

Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal.sttp-yds.ac.id>

SAINSTEK (e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Kajian Sifat Mekanik Beton Cor Di Dalam Air Gambut (*Underwater Concrete*)

Yudi Sandro Bara Tondang^a, Ismeddiyanto^{b*}, Edy Saputra^c^{a,b,c} Universitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru, 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 09 Juli 2020

Revisi Akhir: 25 November 2021

Diterbitkan Online: 15 Desember 2021

KATA KUNCI

Underwater Concrete, Natrium Tripholyphosphate, Super Plasticizer, Abu Batu, *Dewatering*.

KORESPONDENSI

Telepon : +62 813-7105-1022

E-mail : ismed.diyanto@lecturer.unri.ac.id

A B S T R A C T

Pengecoran di dalam air membutuhkan biaya yang lebih mahal dalam pengerjaannya, karena dibutuhkan proses *dewatering* ataupun semen khusus. Penelitian ini menggunakan Natrium Tripoliphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) sebagai alternatif pemecahan masalah. Natrium Tripoliphosphate berfungsi sebagai lapisan kedap air dalam campuran beton sehingga campuran beton tidak tercampur dengan air. Dalam penelitian ini, ada dua jenis benda uji yang digunakan, yaitu benda uji *Underwater Concrete* dan benda uji non *Underwater Concrete*. Nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton diperoleh berdasarkan pengujian laboratorium dengan beton silinder diameter 10 cm x 20 cm dengan perawatan di dalam air gambut. Hasil pengujian kuat tekan *Underwater Concrete* selama 14 hari yaitu 12.94 MPa, 28 hari 13.31 MPa, dan 56 hari 14.53 Mpa, sedangkan benda uji non *underwater concrete* selama 14 hari 12.94 MPa, 28 hari 13.39 dan 28 hari 15.27 MPa. Hasil pengujian kuat tarik *Underwater Concrete* 28 hari diperoleh sebesar 1.91 MPa, dan 56 hari 1.99 MPa serta pengujian Non *Underwater Concrete* 28 hari diperoleh sebesar 1.79 MPa dan 56 hari 2.06 MPa. Berdasarkan dua hasil pengujian, tidak ada perbedaan signifikan dalam nilai yang diperoleh. Hal tersebut menunjukkan penambahan Natrium Tripoliphosphate dapat berkerja dengan baik di dalam air gambut.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beton pada saat ini, membuat konstruksi beton semakin banyak pilihan sebagai salah satu bahan konstruksi pada sebuah bangunan. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi perkembangan teknologi beton adalah mutu beton, biaya, keterbatasan material dan kondisi lapangan. Dari beberapa faktor di atas kondisi lapangan merupakan permasalahan yang sering kita temukan, salah satunya adalah genangan air. Genangan air merupakan permasalahan utama di dalam dunia konstruksi yang tidak bisa kita hindari, karena elevasi muka air lebih tinggi dari galian pondasi.

Dewatering merupakan suatu pekerjaan yang diperlukan untuk mengeringkan lahan galian di bawah muka air tanah dan untuk mengatasi gaya *uplift* selama masa konstruksi *basement* (Warsita, 2016). Prinsip kerja

dewatering ini adalah mengeringkan muka air tanah yang ada di sekitar lokasi agar tidak mengganggu proses pelaksanaan konstruksi, hal ini banyak menimbulkan masalah di lingkungan disekitarnya terutama di daerah yang padat pemukiman. Salah satu dampak negatif dari *dewatering* ini adalah penurunan tanah di sekitar pembangunan yang mengakibatkan keretakan pada dinding-dinding bangunan dan keruntuhan akibat penurunan tanah tersebut. Dari permasalahan di atas perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut agar kerusakan dan pencemaran akibat pembangunan dapat dihindari.

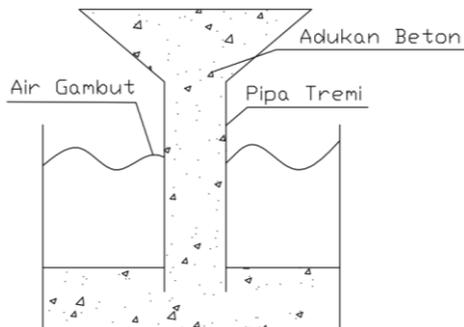
Underwater Concrete merupakan salah satu solusi agar pengecoran langsung di dalam air dapat dilakukan tanpa menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan disekitarnya. Pada saat pengecoran UWC pencucian pasta semen dan material tidak bisa dihindari sehingga mutu dan kualitas beton tidak sesuai lagi dengan kuat tekan yang direncanakan serta perlu zat tambahan khusus agar

