

# ANALISIS REAKSI ALKALI SILIKA AGREGAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON UNTUK PERKERASAN KAKU YANG TAHAN TERHADAP AIR LAUT

Naufal Makarim Labib<sup>1)</sup>, Ary Setyawan<sup>2)</sup>, Agus Sumarsono<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email: [naufalmakarimlabib@gmail.com](mailto:naufalmakarimlabib@gmail.com)

## Abstract

Aggregate is the main material in concrete slab for rigid pavement. Quality of the aggregate affect the level of resistance and durability of rigid pavement. Land subsidence in coastal areas cause rigid pavement was damaged by the tidal flood. The sea water can raises attack alkali silica reaction in concrete. So, it required a research to select the type of aggregate that is more resistant to alkali silica reaction that will produce concrete more resistant to sea water. This research used experimental method is by using aggregate andesite and aggregate basalt for the test reactivity of aggregates to the reaction of alkali silica, then testing compressive strength and flexural strength of concrete with 3 variations of immersion: 1) soaking with fresh water 28 days, 2) soaking fresh water 28 days + soak seawater for 13 days, 3) soak freshwater 28 days + sea water soak for 26 days. Then, this quantitative data were analyzed using inferential analysis correlation. Results of the analysis showed compressive strength and flexural strength of concrete with basalt aggregates higher than andesite aggregate. With a difference of 0.86% compressive strength and flexural strength 5.9% for the first condition, the second and third conditions compressive strength difference is 4%; 2.96% and flexural strength 7.5%; 7.5%. From testing reactivity of aggregates, aggregate basalt aggregate not reactive whereas andesite aggregate is potentially reactive to alkali silica reaction. Basalt aggregate more resistant to alkali silica reaction due to sea water than andesite aggregate.

Keywords: Alkali silica reaction, aggregate, sea water, compressive strength, flexural strength.

## Abstrak

Agregat merupakan material penyusun utama plat beton perkerasan kaku. Mutu agregat sangat mempengaruhi tingkat ketahanan dan keawetan konstruksi perkerasan kaku. Penurunan muka tanah pada daerah pesisir menyebabkan jalan dengan struktur perkerasan kaku mengalami kerusakan karena banjir rob. Air laut dapat menimbulkan serangan reaksi alkali silika pada beton. Untuk itu diperlukan suatu penelitian untuk memilih jenis agregat yang lebih tahan terhadap serangan reaksi alkali silika sehingga akan menghasilkan beton yang lebih tahan terhadap air laut. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu dengan menggunakan agregat andesit dan agregat basalt untuk pengujian kereaktifan agregat terhadap reaksi alkali silika dan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton yang dilakukan setelah 3 variasi perendaman yakni 1) perendaman dengan air tawar 28 hari, 2) rendam air tawar 28 hari + rendam air laut selama 13 hari, 3) rendam air tawar 28 hari + rendam air laut selama 26 hari. Hasil analisis menunjukkan kuat tekan dan kuat lentur beton dengan agregat basalt lebih tinggi dibandingkan agregat andesit. Dengan selisih kuat tekan 0.86% dan kuat lentur 5.9% untuk kondisi pertama, pada kondisi kedua dan ketiga selisih kuat tekan 4%; 2.96% dan kuat lentur 7.5%; 7.5%. Dari pengujian kereaktifan agregat, agregat basalt bukan agregat reaktif sedangkan agregat andesit merupakan agregat yang berpotensi reaktif terhadap reaksi alkali silika. Agregat basalt lebih tahan terhadap serangan reaksi alkali silika karena air laut dibandingkan agregat andesit.

Kata Kunci : Reaksi alkali silika, agregat, air laut, kuat tekan beton, kuat lentur beton.

## PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan beton sebagai salah satu pilihan konstruksi pada perkerasan jalan biasa disebut perkerasan kaku (rigid pavement). Dalam campuran beton, proporsi agregat sebesar 70% - 75% dari total volume plat beton. Mutu dan kualitas agregat harus yang memenuhi persyaratan untuk perkerasan jalan. Apabila mutu agregat kurang memenuhi persyaratan yang ditentukan, maka tingkat ketahanan dan keawetan konstruksi menjadi rendah. Ditambah lagi adanya permasalahan non teknis diantaranya pengaruh banjir rob. Banjir rob sering terjadi di daerah pesisir pantai utara, salah satunya Kota Semarang ataupun daerah-daerah lain yang terletak pada pesisir Pantai Utara. Penyebab banjir rob salah satunya disebabkan penurunan muka tanah sehingga muka air laut menjadi lebih tinggi (Kodoatie,1995). Banjir rob menyebabkan beberapa kerusakan pada infrastruktur yang ada

terutama pada jalan yang menggunakan perkerasan kaku. Kerusakan tersebut bisa disebabkan adanya reaksi alkali silika.

Reaksi alkali silika merupakan reaksi antar kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dalam agregat dan alkali dalam semen. Agregat yang mengandung silika, bisa bersifat reaktif maupun non-reaktif terhadap unsur alkali pada semen. Reaksi ini menyebabkan perluasan pada beton. Perluasan ini dapat menyebabkan retak, permukaan keropos dan spalling. Reaksi alkali silika biasa terjadi pada konstruksi dekat pantai yang mengalami kontak langsung dengan air laut maupun yang terkena dampak dari banjir rob. Air laut memiliki kandungan Natrium yang merupakan unsur alkali yang dapat menyebabkan reaksi alkali silika pada beton

Karena reaksi alkali silika bisa terjadi kapan saja maka pemilihan agregat yang akan digunakan perlu diseleksi terlebih dahulu agar nantinya tidak menimbulkan penurunan kinerja dan kerusakan pada perkerasan kaku. Termasuk penggunaan jenis agregat yang berbeda akan memberikan dampak yang berbeda pula. Dimana berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiyo Daru Cahyono (2014) agregat yang diambil dari quarry Kali Progo di Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang merupakan jenis batuan andesit, sedangkan agregat yang diambil dari quarry Kali Gendol, Kecamatan Sleman, Jogjakarta merupakan jenis agregat basalt.

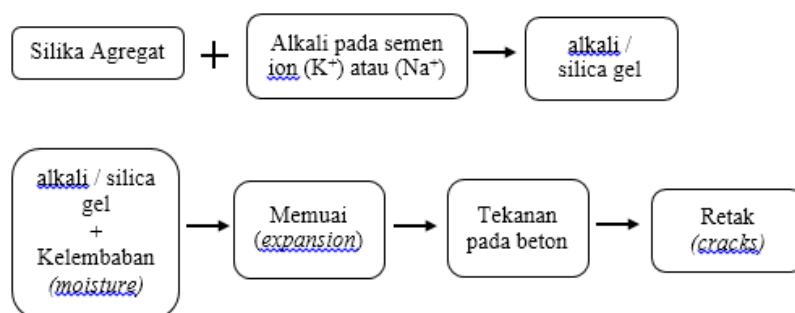
Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap agregat basalt dan andesit dengan menggunakan metode ASTM C 1260 : *Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Accelerated Mortar-Bar Method)* untuk mengetahui pengaruh jenis agregat terhadap reaksi alkali silika yang terjadi, sehingga akan diketahui agregat mana yang lebih reaktif terhadap reaksi alkali silika.

## TINJAUAN PUSTAKA

Reaksi alkali silika merupakan reaksi kimia di dalam beton maupun mortar antara ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) dari alkali ( $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ ) dari semen, dan batuan dan mineral tertentu yang mengandung silika yang terdapat di beberapa agregat. Reaksi ini dan gel hasil dari reaksi alkali silika dalam keadaan tertentu dapat menyebabkan ekspansi abnormal dan retakan pada beton (U.S. Federal Highway Administration Dept of Transportation, 2013). Mengidentifikasi kerentanan agregat terhadap reaksi alkali-silika sebelum menggunakannya dalam beton adalah salah satu upaya yang paling efisien untuk mencegah kerusakan yang disebabkan reaksi alkali-silika. (Touma, 2000)

Adanya air laut dapat mempercepat kerusakan beton, karena air laut banyak mengandung larutan garam, sekitar 78 % adalah sodium chlorida ( $\text{NaCl}$ ) dan 15 % adalah magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ). Adanya garam-garam dalam air laut ini juga dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20 % dan penurunan kekuatan dan durabilitas konstruksi yang dibangun (Agustini, Wahyu, Skripsi Thesis Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2008).

