

Optimasi *Rigid Pavement* dengan *Chemical Admixture* pada Lingkungan Basa terhadap Beban Statis

Rigid Pavement Optimization with Chemical Admixture on Basa Environment against Static Load

Adhim Naridho Widodo, Emil Adly

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Perkerasan kaku banyak digunakan pada ruas jalan dengan permasalahan daya dukung tanah, lalu lintas padat dan distribusi beban besar. Beberapa wilayah di Indonesia terdapat tanah tandus atau kurang subur yang menyebabkan permasalahan pada kemasaman tanah, salah satunya adalah tanah dengan kandungan pH basa. Seiring berkembangnya kebutuhan beton, banyak permasalahan yang menuntut penyedia jasa untuk memenuhi kebutuhan konsumen akan waktu dan mutu, sehingga bahan tambahan kimia (*chemical admixture*) menjadi pilihan utama untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dalam beton dan eksploitasi alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui campuran beton baru serta durabilitas beton untuk *rigid pavement* dengan *chemical admixture* terhadap lingkungan dengan pH basa, pada umur 3, 7, 14, 28, 60 dan 90 hari dengan mutu beton K-400 (33,2 MPa). Metode penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium menggunakan sampel kubus berukuran $15 \times 15 \times 15$ cm. Larutan basa NaOH digunakan sebagai media air perendaman beton (*curing*) pH $\pm 8,5$ sebanyak 18 sampel yang dibandingkan dengan air normal sebanyak 18 sampel dengan masing-masing 3 sampel dan metode pengambilan data secara duplo, namun sebelum diuji sampel akan dibiarkan kering pada suhu atmosfer selama 24 jam. Pengujian durabilitas terdiri dari pengujian ketahanan jenis menggunakan alat *resistivimeter*, *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)* untuk menguji densitas dan kuat tekan beton statis. Hasil *mix design* menggunakan metode ACI 318, penggunaan air, agregat kasar dan semen berkurang hingga masing-masing 25%, 24,07% dan 18,07% sedangkan pasir meningkat 16,49 %, dan setting time 112,16 menit. Pengujian durabilitas beton yang direndam air basa lebih rendah jika dibandingkan sampel beton yang direndam air normal. Resistivitas sampel beton air basa lebih rendah dibandingkan sampel beton air normal mencapai $\pm 58,18\%$ karena pengaruh elektrolit dari air basa. Pengujian densitas, masih dalam kategori bermutu “baik”, sedangkan untuk kuat tekan didapatkan hasil 41,36 MPa pada umur 90 hari lebih rendah 23,43%.

Kata-kata kunci: Bahan tambahan kimia, densitas, lingkungan basa, perkerasan kaku, resistivitas.

Abstract. *Rigid pavement is widely used on roads with the support of carrying capacity of land, heavy traffic and large load distribution. Some areas in Indonesia are barren or infertile soils which cause soil acidity, one of which is soil with alkaline pH. Through the development of concrete needs, many of the needs that require service providers will require time and suppliers, so chemical admixture are the first choice for improving specific properties in concrete and natural exploitation. This study aims to study the mixture of new concrete as well as the durability of concrete for rigid pavement with chemical admixtures to the environment with an alkaline pH, at ages 3, 7, 14, 28, 60 and 90 days with K-400 concrete quality (33.2 MPa). This research method is experimental in a laboratory using cube samples using $15 \times 15 \times 15$ cm. NaOH liquid is used as a concrete curing air pH ± 8.5 of 18 samples compared with normal air of 18 samples, but before the sample is dried it will be distributed at atmospheric temperature for 24 hours. Endurance testing consists of endurance testing using a resistivimeter, Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT) to test the density and compressive strength of concrete concrete. The results of the mixture design using the ACI 318 method, the use of air, rough cement and cement increased respectively 25%, 24.07% and 18.07% while the sand increased 16.49%, and the time setting 112.16 minutes. Testing durability of air-immersed concrete is lower when compared to concrete that is immersed using normal air. Resistivity of concrete soaked in air is lower when compared to normal concrete reaching $\pm 58.18\%$. Density testing, still in the category of "good" quality, while for compressive strength obtained 41.36 MPa results at the age of 90 days lower 23.43%.*

Keywords: *Chemical Admixtures, Density Test, Alkaline environment, Rigid pavement, Resistivity Test.*

1. Pendahuluan

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) merupakan salah satu tipe perkerasan yang banyak digunakan pada ruas jalan yang memiliki permasalahan pada daya dukung tanah, lalu lintas padat dan memiliki distribusi beban besar seperti dipersimpangan, jalan tol, jembatan layang (*fly over*), *underpass*, dan jembatan. Perkerasan kaku sendiri merupakan jenis perkerasan yang menggunakan bahan baku semen, agregat kasar, agregat halus dan air sebagai bahan pengikatnya dengan atau tanpa tulangan untuk strukturnya.

