

PENGARUH NATRIUM TRIPOLYPHOSPATE ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA PENGECORAN DALAM AIR BERLUMPUR

Maharani Rahma Annisya¹⁾, Ismeddiyanto²⁾, Andre Novan²⁾

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 : maharani.rahma5867@student.unri.ac.id

ABSTRACT

In construction work certain conditions where forced by a concrete structure must be moulded directly in water into consideration for casting on location. The condition of casting work in water does not only occur in environments where there is normal water but also in environments that have sludge levels. The use of Tripolyphosphate Sodium is expected to be able to become a mixture in casting concrete in water without conventional compaction so that the concrete mixture is able to flow and solid itself properly. This study examines the effect of Sodium Tripolyphosphate as a constituent in concrete mixes on the mechanical properties of concrete including compressive strength and tensile strength in casting in water, especially in muddy water environments. The study was conducted experimentally with a cement water factor value of 0.37, a percentage of Sodium Tripolyphosphate 10% by weight of cement and a percentage of rock ash 15% by weight of fine aggregate. Concrete compressive strength test was carried out on 6 cylinders 28 days old with a diameter of 10 cm x height 20 cm and for tensile strength testing was also carried out on 6 cylinders 28 days old with a diameter of 15cm x height 30 cm. Based on the results of the compressive strength test of concrete at 28 days, the average compressive strength of concrete for direct castings in normal water is 12,14 MPa, while for the average compressive strength for concrete casted directly in muddy water is 9,49 MPa. So that the compressive strength of concrete, which is cast directly in muddy water has decreased compressive strength by 21.82% of concrete in normal water. For the results of the average split tensile strength of 28 days old concrete, obtained in concrete that is cast directly in ordinary water conditions is 1.37 MPa, while for the average split tensile strength in concrete by direct casting in water conditions muddy at 1.11 MPa.

Keywords : *Sodium Tripolyphosphate, Muddy Water Environment, Compressive Strength, Tensile Strength.*

A. PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi saat ini, penggunaan beton sudah sangat populer. Beton juga menjadi suatu bahan yang umum digunakan dalam bidang konstruksi, baik itu konstruksi gedung, bangunan perairan, jembatan maupun jalan. Salah satu penggunaan beton terdapat pada proyek konstruksi di dalam air (*under water*).

Pekerjaan beton di lingkungan perairan seperti pembangunan struktur bagian bawah jembatan, saluran drainase,

dan pondasi merupakan salah satu contoh pekerjaan struktur beton yang pengecorannya pada lingkungan yang basah. Pada kondisi tertentu di mana dengan terpaksa suatu struktur beton harus dicetak langsung dalam air menjadi pertimbangan untuk melakukan pengecoran di lokasi. Dalam pekerjaan pengecoran dalam air (*under water concrete*) sangat dibutuhkan penguasaan teknologi yang memadai, baik dalam hal penentuan komposisi campuran beton

maupun pada saat pelaksanaan pekerjaan beton.

Penentuan komposisi campuran adukan maupun pada saat pelaksanaan pekerjaan beton *Under Water Concrete* (UWC) dibutuhkan perhatian khusus, mengingat beton segar sangat mudah untuk terurai sehingga sulit dalam melakukan pemadatan sendiri, dan terjadi proses pencucian semen (*washout*) dari agregat lainnya oleh air disekitarnya.

Menurut Widodo (2011), pelaksanaan pengecoran beton di dalam air tidak memungkinkan untuk dilakukan proses pemadatan secara konvensional, sehingga diperlukan beton segar yang mampu mengalir dan memadat dengan memanfaatkan berat sendiri. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan perkembangan dalam pemanfaatan material tambahan yang dapat membantu pelaksanaan pengecoran beton dalam air.

Dalam kehidupan sehari-hari tanpa disadari terdapat banyak pengaplikasian *anti-washout admixture*, salah satunya pada pembuatan adonan bakso. Di mana dalam adonan bakso ini terdapat bahan kimia berupa serbuk putih yaitu Natrium Tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) yang berfungsi sebagai pengental pada adonan bakso. Bahan kimia tersebut mengubah konsistensi adonan tepung dan air agar tidak terpisah satu sama lain pada saat dimasukkan ke dalam air (Purwati, 2019). Penggunaan Natrium Tripolyphosphate ini diharapkan mampu menjadi bahan campuran pada pengecoran beton dalam air yang berfungsi untuk meningkatkan kohesi pasta semen, sehingga mencegah terlepasnya semen dan material penyusun beton lainnya pada saat pengecoran dilakukan. Natrium Tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)/STPP jenis ini selain diharapkan dapat digunakan dalam campuran beton, ternyata sifat STPP sangat ramah lingkungan karna baik digunakan untuk campuran makanan dan lebih ekonomis dari jenis bahan tambah

yang biasa digunakan untuk campuran beton.