Secara sederhana reaksi alkali silika digambarkan melalui skema berikut :



Gambar.1 Siklus Reaksi Alkali Silika

Reaksi alkali silika dapat dikurangi dalam beton baru dengan tiga pendekatan berikut :

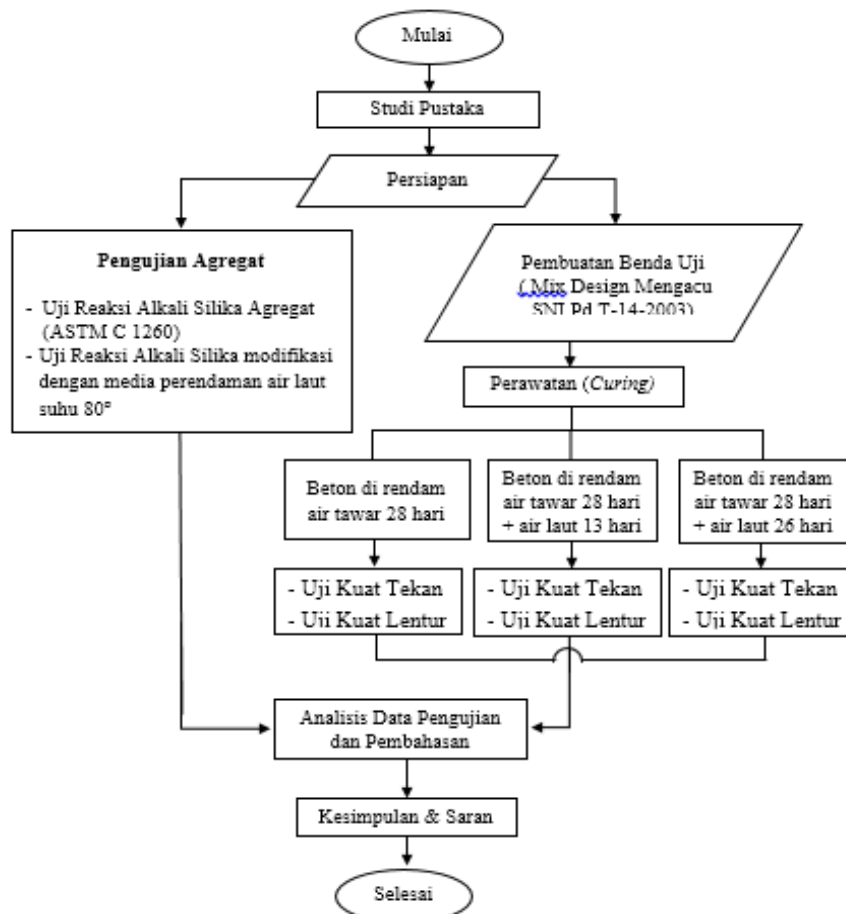
1. Batasi kandungan logam alkali semen.
2. Batasi kandungan silika reaktif pada agregat, dengan cara pemilihan agregat yang tergolong tidak reaktif.
3. Menambahkan bahan mengandung silika yang sangat halus untuk menetralkan alkalinitas berlebih dari semen, misalnya, pozzolan, silika fume, fly ash, atau metakaolin.
4. Cara lain untuk mengurangi reaksi alkali silika adalah untuk membatasi alkalis eksternal yang datang karena kontak dengan beton, contoh: kontak dengan air laut.

