



**PENGARUH *CURING* AIR LAUT DAN AIR TAWAR TERHADAP KUAT
TEKAN *SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN FLY ASH DAN
ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

SKRIPSI

Disusun oleh :

Adelia Adyb Rahayu

NIM. 161910301123

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**PENGARUH *CURING* AIR LAUT DAN AIR TAWAR TERHADAP KUAT
TEKAN *SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN FLY ASH DAN
ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh :

Adelia Adyb Rahayu

NIM. 161910301123

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk :

1. Mama Sri Sundari dan Papa Bobby Sudarsono terkasih yang selalu memberikan semangat, motivasi, doa dan dukungan dalam bentuk apapun.
2. Adik Zetsudania Fillah Adyb Nugrahanti dan Om Totok Wisnu Broto yang turut memberi semangat dan doa.
3. Guru-guru dan dosen-dosen Adel sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
4. Muhammad Roziqin, Ilga Aditiya, Mohammad Karima, Nuryantika, dan Hafi Anshori yang kebersamai dalam melakukan penelitian di Laboratorium.
5. Sahabat-sahabatku Adelia Adyb Rahayu, Jean Michelle, Amaliyah Tulus, Monica Cinuradha, Sabita Firda Agnesia, Lilish Musabbihatul Luthfiyyah, Dzikril Robby Arrahman dan Risqi Nur Illahi yang membantu, memberi semangat dan doa untuk menyelesaikan tugas ini.
6. Teman-teman BIJI BESI yang selalu memberikan dukungan dan kemudahan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Teman-teman dekatku, yang tidak bisa kusebutkan satu-satu.
8. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Saat kau mengalami kesusahan dan bertanya-tanya kemana Allah, cukup ingat bahwa guru selalu diam saat ujian berjalan.”

(Nourman Ali Khan)

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita.”

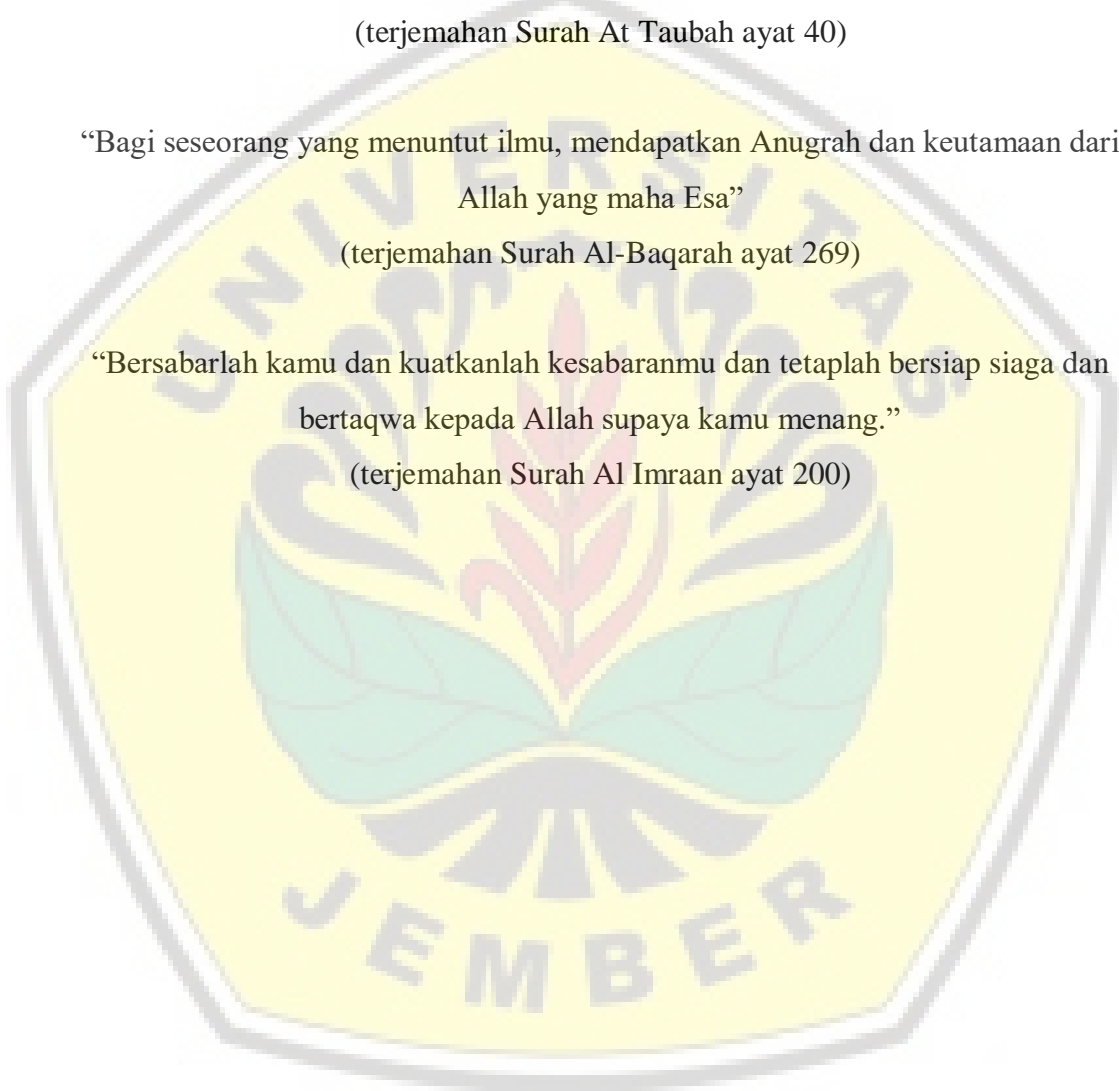
(terjemahan Surah At Taubah ayat 40)

