

PENGARUH NATRIUM TRIPOLYPHOSPHATE TERHADAP SIFAT FISIK BETON COR DI DALAM AIR (*UNDER-WATER CONCRETE*)

Hasmiyati¹⁾, Ismeddiyanto²⁾, Iskandar Romey Sitompul³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email : hasmiyati.hasmiyati@student.unri.ac.id

ABSTRACT

In the implemetation of concrete building construction there is a problem when casting in water. To solve this problem, sodium tripolyphosphate use in the concrete mixture. The purpose of using sodium tripolyphosphate is to accelerates the process of concrete hardening in water as well is to increase the binding of fresh concrete material. The alternative to maintain the quality concrete in water filler was needed. The filler used namely stone ash (self compacting concrete). The stone ash is hygroscopic and easy to obtain. The use of stone ash is to increase the viscosity of fresh concrete while reducing the tendency of segregation and bleeding in fresh concrete. The goal of the study is to determine Sodium Tripolyphosphate effect to the physical properties of under water concrete and to obtain the optimum composition of constituents of under water concrete. Sodium Tripolyphosphate which is used in this study is the addition of variations of 5%, 10% and 15% to the weight of cement. While the amount of stone ash used is 10% to the weight of fine aggregate. The slump flow of 5%, 10% and 15% sodium tripolyphosphate is 620 mm, 570 mm and 400 mm, respectively. The volume weight concrete with 5%, 10% and 15% sodium tripolyphosphate are 2274.98 kg/m³, 2312.54 kg/m³ and 2288.14 kg/m³, respectively. Whereas the porosity concrete with 5%, 10% and 15% sodium tripolyphosphate respectively were 23.10%, 21.97% and 22.55%. From the FTIR test results, it is showed that 10% sodium tripolyphosphate is the mixture were more stable compared to other variations.

Key words: Sodium tripolyphosphate, under water concrete, stone ash, variation, percentage

A. PENDAHULUAN

Pekerjaan struktur beton pada pembangunan jembatan, bendungan atau struktur lain mengalami kesulitan karena adanya air di lokasi pengecoran. Hal ini harus menjadi pertimbangan utama untuk melakukan pengecoran di lokasi walaupun lokasi tersebut ada air. Salah satu metode yang sering digunakan yaitu *dewatering*, *dewatering* adalah suatu cara yang dilakukan untuk membebaskan area konstruksi dari aliran air tanah. pengerjaan *dewatering* tersebut sangat kompleks dan dapat menurunkan muka air dan muka tanah pada daerah sekelilingnya. Metode lain yang dapat digunakan untuk pengecoran yang dilakukan adalah *under-*

water concrete. *under-water concrete* merupakan beton yang digunakan untuk pengecoran struktur di dalam air.

Proses pengecoran dalam air dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain volume air di tempat pengecoran dan kandungan zat organik yang ada di dalam air. Permasalahan volume air yang menyebabkan pengerjaan beton tidak dapat dilakukan dengan pemadatan. Sehingga perlu perencanaan beton yang dapat memadat sendiri dan mengeras di dalam air. Salah satu penyelesaian dalam mencegah/mengatasi masalah tersebut yaitu menambahkan suatu bahan *additive* yang mampu meningkatkan daya ikat antar material penyusun beton, selain itu

penggunaan alat bantu khusus seperti pipa tremi, *bucket*, *direct pump* dan lain sebagainya juga perlu digunakan.

Bahan aditif yang digunakan pada penelitian ini adalah STPP (Natrium Tripolyphosphate). STPP digunakan untuk membantu mempercepat proses pengerasan beton dalam air serta meningkatkan pengikatan campuran beton pada saat beton berada pada tahap pengerasan

Pada penelitian sebelumnya, pengecoran dalam air menggunakan aditif berupa *Sikacrete-W*. Hasil dari penelitian tersebut didapat kuat tekan beton berada dibatas bawah kuat tekan beton (Simajuntak et al., 2013). Selanjutnya untuk mempertahankan mutu beton yang dicor dalam air diperlukan *filler*. *Filler* juga berguna untuk meningkatkan viskositas beton. *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk abu batu, karena bahan tersebut bersifat *higroskopis* dan mudah didapatkan.