Mengamati hal tersebut, untuk menjaga mutu beton yang dicor dalam air tetap baik, maka dilakukan inovasi dalam komposisi campuran beton pada pengecoran dalam air / *Under Water Concrete* (UWC) menggunakan Natrium Tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) di lingkungan air berlumpur, pekerjaan konstruksi bawah air pada air berlumpur ini diharapkan mampu mencegah terlepasnya semen dan material penyusun beton lainnya pada saat beton segar berada pada tahap pengecoran dan bisa mempertahankan kekuatan beton yang direncanakan sebab kekuatan beton merupakan faktor penting dalam pembuatan beton. Penelitian ini akan membahas pengaruh Natrium Tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) pada pengecoran beton dalam air berlumpur terhadap sifat mekanik beton.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia SK SNI-T-15-1991-03 beton didefinisikan sebagai campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat kasar, agregat halus dan air atau dengan bahan tambahan hingga membentuk massa yang padat.

Menurut Tjokrodinuljo (2004), beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus dan ditambahkan zat aditif.

B.2 Under Water Concrete

Metode kerja pelaksanaan pengecoran di dalam air sedikit berbeda dengan pengecoran dalam kondisi kering. Pelaksanaan pekerjaan pengecoran beton di dalam air, menggunakan metode pengecoran yang harus mampu melindungi beton segar tersebut dari arus yang dapat menyebabkan kehilangan semen dan

menambah faktor air semen. Penuangan beton atau pengecoran beton dalam air, dapat ditambahkan sekitar 10% semen untuk menghindari kehilangan pada saat penuangan (Mulyono, 2003). Pada saat proses pengecoran dalam air, penentuan komposisi campuran adukan maupun pada saat pelaksanaan pekerjaan beton sangat dibutuhkan, mengingat beton segar sangat mudah untuk terurai. Sifat yang penting dari metode pengecoran didalam air adalah tidak ada pemisahan atau pencucian pasta semen oleh air pada saat menuangkan. Penambahan material halus sebagai pengisi membuat campuran menjadi homogen selama aplikasi dan pengerasan. Menurut JSCE (1992), semen yang digunakan dalam pengecoran dalam air ditentukan dari kadar air dan perbandingan air-semen.

B.3 Self Compacting Concrete

Self Compacting Concrete (SCC) dapat didefinisikan sebagai suatu jenis beton yang dapat dituang, mengalir dan menjadi padat dengan memanfaatkan berat sendiri, tanpa memerlukan proses pemadatan dengan getaran atau metode lainnya, selain itu beton segar jenis *self compacting concrete* bersifat kohesif dan dapat dikerjakan tanpa terjadi segregasi atau *bleeding*. Beton jenis ini lazim digunakan untuk pekerjaan beton pada bagian struktur yang sulit dijangkau atau dapat menghasilkan struktur dengan kualitas yang baik (Widodo, 2008).

Self Compacting Concrete (SCC) harus merupakan beton segar dengan karakter mempunyai nilai *slump* yang tinggi (*flowable*) tanpa mengalami segregasi dan tidak memerlukan pemadatan mekanik selama proses pengecoran. Menurut Skh 1.10.14 (2017), karakteristik *slump* yang tinggi tersebut menjadi penentu sifat beton SCC dapat menyebar memenuhi bekisting, dan menutup pembesian secara gravitasi tanpa memerlukan pemadatan. Syarat nilai *slump flow* beton minimum 550 mm dan

maksimum 850 mm dan nilai *slump flow* lebih besar dari 850 mm dapat disyaratkan untuk keperluan yang lebih khusus, namun dibutuhkan ketelitian yang lebih tinggi untuk pengendalian segregasi.

B.4 Material Penyusun Beton

B.4.1 Semen

Semen *Portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen *Portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *Portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

Pada umumnya fungsi utama semen adalah untuk mengikat pasir dan kerikil agar berbentuk suatu massa yang padat (beton) dan juga untuk mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat (Mulyono, 2004). Setiap jenis semen mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda. Pemakaian semen pozzolan, pada umur 28 hari kuat tekannya lebih rendah dari pada beton normal, tetapi setelah umur 90 hari kuat tekannya dapat lebih tinggi, sehingga penggunaan atau pemilihan jenis semen tergantung pada fungsinya (Tjokrodimuljo, 1996).

B.4.2 Agregat

Agregat merupakan sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan. Sifat agregat yang paling banyak berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya (Tjokrodimuljo, 2004).

Agregat mencapai 70-75% dari total volume maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama

(*durable*), dan ekonomis. Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm (Nugraha dan Antoni, 2007).

Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran dalam bidang teknologi beton nilai batas daerah agregat kasar dan agregat halus adalah 4,75 mm. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,75 mm disebut agregat halus, sedangkan agregat yang butirannya lebih besar dari 4,75 mm disebut agregat kasar (ASTM C 33, 1994).