kohesi antar partikel tidak berkurang. Zat yang mempunyai sifat *Anti-Washout Admixture* adalah zat yang paling efektif digunakan dalam pengecoran UWC ini, karena *Anti-Washout Admixture* ini mencegah larutnya beton basah oleh aksi air disekitarnya yang menyebabkan pemisahan elemen penyusun (Sonebi, Tamimi, & Bartos, 2000). Di kehidupan sehari-hari banyak kita ketahui *Anti-Washout Admixture*, salah satunya adalah pengental bakso. Komposisi dari pengental bakso ini adalah Natrium Tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) yang membuat adonan tepung tidak terpisah satu sama lain ketika di masukkan ke dalam air, demikian pula diharapkan Natrium Tripolyphosphate ini mempunyai reaksi yang sama ketika menjadi bahan campuran UWC nantinya. Fungsi dari Natrium Tripolyphosphate sebagai bahan tambahan UWC adalah mampu mengikat partikel-partikel yang ada di dalam adukan beton sehingga tidak terjadi pemisahan material ketika adukan beton segar di masukkan ke dalam air hingga proses pengerasan.

Seperti yang sudah kita ketahui pengecoran di dalam air tidak melakukan pemadatan tetapi beton memadat sendiri yang disebut dengan SCC (*Self Compacting Concrete*). SCC adalah campuran beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar (Vibrator). SCC pertama kali diperkenalkan oleh Okamura pada tahun 1990-an, sebagai upaya mengatasi persoalan pengecoran di Jepang. Campuran ini mampu mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan tanpa terjadi segregasi atau pemisahan materialnya. Pada dunia konstruksi kondisi air sangat diperhitungkan, karena air (Tawar, Lumpur, Laut, Gambut) mengandung banyak zat yang dapat mengurangi kuat tekan beton itu sendiri dan penelitian ini dilakukan di dalam air gambut. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penurunan kuat tekan beton air gambut selalu mengalami penurunan. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian Kajian sifat mekanik beton cor di dalam air gambut (*Underwater Concrete*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Cor Dalam Air (*Underwater Concrete*)



Gambar 1 *Underwater Concrete*

Underwater Concrete merupakan pengecoran yang dilakukan secara langsung di dalam air. Sifat yang paling penting dari adukan beton ini adalah *Anti-Washout* agar

segregasi dan pencucian pasta tidak terjadi pada saat pengecoran. Pengecoran *Underwater Concrete* ini tidak memerlukan pemadatan karena dikhawatirkan ketika pemadatan dilakukan di dalam air, material-material yang ada di dalam adukan terlepas dari pasta sehingga mengurangi kuat tekan yang direncanakan. Maka dari itu, adukan beton diharapkan mampu memadat sendiri serta dibutuhkan pencampuran khusus *Anti-Washout* agar material-material halus tidak tercuci dengan air pada saat pengecoran dilakukan. Sifat paling penting dari metode pengecoran adalah tidak ada pemisahan atau pencucian pasta semen oleh air pada saat menuangkan.

2.2 Bahan Campuran Beton

Bahan campuran beton banyak tersedia di toko-toko bangunan yang berupa bahan dasar seperti semen, pasir, kerikil, air dan bahan tambah yang berupa zat *additive* lainnya. Beton merupakan suatu massa yang keras seperti batuan yang terbentuk melalui proses pengerasan karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang berlangsung terus-menerus dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan kekerasan beton terus bertambah sejalan dengan waktu. Pada penelitian ini bahan campuran beton yang digunakan adalah agregat kasar, agregat halus, Natrium Tripolyphosphate sebagai AWA (*Anti-Washout Admixture*), abu batu sebagai *filler*, semen, air dan Super Plasticizer

2.2.1 Natrium Tripolyphosphate (*Sodium Triphosphate*)



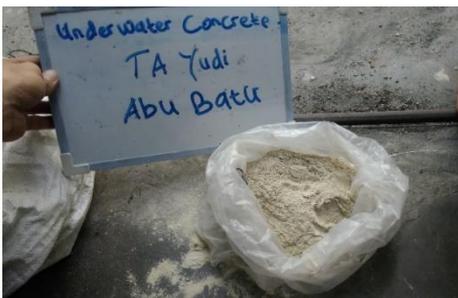
Gambar 2 Natrium Tripolyphosphate

Natrium Tripolyphosphate (*Sodium Triphosphate*), yang selanjutnya disingkat STPP adalah senyawa anorganik dengan rumus kimia $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, berwujud serbuk kristal putih, tidak berbau dan larut dalam air, digunakan sebagai

pelunak air, pengawet makanan dan texturizer, yang termasuk dalam klasifikasi Pos Tarif/HS ex. 2835.31.90.00 (Menteri, 2011).