Iklim tropis yang dimiliki oleh Indonesia menjadikan Indonesia kaya akan unsur hara dan bahan organik. Namun di sisi lain, tanah di Indonesia juga ada yang tandus atau kurang subur. Salah satu yang menyebabkan hal tersebut adalah masalah kemasaman tanah. Kemasaman tanah berhubungan dengan kadar pH yang dimiliki oleh tanah, Semakin rendah pH tanah maka akan tinggi tingkat keasamannya. Begitu juga sebaliknya, semakin tinggi kadar pH tanah maka semakin tinggi tingkat basa dalam tanah.

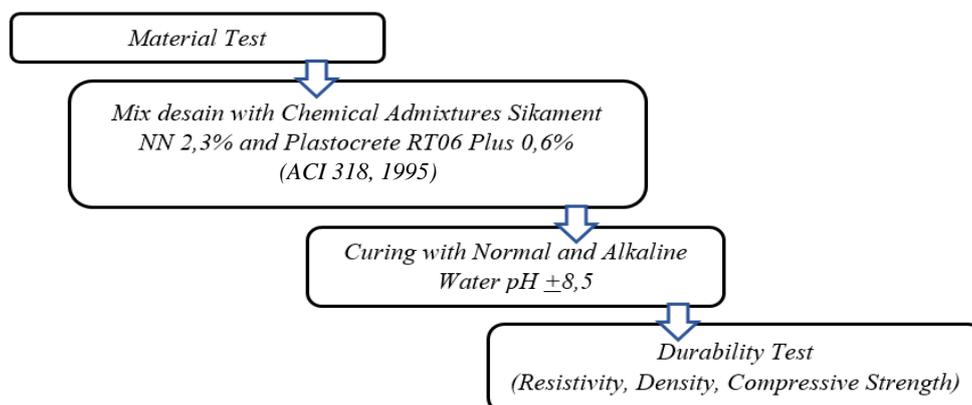
Seiring dengan berkembangnya penggunaan beton di Indonesia, timbul berbagai permasalahan yang ada dalam beton sehingga diperlukan sebuah bahan tambahan (*admixture*) yang berguna untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dalam beton. Penggunaan zat adiktif dalam campuran beton mempunyai beberapa keuntungan yaitu, memperbaiki *workability* beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat dan reaksi alkali-silika, menambah keawetan (*durabilitas*)

beton, meningkatkan kuat tekan beton, dan lain sebagainya (Mulyono T, 2003). Umumnya pada saat ini, banyak perusahaan penyedia beton menggunakan bahan tambahan (*admixture*) jenis *Sikament NN* dan *Plastocrete RT06 Plus* untuk perkerasan kaku. *Sikament NN* merupakan cairan *superplasticizer* yang berfungsi sebagai pengurangan jumlah penggunaan air dan menghasilkan beton dengan kekuatan awal dan akhir yang tinggi. Sedangkan *Plastocrete RT06 Plus* merupakan cairan *retarder* yang berfungsi memperlambat waktu pengikatan beton (Megasari dan Winayati, 2017).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memperoleh campuran dan karakteristik beton baru terhadap penggunaan bahan *admixture*, yaitu *setting time*, air dan penggunaan agregat serta untuk mengetahui *durabilitas* perkerasan kaku yang terdiri dari resistivitas, densitas dan kuat tekan beton dengan pembebanan statis terhadap lingkungan basa dengan pH 8,5.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Penelitian ini mengacu pada perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan bahan tambahan (*admixture*) *Sikament NN* dengan dosis 2,3% dan *Plastocrete RT06 Plus* dengan dosis 0,6% dari total berat semen. Penggunaan larutan soda api (NaOH) yang dicampurkan dengan air normal digunakan sebagai simulasi lingkungan basa untuk perendaman beton (*curing*) dengan nilai pH $\pm 8,5$. Berikut ini merupakan bagan alur penelitian.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Bahan (Material)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus yang berasal dari Kali Progo, agregat kasar dari Clereng, semen Portland dengan merek “Holcim”, air dan bahan kimia tambahan (*Chemical admixture*). berupa *Sikament NN* dan *Plastocrete RT06 Plus*.