B.4.3 Air

Air merupakan komponen terpenting sebagai pembentuk beton. Air harus selalu ada di dalam beton segar, tidak hanya untuk hidrasi semen tetapi juga untuk mengubah semen menjadi pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Pada umumnya air yang digunakan adalah air bersih (aquades) dengan pH normal (pH = 7) sesuai SNI 7974:2013. Air untuk pembuatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak beton.

B.5 Natrium Tripolyphospate

Natrium Tripolyphospate Teknis atau biasa dikenal dengan sebutan STPP/STTP (*Sodium Tripolyphospate*) merupakan bahan tambahan pangan yang termasuk dalam golongan alkali. Karakteristik $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ adalah berupa butiran serbuk berwarna putih, higroskopis (kemampuan untuk menyerap molekul air dari lingkungannya baik melalui absorpsi atau adsorpsi), larut dalam air tetapi dengan kelarutan rendah (Amin, 2013), digunakan sebagai pelunak, pengawet makanan dan texturizer, yang termasuk dalam klasifikasi Pos Tarif/HS ex. 2835.31.90.00 (Menteri Perdagangan, 2011).

Menurut Tan et al. (2016) *Sodium Tripolyphospate* (STPP) biasanya digunakan sebagai bahan tambahan dalam sistem *superplasticizer*, karena keberadaan

STPP dalam sistem *superplasticizer* dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan kerja beton segar. Hal itu dapat dilihat dari kemampuan adsorpsi STPP jauh lebih kuat dibandingkan *Polycarboxilate Superplasticizer* (PC).

B.6 Abu Batu

Abu batu (*stone dust*) merupakan hasil sampingan dari pengolahan batu pecah dengan menggunakan *stone crusher* dan memiliki nilai yang ekonomis. Karakteristik abu batu bersifat higroskopis dan berwarna gelap (abu-abu kehitaman) dan terdiri dari butiran yang cukup kasar/tajam. Berdasarkan karakteristiknya, abu batu dapat meningkatkan viskositas, mengurangi terjadinya *bleeding* dan segregasi pada beton segar, karena serbuk abu batu (*filler*) dapat mengisi rongga-rongga pada beton.

Abu batu biasanya digunakan sebagai *filler* dalam adukan beton. Abu batu dapat dikategorikan sebagai *filler*, jika diameter lebih kecil dari 0,125 mm. Penggunaan abu batu sebagai *filler* dalam produksi SCC dengan takaran 25% berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,5% (Slamet, Sentoda & Prpto, 2003).

B.7 Lingkungan air berlumpur

Lingkungan air berlumpur merupakan lingkungan air yang mengandung lumpur. Lumpur terjadi saat tanah basah. Secara geologis, lumpur ialah campuran air dan partikel endapan lumpur dan tanah liat. Air yang mengandung lumpur biasanya keruh, berbau dan mengandung butir-butir lumut, air jenis ini sering ditemukan disekitar sungai. Air ini tidak baik untuk digunakan pada pekerjaan konstruksi-konstruksi beton, karena lumpur dapat mengakibatkan berkurangnya daya lekat beton, sehingga dapat menurunkan kekuatan dari beton tersebut.

B.8 Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

1. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat.
2. Pemeriksaan kadar air agregat.
3. Pemeriksaan berat volume agregat.
4. Pemeriksaan keausan agregat.
5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
6. Pemeriksaan kadar organik agregat.
7. Pemeriksaan analisa saringan.

B.9 Pemeriksaan Air Berlumpur

Pemeriksaan kadar lumpur di lingkungan air berlumpur digunakan untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung didalam air tersebut. Pada penelitian ini pemeriksaan kadar lumpur menggunakan metode sentrifugasi/pemisahan. Secara umum sentrifugasi/*centrifuge* merupakan proses pemisahan dengan menggunakan gaya sentrifugal. Pemisahan dapat dilakukan terhadap fasa padat cair tersuspensi maupun campuran berfasa cair-cair. Pemisahan dua fasa cair sering dijumpai pada berbagai keperluan seperti pemisahan susu dengan krim, air dengan minyak, lumpur dengan air dan pemisahahan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan filterasi, sedimentasi dan sentrifugasi tergantung terhadap karakteristik partikel dan gaya yang menyebabkan pemisahan (Tia, 2017).

Kadar lumpur didalam air dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_4}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W_1 = Berat air + lumpur (gram)

W_4 = Berat lumpur (gram)

B.10 Faktor Air Semen

Dalam pembuatan campuran beton ada beberapa hal yang mempengaruhi kekuatan beton salah satunya faktor air semen (fas). Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dengan berat

semen. Bahwa semakin rendah nilai fas semakin tinggi kuat tekannya. Namun pada kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu, semakin rendah nilai fas, kuat tekan betonnya semakin rendah, karena dengan fas terlalu rendah adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada nilai fas tertentu yang optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum (Tjokrodinuljo, 1996).