Penggunaan abu batu diharapkan dapat meningkatkan viskositas beton segar sekaligus mengurangi kecenderungan terjadinya segregasi dan *bleeding* pada beton segar. Menurut widodo (2003) abu batu dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pada beton *self compacting concrete* (SCC) dengan takaran penambahan yang optimum sebesar 25% dari berat semen yang digunakan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Beton Cor dalam Air (*Under-Water Concrete*)

Beton cor dalam air (*Under-Water Concrete*) merupakan beton yang digunakan untuk pengecoran struktur di dalam air. Pengecoran UWC (*Under-Water Concrete*) yang sukses dapat dicapai jika perhatian yang cukup diberikan pada desain campuran beton dan teknik penempatannya (Heniegal, Salam Maaty, & Agwa, 2014).

Menurut Dapas (2012) kuat tekan beton ringan rata-rata untuk jenis campuran beton yang dicor dalam air

(BSW) masih lebih rendah daripada kuat tekan beton ringan jenis campuran beton yang dicor tidak dalam air (BCN). Penelitian tersebut tentang variasi konsentrasi *Sikacrete-W* terhadap kuat tekan beton pada pengecoran dalam air.

B.2 Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)

Beton memadat sendiri biasa disebut dengan SCC (*Self Compacting Concrete*) merupakan campuran beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar (*vibrator*). Kemampuan beton SCC dalam memadat sendiri yaitu dengan memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan kadar superplasticizer untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkan mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi (Rusyandi, 2012).

komposisi agregat pada SCC berbeda dengan beton konvensional. Komponen halus pada SCC cenderung lebih banyak daripada beton konvensional karena SCC memanfaatkan perilaku pasta yang dapat membantu mengalirkan beton segar. Komposisi agregat inilah yang dapat mengurangi tingkat permeabilitas dan porositas pada SCC sehingga beton lebih kedap air dan cenderung lebih awet dari pada beton konvensional.

B.3 Bahan Campuran Beton

B.3.1 Agregat

Agregat adalah material granular seperti pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi dipakai bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah dan lainnya. SNI 03-2834-1993 mengklasifikasikan distribusi

ukuran butiran agregat halus menjadi empat daerah atau zone yaitu : zone I (kasar), zone II (agak kasar), zone III (agak halus) dan zone IV (halus).

B.3.2 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Dalam komposisi pencampuran beton, semen berfungsi sebagai bahan yang mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat (Nawi, 1998).

Menurut Mulyono (2003), semen dibagi menjadi dua jenis yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrolik. Salah satu contoh dari semen hidrolik adalah semen portland. Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolik dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Tipe-tipe semen portland yang dikeluarkan oleh PT. Semen Padang yaitu semen tipe I, tipe II, tipe III, tipe V, PCC, PPC, OWC dan semen *super masonry*.

B.3.3 Air

Air merupakan bahan campuran beton yang diperlukan agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen, untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pada saat pengerjaannya. Air berfungsi sebagai bahan perekat melalui reaksi hidrasi yaitu semen dan air akan membentuk pasta semen dan mengikat agregat.

Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen.

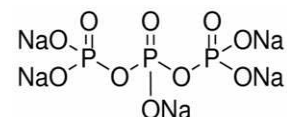
B.3.4 Abu Batu

Abu batu adalah bahan bangunan yang merupakan hasil dari proses penghancuran bongkahan batu. Menurut Celik, et al (1996), sebuah agregat halus yang dihasilkan dari lokasi batu penghancur mengandung kurang lebih 17%-25% fraksi abu batu, sehingga abu batu memiliki produksi yang cukup potensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut penggunaannya.

Penggunaan abu batu sebagai *filler* dalam produksi SCC dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,5%, pada pertambahan abu batu dengan takaran 25% berat semen. Sedangkan penggunaan abu batu sebagai *filler* dengan cara substitusi cenderung mengurangi kekuatan tekan SCC (Widodo., 2003)..

B.3.5 Natrium Tripolyphosphate

Natrium Tripolyphosphate atau *Sodium tripolyphosphate* (STPP) adalah senyawa anorganik dengan formula $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (Gambar 2.3). STPP merupakan sebuah bubuk yang digunakan untuk pelunakan air dan sebagai *additive* makanan dan *texturizer*.



