

Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sika Fume Pada Perendaman Air Laut

Fahrizal Zulkarnain^{1,*}, Bustanul Kamil²,

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan, 20238

²Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan, 20238

*E-mail: fahrizalzulkarnain@umsu.ac.id

ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang sangat penting digunakan dalam bidang konstruksi. Pada penelitian kali ini hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah *sika fume* pada perendaman air tawar dan air laut seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Kemudian untuk mendapatkan nilai perbandingan dari kuat tekan beton pada rendaman air tawar dan air laut, dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium beton Universitas Muhammadiyah Sumatera utara dan melakukan studi literatur, mencari referensi tentang kandungan bahan tambah yang digunakan. Beton yang dicampur bahan tambah sika fume memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi baik perendaman air tawar dan air laut dibanding beton normalnya. Dapat disimpulkan semakin banyak persentase penggunaan sika fume maka kuat tekan yang dihasilkan semakin tinggi.

Kata kunci: beton, zat adiktif sika fume, kuat tekan

ABSTRACT

Concrete is a very important material used in the construction sector. In this study, the results of the combination of concrete with sika fume added in fresh and seawater immersion all had a positive effect on the compressive strength of the concrete. Then to obtain a comparative value of the compressive strength of concrete in fresh water and seawater immersion, experimental methods were carried out in the concrete laboratory of the Muhammadiyah University of North Sumatra and conducted a literature study, looking for references about the content of added materials used. Concrete mixed with sika fume added has a higher compressive strength value both fresh water and sea water immersion than normal concrete. It can be concluded that the higher the percentage of Sika fume use, the higher the compressive strength produced.

Keywords: concrete, sika fume addictive substance, compressive strength

1. PENDAHULUAN

Beton saat ini telah menjadi salah satu material utama pada bangunan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan industri properti dan bangunan sipil. Dalam pelbagai bangunan infrastruktur yang ada di dunia ini, beton yang dibuat dengan menggunakan semen *Portland* menjadi material terbesar yang paling banyak digunakan dibandingkan material lain seperti baja, kayu ataupun bambu. Industri beton merupakan pengguna sumber daya alam terbesar di dunia. Beton yang telah mengeras merupakan material gabungan

yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan admixture atau bahan tambah jika dibutuhkan (Ahmad, 2018).

Banyak parameter yang mempengaruhi kekuatan tekan beton, Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Diantaranya adalah kualitas bahan-bahan penyusunnya, rasio air semen yang rendah

dan kepadatan yang tinggi. Kekuatan tekan akhir sebuah beton keras akan ditentukan oleh Agregat yang terlemah. Agregat utama beton padat terdiri dari agregat kasar yang biasanya berbentuk batu dan matriks semen-pasir. Struktur beton bertulang bangunan atau gedung biasanya menggunakan mutu beton yang berbeda-beda, disesuaikan dengan perencanaan struktur masing-masing. Semakin berat beban (gaya normal, gaya lintang, momen) yang akan dipikul oleh suatu beton bertulang, maka sebaiknya menggunakan mutu beton yang semakin tinggi juga. Sehingga dibutuhkan beberapa faktor yang akan mempengaruhi agar kuat tekan beton bermutu tinggi (Almufid, 2015).

Jika dilihat dari tekstur permukaannya, secara umum susunan permukaan agregat sangat berpengaruh pada kemudahan pekerjaan. Semakin licin permukaan agregat akan semakin mudah beton dikerjakan. Akan tetapi jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena akan menghasilkan ikatan antara agregat dan pasta semen lebih kuat (Mulyono, 2006).