Pada penelitian ini fas rencana yang digunakan adalah 0,37, di mana nilai ini berdasarkan dari *mix design* campuran beton normal dengan mutu beton rencana yang digunakan dan nilai fas didapat dari tabel standar spesifikasi pembuatan campuran beton. Dimana nantinya dengan nilai fas rencana tersebut digunakan untuk campuran beton menggunakan bahan tambah STPP pada pengecoran beton di dalam air.

B.11 Pengujian *Workability* Beton

Pengujian *workability* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton. Beberapa faktor yang mempengaruhi kemudahan pengerjaan beton adalah jumlah semen, karakteristik bahan tersebut, konsistensi, gradasi dari agregat halus, bentuk butiran pasir, gradasi dan bentuk agregat kasar, proporsi halus untuk agregat kasar, persentase udara yang tertahan, kuantitas air, campuran dan suhu lingkungan, jumlah dan karakteristik bahan tambahan yang digunakan.

Pada pekerjaan pengecoran didalam air nilai *slump* sangat diperhatikan mengingat beton mudah terjadi segregasi apabila nilai *slump* tidak sesuai standar. Nilai *slump* yang digunakan pada pengujian ini adalah nilai *slump flow*, dimana berdasarkan standar spesifikasi khusus – interim seksi 7 beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*) pada ASTM C1611/C 1611 M, standar nilai *slump flow* beton minimum 550 mm dan maksimum 850 mm, nilai *slump flow* lebih besar dari 850 mm dapat disyaratkan untuk keperluan lebih khusus, namun dibutuhkan

ketelitian yang lebih tinggi untuk pengendalian segregasi.

B.12 Sifat Mekanik Beton

Pengujian sifat mekanik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

B.12.1 Pengujian Kuat Tekan (SNI 03-0691-1996)

Kuat tekan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang yang mengalami gaya tersebut. Kuat tekan beton dapat dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut persamaan

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

f_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm^2)

Pada penelitian ini menggunakan silinder ukuran diameter 100 mm x tinggi 200 mm, dengan menggunakan estimasi kolerasi kuat tekan silinder beton berdasarkan diameter benda uji ($L/D = 2$). Dengan faktor koreksi untuk silinder ukuran diameter 100 mm x tinggi 200 mm yaitu 1,04 sehingga benda uji sudah sesuai dengan standar SNI beton silinder ukuran 150 mm x 300 mm.

B.12.2 Pengujian Kuat Tarik Belah (SNI 03-2461-2002)

Menurut (SNI 03-2461-2002, 2002) kuat tarik belah dari benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$f_{ct} = \frac{P}{L \cdot D} \quad (3)$$

Keterangan :

f_{ct} = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

Pendekatan antara kuat tarik belah dengan kuat tekan beton sesuai ACI 318M-05 adalah sebagai berikut.

$$f_{ct} = \sqrt{f_c} \quad (4)$$

Keterangan :

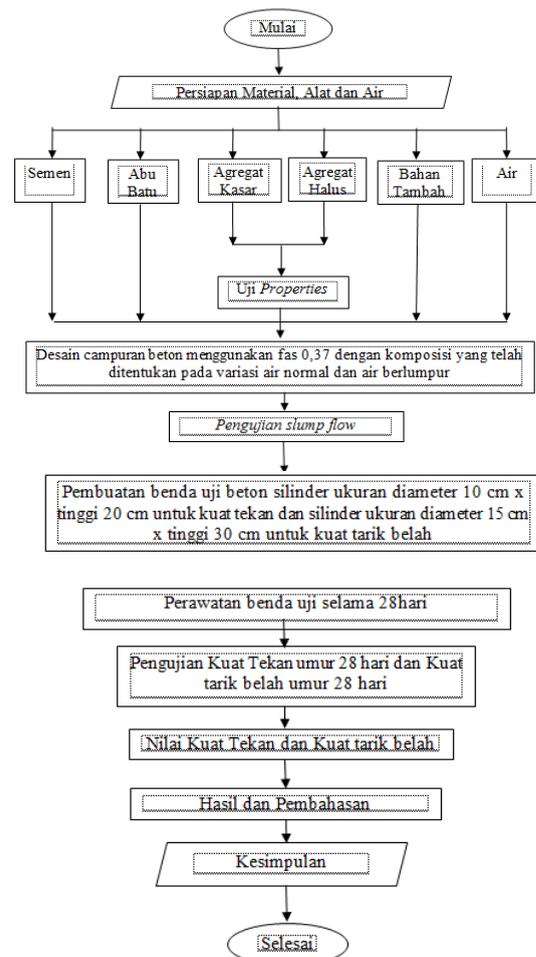
f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)

f_c = Kuat tekan beton (MPa)

C. METODELOGI PENELITIAN

C.1 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir yang dilakukan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flow Chart Prosedur Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat kasar yang berasal dari Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar. Hasil pemeriksaan agregat kasar ini sangat berpengaruh untuk campuran berikutnya,

apakah agregat halus yang dipakai ini memenuhi syarat untuk dijadikan material campuran atau tidak.