Perencanaan Pencampuran Bahan

Perencanaan pencampuran bahan (*mix desain*) penelitian ini mengacu pada pedoman ACI 318:1995 mengenai “*Design of Normal Concrete Mixes, Building Code Requirements for Structural Concrete*” dengan penambahan *admixture*.

Jumlah Benda Uji

Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 36 buah dengan sampel kubus berukuran 15 × 15 × 15 cm. Pengujian beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, 28, 60 dan 90 hari dengan metode pengambilan data secara duplo agar diperoleh data yang lebih dekat dan akurat. Berikut ini adalah tabel uraian jumlah sampel beton.

Tabel 1. Jumlah Sampel Uji

Curing	Age of Concrete (Days)					
	3	7	14	28	60	90
Normal Water	3	3	3	3	3	3
Alkaline Water	3	3	3	3	3	3

Dikarenakan kapasitas *mixer machine* sebesar 40 Kg, maka dalam penelitian ini pengadukan dilakukan sebanyak 6 kali dengan ketelitian dan komposisi yang sama agar diperoleh beton segar yang sama dengan beton yang sebelumnya.

Metode Perendaman Beton (Curing)

Metode perendaman beton memiliki tujuan untuk menjaga kelembapan beton dan menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air, sehingga beton dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan (Meidiani dkk, 2017). Larutan basa NaOH yang tergolong sebagai basa kuat merupakan salah satu garam yang paling berbahaya terhadap semen *portland* (Lauw, 1990).

Berikut ini di bawah ini adalah prosedur perendaman beton yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Beton yang sudah dilepas dari cetakan dimasukan ke dalam bak perendaman air normal dan basa.
2. Sebelum sampel dilakukan pengujian, sampel beton terlebih dahulu dikeluarkan untuk dikeringkan pada suhu atmosfer selama 1 hari.
3. Setelah dikeringkan, maka sampel beton sudah siap untuk dilakukan pengujian resistivitas, densitas dan kuat tekan.



Gambar 2. Perendaman beton

Pengujian Resistivitas Beton

Pengujian resistivitas beton bertujuan untuk mengetahui hambatan jenis pada beton dengan menggunakan alat *resistivitymeter* merek “*Gamma Tech*” dengan seri DCP-01 seperti pada gambar 3. Perhitungan resistivitas menggunakan persamaan sebagai berikut ini oleh Telford (dalam Timotius dkk., 2014).

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \times \frac{A}{L} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- ρ = Nilai resistivitas (Ωm)
- ΔV = Beda potensial (Volt)
- I = Kuat arus (Ampere)
- A = Luas penampang (cm)
- L = Panjang spasi kawat (cm)



Gambar 3. Resistivity Meter

Pengujian Densitas Beton

Pengujian ini menggunakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)*. Apriani (2016) pengujian menggunakan *UPVT* bertujuan untuk mengetahui mutu dari sampel beton yang digunakan. Alat *UPVT* menggunakan merek “*CNS Electronics*” yang dapat dilihat pada gambar 4. Pengujian densitas beton mengacu pada *ASTM C597* dengan kategori mutu yang dapat dilihat pada tabel 2, sedangkan perhitungan densitas beton menggunakan persamaan sebagai berikut ini.

$$V = \frac{L}{t} \text{ (km/s)(2)}$$

Dengan :

- V = Kecepatan gelombang (km/s)
- L = Panjang lintasan (km)
- t = Waktu perpindahan (s)

Tabel 2. Hubungan kecepatan gelombang dan kualitas beton (*ASTM C 597*)

Kecepatan Gelombang (km/s)	Hasil
>4,57	Sangat Baik
3,67 – 4,57	Baik
3,06 – 3,66	Cukup Baik
2,13 – 3,05	Cukup
<2,13	Kurang



Gambar 4. *Ultrasonic Pulse Velocity Test*

Pengujian Kuat Tekan Statis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton menahan beban vertikal yang berada di atasnya. Alat uji tekan pada pengujian ini merupakan alat uji tekan statis

dengan merek “*Hung Ta*” seperti pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Alat Uji Tekan Statis

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan normal ratak (tekan) dengan regangan yang timbul dari tegangan tersebut. Dalam perhitungan tersebut, penelitian ini mengacu pada *ACI 318, 1995* pada umur beton 28, 60 dan 90 hari dengan persamaan sebagai berikut ini.

$$4700 \sqrt{f'c} \text{(3)}$$

Dengan :

- Fc' = Kuat tekan beton (MPa)

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Material

Hasil pengujian material agregat halus dan agregat kasar ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis (2,3 – 2,6)	2,34	Memenuhi standar ASTM C128
2	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM C142
3	MHB (1,5 – 3,8)	2,29 %	Memenuhi standar ASTM C136
4	Kadar air (3% - 5%)	3,31 %	Memenuhi standar ASTM C566
5	Kadar lumpur (Maks: 5%)	2,88 %	Memenuhi standar ASTM C117