Gambar 1. Natrium Tripolyphosphate

Lim, et al (2005) melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan Natrium Tripolyphosphate (*Sodium tripolyphosphate*) sebagai aditif dalam pasta semen *Grouting-Natrium Silikat*. Hasilnya aditif mengubah distribusi Si dan sifat reologi Natrium Silikat, sehingga menyebabkan distribusi Ca dan Si yang lebih seragam untuk menghasilkan kekuatan dan daya tahan awal yang tinggi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa STPP dapat digunakan dalam campuran adukan beton untuk mendukung mutu beton yang dihasilkan.

B.4 Pengujian Beton Cor dalam Air (UWC)

B.4.1 Workability

Workability atau kemudahan untuk dikerjakan pada beton segar adalah sifat fisik murni dari beton segar yang baru dicampur. Menurut Tjokrodinuljo (2007), unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Makin banyak air yang dipakai, makin mudah beton segar itu dikerjakan.
2. Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan betonnya, karena pasti juga diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil, jika campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butiran yang bulat memudahkan cara pengerjaan.
5. Pemakaian butiran maksimum kerikil yang dipakai berpengaruh terhadap cara pengerjaan.
6. Cara pemadatan beton menentukan sifat pekerjaan yang berbeda.
7. Selain itu, beberapa aspek yang perlu ditimbangkan adalah jumlah kadar udara yang terdapat di dalam beton dan penggunaan bahan tambah dalam campuran beton.

B.4.2 Berat Volume

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Pemeriksaan berat volume hubungannya dengan rencana biaya yang tersedia dalam membuat suatu konstruksi yang dikehendaki. Bobot isi rencana dan bobot isi pemeriksaan, diadakan koreksi dengan mengalikan harga semula yang diperoleh dari perencanaan dengan suatu faktor yaitu “angka perbandingan berat jenis sama dengan berat jenis hasil pemeriksaan campuran dibagi dengan

berat jenis semula”. Apabila hasil bobot isi dalam percobaan lebih kecil dari bobot isi dalam *mix design*, maka kebutuhan bahan haruslah dikoreksi kembali, sehingga akan didapat kebutuhan bahan yang sebenarnya.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Pengujian Karakteristik Material

Agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar dan halus. Agregat yang digunakan berasal dari *quarry* Kabupaten Kampar, Riau. Ukuran agregat kasar yang digunakan yaitu maksimum 10 mm. Setelah itu dilakukan pemeriksaan agregat kasar dan halus yang meliputi pemeriksaan analisa saringan, berat jenis, berat volume, kadar air, kadar organik, kadar lumpur, dan keausan agregat.

C.2 Perencanaan Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk pengujian porositas dan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Rencana benda uji yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Benda Uji

Pengujian	Persentase STPP		
	5%	10%	15%
Berat volume	3	3	3
Porositas	3	3	3
FTIR	1	1	1
Total	21		

Kemudian, hasil pengujian karakteristik material dan *trial mix* yang dilakukan digunakan untuk memperoleh komposisi yang sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini. Dapat dilihat pada Tabel 2, rancangan campuran beton cor dalam air (*under-water concrete*).

Tabel 2. Rancangan Campuran Beton Cor dalam Air

Variasi STPP	Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)	Abu Batu (Kg)	STPP (Kg)
5%	1,50	1,07	1,67	0,76	0,11	0,08
10%	1,50	1,07	1,67	0,76	0,11	0,15
15%	1,50	1,07	1,67	0,76	0,11	0,23

C.3 Proses Pembuatan Benda Uji

Berdasarkan komposisi campuran yang telah dihitung, semua material penyusun beton yang akan digunakan ditimbang. Agregat kasar, agregat halus, semen, abu batu dimasukkan ke dalam gerobak. Proses pencampuran dilakukan secara manual. Setelah agregat kasar, agregat halus, semen dan abu batu tercampur merata masukkan air sedikit demi sedikit sambil terus diaduk. Setelah itu masukkan Natrium Tripolyphosphate atau STPP yang sudah dilarutkan hingga tercampur merata. Setelah tercampur merata selanjutnya dapat dilakukan pengujian *slump* untuk menentukan *workability* campuran. Campuran beton hasil uji *workability* dimasukkan kembali ke dalam gerobak sambil terus diaduk. kemudian masukkan campuran beton kedalam cetakan benda uji yang sudah ada ada di dalam air. Campuran beton dimasukkan dengan menggunakan pipa berukuran lebih kecil dan lebih tinggi dari cetakan benda uji. Setelah cetakan benda uji terisi penuh, benda uji dibiarkan selama ± 24 jam di dalam cetakan. Setelah minimal 24 jam, beton dibuka dari cetakan.