“Bagi seseorang yang menuntut ilmu, mendapatkan Anugrah dan keutamaan dari Allah yang maha Esa”

(terjemahan Surah Al-Baqarah ayat 269)

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertaqwa kepada Allah supaya kamu menang.”

(terjemahan Surah Al Imraan ayat 200)



PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Adelia Adyb Rahayu

NIM : 161910301123

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh *Curing* Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan *Self-Compacting Concrete* Dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Semen” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi lain manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab sepenuhnya atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan, dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 03 Juli 2020

Yang menyatakan,

Adelia Adyb Rahayu

NIM 161910301123

TUGAS AKHIR

**PENGARUH *CURING* AIR LAUT DAN AIR TAWAR TERHADAP KUAT
TEKAN *SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN FLY ASH DAN
ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

oleh

Adelia Adyb Rahayu

NIM 161910301123

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh *Curing* Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan *Self-Compacting Concrete* Dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Semen” oleh Adelia Adyb Rahayu NIM 161910301123 telah diuji dan disahkan pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat :

Tim Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP 19731015 199802 1 001

Winda Tri Wahyuningtyas, S.T, M.T.
NIP 760016772

Tim Penguji:

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota

Luthfi Amri Wicaksono, S.T, M.T.
NRP 760016771

Akhmad Hasanuddin, S.T, M.T.
NIP 19710327 19903 1 003

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T, M.T.
NIP 19700826 199702 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Curing Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan Self-Compacting Concrete Dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen; Adelia Adyb Rahayu; 161910301123; 2019; 98 halaman; Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton adalah material yang sudah umum ditemui dalam dunia konstruksi. Pengembangan sudah banyak dilakukan salah satunya adalah beton SCC yang memiliki kemampuan untuk memadat sendiri tanpa alat penggetar hanya dengan berat sendirinya. Penelitian ini menginovasikan beton SCC dengan mengurangi penggunaan semen dengan cara mensubstitusikan semen dengan *fly ash* dan abu sekam padi tanpa menurunkan mutu betonnya. Mensubstitusikan semen dengan material serupa semen bertujuan untuk meningkatkan mutu dan daya tahan beton terhadap lingkungan kondisi agresif, namun dalam kondisi lingkungan yang normal *fly ash* dan abu sekam padi mampu meningkatkan mutu beton. Atas dasar tinjauan tersebut dilakukan penelitian terhadap pengaruh *curing* air laut dan air tawar terhadap kuat tekan *self-compacting concrete* dengan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai substitusi semen.

Dalam penelitian ini digunakan benda uji silinder ukuran 10 cm x 20 cm. Proporsi *fly ash* (FA) dan abu sekam padi (ASP) sebanyak 10% dari kubutuhan semen. Dipilih 5 variasi untuk penelitian ini yaitu 0% FA 0% ASP; 5% FA 5% ASP; 7,5% FA 2,5% ASP; 10% FA 0% ASP; 0% FA 10% ASP. Baik *fly ash* dan abu sekam padi sudah melalui proses penyaringan dengan ayakan 100-200. Setelah pencampuran, beton segar dan beton mengeras akan melalui pengujian *slump flow*, *L-shaped box*, *V-funnel test*, uji kuat tekan umur 28 hari dan 56 hari.