Hasil pengujian material agregat halus pada Tabel di atas telah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)

No	Pengujian	Satuan	Keterangan
1	Berat Jenis (2,5 – 2,7)	2,51	Memenuhi standar ASTM C127
2	Gradasi	Ukuran max 20 mm	Memenuhi standar ASTM C33
3	Keausan (< 50%)	29,8 %	Memenuhi standar ASTM C535
4	Kadar lumpur (Maks: 1%)	0,88 %	Memenuhi standar ASTM C142

Hasil pengujian material agregat kasar pada Tabel di atas telah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Perencanaan Pencampuran Bahan

Perencanaan pencampuran memperoleh hasil pengurangan air sebesar 25% karena penggunaan *chemical admixture*, selain itu penggunaan agregat kasar dan semen juga berkurang 24,07% dan 18,07%, sedangkan penggunaan pasir meningkat 16,49 %. Berikut ini pada tabel 3 perencanaan pencampuran bahan untuk 36 sampel benda uji.

Tabel 5. Perencanaan Pencampuran Bahan

No	Komposisi	Jumlah
1	Air	25.56 Kg
2	Semen	70.56 Kg
3	Pasir	134.64 Kg
4	Kerikil	126.72 Kg
5	Plastocrete 0.6%	423.36 ml
6	Sikament NN 2.3%	1622.52 ml
Total		359.28 Kg

Pengujian Nilai Slump dan Workability

Pengujian nilai slump merupakan metode pengujian yang digunakan dalam menentukan kzeruntuhan dan kekakuan beton segar. Lateef (2016) kekauan beton berpengaruh terhadap *workability* atau kemudahan dalam pekerjaan

beton. Semakin banyak air yang digunakan maka semakin mudah pekerjaan beton. Pada beton dengan mutu tinggi memakai air yang lebih sedikit atau dengan nilai slump yang lebih kecil.

Pada penelitian ini memakai nilai slump sebesar 7 cm berdasarkan pedoman ACI 211 mengenai perkerasan kaku dengan nilai slump 2,5 - 7,5 cm. Dalam perhitungan *mix design*, menggunakan air berkurang sebesar 25% dikarenakan pengaruh dari bahan *admixture Sikament NN* sehingga diperoleh besar penggunaan air sebanyak 25,56 Kg untuk 36 buah sampel dari sebelumnya sebanyak 33,84 Kg.

Pengurangan penggunaan air, agregat kasar dan semen sering diterapkan oleh *batching plan* untuk menghemat biaya produksi yang cukup mahal dan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan. Namun dengan adanya pengurangan tersebut, tetap dihasilkan beton dengan mutu yang baik dan sesuai dengan kuat tekan rencana.

Penelitian ini menggunakan nilai faktor air semen sebesar 0,48. Berikut ini tabel 6 merupakan hasil pengujian nilai slump beton segar.

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai Slump

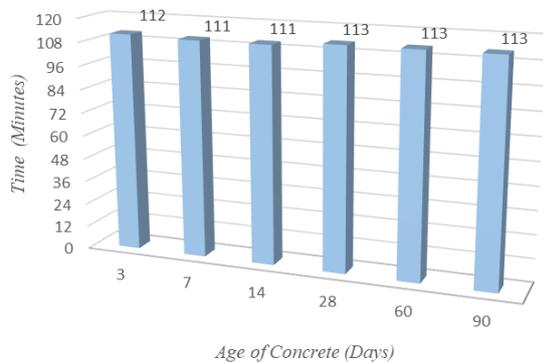
No	Umur Beton (Hari)	Faktor Air Semen (FAS)	Nilai Slump (cm)
1	3	0,48	7,4
2	7	0,48	7,2
3	14	0,48	7,0
4	28	0,48	7,2
5	60	0,48	7,1
Rata-rata			7,18

Tabel 2 di atas merupakan hasil pengujian nilai slump beton segar dengan rata-rata yang diperoleh sebesar 7,18 cm. Dari hasil tersebut telah sesuai dengan pedoman ACI 211.

Pengujian Waktu Ikat Beton Segar (Setting Time)

Pengujian waktu ikat (*setting time*) adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang diperlukan beton untuk saling mengikat atau mengeras. Perhitungan

waktu ini dimulai dari waktu pengadukan beton segar sampai beton tidak bisa lagi berubah bentuk. Berikut ini pada gambar 6 merupakan hasil dari pengujian waktu ikat beton.