Natrium Tripolyphosphate merupakan salah satu bahan tambah kimia yang sering digunakan dalam pembuatan adonan bakso dan dalam penelitian ini Natrium tersebut berfungsi untuk membantu proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan pada saat pengecoran di dalam air yang mampu membuat adukan beton tidak terpisah satu sama lain. Sifat dari Natrium ini sangat membantu dalam pengerjaan pengecoran di dalam air yang tidak memerlukan biaya yang mahal dalam pengerjaannya. (Lim & dkk, 2005) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan Natrium Tripolyphosphate sebagai *Additive* dalam pasta semen *Grouting-Natrium Silicate*. Hasilnya *Additive* mengubah distribusi Si dan sifat reologi Natrium Silika, sehingga menyebabkan distribusi Ca dan Si yang lebih seragam untuk menghasilkan kekuatan dan daya tahan awal yang tinggi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Natrium Tripolyphosphate dapat digunakan dalam campuran adukan beton untuk mendukung mutu beton yang dihasilkan.

2.2.2 Abu Batu



Gambar 3. Abu Batu

Abu batu merupakan hasil dari penghancuran bongkahan batu pecah dari mesin *stone crusher*. Pada saat ini abu batu masih dalam tahap penelitian karena fungsinya yang dapat mengurangi jumlah pemakaian agregat halus dalam adukan beton. Kelebihan abu batu dibandingkan dengan menggunakan pasir adalah dari ukuran butirannya yang sangat halus, sehingga dapat mengisi secara merata ke seluruh bagian beton. Selain ukurannya yang halus,

tekstur abu batu yang cenderung tajam akan membuat ikatan di dalam beton tersebut menjadi lebih kuat, yang akhirnya dapat meningkatkan kekuatan beton yang dihasilkan. Penggunaan abu batu sebagai *filler* dapat meningkatkan kuat tekan beton konvensional sebesar 11,085% pada penambahan abu batu dengan takaran 25% berat semen (Slamet Widodo, 2014). Penggunaan abu batu juga dapat menurunkan kuat tekan beton apabila lebih dari 20% berat pasir, karena penggunaan abu batu 20% dari berat pasir memperoleh kuat tekan 19,44 MPa dengan mutu beton $f_c'20$ MPa (Kurniawan, 2015). Abu batu yang dapat digolongkan sebagai *filler* adalah abu batu yang lolos saringan no.100 (0.150 mm) dan tertahan no.200 (0.075 mm).

2.2.3 Super Plasticizer



Gambar 4. Super Plasticizer

Admixture merupakan bahan campuran tambahan yang digunakan sebagai salah satu usaha untuk menaikkan kekuatan tekan karakteristiknya. Selain digunakan untuk membuat beton mutu tinggi, *admixture* ini juga dapat digunakan untuk mengatasi berbagai masalah di lapangan. Pada penelitian ini *admixture* yang digunakan adalah Super Plasticizer yang berfungsi untuk mengencerkan campuran beton agar mudah masuk ke dalam cetakan tanpa melakukan pemadatan. Pengaruh pencampuran Super Plasticizer dapat meningkatkan kekuatan tekan beton sebesar 15,6% pada umur 28 hari (Darmono, 1996).

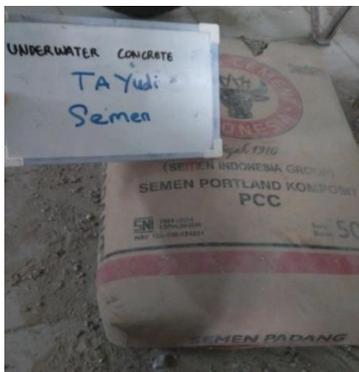
2.2.4 Air

Air merupakan bahan campuran beton yang diperlukan agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen. Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air

dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan mengakibatkan beton akan menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang sementara material agregatnya berada di bawah. Hal tersebut mengakibatkan lemahnya ikatan antar material dan banyaknya rongga-rongga udara pada beton sehingga menghasilkan beton mutu rendah. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap sifat *workability* adukan beton.

Syarat air menurut SK SNI 03-2847-2002 adalah air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton.

2.2.5 Semen



Gambar 5. Semen PCC

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Dalam campuran beton, semen berfungsi sebagai bahan pengikat antar material sampai membentuk suatu massa yang padat dan juga dapat mengisi rongga-rongga udara yang berada diantara butir-butir agregat. Pada campuran beton normal banyak semen yang digunakan berkisar 7% - 15% dari volume beton. Jenis semen juga bermacam-macam tergantung fungsi dan kegunaannya dilapangan. Dalam penggunaannya dilapangan ada beberapa jenis semen yang tidak bebas dijual di pasaran karena mengandung bahan yang berbahaya, tetapi pada penelitian ini jenis semen yang digunakan adalah semen *portland composit*

(PCC) yang aman dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Menurut SNI 15-2049-2004, semen *Portland* adalah 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.