Hasil dalam penelitian ini proses *curing* air tawar kuat tekan beton tertinggi sebesar 51,55 MPa dan 51,86 MPa pada proporsi 10% FA 0% ASP di umur 28 dan 56 hari. Sedangkan dalam proses *curing* air laut kuat tekan beton tertinggi sebesar 53,14 MPa dan 54,89 MPa pada proporsi 10% FA 0% ASP di umur 28 dan 56 hari. Proses perawatan beton menggunakan air laut dapat meningkatkan kuat tekan dan daya tahan beton, hipotesis ini disebabkan karena kondisi alkali dari air laut mampu meningkatkan reaksi dengan Ca(OH)_2 selain itu

karena kandungan klorida di dalam air laut terbentuklah kristal garam friedel pada beton.



SUMMARY

Effect of Sea Water and Fresh Water Curing Against Compressive Strength of Self-Compacting Concrete with Fly Ash and Rice Husk Ash as Cement Substitution; Adelia Adyb Rahayu; 161910301123; 2019; 98 Pages; Program S-1 Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Concrete is a material that is already commonly found in the construction world. Development has been done one of them is SCC concrete that has the ability to compacting itself without vibrator only with the weight itself. This research innovates the SCC concrete by reducing the use of cement by substituting cement with fly ash and rice husk without lowering the quality of the grain. The substitiveness of cement with similar materials cement aims to improve the quality and durability of concrete against the environment of aggressive conditions, but in the normal environment conditions fly ash and ash husk rice can improve the quality of concrete. On the basis of the review conducted research on the influence of the seawater curing and freshwater curing to compressive strength of self-compacting concrete with fly ash and ash husk rice as cement substitution.

In this study used a cylinder test object size 10 cm x 20 cm. Proportion of fly ash (FA) and Rice Husk Ash (ASP) as much as 10% of cement process. Selected 5 Variations for this study are 0% FA 0% ASP; 5% FA 5% ASP; 7.5% FA 2.5% ASP; 10% FA 0% ASP; 0% FA 10% ASP. Both the fly ash and rice ash husk have been through the screening process with a 100-200 sieve. After mixing, the fresh concrete and hardened concrete will go through the slump flow test, L-shaped box test, V-funnel test, compressive strength test age 28 days and 56 days.

The results in this study are the highest compressive strength with freshwater curing process are 51.55 MPa and 51.86 MPa in proportion of 10% FA 0% ASP at age 28 and 56 days. While in the process of seawater curing the highest are 53.14 MPa and 54.89 MPa in proportion 10% FA 0% ASP at the age of 28 and 56 days. The process of concrete treatment using seawater can increase the compressive strength and durability of concrete, this hypothesis is caused due to the alkali conditions of the sea water is able to increase the reaction with Ca(OH)_2 other

than that because of chloride content in seawater formed Friedel salt crystals in concrete.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayahNya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pengaruh *Curing* Air Laut dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan *Self-Compacting Concrete* dengan *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Semen” dapat terselesaikan. Karya ilmiah atau skripsi ini disusun untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Penyusunan karya ini tak lepas dari bantuan dari banyak pihak, oleh sebab itu ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya diberikan kepada:

1. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama masa studi.
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi (S-1) Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. dan Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Anggota selama proses menyelesaikan skripsi ini.
5. Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. dan Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan II yang telah bersedia memberikan masukan saran dan kritik yang membangun untuk penyelesaian tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat.

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton.....	6
2.2 Self Compacting Concrete (SCC).....	6
2.3 Fly Ash.....	7
2.4 Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash)	8
2.5 Air Laut	9
2.6 Penelitian Terdahulu	9
2.7 Kuat Tekan Beton.....	11