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

No.	Jenis pengujian	Hasil pengujian	Standar Spesifikasi
1	Modulus kehalusan	5,96	5-8
2	Kadar air (%)	0,4	3-5
3	Berat jenis (gr/cm ³)		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,68	2,58-2,83
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60	2,58-2,83
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,63	2,58-2,83
	d. <i>Absorption (%)</i>	1,16	2-7
4	Berat volume		
	a. Kondisi padat	1,42	1,4-1,9
	b. Kondisi gembur	1,29	1,4-1,9
5	Ketahanan aus (%)	26,22	<40

D.1.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

Nilai modulus kehalusan (*fine modulus*) agregat kasar dari hasil penelitian ini diperoleh sebesar 5,96. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 modulus kehalusan agregat kasar yaitu 5,0 - 8,0. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar juga diperoleh batas gradasi agregat kasar adalah butir maksimum berukuran 10 mm.

D.1.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Berat jenis yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah *Bulk specific gravity on SSD*. Hasil dari pemeriksaan berat jenis ini diperoleh sebesar 2,63 kg/ltr. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 yaitu 2,5- 2,7 .

Hasil pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar diperoleh

sebesar 1,16 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 yaitu 2 - 7 % karena agregat kasar pada penelitian ini memiliki ukuran 10 mm, sehingga memiliki tingkat penyerapan yang rendah.

D.1.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Kadar air agregat kasar dari hasil penelitian ini diperoleh sebesar 0,4 %. Nilai tidak memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 kadar air agregat kasar yaitu 3 - 5 % karena kandungan air dalam suatu material lapangan selalu berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh cuaca, suhu dan kelembaban. Solusi untuk meningkatkan nilai kadar air tersebut dengan dilakukan penambahan kadar air sampai kadar air pada agregat kasar tersebut memenuhi standar spesifikasinya. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan kadar air sebab dengan penambahan *sodium tripolyphosphate* pada campuran beton membuat campuran menjadi semakin encer, sehingga tidak perlu lagi dilakukan penambahan kadar air.

D.1.4 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar dari penelitian ini diperoleh sebesar 1,42 kg/ltr untuk kondisi padat dan 1,29 kg/ltr untuk kondisi gembur. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi ASTM C29/C29M berat volume agregat kasar yaitu 1,4 – 1,9 kg/ltr untuk kondisi padat dan kondisi gembur.

D.1.5 Hasil Pemeriksaan Ketahanan Aus Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan ketahanan aus agregat kasar dari penelitian ini diperoleh sebesar 26,22 %. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi SNI 03-2417-1991 agregat kasar yaitu lebih kecil dari 40%.

D.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat halus yang berasal dari Danau Bingsuang Kabupaten Kampar Bangkinang. Hasil pemeriksaan agregat halus yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

No	Jenis pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar Spesifikasi
1	Modulus kehalusan	1,90	1,5 - 3,8
2	Berat jenis		
	a. <i>Apparent specific gravity</i> (kg/ltr)	2,69	2,58 - 2,83
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i> (kg/ltr)	2,64	2,58 - 2,83
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i> (kg/ltr)	2,66	2,58 - 2,83
	d. <i>Absorption</i> (%)	0,6	2 - 7
3	Kadar air (%)	0,4	3 - 5
4	Berat volume (kg/ltr)		
	a. Kondisi padat	1,64	1,4-1,9
	b. Kondisi gembur	1,45	1,4-1,9
5	Kadar lumpur (%)	3,65	< 5
6	Kadar zat organik	No.2	≤ No.3

D.2.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Nilai modulus kehalusan (*fine modulus*) agregat halus dari hasil penelitian ini diperoleh sebesar 1,90. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 yaitu 1,5 - 3,8. Dari pemeriksaan analisa saringan agregat halus juga diperoleh gradasi agregat halus memenuhi batasan pada zone IV (pasir halus). Modulus kehalusan agregat halus digunakan untuk mendapatkan perbandingan antara berat agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton.

D.2.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Berat jenis yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah *bulk specific gravity on SSD*. Hasil dari pemeriksaan berat jenis ini diperoleh sebesar 2,69 kg/ltr. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 berat jenis agregat halus yaitu 2,5 - 2,7.