## METODE PENELITIAN

Untuk Pengujian reaksi alkali silika agregat yang akan dilakukan mengacu pada ASTM C 1260 : *Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Accelerated Mortar-Bar Method)*. Tahap pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Mencetak benda uji (*mortar bar*) dengan ukuran (25x25x285)mm dengan standart mix design ASTM C 1260
- b. Setelah 24 jam benda uji dilepas dari cetakan
- c. kemudian direndam dalam air dengan suhu kamar selama 24 jam.
- d. Benda uji kemudian direndam dalam air dengan suhu 80°C selama 24 jam, setelah itu dicatat berapa ukuran benda uji tersebut.
- e. Pindahkan dan rendam benda uji ke dalam larutan 1N NaOH dengan suhu 80°C
- f. Pengukuran selanjutnya dilakukan pada hari ke 1, 4, 7, 11, dan 14.
- g. Setelah 14 hari perendaman dengan larutan 1N NaOH 80°C dapat diketahui kriteria kereaktifan agregat bila benda uji bertambah panjang berdasarkan ASTM C 1260:
  - < 0.10 % termasuk agregat yang tidak reaktif.
  - 0.10% s/d 0.20% termasuk agregat yang berpotensi reaktif.
  - > 0.20% termasuk agregat yang reaktif.
- h. Pengukuran pertambahan panjang menggunakan alat ukur yang dilengkapi dial gauge dengan ketelitian 0.01mm.
- i. Untuk mengetahui pengaruh air laut terhadap reaksi alkali silika yang terjadi maka dilakukan pembuatan benda uji dan langkah pengujian seperti diatas, namun pada langkah ke-5 perendaman diubah dengan penggunaan air laut dengan suhu 80°C.

Untuk pengujian kuat tekan yang dilakukan mengacu pada SNI 03-1974-1990 dengan benda uji berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan pengujian kuat lentur beton yang dilakukan mengacu pada SNI 03-4154-1996 dengan benda uji berbentuk balok ukuran 15 cm x 16 cm x 60cm dengan proses perawatan (*curing*) menggunakan 3 tipe perendaman, antara lain: a) rendam air tawar 28 hari, b) rendam air tawar 28 hari + 13 hari rendam menggunakan air laut, c) rendam air tawar 28 hari + 26 hari rendam menggunakan air laut. Perawatan dengan kondisi ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana karakteristik benda uji pada lingkungan air laut, seta guna mengetahui perbandingan ketahanan dari benda uji yang terdiri dari agregat yang berbeda. Berikut ini diagram alir penelitian :



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Reaksi Alkali Silika

Pengujian reaksi alkali silika terhadap agregat dari quarry Kali Progo, Kecamatan Secang, Magelang dan dari quarry Kali Gendol, Kecamatan Sleman, Jogjakarta untuk mengetahui kereaktifan dari kedua jenis agregat dan membandingkan agregat mana yang lebih tahan terhadap reaksi alkali silika. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode ASTM C 1260 (*Accelerated Mortar Bar Method*). Hasil-hasil pengujian tersebut disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 1 Pertambahan panjang setelah perendaman dengan larutan 1N NaOH 80°

Jenis Batuan	No	Pertambahan Panjang (mm)				
		H+1	H+4	H+7	H+11	H+14
Basalt	1	0.02	0.05	0.11	0.15	0.18
	2	0.02	0.08	0.11	0.16	0.17
	3	0	0.03	0.08	0.15	0.17
Andesit	4	0.24	0.28	0.34	0.36	0.41
	5	0.15	0.22	0.29	0.31	0.33
	6	0.02	0.08	0.19	0.21	0.23

Dari hasil diatas dapat diketahui berapa rata-rata pertambahan panjang dari masing-masing benda uji setelah hari ke 14 perendaman dengan air laut 80°C, dan dari hasil penelitian dapat dihitung seberapa besar perentase pertambahan panjang kedua agregat. Dari hasil diatas dapat diketahui :