Untuk mendapatkan beton yang tahan terhadap lingkungan agresif seperti air laut adalah dengan menggunakan bahan tambah mineral dan kimia. Jenis bahan tambah mineral seperti abu terbang, slag, dan silicafume juga banyak dicampurkan ke dalam beton. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kekedapan beton, menurunkan permeabilitas, mengurangi akses zat cair sehingga air dan ion-ion agresif seperti klorida tidak dapat masuk ke dalam beton dengan mudah. Keandalan beton terhadap lingkungan yang kedap air ditentukan oleh tingkat penyerapan air pada permukaan beton yang disebut absorpsi. Nilai absorpsi yang besar pada beton merupakan indikasi beton tersebut kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah karena beton dengan mudah menyerap air dan hal ini menyebabkan degradasi kekuatan beton (Susanto et al., 2019).

Air laut adalah salah satu penyebab kegagalan pada struktur bangunan. Intrusi

air laut dapat memberikan efek yang merugikan untuk komponen struktural konstruksi bangunan. Hal ini disebabkan kandungan sulfat dan ion klorida pada air laut yang bereaksi dengan unsur kimia pada baja tulangan sehingga mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan. Padahal tulangan adalah komponen yang penting untuk menahan beban-beban struktur. Dengan terjadinya korosi, kekuatan tulangan akan menurun dan bahkan hilang, sehingga mengakibatkan kegagalan struktur. Inovasi dibidang teknologi material beton, salah satunya adalah memperbaiki sifat-sifat beton diantaranya dapat dilakukan dengan penambahan bahan tertentu yaitu *admixture* atau *additive* ke dalam campuran beton (Riyanto & Suliyanto, 2017).

Salah satu bahan tambah adalah *Silica Fume* yang merupakan bahan yang sangat halus berbentuk bulat berdiameter 1/100 kali diameter butiran semen portland dan berfungsi sebagai pengisi diantara partikel-partikel semen. Sehingga penambahan *Silica Fume* ke dalam campuran beton dengan kadar tertentu distribusi porositas beton menjadi kecil, kepadatan beton bertambah dan selanjutnya kekuatan beton akan meningkat (Riyanto & Suliyanto, 2017).

Untuk penelitian ini menggunakan semen padang kemasan 40 kg agar mengasalkan kuat tekan beton yang pas dengan masa perendaman 14 hari, dan 28 hari dengan bahan tambah sica fume. Supaya dapat menentukan kuat tekan beton dari jenis pasir sungai wampu tersebut.

Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton dari variasi bahan tambah sica fume pada perendaman air laut dan air tawar.
2. Mengetahui nilai slump dari beton saat dicampur bahan tambah sica fume pada pengujian slump dilakukan.

3. Mengetahui variasi umur rendaman beton yang memiliki nilai kuat tekan optimum.

Pengertian Beton

Beton merupakan campuran material-material pembentuk beton, yaitu: agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton sebagai salah satu bagian konstruksi yang penting, dimana pemakaian dan kegunaannya yang begitu luas dan umum. Beton merupakan bahan yang sangat bervariasi, kualitasnya dapat diperoleh dengan berbagai komposisi campuran dan tata cara pembuatannya. Kualitas beton juga sangat ditentukan dari tata cara perawatannya (Saputra & Hepiyanto, 2017).

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi (Ghafur, 2009).

1. Semen

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat/umumnya gips (CUR 2,1993).

2. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25-30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih

dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan.

Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun (Sutrisno & Widodo, 2017).

3. Agregat

Agregat merupakan material yang ditambahkan ke dalam pasta semen dalam proses pembuatan beton untuk mengurangi pemakaian semen. Hal ini dilakukan karena agregat lebih murah dibandingkan dengan semen serta penambahan agregat akan membentuk beton dengan volume yang lebih stabil dan durabilitas yang lebih baik (M.W. Tjaronge et al., 2003).