Hasil pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar diperoleh sebesar 0,6 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 penyerapan agregat halus yaitu 2 - 7 %. Hal ini terjadi dikarenakan pasir tergolong pasir yang mempunyai sifat agak halus yang mana tergolong ringan dan mempunyai nilai penyerapan air yang rendah.

D.2.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus diperoleh sebesar 0,4 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 kadar air agregat halus yaitu 3 - 5 % karena kandungan air dalam suatu material dilapangan selalu berbeda-beda, yang mana dipengaruhi oleh cuaca, suhu dan kelembaban. Solusi untuk meningkatkan nilai kadar air tersebut dengan dilakukan penambahan kadar air sampai kadar air pada agregat kasar tersebut memenuhi standar spesifikasinya. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan kadar air sebab dengan penambahan *natrium tripolyphosphate* pada campuran beton membuat campuran menjadi semakin encer, sehingga tidak diperlukan lagi penambahan kadar air. Kadar air pada agregat halus perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton.

D.2.4 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat volume agregat halus diperoleh sebesar 1,64 kg/ltr untuk kondisi padat dan 1,45 kg/ltr untuk kondisi gembur. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi ASTM C 29 / C 29M berat volume agregat halus yaitu 1,4 - 1,9 kg/ltr.

D.2.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus diperoleh sebesar 3,65 %. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi ASTM C 142 kadar lumpur agregat halus yaitu < 5 %. Sehingga secara teori agregat ini dapat dipakai untuk pelaksanaan campuran.

D.2.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Zat Organik Agregat Halus

Setelah dilakukan pemeriksaan kadar organik agregat halus dengan menggunakan NaOH 3% maka diperoleh warna benda uji menunjukkan warna No. 2 pada *Standard Colour Tester*.

Menurut SNI 03 – 2816 – 1992, dari hasil perbandingan *Standard Colour Tester* menunjukkan agregat halus yang diuji memiliki kadar organik yang aman digunakan untuk campuran beton.

D.3 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton

D.3.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

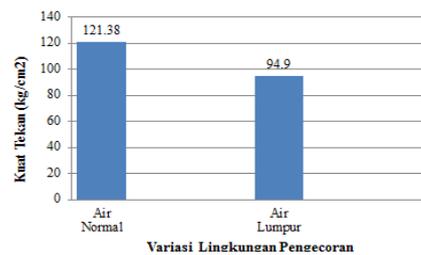
Pengujian kuat tekan beton ini diuji setelah perawatan dengan merendam beton selama 28 hari, dengan persentase STPP 10% dan persentase abu batu 15%, hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Benda Uji	Sampel	Umur hari	Beban KN	f _c MPa	f _c rerata		Kenaikan %
					MPa	kg/cm ²	
Air Normal	1		110	14.566			
	2	28	95	12.580	12.14	121.38	0
	3		70	9.269			
Air Lumpur	1		85	11.26			
	2	28	70	9.27	9.49	94.9	-21.82
	3		60	7.95			

Berdasarkan dari hasil rata-rata kuat tekan dari masing-masing variasi benda uji silinder ukuran 100 mm x 200 mm yang sudah dikonversikan terlebih dahulu dari ukuran silinder 150 mm x 300 mm, maka didapat grafik hubungan antara kuat tekan dengan variasi lingkungan pengecoran yang digunakan pada

pengecoran dalam air seperti Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Hubungan antara Kuat Tekan Dengan Variasi Lingkungan Pengecoran

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari yang di cor langsung di dalam air berlumpur mengalami penurunan kuat tekan sebesar 21,82 % dari beton yang di cor langsung di dalam air normal. Kuat tekan rata-rata beton paling tinggi terdapat pada beton di air normal sebesar 12,14 MPa. Kuat tekan beton akan menurun apabila dilakukan pengecoran langsung didalam air berlumpur menggunakan STPP dibandingkan penggunaan STPP pada pengecoran dalam air normal. Hal ini menunjukkan penggunaan STPP dapat bekerja didalam air berlumpur, akan tetapi air lumpur yang terdapat pada lingkungan pengecoran konstruksi bawah air dapat merusak kekuatan beton dan juga saat pengecoran tidak dilakukan pemadatan secara konvensional membuat kekuatan beton semakin rendah.

