanyak 27 buah dengan dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 7, 21 dan 28 hari. Berikut tabel uraian jumlah benda uji

Tabel 2 Jumlah benda uji

Umur	normal	6 jam	12 jam
7	3	3	3
21	3	3	3
28	3	3	3
jumlah	9	9	9

Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kuat tekan besarnya beban per satuan luas penampang, yang menyebabkan benda uji beton hancur dengan gaya tekan tertentu yang diberikan oleh mesin tekan (Rahmad dkk, 2016). Kuat tekan beton dengan mutu yang tinggi dihasilkan dari perhitungan *mix design* yang berdasarkan pengujian agregat yang akurat (Mulyono, 2015) Metode yang dilakukan beracuan pengujian untuk menentukan kuat tekan (compressive strenght) beton dengan benda uji berbentuk selinder yang dibuat dilapangan maupun dilaboratorium.

Perhitungan kuat tekan diketahui sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Keterangan :

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang (cm²)

3. Pengujian agregat

- 1). Berat jenis agregat halus dan kasar

Dari hasil pengujian di dapatkan berat jenis curah kering rata – rata sebesar 2,48, berat jenis semu rata - rata 2,57, berat jenis curah jenuh

kering (SSD) rata – rata sebesar 2.51 dan penyerapan air sebesar 1.39%.

Untuk agregat halus berat jenis curah kering rata – rata sebesar 2.10 , berat jenis semu rata - rata 2,76, berat jenis curah jenuh kering (SSD) rata – rata sebesar 2.341 dan penyerapan air sebesar 11,36%. Berdasarkan SNI 03-1970-1990 Nilai berat jenis Agregat halus antara 2,30 - 2,60 dan Berat jenis agregat kasar antara 2,50 - 2,80

- 2). Analisa saringan agregat halus dan kasar.

Dari hasil pengujian menurut SNI-03-2834-2000 diperoleh hasil analisa saringan agregat halus berada pada zona 1, berarti jenis pasir termasuk pada butiran kasar.

Pada Agregat kasar diperoleh hasil berada pada zona 2 (butiran sedang), dimana ukuran agregat termasuk dalam klasifikasi agregat yang berukuran 11mm – 20 mm.

- 3). Kadar lumpur agregat halus dan kasar

Kandungan lumpur dan tanah liat adalah material yang banyak menyerap air, sehingga adukan beton *mix design* akan berubah (Maricar dkk, 2003)

Tabel 3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Ag halus

No	Uraian Percobaan	I	2
1	Berat wadah (gr)	210	210
2	Berat wadah+pasir (gr)	710	626,90
3	Berat pasir sebelum dicuci (gr)	500	710
4	Berat pasir kering oven (gr)	488	491
5	Kadar lumpur (%)	2,40	1,80
6	Rata-rata (%)	2,1	

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus rata – rata yaitu 2,1%, berdasarkan SK SNI 03-4142-1996 untuk agregat halus maksimal yaitu 5%. Pada pengujian diatas memenuhi sesuai standart SNI 03-4142-1996.

Tabel 4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Ag kasar

No	Uraian Percobaan	I	2
1	Berat wadah (gr)	195	195
2	Berat wadah+pasir (gr)	5195	5195
3	Berat pasir sebelum dicuci (gr)	5000	5000
4	Berat pasir kering oven setelah dicuci (gr)	4955	4985
5	Kadar lumpur (%)	0.90	0.30
6	Rata-rata (%)	0.6	

Dari tabel diatas kadar lumpur agregat kasar rata – rata yaitu 0,6%, berdasarkan SK SNI 03-4142-1996 untuk agregat halus maksimal yaitu 1%. Pada pengujian diatas memenuhi sesuai standart SNI 03-4142-1996.

4). Pemeriksaan kadar air agregat halus

Tabel 5 Kadar air agregat halus

No	Uraian Percobaan	Uji 1	Uji 2
1	Berat wadah (gr)	128	128
2	Berat wadah+pasir (gr)	628	628
3	Berat pasir basah (gr)	500	500
4	Berat wadah + berat pasir kering oven (gr)	613	611
5	Berat pasir kering oven (gr)	485	483
6	Kadar air (%)	3,09	3,52

5). Pemeriksaan Keausan agregat kasar

Keausan agregat merupakan faktor terpenting dalam pengujian agregat kasar, kualitas mutu beton baik dengan nilai keausan agregat rendah (Syamsuddin dkk, 2011). Tujuan dilakukan percobaan ini yaitu untuk menentukan ketahanan agregat kasar yang berukuran lebih kecil dari 37,5 mm ($1\frac{1}{2}$ "") terhadap keausan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* (Hunggurami, 2014).