Tabel 2 Pengujian Kereaktifan Agregat terhadap Reaksi Alkali Silika

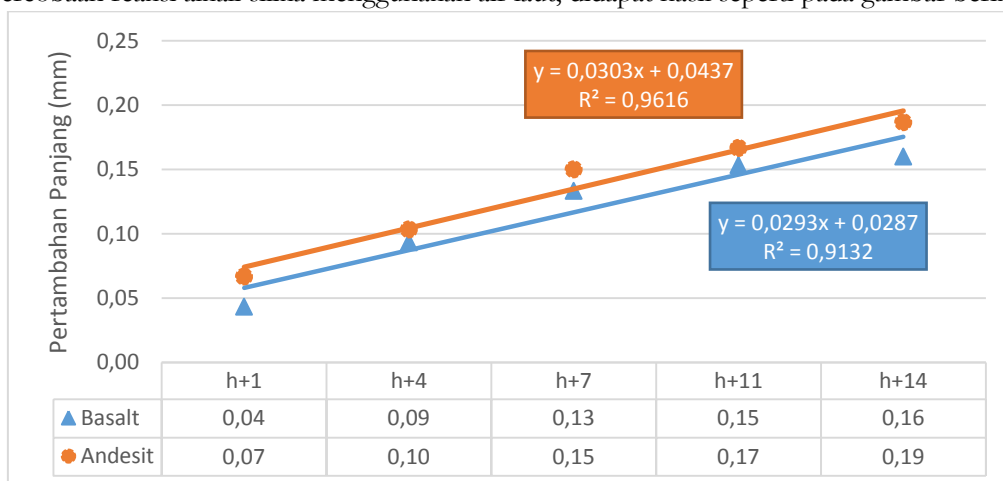
Jenis Agregat	panjang awal (mm)	rata-rata pertambahan panjang h+14 (mm)	% pertambahan panjang	Keterangan
Basalt	286.50	0.173	0.060	Tidak reaktif
Andesit	285.83	0.323	0.113	Berpotensi reaktif

Pada pengujian selanjutnya dilakukan pengujian reaksi alkali silika dengan metode ASTM C 1260 akan tetapi larutan yang digunakan untuk merendam benda uji menggunakan air laut, maksud dari penggantian larutan tersebut ialah untuk mengetahui bagaimanakah dampak air laut terhadap timbulnya reaksi alkali silika pada benda uji. Dan hasil dari pengujian ini disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 3 Pertambahan panjang setelah perendaman dengan Air Laut 80°

Jenis Batuan	N o	Pertambahan Panjang (mm)				
		H+1	H+4	H+7	H+1	H+1
					1	4
Basalt	1	0.04	0.09	0.12	0.15	0.15
	2	0.05	0.13	0.21	0.23	0.24
	3	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09
Andesit	4	0.01	0.05	0.11	0.12	0.15
	5	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19
	6	0.07	0.12	0.18	0.2	0.22

Dari hasil percobaan reaksi alkali silika menggunakan air laut, didapat hasil seperti pada gambar berikut



Gambar 3 Grafik pertambahan panjang menggunakan air laut 80°

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kondisi Perendaman	Jenis Agregat	Kode	Kekuatan setelah 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata	Ket.
1	Air Tawar 28 hari	Basalt	A	36.89	36.52	Memenuhi syarat
2			B	38.89		
3			C	33.78		
4		Andesit	A	35.71	36.21	Memenuhi syarat
5			B	34.80		
6			C	38.13		
7	Air Tawar 28 hari + Air Laut	Basalt	A	30.76	31.48	Memenuhi syarat
8			B	31.33		

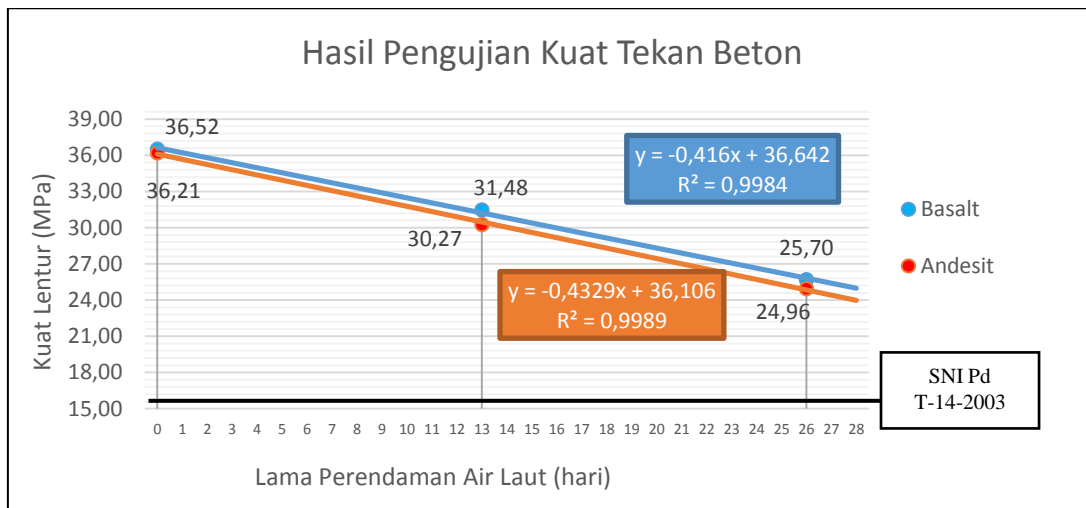
9	13 hari	Andesit	C	32.36	30.27	Memenuhi syarat
10			A	28.44		
11			B	26.18		
12			C	36.18		
13	Air Tawar 28 hari + Air Laut	Basalt	A	24.67	25.70	Memenuhi syarat
14			B	28.44		
15			C	24.00		
16	26 hari	Andesit	A	27.02	24.96	Memenuhi syarat
17			B	22.89		