4. Sica Fume

Sica Fume adalah bahan hasil produksi sampingan dari reduksi quarsa murni (SiO_2) dengan batu bara ditanur listrik dalam pembuatan campuran *silicon* dan *ferro silicon* (ASTM.C.1240, 2003). *Silica Fume* mengandung kadar SiO_2 yang cukup tinggi. Penambahan *Silica Fume* dalam jumlah tertentu ke dalam campuran beton dapat menggantikan jumlah semen dan juga berperan sebagai pengisi dari partikel partikel semen, sehingga distribusi porositas beton menjadi kecil, kedekatan beton bertambah dan meningkatkan kekuatan beton. *Silica Fume* dimasukkan ke dalam campuran beton dengan jumlah yang sedikit, akan memberikan pengaruh yang besar sesuai dengan tujuan dan fungsi pemberian bahan tambah ini. Dengan demikian tingkat pengawasan harus teliti, hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis sehingga menimbulkan akibat yang jelek seperti penurunan kekuatan atau sifat-sifat yang lain (Riyanto & Suliyanto, 2017).

5. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air tawar dan air laut dihari ke 14 dan hari ke 28 untuk mendapatkan variasi dari kuat tekan sampel sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 14 dan 28 hari. Jumlah sampel perendaman direncanakan sebanyak 24 buah.

6. Pengaruh Air Laut

Air di laut biasa disebut sebagai air laut yang merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam, bahan organik dan parikel-partikel tak terlarut. Air laut memiliki kadar garam rata-rata sekitar 35.000 ppm atau 35 g/liter, artinya dalam 1 liter air laut (1000 ml) terdapat 35 gram garam. Kandungan kimia utama dari air laut adalah klorida (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), Sulfat (SO₄). Nilai pH air laut bervariasi antara 7,5 – 8,5. Air laut umumnya dapat menyebabkan kerusakan mortar baik dengan reaksi fisik maupun reaksi kimia. Proses hidrasi semen, selain menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang bersifat sebagai perekat juga menghasilkan kalsium hidroksida atau Ca(OH)₂. Magnesium sulfat (MgSO₄) merupakan bahan kimia dalam air laut yang paling berpengaruh terhadap agresi pada mortar.

Pengaruh kimia air laut terhadap beton terutama disebabkan oleh serangan Magnesium Sulfat (MgSO₄), yang diperburuk dengan adanya kandungan Clorida didalamnya, reaksinya akan menghambat perkembangan beton. Biasanya digolongkan sebagai bagian dari serangan sulfat oleh air laut yang mengakibatkan beton tampak menjadi keputih-putihan, selain itu beton akan mengembang sebelumnya didahului oleh terjadinya *spalling* dan retak. Akhirnya pada bagian beton yang terserang oleh sulfat akan menjadi lunak membentuk lapisan seperti lumpur. Saat pertama kali mengalami serangan sulfat, kekuatan tekan beton akan naik, lalu secara berangsur-angsur mengalami kehilangan

kekuatan, dan akhirnya beton mengembang. Serangan ini dipandang sebagai akibat dari kehadiran Potassium (KS) dan Magnesium Sulfat (MgS) pada air laut yang dapat menyebabkan timbulnya serangan sulfat pada beton. (Wedhanto, 2017).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian dimulai setelah mendapatkan persetujuan dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah pengambilan data sekunder pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

a. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*Slump test*).
- Uji kuat tekan beton

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (*literatur*) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional

Indonesia. Data teknis mengenai SNI-03-2834-2000, serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 24 MPa berdasarkan SNI 03-2834-2000, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m³ adalah:

Tabel 1. Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji dalam 1 m³.

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	406,59	632,11	1149,53	188,77
Perbandingan	1	1,55	2,82	0,46

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 2. Perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg).

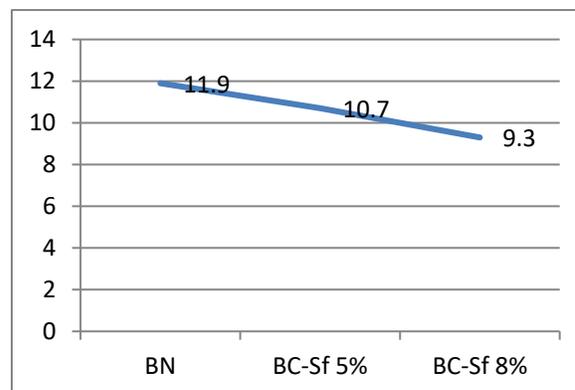
Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	2,155	3,550	6,092	1

Tabel 3. Hasil pengujian nilai *slump*.