2.2.6 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Beberapa fungsi agregat dalam beton yaitu sebagai bahan pengisi, menghemat penggunaan bahan perekat, mengurangi susut beton, meningkatkan kekuatan, dan dengan gradasi yang baik akan menjadikan beton padat. Dari segi ekonomis lebih menguntungkan jika digunakan campuran beton dengan sebanyak mungkin bahan pengisi dan sedikit mungkin jumlah semen. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Agregat alam berasal dari alam dan langsung digunakan sedangkan agregat buatan melalui proses pengolahan terlebih dahulu yaitu dengan cara dipecahkan menggunakan alat pemecah batu (*stone crusher*). Agregat akan di uji karakteristik material melalui beberapa pengujian material meliputi pengujian berat jenis, kadar air, berat volume, kadar organik, kadar lumpur, analisa saringan dan ketahanan aus agregat. Dari hasil pengujian karakteristik material tersebut akan digunakan untuk perhitungan *mix design*.

2.3 Air Gambut



Gambar 6. Air Gambut

Air gambut adalah air permukaan yang terdapat di daerah berawa maupun dataran rendah dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan)
2. Memiliki pH yang rendah
3. Kandungan zat organik yang tinggi
4. Kekeuhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah
5. Kandungan kation yang rendah

Warna cokelat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (bahan humus) terlarut terutama dalam bentuk asam humus. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu dengan berbagai tingkat dekomposisi, namun secara umum telah mencapai dekomposisi yang stabil. warna akan semakin tinggi karena disebabkan oleh adanya logam besi yang terikat oleh asam-asam organik yang terlarut dalam air tersebut.

2.4 Perawatan, Pengujian Benda Uji dan Pengujian Air Gambut

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam benda uji (*curing*) pada bak perendaman yang berisi air gambut. Benda uji direndam selama 14 hari, 28 hari, dan 56 hari kemudian dapat dilakukan pengujian yang dilaksanakan di Laboraturium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau. Pengujian yang dilaksanakan meliputi:

2.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Untuk pengujian beton pada penelitian ini menggunakan 20 cm x 10 cm yang mengacu pada ASTM 1986. Pengaruh ukuran mengakibatkan besarnya kekuatan beton semakin berkurang dan teori tersebut menyatakan bahwa kemungkinan terjadinya faktor penyebab berkurangnya kekuatan beton seperti *bleeding* dan *segregasi* (Tenda & Tamboto, 2014). Perhitungan kuat tekan diperoleh berdasarkan SNI 1974:2011 pada persamaan II.1 dibawah.

$$f_c = \frac{P}{A} \tag{II.1}$$

di mana ;

- f_c = kuat tekan beton (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas penampang benda uji (mm^2)

Dalam reaksi pembebanan tekan (P) yang diberikan oleh mesin uji tekan (*Compression Test Machine*) akan diterima oleh seluruh daerah luasan penampang secara merata hingga terjadi keruntuhan pada benda uji beton.

2.4.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya.

Kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan II.2.

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.l.d} \tag{II.2}$$

dengan :

- f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- L = Panjang benda uji (mm)
- D = Diameter benda uji (mm)

Penelitian ini juga membuat perbandingan hasil uji kuat tarik belah rumus SNI dengan rumus ACI 318M-05 sebagai berikut:

$$f_{ct} = 0,56\sqrt{f_c'} \tag{II.3}$$

dengan :

- f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)
- f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

3. METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau dan di Dinas Kesehatan Provinsi Riau. Pengujian dimulai dengan pengujian karakteristik bahan dasar penyusun campuran beton dengan menghasilkan data-data yang digunakan dalam perencanaan campuran (*mix design*) benda uji dan pengujian air gambut untuk mengetahui kandungan zat yang ada di dalam air gambut. Metode perencanaan campuran (*mix design*) pada penelitian ini berdasarkan *Design And Testing Of Self-Compacting Concrete*. Penelitian ini dilanjutkan dengan pembuatan

benda uji, proses perawatan (*curing*) selama 14 hari, 28 hari dan 56 hari. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah.