### Hasil Uji Kuat Lentur Beton

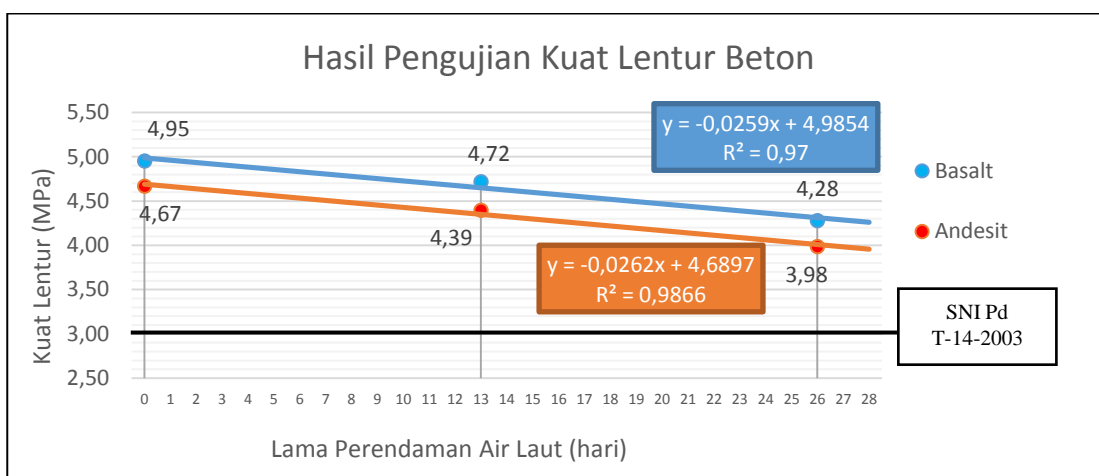
Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kondisi Perendaman	Jenis Agregat	Kode	Kekuatan setelah 28 Hari (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata	Ket.
1	Air Tawar 28 hari	Basalt	A	4.92	4.95	Memenuhi syarat
2			B	4.66		
3			C	5.27		
4		Andesit	A	5.06	4.67	Memenuhi syarat
5			B	5.06		
6			C	3.89		
7			A	4.66		
8	Air Tawar 28 hari + Air Laut	Basalt	B	4.92	4.72	Memenuhi syarat
9			C	4.57		
10			A	4.57		
11		Andesit	B	3.96	4.39	Memenuhi syarat
12			C	4.66		
13			A	4.57		
14	Air Tawar 28 hari + Air Laut	Basalt	B	4.04	4.28	Memenuhi syarat
15			C	4.22		
16			A	3.87		
17		Andesit	B	4.13	3.98	Memenuhi syarat
18			C	3.96		

Dari ketiga kondisi tersebut menunjukkan air laut berpengaruh terhadap menurunnya kuat tekan dan kuat lentur beton. Semakin lama perendaman dengan air laut mengakibatkan semakin berkurangnya kekuatan beton. Untuk lebih jelasnya perhatikan dijelaskan melalui grafik berikut:



Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Tabel 6 Persamaan garis regresi dan R<sup>2</sup>