No	Variasi	Tinggi Slump
1	Beton Normal	11,9 cm
2	Beton Dengan Campuran <i>Sica fume</i> 5%	10,7 cm

3	Beton Dengan Campuran <i>Sica fume</i> 8%	9,3 cm
---	---	--------

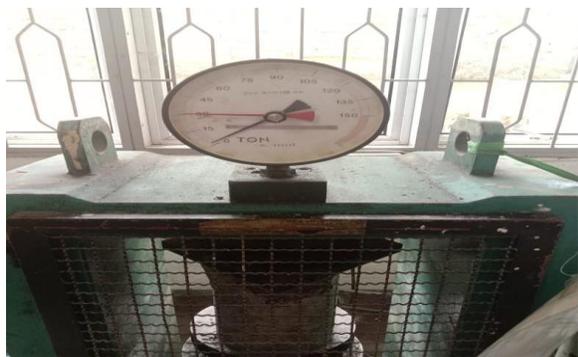
Berdasarkan Tabel 3 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton dengan campuran *sica fume* 5%, beton dengan campuran *sica fume* 8%, dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 11,9 cm, sedangkan beton dengan campuran variasi *sica fume* mengalami penurunan pada nilai *slump*. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh bahan tambah *sica fume* terhadap campuran beton mengakibatkan penurunan nilai *slump*, semakin sedikit *sica fume* semakin tinggi nilai *slump*-nya. Berikut pada Gambar 4.1 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 1. Grafik perbandingan nilai *slump*.

Keterangan gambar 1 : BN (beton normal), BC-Sf 5% (beton campuran *sica fume* 5%), BC-Sf 8% F (beton campuran *sica fume* 8%).

Pengujian kuat tekan beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan jumlah benda uji 8 buah. Hasil kuat tekan beton normal rendaman air tawar 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4 - 9.



Gambar 2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan beton normal rendaman air tawar.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P_{x0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	31500	17,49	21,07	20,57
2	30000	16,66	20,07	
Umur 28 hari				
1	45000	24,99	30,11	29,61
2	43500	24,16	29,10	

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan beton normal rendaman air laut.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P_{x0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	28500	15,82	19,07	18,56
2	27000	14,99	18,06	
Umur 28 hari				
1	37500	20,82	25,09	25,59
2	39000	21,66	26,09	

Dari kedua tabel perendaman beton diatas dapat disimpulkan beton yang direndam di air tawar kuat tekannya lebih baik daripada beton yang direndam pada air laut, hal itu terjadi karena beton yang direndam dalam air laut mengalami serangan sulfat dari air laut yang menyebabkan beton menjadi terkikis dan membuat beton menjadi rapuh.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sica fume* 5% rendaman air tawar.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P_{x0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	45000	24,99	30,11	29,61
2	43500	24,16	29,10	
Umur 28 hari				
1	54000	29,99	36,13	35,63
2	52500	29,15	35,13	

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sica fume* 5% rendaman air laut.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P_{x0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	37500	20,82	25,09	24,59
2	36000	19,99	24,09	
Umur 28 hari				
1	51000	28,32	34,12	33,62
2	49500	27,49	33,12	

Dari hasil pengujian kuat tekan dari tabel diatas beton mengalami kenaikan kuat tekan pada rendaman air tawar dan mengalami penurunan pada rendaman air laut,akan tetapi kuat tekannya masih mencapai kuat tekan rencana.