Gambar 6. Pengujian Waktu Ikat

Nursandah (2018) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa penggunaan *admixture* jenis *retarder* memiliki pengaruh terhadap *setting time*. Pengaruh *retarder* dapat memberikan penundaan terhadap waktu ikat dan pengikatan seluruh bahan penyusun beton.

Pengujian Resistivitas Beton

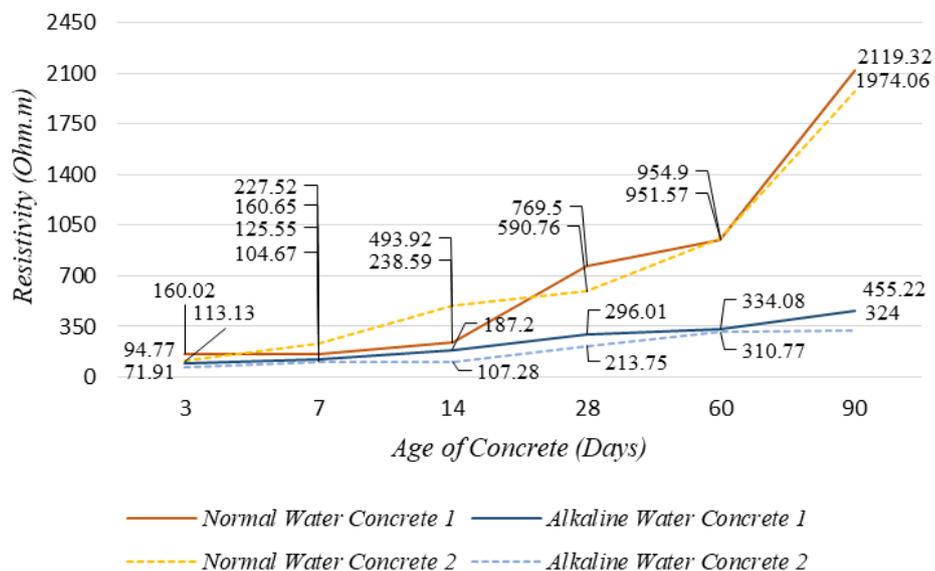
Gambar 7 merupakan perbandingan antara nilai resistivitas (Ohm.m) terhadap umur beton (hari). Peningkatan nilai resistivitas dimulai pada beton umur 7 hari dan meningkat sampai umur 90 hari. Sangat menarik jika dilihat bahwa nilai resistivitas beton air basa berada di bawah sampel beton air normal dengan perbedaan yang mencapai $\pm 58,18\%$. Hal ini

dikarenakan kandungan larutan NaOH sebagai elektrolit yang dapat menghantarkan listrik, sehingga kemampuan beton air basa menahan arus yang dilewatinya lebih kecil jika dibandingkan dengan beton air normal.

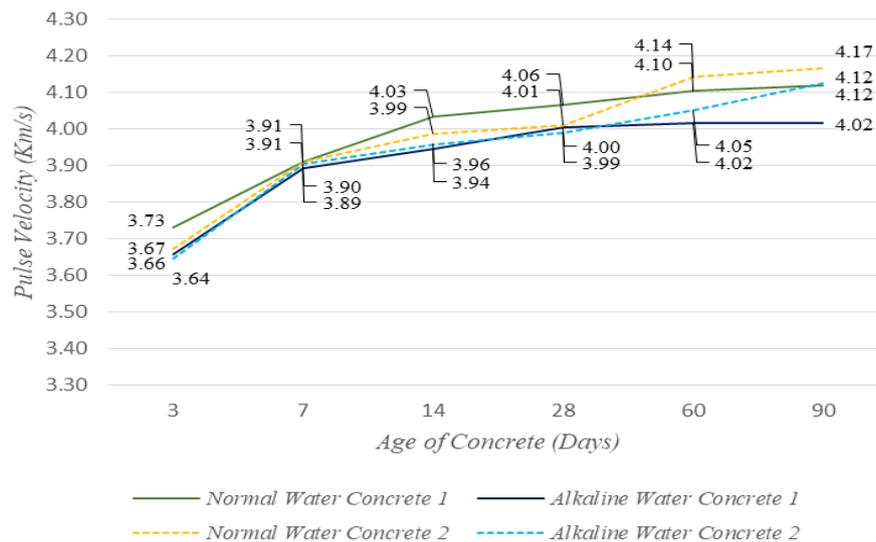
Qu dkk., (2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa Na^+ merupakan sifat pendukung elektrolit dan bahan elektroda dalam aplikasi kapasitor, dimana daya besar dan kepadatan energi listrik dibutuhkan. Sedangkan dalam penelitian Yemima dkk., (2018) elektrolit hidroksida seperti halnya NaOH yang digunakan dalam penelitian ini memiliki sifat sangat larut terhadap air dan anion OH^- yang memiliki konduktivitas sangat baik sebagai elektrolit superkapasitor, sehingga berdampak pada tertinggalnya kandungan basa dalam sampel beton yang memicu sampel beton air basa memiliki ketahanan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan beton yang direndam menggunakan air normal.