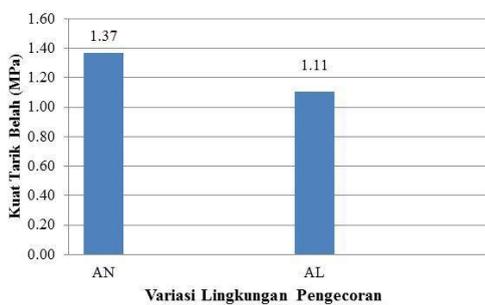
D.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah silinder ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm, dengan jumlah benda uji sebanyak 6 buah. Data dapat hasil pengujian kuat tarik belah dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Benda Uji	Sampel	Umur (hari)	Beban (KN)	fc _t (MPa)	fc _t rerata (MPa)	fc _t rerata ACI (MPa)	Kenaikan (%)
Air Normal	1	28	110	1.56	1.37	1.95	0
	2		100	1.41			
	3		80	1.13			
Air Lumpur	1	28	95	1.34	1.11	1.73	-18.97
	2		80	1.13			
	3		60	0.85			

Berdasarkan dari hasil rata-rata kuat tarik belah dari masing-masing variasi maka didapat grafik hubungan antara kuat tarik belah dengan variasi lingkungan pengecoran yang digunakan pada pengecoran dalam air seperti pada Gambar 3 di bawah ini:



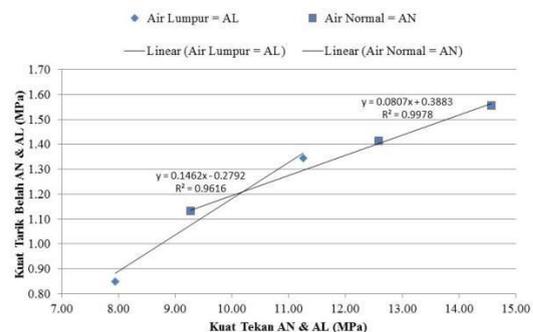
Gambar 3. Hubungan antara Kuat Tekan Dengan Variasi Lingkungan Pengecoran

Pada Gambar 3 dapat dilihat hasil uji kuat tarik belah rerata paling tinggi terdapat pada beton yang di cor langsung di dalam kondisi air normal sebesar 1,37 MPa, sedangkan untuk kuat tekan rerata beton paling rendah terdapat pada beton di cor langsung di dalam kondisi air berlumpur sebesar 1,11 MPa.

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan pengecoran langsung didalam air berlumpur menggunakan STPP dapat menurunkan kuat tarik belah beton. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kotoran pada air saat pengecoran beton maka akan mempengaruhi kualitas dari beton tersebut.

Adapun analisa regresi hubungan antara hasil kuat tekan beton dengan kuat tarik belah pada pengecoran di lingkungan air normal dan air berlumpur dengan bahan tambah STPP, diketahui bahwa peningkatan nilai kuat tekan juga diikuti

dengan peningkatan nilai kuat tarik. Maka digunakan fasilitas *trendline* untuk mendapatkan regresi dari data tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah pada Pengecoran Dalam Air Normal dan Air Berlumpur

Dari Gambar 4 untuk pengecoran dalam air normal diperoleh nilai $R^2 = 0,997$ dan pada air berlumpur diperoleh nilai $R^2 = 0,9616$ yang mana nilai R keduanya mendekati 1, sehingga kedua variabel yang dianalisa memiliki hubungan yang saling terkait, antara nilai kuat tekan beton dan kuat tarik belah pada pengecoran dalam air normal maupun air berlumpur. Pada pengecoran didalam air normal didapatkan hasil kuat tekan dan kuat tarik belah lebih tinggi dari pada pengecoran didalam air berlumpur yang mana dapat dilihat pada grafik hubungan tersebut. Kemudian dari grafik hubungan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah pada pengecoran dalam air normal dan air berlumpur tersebut juga didapat hasil semakin besar nilai kuat tekan pada beton maka nilai kuat tarik belahnya akan besar pula, karena faktor yang mempengaruhi kuat tarik belah sama halnya yang terjadi pada kuat tekan.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan STPP dengan persentase 10 % dan persentase abu batu 15% secara visual memperlihatkan peningkatan pada kekuatan beton dibanding dengan persentase STPP dan abu batu yang lainnya.
2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari, didapatkan kuat tekan rata-rata beton tertinggi pada beton yang dicor langsung didalam air biasa sebesar 12,14 MPa, sedangkan untuk kuat tekan rata-rata beton terendah terdapat pada beton dengan pengecoran langsung didalam air berlumpur sebesar 9,49 MPa. Kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari didalam air berlumpur mengalami penurunan kuat tekan sebesar 21,82% dari beton didalam air normal.
3. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari, didapatkan kuat tarik belah rata-rata beton tertinggi pada beton yang di cor langsung di dalam kondisi air biasa sebesar 1,37 MPa, sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata beton terendah terdapat pada beton dengan pengecoran langsung di dalam kondisi air berlumpur sebesar 1,11 MPa.