Dari pengujian diperoleh nilai keausan rata – rata adalah 29,81%. Berdasarkan SNI 03-1971-1990, nilai keausan agregat yang lolos digunakan dalam kontruksi yaitu <40%, jadi agregat kasar tersebut memenuhi untuk pembuatan sebuah kontruksi

4. Waktu ikat (*Setting Time*)

Pengujian waktu ikat (*setting time*) diuji dari awal mulai setelah pengadukan beton,

diaman beton masih keadaan plastis hingga kondisi keras. Pengujian ini dimuali dari pengadukan beton segar sampai beton mengeras dengan sempurna (final set). Berikut tabel setting timebeton segar

Tabel 6 Waktu *setting time*

Hari	Waktu <i>Setting Time</i> (menit)			Rata-rata (menit)
7	110	111	111	10,67
21	111	112	113	112
28	113	112	111	112

5. Hasil Kuat Tekan

Dari gambar 3 terlihat jelas bahwa kekuatan beton pada usia 7 hari tanpa perendaman sebesar 37,8 MPa, perendaman air asin 6 jam dan 12 jam mengalami kenaikan tinggi yaitu sebesar 40,21 MPa dan 40,22 MPa. Selisih kuat tekan perendaman air asin dengan perendaman air normal mencapai 2,42 MPa, hal ini disebabkan karena air asin mengandung klorida sehingga mempengaruhi hidrasi pada semen yang menyebabkan peningkatan kekuatan dini pada pada beton

Pada usia beton 21 hari, beton tanpa perendaman terus menunjukkan kenaikan mutu hingga pada usia 28 hari yakni 38,34 MPa dan 38.88 MPa. Sedangkan berbanding terbalik dengan perlakuan perendaman dengan air asin yang mengalami penurunan sangat signifikan. Pada perendaman air asin 6 jam pada usia 21 yaitu 32,78 Mpa. Sedangkan pada perendaman 12 jam, pada usia 21 hari yaitu 30,4 MPa. Penurunan nilai kuat tekan beton dikarenakan pada umur 21 hari

Pada umur 28 hari kuat tekan beton yang tertinggi yaitu pada rendaman air normal sebesar 38,88 MPa. Dari data diatas bahwa benda uji pada umur beton 7, 21 dan 28 hari kuat tekan beton memenuhi rencana yaitu 33,2 MPa, namun pada perendaman (curing) dengan air asin 12 jam pada umur 28 hari tidak memasuki spesifikasi yaitu 32,8 MPa. Pada

penelitian Miswar, Khairul (2011) yang menggunakan air asin sebagai perendamanya memiliki kemiripan dalam hal kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan. Pada umur 7 hari dengan direndam air normal memiliki kuat tekan 100,35 kg/cm², direndam dengan air asin memiliki nilai kuat tekan yaitu 116,17 kg/cm². Pada umur 28 hari nilai kuat tekan yang direndam air normal lebih besar dari pada air asin. Pada penelitian ini menunjukkan kesamaan kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari dikarenakan proses hidrasi semen terbantu dengan adanya kandungan klorida pada air asin tersebut .

Dari gambar 3 dengan perhitungan sudut, penurunan sudut yang paling tinggi yaitu pada umur 21 hari dengan perawatan air asin 12 jam, dan kenaikan tertinggi pada umur 28 hari dengan perawatan air asin 12 jam. pada umur 21 hari perawatan air asin 6 jam dan 12 jam mengalami penurunan 30° dan 36°. Pada umur 28 hari dengan perawatan air asin selama 6 jam dan 12 jam mengalami kenaikan 13° dan 23°. Serta pada air normal mengalami kenaikan baik di umur 21 hari dan 28 hari dengan kenaikan sebesar 3° dan 6°

Sikament NN merupakan cairan berjenis *Superplasticizer* yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk pengurangan air beton dan menghasilkan beton berkekuatan awal dan akhir yang tinggi dan bebas klorin (Sesuai dengan ASTM C 494-92 type F). Mix design dengan admixture sikament NN dapat