Pengujian Densitas Beton

Gambar 8 merupakan perbandingan antara kecepatan *pulse* (Km/s) terhadap umur beton (hari). Kecepatan *pulse* beton air basa dan normal mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Dapat dilihat bahwa sampel beton air basa memiliki nilai kecepatan *pulse* yang berada di bawah dari sampel beton air normal.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Resistivitas Beton



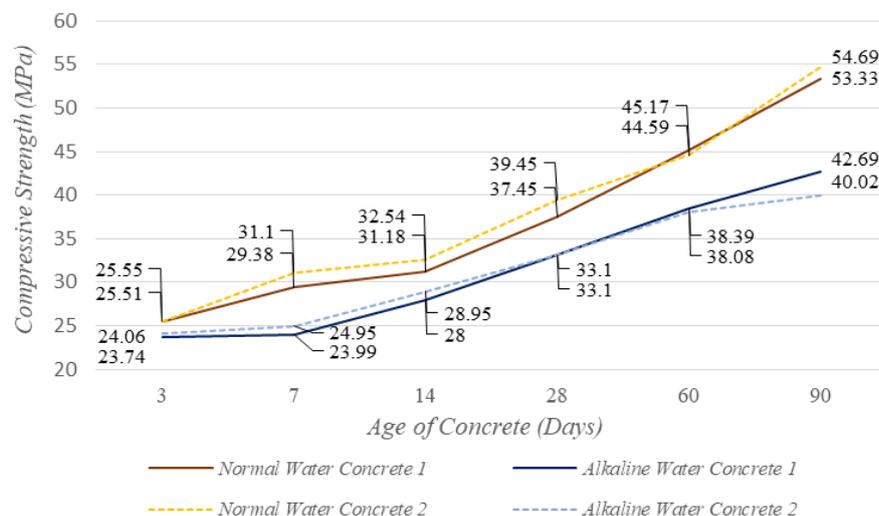
Gambar 8. Grafik Hasil Uji Densitas Beton

Hal ini menunjukkan bahwa perendaman menggunakan air basa memberikan dampak yang korosif terhadap sampel beton. Namun, pengaruh korosif air basa tidak terlalu signifikan, karena beton air basa masih masuk kedalam kategori mutu “baik” terkecuali untuk umur 3 harinya. Berdasarkan ASTM C 597, beton dengan kategori mutu “baik” berada pada batas antara 3,67 – 4,57 km/s.

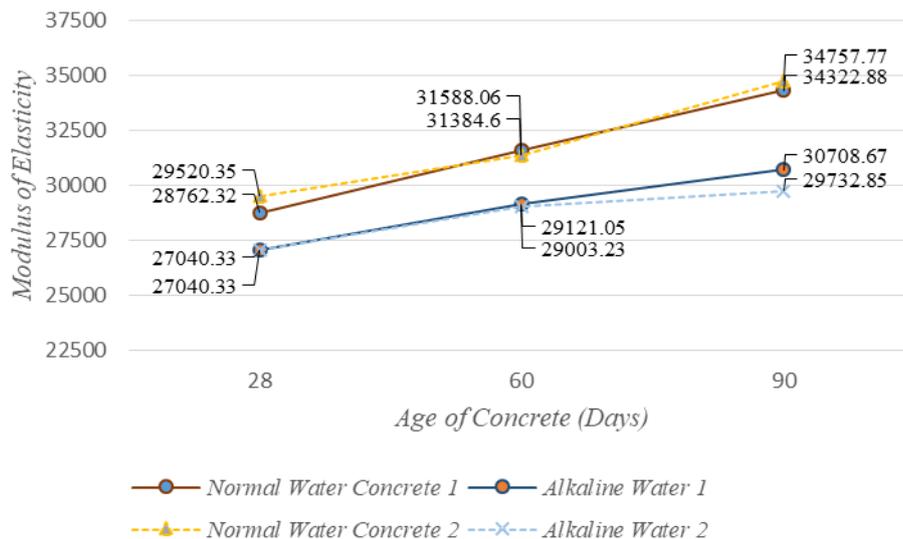
Rochaeti dkk., (2014) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa pengaruh *chemical admixture* jenis *superplasticizer* dan *retarder* dapat memperbaiki sifat dari bahan penyusun beton dan menambah mutu dari beton tersebut, sehingga dampak dari perendaman air basa dalam penelitian ini mampu di minimalisir karena adanya penggunaan dari *chemical admixture* tersebut.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Gambar 9 merupakan perbandingan antara kuat tekan beton (MPa) terhadap umur beton (hari). Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh hasil bahwa kuat tekan sampel beton air basa berada di bawah sampel beton air normal, akan tetapi sampel beton air basa mengalami peningkatan kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya umur beton. Sangat menarik jika dilihat, bawah kuat tekan beton air normal dengan penurunan mencapai 23,43%. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman air basa berdampak korosif terhadap sampel beton. Namun korosif pada perendaman air basa tidak memiliki dampak yang signifikan, karena pada grafik tersebut kuat tekan beton air basa mengalami