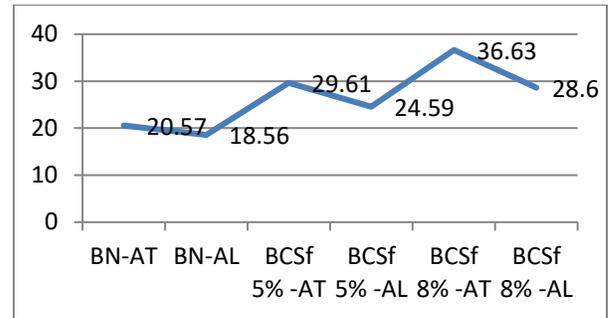
Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sica fume* 8% rendaman air tawar.

Benda Uji	Beban (P) / (kg)	$f_c = \frac{P_{x0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/ 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	55500	30,82	37,13	36,63
2	54000	29,99	36,13	
Umur 28 hari				
1	57000	31,65	38,14	37,64
2	55500	30,82	37,13	

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sica fume* 8% rendaman air laut.

Ben da Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P_{x0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/ 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	43500	24,16	29,10	28,60
2	42000	23,32	28,10	
Umur 28 hari				
1	52500	29,15	35,13	34,62
2	51000	28,32	34,12	

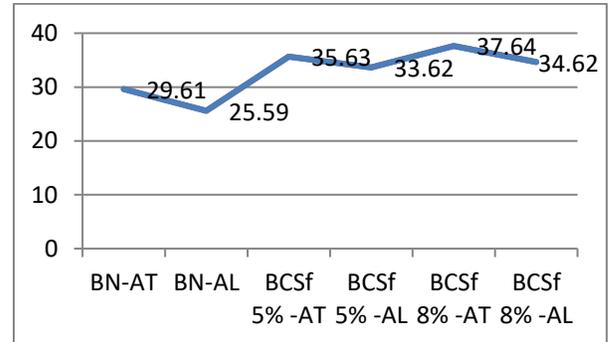
Hasil dari percobaan kuat tekan dari tabel diatas,kuat tekan optimum terdapat pada rendaman air tawar pada umur 28 hari sedangkan pada rendaman air laut umur 28 hari terjadi penurunan kuat tekannya disebabkan serangan sulfat terhadap beton yang membuat beton menjadi berrongga dan rapuh.



Gambar 3. Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 14 hari rendaman air tawar dan air laut.

Keterangan gambar 3:

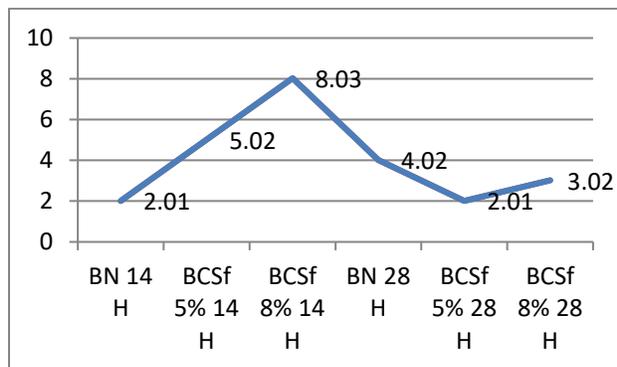
BN-AT (beton normal rendaman air tawar), BN-AL (beton normal rendaman air laut), BCSF 5% AT (beton campuran sica fume 5% rendaman air tawar), BCSF 5% AL (beton campuran sica fume 5% rendaman air laut), BCSF 8% AT (beton campuran sica fume 8% rendaman air tawar), BCSF 8% AL (beton campuran sica fume 8% rendaman air laut).



Gambar 4. Grafik persentase perbandingan nilai rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari rendaman air tawar dan air laut.

Keterangan gambar 4:

BN-AT (beton normal rendaman air tawar), BN-AL (beton normal rendaman air laut), BCSF 5% AT (beton campuran sica fume 5% rendaman air tawar), BCSF 5% AL (beton campuran sica fume 5% rendaman air laut), BCSF 8% AT (beton campuran sica fume 8% rendaman air tawar), BCSF 8% AL (beton campuran sica fume 8% rendaman air laut).



Gambar 5. Grafik persentase penurunan nilai kuat tekan beton rendaman air tawar dan air laut.