C.4 Perawatan Benda Uji

Setelah ± 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan selama 28 hari sesuai dengan pelaksanaan pengujian yang direncanakan. Proses ini dilakukan agar hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk merawat beton, yaitu: meletakkan beton di dalam ruangan yang

lembab, Meletakkan beton dalam genangan air atau perendaman, menyelimuti permukaan beton dengan karung yang basah dan Menyirami permukaan beton secara teratur. Pada penelitian ini dilakukan perawatan dengan meletakkan beton di dalam genangan air atau perendaman.

C.5 Pelaksanaan Pengujian Beton

C.5.1 Pengujian *Workability*

Pengujian *workability* pada penelitian ini yaitu dilakukan dengan pengukuran *slump flow*. Prosedur pengujian *slump flow* yaitu dimulai dari membasahi kerucut dan pelat, kemudian kerucut diletakkan di atas pelat pada bidang datar dengan posisi terbalik. Kerucut diisi dengan beton segar sampai penuh tanpa adanya penusukan atau pemadatan. Waktu dari awal hingga akhir pengisian beton harus dalam 2 menit. Ratakan permukaan atas beton dengan tepi atas kerucut, dan segera angkat kerucut secara vertikal dengan pengangkatan ke atas yang stabil. Saat pergerakan beton telah berhenti, ukur diameter terbesar dan diameter yang tegak lurus dari diameter terbesar.

C.5.2 Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekannya dikeluarkan dari bak perendaman, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab. Tentukan ukuran benda ujinya, setelah itu ditimbang untuk mengetahui beratnya.

C.5.3 Pengujian Porositas

Pengujian porositas bertujuan untuk mengetahui persentase pori-pori atau ruang kosong yang ada dalam beton terhadap volume beton. Benda uji yang telah dikeluarkan dari bak perendaman dikeringkan dengan oven pada suhu 100-110°C selama tidak kurang dari 24 jam. Biarkan dingin di udara kering (sebaiknya

dalam desikator) sampai suhu 20-25°C lalu ditimbang. Selanjutnya lakukan perendaman dalam air kira-kira 21°C selama tidak kurang dari 48 jam. Setelah masa perendaman 48 jam, maka permukaan benda uji dikeringkan dengan handuk agar menghilangkan kelembaban permukaan. Setelah kering permukaan, benda uji tersebut ditimbang dalam air.

C.5.4 Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) bertujuan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi yang terdapat pada komposisi *under-water concrete*. Alat utama yang digunakan yaitu mesin *Spektrofotometer* FTIR. Benda uji FTIR adalah pecahan *under-water concrete* umur 28 hari yang telah diuji kuat tekannya. Pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Material, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Riau.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material

Pengujian material agregat kasar dan agregat halus dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi
1	Kadar Air (%)	0,4	3 - 5
2	Berat Jenis		
	a. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,63	2,58 – 2,83
	b. <i>Absorption</i> (%)	1,16	2 – 7
3	Berat Volume (gr/cm ³)		
	a. Kondisi Gembur	1,29	1,4 – 1,9
	b. Kondisi Padat	1,42	1,4 – 1,9
4	Modulus Kehalusan	5,96	5 – 8
5	Ketahanan Aus (%)	26,22	< 40

Hasil pengujian karakteristik dari agregat kasar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3. Terdapat beberapa jenis pengujian yang tidak memenuhi standar

spesifikasi, yaitu pengujian kadar air, *absorption* dan berat volume kondisi gembur. Jadi, secara keseluruhan agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi standar spesifikasi. Maka dari itu, penggunaan agregat kasar tetap digunakan sebagai bahan campuran beton pada penelitian ini.