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan



Gambar 10. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas

peningkatan dan masih masuk ke dalam kuat tekan yang direncanakan, yaitu K-400 (33,2 MPa).

Menurut Lauw (1990) penyebab utama kerusakan pada beton disebabkan oleh serangan sulfat yang berbahaya seperti salah satu contohnya adalah NaOH, sehingga serangan tersebut sangat bersifat korosif. Alsadey (2015) dan Umniati dkk., (2017) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa dari masing-masing penggunaan *Sikament NN* dan *Plastocrete RT06 Plus* mampu memperbaiki sifat beton dan memberikan kuat tekan yang tinggi terhadap beton, sehingga dalam penelitian ini dapat terlihat bahwa dampak dari penggunaan bahan *admixture* tersebut mampu memberikan kuat tekan yang tinggi pada beton meskipun beton telah terpengaruh oleh air basa.

Modulus Elastisitas Beton

Gambar 10 merupakan perbandingan antara modulus elastisitas terhadap umur beton (hari). Sangat menarik bahwa modulus elastisitas beton air basa berada di bawah beton air normal, hal ini menunjukkan bahwa perendaman air basa bersifat korosif terhadap beton, sehingga modulus elastisitas untuk beton air basa berada di bawah dengan nilai 27040,33 – 30226,52 MPa. Namun sifat korosif tersebut tidak berpengaruh banyak, karena seiring bertambahnya umur beton, nilai modulus elastisitas beton air basa tetap mengalami kenaikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari optimasi *rigid pavement* dengan *admixture* terhadap lingkungan asam dengan bebas statis, sebagai berikut ini.

1. Pada penelitian ini ditemukan adanya karakteristik beton yang unik dikarenakan penurunan kandungan air sampai 25% pada *mix design*, hal ini dikarenakan kandungan *Sikament NN* yang mampu mengoptimalkan penggunaan air. Selain itu penggunaan *admixture Sikament NN* dan *Plastocrete RT06 Plus* dapat mengurangi jumlah penggunaan agregat kasar dan memaksimalkan penggunaan agregat halus pada beton. Beton *admixture* ini memiliki beberapa karakteristik yang unik, yaitu tekstur beton segar berpasir karena penggunaan agregat halus yang lebih banyak dibandingkan dengan agregat kasar dan beton ini memiliki *setting time* yang cukup lama karena adanya *retarding* pada *Plastocrete RT06 Plus*.
2. Pengaruh larutan basa NaOH pada beton *admixture* berdampak pada kecilnya nilai resistivitas. Hal ini dikarenakan sifat dasar dari larutan NaOH sebagai elektrolit yang dapat menghantarkan listrik, sehingga beton air basa lebih mudah menghantarkan arus listrik dibandingkan dengan beton air normal.
3. Pengujian *UPVT* pada beton air basa dan beton air normal mengalami *trend* kenaikan yang positif seiring

bertambahnya usia beton. Larutan basa yang digunakan dalam proses perendaman (*curing*) hanya memberikan pengaruh yang sedikit terhadap kecepatan *pulse*. Hal ini dikarenakan meningkatnya porositas dari beton yang disebabkan oleh sifat basa kuat, yaitu korosif.

4. Uji kuat tekan statis digunakan untuk mengetahui kekuatan beton menahan beban di atasnya. Hasil kuat tekan beton air basa berada sedikit di bawah kuat tekan beton air normal dan memiliki *trend* kenaikan positif yang sama dengan beton air normal seiring dengan bertambahnya usia beton yang menandakan bahwa perendaman menggunakan air basa bersifat korosif terhadap beton.