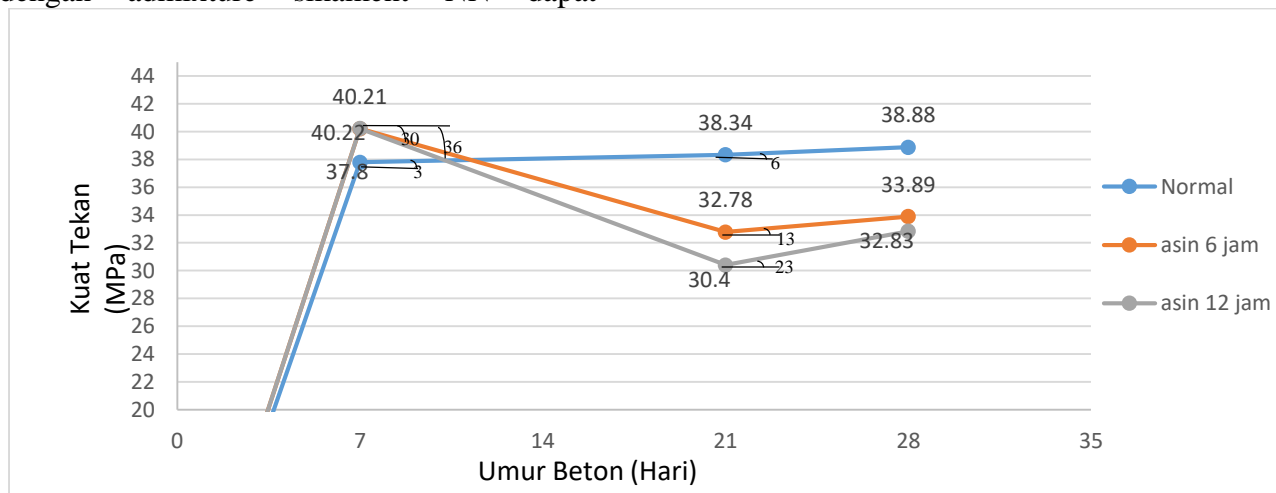
meningkatkan kuat tekan beton diawal yaitu pada umur 7 hari beton sudah melebihi rencana yaitu 37,8 MPa dan pada umur 28 hari juga melebihi namun kenaikan tidak tinggi yaitu 38,88 MPa.

Pada benda uji dengan variasi rendaman air normal , 6 jam asin, 12 jam asin mengalami kenaikan dan penurunan kuat tekan beton. pada umur 7 hari dengan rendaman 12 jam air asin lebih besar dari 6 jam air asin dan air normal. Namun pada umur 21 dan 28 hari rendaman air asin baik 6 jam dan 12 jam kuat tekan beton lebih kecil dibandingkan dengan rendaman air normal.

Setelah dilakukan pembuatan sampel benda uji dan perawatan benda uji (*curing*) dan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan beban statis. Pada penelitian ini kuat tekan beton diuji pada beton berumur 7, 21 dan 28 hari dengan kuat tekan rencana yaitu 32.3 MPa sebanyak 27 sampel, tekan beton dengan rendaman air asin 6 jam, 12 jam dan rendaman air normal di tabel berikut

Tabel 7 Hasil penurunan umur 7 hari

no	Perendaman	Penurunan Nilai Kuat Tekan (%)
1	6 jam – normal	5,99
2	12 jam – normal	6,02
3	12 jam – 6 jam	0,025



Gambar 3 Kuat tekan beton

Tabel 8 Hasil penurunan umur 21 hari

no	Perendaman	Penurunan Nilai Kuat Tekan (%)
1	normal – 6 jam	1,45
2	normal – 12 jam	2,07
3	6 jam – 12 jam	7,26

Tabel 9 Hasil penurunan umur 21 hari

no	Perendaman	Penurunan Nilai Kuat Tekan (%)
1	normal – 6 jam	12,83
2	normal – 12 jam	15,56
3	6 jam – 12 jam	3,13

6. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat ulasan analisis dan pembahasan mengenai Optimasi Rigid Pavement dengan admixture terhadap lingkungan asin terhadap beban dinamis. Lingkungan asin disini dengan perendaman selama 6 jam dan 12 jam. kesimpulan yang dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik beton segar yang dicampur menggunakan Admixture (plastocrete RT 06 plus dan Sikament NN) dalam aspek waktu ikat dan nilai slump. Dengan menggunakan bahan tambah (admixture) memperlama waktu ikat menjadi rata-rata 112 menit dibandingkan tanpa menggunakan bahan tambah sebesar 80 menit pada penelitian megasari (2017). Dengan penggunaan bahan tambah mendapatkan hasil nilai sesuai rencana walaupun dengan pengurangan air yaitu slump rata-rata 7,2. Dengan penggunaan bahan tambah karakteristik nilai slump tidak berubah walaupun pengurangan air dan tidak mengurangi workability.
2. Nilai kuat tekan beton pada pada umur 7, 14 dan 28 hari degan perendaman air asin selama 6 jam, 12 jam dan air normal seperti berikut ini :
 - a. Pada umur 7 hari dengan efek perendaman air asin selama 12 jam