Keterangan gambar 5:

BN 14 H (beton normal umur rendaman 14 hari), BCSF 5% 14 H (beton campuran sica fume 5% umur rendaman 14 hari), BCSF 8% 14 H (beton campuran sica fume 8% umur rendaman 14 hari), BN 28 H (beton normal umur rendaman 28 hari), BCSF 5% 28 H (beton campuran sica fume 5% umur rendaman 28 hari), BCSF 8% 28 H (beton campuran sica fume 8% umur rendaman 28 hari).

Dari hasil Gambar 5, menunjukkan bahwa beton normal dengan campuran *sica fume* 5%, dan *sica fume* 8% yang direndam pada air laut diumur 14 hari 28 hari menghasilkan penurunan kuat tekan rata-ratanya. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi beton terhadap asam sulfat sudah berpengaruh terhadap kuat tekannya dan perilaku *sica fume* mulai terlihat memperlambat reaksi terhadap asam sulfat.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beton dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah *sica fume* seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Hasil yang didapat beton yang diberi *sica fume* memiliki kuat tekan yang lebih baik dari beton normal. Adapun perbandingan nilai kuat tekan

beton dengan variasi bahan tambah *sica fume* pada saat perendaman air tawar dan air laut, yaitu:

- Nilai kuat tekan beton + sica fume 5% rendaman air tawar 29,61 MPa (14 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 5% rendaman air laut 24,59 MPa (14 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 8% rendaman air tawar 36,63 MPa (14 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 8% rendaman air laut 28,6 MPa (14 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 5% rendaman air tawar 35,63 MPa (28 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 5% rendaman air laut 33,62 MPa (28 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 8% rendaman air tawar 37,64 MPa (28 hari)
- Nilai kuat tekan beton + sica fume 8% rendaman air laut 34,62 MPa (28 hari)

Dari variasi beton dengan bahan tambah sica fume tersebut beton yang direndam di air tawar mengalami kenaikan kuat tekan dan mengalami penurunan kuat tekan pada rendaman air laut.

2. Beton dengan bahan tambah sica fume mengalami penurunan nilai slump testnya, semakin banyak persentase penggunaan sica fume pada campuran beton nilai slump semakin rendah. Hal itu terjadi karena sica fume menyerap zat cair dan ion-ion yang membuat larutan beton menjadi lebih kental dan kering. Nilai slumpnya yaitu:

- Beton + sica fume 5% nilai slumpnya 10,7 cm
 - Beton + sica fume 8% nilai slumpnya 9,3 cm
3. Nilai kuat tekan optimum terdapat pada umur 28 hari pada rendaman air tawar 37,64 MPa. Nilai kuat tekan dari variasi umur rendaman yaitu:

1. Beton normal rendaman 20,57 air tawar MPa menjadi 18,56 MPa air laut umur 14 hari.
2. Beton dengan campuran *sica fume* 5% 29,61 MPa air tawar menjadi 24,59 MPa air laut 14 hari.
3. Beton dengan campuran *sica fume* 8% 36,63 MPa air tawar menjadi 28,6 MPa air laut MPa 14 hari.
4. Beton normal 29,61 MPa menjadi 25,59 MPa umur 28 hari.
5. Beton dengan campuran *sica fume* 5% 35,63 MPa air tawar menjadi 33,62 MPa air laut umur 28 hari.
6. Beton dengan campuran *sica fume* 8% 37,64 MPa air tawar menjadi 34,62 MPa air laut umur 28 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, atas penggunaan Laboratorium Beton untuk mendukung penelitian ini.

Bapak Munawar Alfansury Siregar MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Bapak Fahrizal Zulkarnain, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. B. (2018). Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.31963/intek.v5i1.2010>
- Akhir, T., Serat, P., Kosong, T., Penguat, S., Campuran, P., Dengan, B., Beton, T. B., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). (*Studi Penelitian*).
- Almufid. (2015). Beton Mutu Tinggi dengan bahan Tambahan. *Jurnal Fondasi*, 4(2), 81–87.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian Slump Beton. *Badan*

Standarisasi Nasional.