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari *quarry* Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumbar dengan ukuran maksimum 10 mm.
2. Agregat halus yang digunakan berasal dari *quarry* Kabupaten Kampar, Desa sungai Tonang dengan gradasi 4.
3. Semen yang digunakan adalah semen Tipe 1 yang sering digunakan dan tidak mempunyai persyaratan khusus dilapangan.
4. Air yang digunakan adalah air setempat yang berada di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Riau.
5. Bahan tambah yang digunakan berupa Abu batu, Natrium Tripholyphosphate ($Na_5P_3O_{10}$) dan Super Plasticizer

3.2 Alat Penelitian

1. Mesin uji tekan beton

3.3 Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini menggunakan agregat kasar ukuran maksimum 10 mm, serta agregat halus gradasi 4 (Perencanaan campuran beton SCC mengacu pada Design And Testing Of Self-Compecting Concrete by HSI-WEN CHAI BSc, MSc, University College London. Variasi persentase Natrium yang digunakan adalah sebesar 10% terhadap berat semen. Pengelompokan benda uji UWC dan Non UWC dapat di lihat pada Tabel 1 dan Tabel 2:

Tabel 1: Pengelompokan benda uji UWC

Pengujian 14 hari	Pengujian 28 hari		Pengujian 56 hari	
	Tekan	Tekan Belah	Tekan	Tekan Belah
3	3	3	3	3
15 buah				

Tabel 2: Pengelompokan benda uji Non UWC

Pengujian 14 hari	Pengujian 28 hari		Pengujian 56 hari	
Tekan	Tekan	Tekan Belah	Tekan	Tekan Belah
3	3	3	3	3
15 buah				

3.4 Pembuatan Benda Uji

Pada proses ini dilakukan penimbangan benda uji berdasarkan hasil *mix design* yang diperoleh. Pencampuran bahan material dilakukan menggunakan *concrete mixer*. Selanjutnya dilakukan pengujian *slump flow* serta pembuatan benda uji yang langsung dilakukan di dalam air.



Gambar 1. Pengecoran beton ke dalam air

3.5 Pengujian Benda Uji

3.5.1 Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 2. Pengujian kuat tekan beton

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Variasi utama yang merupakan variabel penentu pada kekuatan sampel di lapangan diantaranya yaitu ketidaktepatan dalam mengadakan proporsi kerikil, pasir, semen, air, pemadatan serta suhu yang berpengaruh pada beton usia dini. Untuk pengujian beton pada penelitian ini menggunakan 20 cm x 10 cm yang mengacu pada ASTM 1986. Pengaruh ukuran mengakibatkan besarnya kekuatan beton semakin berkurang dan teori tersebut menyatakan bahwa kemungkinan terjadinya faktor penyebab berkurangnya kekuatan beton seperti *bleeding* dan *segregasi* (Tenda & Tamboto, 2014). Perhitungan kuat tekan diperoleh berdasarkan SNI 1974:2011 pada persamaan 1 dibawah.

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

f_c = kuat tekan beton (MPa)

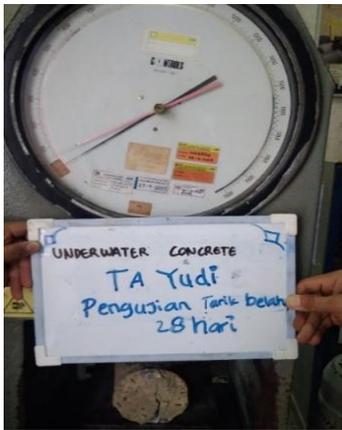
P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

Dalam reaksi pembebanan tekan (P) yang diberikan oleh mesin uji tekan (*Compression Test Machine*) akan diterima oleh seluruh daerah luas penampang secara merata hingga terjadi keruntuhan pada benda uji beton.

3.5.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentu dengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji. Menurut SNI 03-2491-2002, nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Alat bantu pengujian diperlukan apabila panjang benda uji lebih besar dari ukuran permukaan tekan dari mesin uji yang digunakan.



Gambar 3. Pengujian Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 dibawah.

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.L.D} \quad (2)$$

Keterangan :