meningkatkan nilai kuat tekan beton sebesar 6,02% dengan nilai kuat tekan normal (0 jam) sebesar 37,9 MPa meningkat menjadi 40,22 MPa. Pada perendaman 6 jam air asin juga meningkatkan kuat tekan beton sebesar 5,99 % dengan nilai kuat tekan awal 37,9 MPa meningkat menjadi 40,21 MPa, peningkatan tersebut diakibatkan oleh air asin tersebut mengandung klorida yang berpengaruh dalam proses hidrasi semen sehingga meningkatkan kekuatan dini pada beton.

- b. Pada umur 14 hari perendaman air asin menyebabkan penurunan kuat tekan beton dari perendaman dengan air normal. Penurunan dengan rendaman air asin 6 jam yaitu sebesar 1,45% dari kuat tekan air normal sebesar 38,34 MPa menjadi 32,78 MPa. Sedangkan pada perendaman air asin 12 jam penurunnya yaitu sebesar 2,07% dari kuat tekan air normal semula 38,34 MPa menjadi 30,40 MPa, sehingga menjadikan kuat tekan tidak memenuhi kuat tekan.
- c. Pada umur 28 hari perendaman air asin menyebabkan penurunan kuat tekan beton dari perendaman dengan air normal. Penurunan dengan rendaman air asin 6 jam yaitu sebesar 12,83% dari kuat tekan air normal sebesar 38,88 MPa menjadi 33,89 MPa. Sedangkan pada perendaman air asin 12 jam penurunnya yaitu sebesar 15,56% dari kuat tekan air normal semula 38,88 MPa menjadi 32,83 MPa, sehingga menjadikan kuat tekan tidak memenuhi kuat tekan.

7. Daftar Pustaka

- BSN, 2011, SNI 03-1971-2011: Metode Pengujian Kadar Air Agregat, Badan Stadardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 03-1969-2008: Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Stadardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 03-1970-2008: Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus,

- Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2000, SNI 003-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1996, SNI 03-4142-1996: Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1996, SNI 03-4242-1996: Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Hunggurami, E., Utomo, A. dan Wadu, A., 2014, Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Absorsi Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 103-110.
- Husin, A. A., 2010, Pengaruh Larutan Garam Sulfat terhadap Kualitas Beton Ringan, *Jurnal Pemukiman*, 5(2), 78-84.
- Maricar, S., Tatong, B., Hasan, H., 2003, Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Sifat Beton, *Mektrik*, 15(1), 39-58.
- Megasari, S. W. dan Winayati, 2017, Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-NN Terhadap Karakteristik Beton, *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 3(2), 117-128.
- Meidiani, S., Rajela, A., Hartawan, M. F. S. dan Fartawijaya A., 2017, Studi Eksperimen Penggunaan Variasi pH Air Pada Kuat Tekan Beton Normal $f_c' 25$ Mpa, *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 5(2), 127-134.
- Miswar, K., 2011, Kuat Tekan Beton Terhadap Lingkungan Agresif, *Jurnal Portal*, 3, 45-51.
- Mulyono, S. B. dan Prayitno, N., 2015, Studi Pengaruh Penggunaan Air Payau Dalam Mix Design Beton Untuk Pembuatan Konstruksi Dermaga Akibat Rendaman Air Laut, *Jurnal Kontruksia*, 7(1), 67-75.
- Rahmad, Hendriyani, I. dan Anwar, M. S., 2016, Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water dan Accelerated Admixture, *Info Teknik*, 17, 205-218.
- Syamsuddin, R., Wicaksono, A. dan Fazairin, F., 2011, Pengaruh Air Laut pada Perawatan (Curing) Beton Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton dengan Variasi Faktor Air Semen dan Durasi Perawatan, *Rekayasa Sipil*, 5(2), 68-75.
- Wedhanto, S., 2017, Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton yang Terbuat Dari Berbagai Merk Semen yang Ada Di Kota Malang, *Jurnal Bangunan*, 22(1), 21-30.