E.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, dapat dikemukakan beberapa saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan:

1. Dalam penelitian yang sejenis selanjutnya mengenai pengecoran di dalam air diharapkan perlu dilakukan perencanaan *mix design* untuk pengecoran beton didalam air dengan penggunaan bahan tambah berupa *Natrium Tripolyphosphate/STPP* agar mendapatkan campuran beton yang lebih baik sesuai dengan mutu rencana yang diharapkan.
2. Penelitian ini menggunakan variasi pengecoran di lingkungan air

berlumpur, diharapkan untuk penelitian selanjutnya lebih bervariasi penggunaan STPP pada kondisi lingkungan tersebut untuk mendapatkan hasil yang optimum agar tidak terjadi penurunan kualitas beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318M-05. *Buildings Code Requirements For Structural Concrete*.
- Amin, N.A. 2013. *Pengaruh suhu fosforilasi terhadap sifat fisikokimia pati tapioca termodifikasi*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- ASTM C 33. (1994). *Standard Specification for Concrete Aggregates (2010)*. doi:10.1520/C0033.
- ASTM C29/C29M-97. (Reapproved 2003), (2003). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. ASTM International, West Conshohocken, United States.
- ASTM C1611/C 1611 M. (2017). *Spesifikasi Khusus Interim Seksi 7 Beton Memadat Sendiri / Self Compacting Concrete, SCC*.
- Dapas, S. O. (2012). Variasi Konsentrasi Sikacrete-W terhadap Kuat Tekan Beton pada Pengecoran dalam Air. *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, 2(4),279-289.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2017. *Beton Memadat Sendiri (Self Compacting Concrete)*. Spesifikasi Khusus - Interim SKh-1.10.14. Jakarta.
- Fauzi, Danang Anwar. (2013). Analisis kuat tekan dan kuat tarik beton dengan perawatan dalam lumpur dan air laut.
- JSCE. (1992). *Recommendations for Design and Construction of Antiwashout Underwater Concrete* (pp. 1-61).
- Menteri Perdagangan. (2011). *Ketentuan*

- Impor Sodium Tripolyphosphate*. Peraturan Menteri Perdagangan. Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Nawy. (1990). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, Paul, & Antoni. (2007). *Teknologi Beton dan Material, Pembuatan Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Okamura & Ozawa. (1994). *Self-Compacting high-Performance Concrete in Japan, ACI SP-159 : International Workshop on High Performance Concrete, Michigan*.
- Persson, B. (2000). *A Comparison Between Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete and the Corresponding Properties of Normal Concrete*, Cement and Concrete Research, Vol. 31, Pergamon.
- Purwati, Lili. (2019). Pengaruh Pengenyal Bakso ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) terhadap Sifat Mekanik Beton Cor di dalam Air (*Under-Water Concrete*).
- Simanjuntak, Jefri J.H. dkk (2013). Kajian Sifat Mekanik Beton Tailing Pada Pengerjaan Beton Dalam Air Laut (*Underwater-Cast Concrete*).
- Sonebi, M. and Khayat, K.H. (2001). *Effect of Mixture Composition on Relative Strength of Highly Flowable Underwater Concrete*, *ACI Material Journal*, Vol. 28, No. 3, Michigan.
- SK SNI T-15-1991- 3 “Spesi ikasi Bahan Tambah Untuk Beton” Yayasan LPMB, Bandung.
- SNI 03-1969. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1970. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus. Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia.
- SNI 03-1971. (1990). Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2816. (1992). Metode Pengujian Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-0691-1996. (1996). Metode Pengujian Kuat Tekan.
- SNI 03-4804. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2461-2002. (2002). Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland Komposit*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- SNI 1974:2011. (2011). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 7974:2013. (2013). Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulis.
- Slamet, W. Sentosa, A., & Prapto, P. (2003). Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi dalam Produksi *Self-Compacting Concrete*.
- Slamet, W. (2011). Studi Eksperimental Kuat Lekat Tulangan Pada Pengecoran Beton Di Bawah Air Dengan Bahan Tambah Polycarboxylate
- Tan, H., Zou, F., Ma, B., Liu, M., Li, X., & Jian, S. (2016). *Effect of Sodium Tripolyphosphate on Adsorbing Behavior of Polycarboxylate Superplasticizer*. *Construction and Building Materials* (Vol.126). Elsevier.
- Tia, S. (2017). Analisis Pemisahan Air Dari Biodiesel Dengan Memakai *Disc Stack Centrifuge* Dengan Kajian Eksperimental Dan Analitik.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Tjokrodimuljo, K. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Universitas Gajah

- Mada.
- Widodo, S. (2008). Optimalisasi Kuat Tekan Self-Compacting Concrete Dengan Cara Trial-Mix Komposisi Agregat Dan Filler Pada Campuran Adukan Beton.
- Widodo, S. (2011). Studi Eksperimental Kuat Lekat Tulangan Pada Pengecoran Beton Di Bawah Air Dengan Bahan Tambah *Polycarboxylate*.
- Zulaicha, L. (2013). Pengaruh Pemakaian Bahan Anti-Washout Superplastisizer (Sikakrete W, Sikament Nn) Terhadap Kekuatan Tekan Beton Yang Dicor Dalam Air. Yogyakarta : STTNAS.