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

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

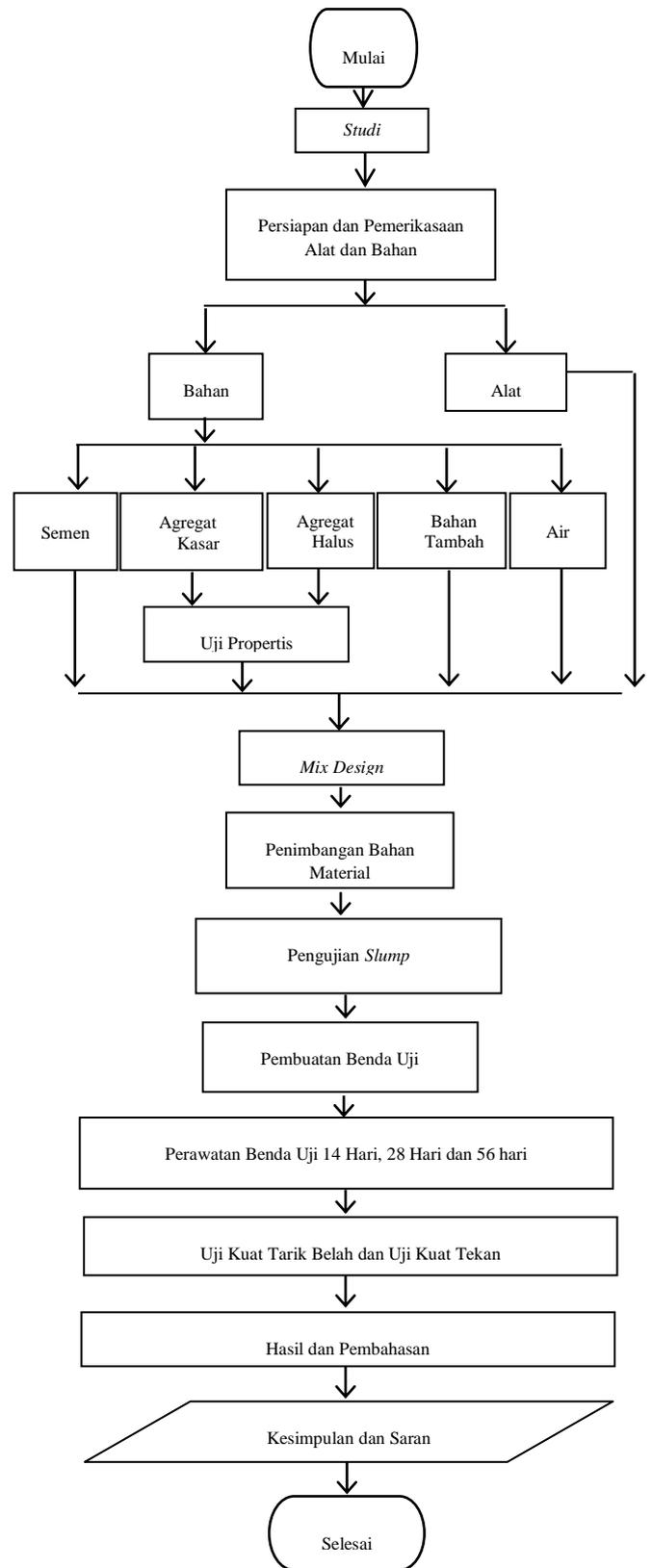
Penelitian ini juga membuat perbandingan hasil uji kuat tarik belah rumus SNI dengan rumus ACI 318M-05 sebagai berikut:

$$f_{ct} = 0,56\sqrt{f_c'} \quad (3)$$

dengan :

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

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Slump Flow

Pengujian *slump flow* dilakukan pada beton segar sebelum dituangkan kedalam cetakan di dalam air. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton segar. Pengisian beton segar kedalam kerucut harus dilakukan sedikit demi sedikit dalam satu lapisan sampai kerucut penuh terisi tanpa dilakukan pemadatan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat).

Pada penelitian ini hasil *slump flow* yang diperoleh adalah 487.5 mm. Dari hasil pengujian *slump flow* ternyata tidak sesuai dengan parameter campuran SCC yaitu 550 mm – 850 mm. Hal ini dikarenakan pada saat pengujian *slump flow*, peneliti terlalu lama melakukan penuangan adukan beton ke dalam kerucut terpancung sehingga adukan beton terlebih dahulu mengental dan adukan beton tidak mengalir dengan baik pada saat kerucut terpancung ditarik ke atas secara vertikal.



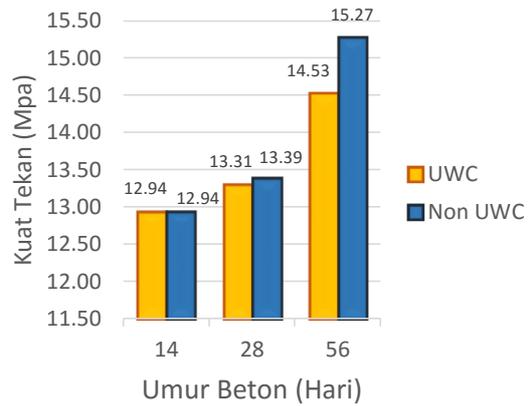
Gambar 1. Pengujian Slump Flow

4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berikut adalah hasil dari pengujian kuat tekan *Underwater Concrete* dan beton non *Underwater Concrete*:

Tabel 1. Hasil kuat tekan UWC dan Non Uwc

Umur (Hari)	fc' (MPa)		fc' (MPa)	
	UWC	Rerata	Non UWC	Rerata
14	12.95		13.54	
	12.79	12.94	12.34	
	13.09		12.95	12.94
28	14.11		14.11	
	14.33	13.31	11.94	
	11.49		14.11	13.39
56	13.13		14.94	
	15.22	14.53	16.43	15.27
	15.22		14.44	