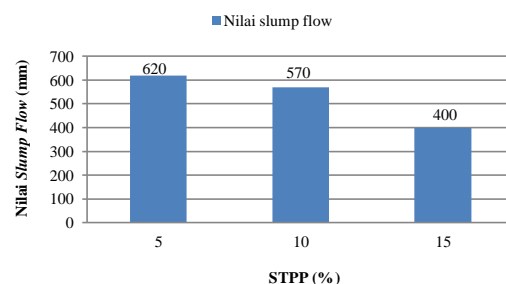
Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi
1	Kadar Air (%)	0,4	3 – 5
2	Berat Jenis		
	a. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,66	2,58 – 2,83
	b. <i>Absorption</i> (%)	0,60	2 - 7
3	Berat Volume (gr/cm ³)		
	a. Kondisi Gembur	1,64	1,4 – 1,9
	b. Kondisi Padat	1,45	1,4 – 1,9
4	Modulus Kehalusan	1,90	1,5 – 3,8
5	Kandungan Organik	No. 2	< No.3
6	Kadar Lumpur (%)	3,65	< 5

Hasil pengujian karakteristik dari agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4. Secara keseluruhan agregat halus yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi standar spesifikasi.

D.2 Hasil Pengujian *Workability*

Hasil pengujian *workability* beton cor dalam air (*under-water concrete*) dapat dilihat pada Gambar 2. berikut:



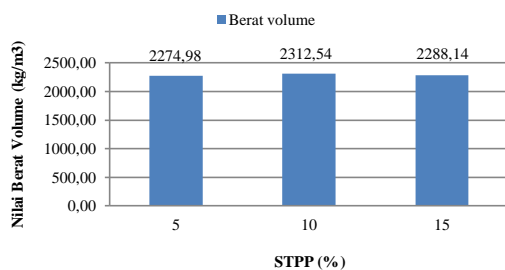
Gambar 2. Hasil Pegujian *Workability*

Berdasarkan Gambar 2, didapatkan nilai *slump flow* STPP 5%, 10% dan 15% berturut-turut yaitu 620 mm, 570 mm dan 400 mm. Dari hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkat kemudahan

pengerjaan beton akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan STPP (Natrium Tripolyphosphate) yang digunakan. Karakteristik SCC (*self compacting concrete*) adalah memiliki nilai *slump flow* berkisar antara 500-700 mm. Hal ini menunjukkan untuk varian campuran beton cor dalam air dengan penggunaan STPP (5% - 10%) mencapai nilai *slump flow* dengan diameter alir sebesar ≥ 500 mm.

D.3 Hasil Pengujian Berat Volume

Hasil pengujian berat volume beton cor dalam air (*under-water concrete*) dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:

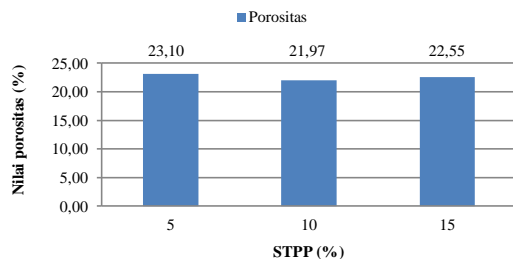


Gambar 3. Hasil Pegujian Berat Volume

Berdasarkan Gambar 3, didapatkan nilai berat volume rata-rata STPP 5%, 10% dan 15% berturut-turut yaitu 2274,98 kg/m³, 2312,54 kg/m³, dan 2288,14 kg/m³. Berdasarkan SNI 03-2834-1993 nilai berat volume beton berkisar antara 2200-2500 kg/m³.

D.4 Hasil Pengujian Porositas

Hasil pengujian porositas beton cor dalam air (*under-water concrete*) dapat dilihat pada Gambar 4. berikut:

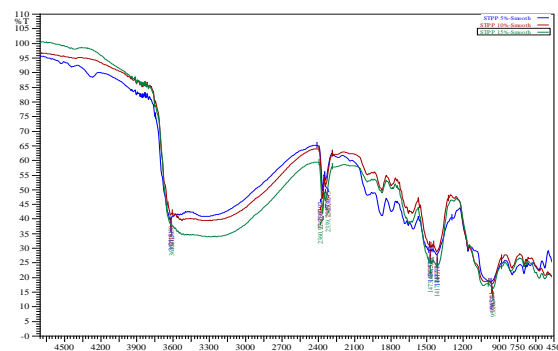


Gambar 4. Hasil Pegujian Porositas

Hasil pengujian porositas pada Gambar 4, menunjukkan bahwa nilai porositas beton dengan STPP 15% lebih tinggi dibandingkan beton dengan STPP 5% dan STPP 10%. nilai porositas pada beton dengan STPP 5% adalah 23,10% mengalami penurunan 1,13% terhadap beton STPP 10%. Penurunan tersebut cukup tinggi dibandingkan beton STPP 10% dengan beton STPP 15%. Nilai porositas rata-rata STPP 5%, 10% dan 15% berturut-turut yaitu 23,10 kg/m³, 21,97 kg/m³, dan 22,55 kg/m³.

D.5 Hasil Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Hasil pengujian FTIR beton cor dalam air (*under-water concrete*) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pegujian FTIR

Berdasarkan Gambar 5 terlihat gelombang yang dihasilkan ketiga variasi hampir menyerupai satu sama lain, perbedaan intensitas gelombang terdapat pada kisaran *wavenumbers* (cm⁻¹) ~1473, ~953 dan ~2360. Pada nilai *band* 1473 cm⁻¹ beton cor dalam air (*under-water concrete*) variasi STPP 10% terjadi intensitas gelombang yang begitu kuat dan mulai melemah pada variasi STPP 5% dan kembali melemah pada variasi STPP 15%. Pada nilai *band* 953 cm⁻¹ ketiga variasi Natrium Tripolyphosphate terlihat bahwa semakin banyak kandungan Natrium Tripolyphosphate ikatan pembentukan Kalsium Silikat Hidrat semakin kuat. Pada nilai *band* 2360 cm⁻¹ semakin banyak kandungan Natrium Tripolyphosphate semakin bereaksi terhadap H₂O.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap pengujian sifat fisik pada penelitian ini, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *slump flow* menunjukkan bahwa dengan penambahan STPP pada adukan beton menurunkan *workability* beton. Nilai *slump flow* pada beton dengan persentase STPP 5%, 10% dan 15% berturut-turut yaitu 620 mm, 570 mm dan 400 mm.
2. Persentase optimum penggunaan STPP waktu perendaman 28 hari adalah presentase 10% STPP dengan nilai *slump flow* 570 mm, berat volume 2315,54 kg/m³ dan nilai porositas 21,97%.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Celik, T., & Marar, K. (1996). *Effect of Crushed Stone Dust on Some Properties of Concrete. Cement and Concrete Research*, 1121-1130.
- Dapas, S. O. (2012). *Variasi Konsentrasi Sikacrete-W terhadap Kuat Tekan Beton pada Pengecoran dalam Air*. Tugas Akhir Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Heneiegal, A. M., Maaty, A. S., & Agwa, I. S. (2015). *Simulation Of The Behaviour Of Pressurized Underwater Concrete. Alexandria Engineering Journal*, 183-195.
- Lim, H. M., Yang, C. H., Chun, S. B., & Lee H. S. (2005). *The Effect of Sodium Tripolyphosphate in Sodium Silicate Cement Grout*. ISSN: 1662-9752, Vol. 486-487, 391-394.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- Nawy, E. G, 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung, Pt Refika Aditama.
- Rusyandi, K. (2012). *Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro*. Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- SNI 03-1968-1990. (1990). *Metode pengujian analisis saringan Agregat halus dan kasar*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1971-1990. (1990). *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2461-2002. (2002). *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2834-1993. (1993). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-3976-1995. (1995). *Tata Cara Pengadukan Pengecoran*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-4804-1998. (1998). *Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 2834-1993. (1993). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Simajuntak, J. H., Kumaat, E. J., Sumajuow, M. D., & Dapas, S. O. (2013). *Kajian Sifat Mekanik Beton Tailing pada Pengerjaan Beton dalam Air Laut (Underwater-Cast Concrete)*. *Journal Sipil Statik, Vol 1 No.10*, 685-688
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Buku Ajar Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.
- Widodo, S. (2003). *Pemanfaatan Abu Batu Sebagai Filler pada Self Compacting Concrete*. Tugas Akhir program sarjana, Yogyakarta : Universitas Gadjah