- Departemen Pekerjaan Umum. (1991). SNI 03-2495-1991 tentang Spesifikasi bahan tambahan untuk beton. *Yayasan LPMB Bandung*.
- Idris, M., Ibrahim, A., Jurusan, D., Sipil, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2018). *a Nalisis Pengaruh Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan*. 2018, 154–159.
- M.W. Tjaronge, Irmawati, R., & Marthin, ivany cecilia. (2003). *Kuat Lentur Beton Yang Menggunakan Air Laut, Pasir Laut Dan Semen PCC*. 1, 1–6.
- Mas, L., Ad, A., Bonnaud, X., L, E., Giron, C., Fukuoka, M., Gurwitsch, A., Merleau-Ponty, M., Fatemi, S., Morris, D., Cruz, A. P. S., Danube, Z. A. C., Boudon, P., Heidegger, M., J, D., Davy, R., Ryall, W. R., Carmody, F. J., Bachelard, G., ... Encyclopedia. (2015). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Mau, M. Y., Hunggurami, E., & Sir, T. M. W. (2018). Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang Dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 31–36.
- Mulyono, T. (2003). Teknologi Beton. In *Penerbit Andi*. <https://doi.org/10.1038/cddis.2011.1>
- Prayuda, H., & Pujiyanto, A. (2018). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi Dan Agregat Kali Progo. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i1.24316>
- Pujiyanto, A., Prayuda, H., Zega, B. C., & Afriandini, B. (2019). Kuat Tekan Beton dan Nilai Penyerapan dengan

- Variasi Perawatan Perendaman Air Laut dan Air Sungai. *Semesta Teknika*, 22(2), 112–122. <https://doi.org/10.18196/st.222243>
- Qomaruddin, M., Nabella, A. R., Sitohang, I., & Lie, Han ay. (2017). *Studi Pengaruh Air Laut Pada Mortar beton normal dan mortar beton dengan fly ash*. 14(3), 153–160.
- Riyanto, S., & Suliyanto. (2017). *JURNAL TEKNIK SIPIL Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DALAM CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN PADA KONDISI DIRENDAM AIR TAWAR DAN AIR LAUT*. 169–176.
- Rusmania, N. (2015). No Title空間像再生型立体映像の研究動向. *Nhk技研*, 151, 10–17. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Saputra, R. D., & Hepiyanto, R. (2017). PENGARUH AIR PDAM, LAUT, COMBERAN PADA PROSES CURING TERHADAP KUAT TEKAN BETON Fc 14,53 Mpa. *Jurnal CIVILA*, 2(2), 6. <https://doi.org/10.30736/cvl.v2i2.78>
- Sulaiman, L., Fisu, A. A., Teknik, J., Universitas, S., Djemma, A., Jurusan, D., Sipil, T., & Andi, U. (2020). *Pengaruh Campuran Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Recycle*. 14(1), 35–42
- Susanto, D., Djauhari, Z., & Olivia, M. (2019). Karakteristik Beton Portland Composite Cement (PCC) Dan Silica Fume Untuk Aplikasi Struktur di Daerah Laut. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jrs.15.1.1-11.2019>
- Sutrisno, A., & Widodo, S. (2017). Analisis variasi kandungan semen terhadap kuat tekan beton ringan struktur agregat pumice. *Jurnal Teknik Sipil*, 286.
- Tugas-tugas, D. U. M., Untuk, D. S., Gelar, M., Fakultas, P., Program, T., Sipil, S., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). *Tugas akhir pengaruh penambahan limbah serbuk kayu sebagai substitusi parsial agregat halus dengan bahan tambah am 78 concrete additive terhadap kuat tekan beton*.
- Wedhanto, S. (2017). Pengaruh air laut terhadap kekuatan tekan beton yang terbuat dari berbagai merk semen yang ada di kota malang. *Jurnal Bangunan*, 22(2), 21–30.