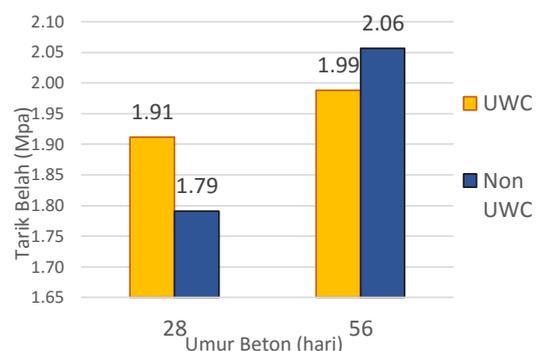
Gambar 2. Grafik Kuat Tekan UWC dan Non UWC

4.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton merupakan salah satu parameter penting pada kekuatan beton. Pada penelitian ini pengujian kuat tarik belah beton dilakukan dengan ukuran 10 cm x 20 cm. Hal ini mengacu pada penelitian sebelumnya (Regar, 2014) dengan variasi ukuran 15 cm x 30 cm (2.83 MPa), 12.5 cm x 25 cm (2.87 MPa), 10 cm x 20 cm (2.95 MPa), dan 7.5 cm x 15 cm (2.94 MPa). Dari hasil penelitian diatas peneliti menggunakan ukuran yang menghasilkan kuat tekan paling tinggi yaitu 10 cm x 20 cm. Pada pengujian kuat tarik belah beton ini dilakukan pada beton dengan umur 28 hari dan 56 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 6 dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Kuat Tarik Belah UWC dan Non UWC

Umur (Hari)	fc' (MPa)		fc' (MPa)	
	UWC	Rerata	Non UWC	Rerata
28	2.16		1.93	
	1.97	1.91	1.65	1.79
	1.60		1.79	
56	1.94		1.96	
	1.87	1.99	2.15	2.06
	2.15		2.07	

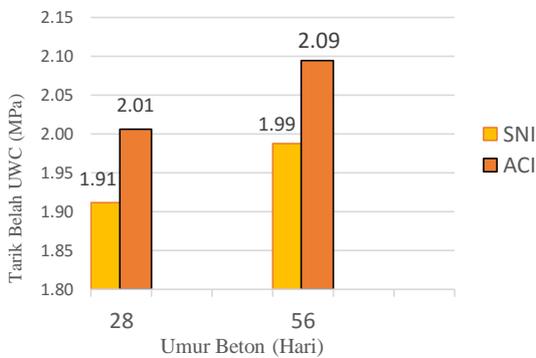


Gambar 3. Grafik tarik belah UWC dan Non UWC

Dalam penelitian ini peneliti juga membuat perbandingan pengujian kuat tarik belah berdasarkan SNI dengan grafik yang dihasilkan dengan metode ACI. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 dibawah.

Tabel 3. Perbandingan Hasil SNI dengan Metode ACI

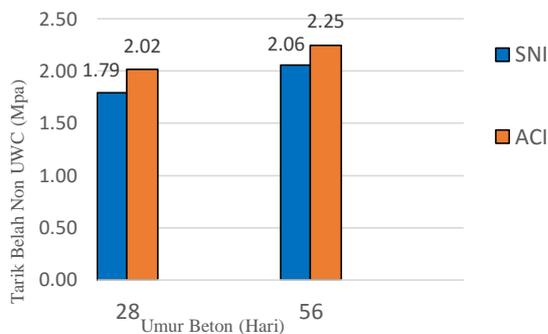
Umur (Hari)	fc' (MPa)		fc' (MPa)	
	UWC	Rerata	ACI	Rerata
28	2.16		2.07	
	1.97	1.91	2.09	2.01
	1.60		1.86	
56	1.94		2.00	
	1.87	1.99	2.14	2.09
	2.15		2.14	



Gambar 4. Grafik Hasil Perbandingan SNI Dengan Metode ACI

Tabel 4. Perbandingan Hasil SNI dengan Metode ACI

Umur (Hari)	fc' (MPa)		fc' (MPa)	
	Non UWC	Rerata	ACI	Rerata
28	1.93		2.07	
	1.65	1.79	1.90	2.02
	1.79		2.07	
56	1.96		2.22	
	2.15	2.06	2.33	2.25
	2.07		2.19	



Gambar 5. Grafik Hasil Perbandingan SNI dengan Metode ACI

Dari hasil perbandingan kuat tarik belah, diketahui bahwa adanya perbedaan grafik yang dihasilkan dari pengujian

kuat tarik belah menggunakan SNI dengan pengujian kuat tarik belah metode ACI.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian *Underwater Concrete* yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antar lain:

1. Pengujian *slump flow* yang telah dilakukan tidak mencapai standar yaitu 550 mm – 850 mm. Hal ini dikarenakan sifat Natrium Tripholyphosphate yang memiliki setting time yang cepat, sehingga apabila tidak dilakukan pengadukan secara terus-menerus, maka adukan beton segar tidak mengalir dengan baik. Hasil yang diperoleh dari pengujian *slump flow* ini ada 487.5 mm.
2. Hasil dari pengujian kuat tekan *Underwater Concrete* yang diperoleh selalu mengalami kenaikan kuat tekan. Umur 14 hari kuat tekan yang didapat adalah 12.94 MPa, umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 13.31 MPa dan umur 56 hari kuat tekan juga mengalami kenaikan sebesar 14.53 MPa. Hal ini dikarenakan kandungan Natrium Tripholyphosphate yang dapat bekerja dengan baik.
3. Hasil dari pengujian kuat tekan beton pada kondisi non UWC juga selalu mengalami kenaikan kuat tekan. Umur 14 hari menghasilkan kuat tekan 12.94 MPa, umur 28 hari 13.39 MPa dan umur 56 hari 15.27 MPa. Hasil ini sedikit berbeda dengan hasil *Underwater Concrete* yang disebabkan sifat Natrium Tripholyphosphate yang dapat melindungi beton dari kandungan air gambut pada kondisi pengecoran non UWC.
4. Hasil pengujian UWC kuat tarik yang diperoleh umur 28 hari sebesar 1.91 MPa, dan umur 56 hari sebesar 1.99 MPa. Sedangkan pada pengecoran beton non UWC diperoleh hasil pada umur 28 hari sebesar 1.79 MPa dan umur 56 hari sebesar 2.06 MPa. Dari hasil pengujian kuat tarik diatas berbeda dengan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode ACI. Pada metode ACI hasil pengecoran UWC umur 28 hari sebesar 2.01 MPa dan umur 56 hari sebesar 2.09 MPa. Hal tersebut menunjukkan hidrasi pada pengecoran UWC terjadi lambat. Untuk pengujian kuat tarik non UWC diperoleh umur 28 hari sebesar 2.02 MPa dan umur 56 hari 2.25 MPa. Hasil tersebut sama dengan pengecoran UWC yang mana proses hidrasi terjadi lambat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Darmono. (1996). Memacu kekuatan dan memperbaiki mutu beton dengan bahan admixture. *Cakrawala pendidikan*, 125-130.

- [2] Fregianto, V., & Nurhidayatullah, E. F. (2019). Pengaruh Kadar Ph Air Terhadap Kuat Tekan. 1.
- [3] HSI-WEN CHAI BSc, M. (1998). Design And Testing Of Self-Compacting Concrete. 240-264.
- [4] Kuhu, H. Y., Sumajouw, M. D., Pandaleke, R., & Tamboto, W. J. (2013). Kajian Sifat Mekanik Beton Tailing Pada Pengecoran Dalam Air Dengan menggunakan Sikacrate-W. *Sipil Statik*, 1.
- [5] Kurniawan, D. (2015). Pengaruh abu batu sebagai pengganti pasir sebagai pembuat beton.
- [6] Lim, H. M., & dkk. (2005). The Effect Of Sodium Tripholyphosphate On Sodium Silicate Cement Grout. 1-2.
- [7] Menteri, P. (2011). Ketentuan Impor Sodium Tripholyphosphate. *Peraturan Menteri Perdagangan*, 1-6.
- [8] Pandiangan, J. A., Olivia, M., & Darmayanti, L. (2010). Ketahanan Beton Mutu Tinggi Di Lingkungan Asam. 1-2.
- [9] Purwati, L., Ismeddiyanto, & Yuniarto, E. (2019). Pengaruh nartium tripholyphosphate terhadap sifat mekanik beton cor di dalam air. 1-2.
- [10] Regar, R. G. (2014). Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Ukuran Dimensi Benda Uji. *Jurna Sipil Statik*, 1.
- [11] Simanjuntak, J. J., Sumajou, M. D., Kumaat, E. J., & Dapas, S. O. (2013). Kajian Sifat Mekanik Beton Tailing Pada Pengerjaan Beton Dalam Air Laut. *Jurnal Sipil Statik*, 1.
- [12] Slamet Widodo, D. (2014). Pemanfaatan abu batu sebagai filler pada selft-compacting concrete. *Pemanfaatan abu batu sebagai filler pada selft-compacting concrete*, 1-2.
- [13] Sonebi, M., Tamimi, A. K., & Bartos, P. (2000). *Materials and Struktur*. June.
- [14] Tenda, R., & Tamboto, W. J. (2014). Pengaruh Dimensi Benda Uji Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil*, 345.
- [15] Warsita. (2016). Perancangan Dewatering Pada Konstruksi Basement. 1.