5. Daftar Pustaka

- Alsadey, S., 2015, Effect of Superplasticizer on Fresh and Hardened Properties of Concrete, *Journal of Agricultural Science and Engineering*, 1(2), 70-74.
- Apriani, W., 2016, Aplikasi Non Destructive Test pada Investigasi Keandalan Struktur Beton, *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 2(2), 95-103.
- Lauw, C., 1990, Korosi pada Beton, *Seminar Korosi dan Cat Anti Korosi/Heavy Duty*, Bandung, 26 Mei 1990, 1-18.
- Lateef, H.A., 2016, Studying of Effect the High Range, Water Reducer/Superplasticizer, Retarder Admixture on Properties of Concrete, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7, 219-223.
- 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.
- Nursandah, A., Hutama, D. A., dan Komarudin, A. (2018). Studi Kuat Tekan & Setting Time Beton dengan Variasi Dosis Admixture Tipe D. *Agregat*, 3(2).
- Qu dkk., 2008. Study on Electrochemical Performance of Activated Carbon in Aqueous Li_2SO_4 , Na_2SO_4 and K_2SO_4 Electrolytes. *Electrochemistry Communications* 10, 1652-1655.
- Rochaeti., Endawati, J., Widuri, L.D.D., dan Moeljono., 2014, Pengaruh Panas Hidrasi Beton dengan Semen Tipe II terhadap Ketebalan Elemen Beton, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 16(2), 183-194.
- Timotius., Putra, Y.S., dan Lapanporo, B.P., 2014, Identifikasi Keretakan Beton Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas, *Prima Fisika*, 2(3), 92-99.
- Umniati, B.S., Risdanareni, P., dan Zein, F.T.Z., 2017, Workability Enhancement of Geopolymer Concrete through the Use of Retarder, *Green Construction and Engineering Education for Sustainable Future AIP Conf. Proc.* 1887, 1-9.
- Yemima dkk., 2018. *Penentuan Kapasitansi Spesifik Karbon Aktif Tempurung Kemiri (Aleurites Moluccana) Menggunakan Elektrolit H_2SO_4 , NaOH , Dan Na_2SO_4* , Tugas Akhir, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Lampiran A

Tabel A. 1 Perhitungan Perencanaan Pencampuran Beton

No	Uraian	Kuantitas	
1	Kuat Tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari (F_c')	33.20	MPa
2	Deviasi standar (s)	-	MPa
3	Nilai tambah (margin) (m)	8.5	MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($F_c'r$)	42.0	MPa
5	Jenis semen (Biasa)	Type I	
6	Jenis agregat kasar (Batu Pecah)	Kerikil Clereng	
7	Jenis agregat halus (Alami)	Pasir Progo	
8	Faktor air semen	0.48	
9	Faktor air semen maksimum	0.6	
	Dipakai faktor air semen yang rendah	0.48	
10	Nilai slump	7.2	cm
11	Ukuran maksimum agregat kasar	20	mm
12	Kebutuhan		
	Air	204.90	liter
	Agregat halus (A_h)	195	Kg
	Agregat kasar (A_k)	225	Kg
13	Kebutuhan semen portland	426.88	Kg
14	Daerah gradasi agregat halus		
	Persen berat agr. halus thp campuran	51.5	%
	Persen berat agr. kasar thp campuran	48.5	%
16	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	2.41	kg/m ³
	Berat jenis ag. Halus	2.31	
	Berat jenis ag. Kasar	2.51	
17	Berat jenis beton	2213	kg/m ³
18	Kebutuhan agregat halus dan kasar	1581.23	kg/m ³
19	Kebutuhan agregat halus	814.33	kg/m ³
20	Kebutuhan agregat kasar	766.89	kg/m ³
21	Kebutuhan bahan yang didapat		
	Air	204.90	kg/m ³
	Semen	426.88	kg/m ³
	Pasir	814.33	kg/m ³
	Kerikil	766.89	kg/m ³
22	Volume kubus 15 cm x 15 cm	0.0034	m ³
	Luas Penampang	225.00	cm
	Tinggi	15.00	cm
23	<i>Safety factor</i>	35.00	%

Tabel A. 2 Komposisi Perencanaan Pencampuran Beton

Proporsi 1 campuran beton kubus 15 × 15 cm dengan pengurangan air 25%		
No	Komposisi	Jumlah
1	Air	0.71 Kg
2	Semen	1.96 Kg
3	Pasir	3.74 Kg
4	Kerikil	3.52 Kg
5	Plastocrete 0.6%	11.76 ml
6	Sikament NN 2.3%	45.07 ml
Total		9.98 Kg