No	Pengujian	Jenis Agregat	Persamaan Garis Regresi	Nilai R <sup>2</sup>
1	Reaksi Alkali Silika	Basalt	$y = 0.0293x + 0.0287$	0.9132
		Andesit	$y = 0.0303x + 0.0437$	0.9616
2	Kuat Tekan Beton	Basalt	$y = -0.416x + 36.642$	0.9984
		Andesit	$y = -0.4329x + 36.106$	0.9989
3	Kuat Lentur Beton	Basalt	$y = -0.0259x + 4.9854$	0.9700
		Andesit	$y = -0.0262x + 4.6897$	0.9866

Pada tabel 6 dapat diketahui hubungan antara gradient persamaan garis pada pengujian reaksi alkali silika dan pengujian kuat tekan serta kuat lentur beton. Pada pengujian reaksi alkali silika, agregat Basalt mengalami rasio penambahan panjang yang lebih kecil dibandingkan agregat Andesit dan pada pengujian kekuatan beton agregat Basalt mengalami penurunan kekuatan beton yang lebih kecil dibandingkan agregat Andesit. Dari hubungan tersebut bisa disimpulkan bahwa semakin besar rasio penambahan panjang pada pengujian reaksi alkali silika akan menghasilkan penurunan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih besar pula. Kesimpulan dari pengujian tersebut adalah agregat Basalt lebih unggul bila dipergunakan sebagai bahan untuk perkerasan kaku dibandingkan agregat Andesit, termasuk untuk perkerasan kaku yang terkena rob air laut agregat Basalt lebih tahan dan lebih baik kinerjanya dibandingkan agregat Andesit.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, bisa didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan ASTM C 1260 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Accelerated Mortar-Bar Method), agregat yang berasal dari quarry Kali Gendol, Kecamatan Sleman, Jogjakarta (basalt) bukan merupakan agregat reaktif terhadap serangan reaksi alkali silika, sedangkan agregat yang berasal dari quarry Kali Progo, Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang (andesit) berpotensi reaktif terhadap serangan reaksi alkali silika. Artinya, agregat basalt lebih tahan terhadap serangan reaksi alkali silika dibandingkan agregat andesit.
2. Hasil Pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton dengan variasi lama perendaman air laut, menunjukkan beton yang terbuat dari agregat Basalt lebih tinggi kekuatannya dibandingkan beton yang terbuat dari agregat Andesit.
3. Kinerja kekuatan beton yang terbuat dari agregat Basalt dan agregat Andesit bisa memenuhi nilai kuat tekan dan kuat lentur beton yang disyaratkan SNI Pd T-14-2003 sebagai bahan perbaikan jalan yang tahan terhadap air laut.

## REFERENSI

- Abdullahi, M. (2012). Effect of aggregate type on compressive strength of concrete. *International journal of civil & structural engineering*, 2(3), 791-800.
- Afifah, Za'niyah, 2014, Pengaruh Perendaman Berulang Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mortar. Universitas Hasanuddin Makassar: Tidak Diterbitkan.
- Aitcin, P. C., & Mehta, P. K. (1990). Effect of coarse aggregate characteristics on mechanical properties of high-strength concrete. *ACI Materials Journal*, 87 (2).
- Departement of Transportation, Federal Highway Administration, 2013, ALKALI-AGGREGATE REACTIVITY (AAR) FACTS BOOK, United States.
- Fauzi, Hudallah Muhammad., 2011, Durabilitas Beton Yang Mengandung Fly Ash Untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Yang Tahan Terhadap Air Laut, Thesis Megister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta: Tidak Diterbitkan.
- Ferraris, Chiara F. 1995, Alkali-silica reaction and high performance concrete. United States of America
- TERHADAP KUAT TEKAN DAN ABSORPSI BETON." *Jurnal Teknik Sipil* 3.2 (2014): 103-110.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete technology second edition*. Harlow: Longman Scientific & Technical.
- Touma, Wissam Elias, 2000, Alkali-Silica Reaction in Portland Cement Concrete: Testing Methods And Mitigation Alternatives, Desertation for Doctor Of Philosophy, The University of Texas.
- Yuris K., Arif, 2008, "Karakteristik Kuat Lentur dan Susut Beton Dengan Portland Composite Cement (PCC)" Universitas Indonesia : Tidak Diterbitkan.