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	13
3.3 Material Penelitian.....	13
3.4 Variabel Penelitian.....	14
3.5 Benda Uji	15
3.6 Pengujian Material.....	16
3.7 Metode Perawatan Beton dengan Air Laut	16
3.8 Metode Pengujian Kuat Tekan	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Pengujian Material.....	20
4.2 Mix Design.....	23
4.3 Pengujian Beton Segar.....	24
4.4 Proses Curing Beton	28
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	31
4.6 Uji - T.....	36
BAB 5. PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN	49
LAMPIRAN A : DATA PENGUJIAN AGREGAT HALUS.....	49
LAMPIRAN B : DATA PENGUJIAN AGREGAT KASAR.....	52
LAMPIRAN C : TABEL <i>MIX DESIGN</i> DAN KUAT TEKAN BETON	56
LAMPIRAN E : <i>LOG BOOK</i> PENELITIAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	8
Tabel 2.2 Komposisi kimia abu sekam padi	9
Tabel 3.1 Rancangan Jadwal Penelitian.....	13
Tabel 3.2 Jumlah benda uji	15
Tabel 4.1 Data Pengujian Agregat Halus	20
Tabel 4.2 Data Pengujian Agregat Kasar	21
Tabel 4.3 Data Pengujian Material Pozzolan	23
Tabel 4.4 Proporsi Campuran Beton Mix Design	23
Tabel 4.5 Proporsi Campuran Beton SCC	23
Tabel 4.6 Hasil pengujian beton segar	24
Tabel 4.7 Hasil pengujian kuat tekan beton curing air tawar	31
Tabel 4.8 Hasil pengujian kuat tekan beton curing air laut.....	32
Tabel 4.9 Hasil uji normalitas	38
Tabel 4.10 Uji <i>paired samples statistics</i> curing air tawar 28 hari	39
Tabel 4.11 Uji <i>paired samples correlations</i> curing air tawar 28 hari.....	39
Tabel 4.12 Uji <i>paired samples test</i> curing air tawar 28 hari	40
Tabel 4.13 Uji <i>paired samples statistics</i> curing air tawar 56 hari	41
Tabel 4.14 Uji <i>paired samples correlations</i> curing air tawar 56 hari.....	41
Tabel 4.15 Uji <i>paired samples test</i> curing air tawar 56 hari	42
Tabel 4.16 Uji <i>paired samples statistics</i> curing air laut 28 hari.....	42
Tabel 4.17 Uji <i>paired samples correlations</i> curing air laut 28 hari.....	43
Tabel 4.18 Uji <i>paired samples test</i> curing air laut 28 hari	43
Tabel 4.19 Uji <i>paired samples statistics</i> curing air laut 56 hari.....	44
Tabel 4.20 Uji <i>paired samples correlations</i> curing air laut 56 hari.....	44
Tabel 4.21 Uji <i>paired samples test</i> curing air laut 56 hari	45

Tabel A.1 Hasil pengujian berat jenis pasir	49
Tabel A.2 Hasil pengujian berat volume pasir	49
Tabel A.3 Hasil pengujian air resapan pasir	49
Tabel A.4 Hasil pengujian kelembaban pasir	50
Tabel A.5 Hasil pengujian analisa saringan pasir	50
Tabel A.6 Hasil pengujian kadar lumpur pasir	51
Tabel B.1 Hasil pengujian berat jenis kerikil	52
Tabel B.2 Hasil pengujian berat volume kerikil	52
Tabel B.3 Hasil pengujian air resapan kerikil	52
Tabel B.4 Hasil pengujian kelembaban kerikil	53
Tabel B.5 Hasil pengujian analisa saringan kerikil	53
Tabel B.6 Hasil pengujian kadar lumpur kerikil	54
Tabel B.7 Hasil pengujian berat jenis semen	54
Tabel B.8 Hasil pengujian berat jenis fly ash	55
Tabel B.9 Hasil pengujian berat jenis semen	55
Tabel C.1 Tabel Mix Design	56
Tabel C.2 Pengujian kuat tekan beton curing air tawar	57
Tabel C.3 Hasil pengujian kuat tekan beton curing air laut	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sketsa Benda Uji Silinder Ø 10 cm x 20 cm.....	11
Gambar 3.1 Model benda uji silinder beton.....	15
Gambar 3.2 Flow Chart.....	19
Gambar 4.1 Grafik gradasi pasir zona 2	21
Gambar 4.2 Grafik gradasi kerikil zona 1	22
Gambar 4.3 Grafik Uji Slump Flow	25
Gambar 4.5 Grafik Uji <i>L-shaped Box</i>	26
Gambar 4.6 Pengujian <i>L-shaped box</i>	27
Gambar 4.7 Grafik Uji <i>V-funnel</i>	27
Gambar 4.8 Pengujian <i>V-funnel</i>	28
Gambar 4.9 Proses <i>curing</i> air tawar.....	29
Gambar 4.10 Salinitas dan pH air laut	30
Gambar 4.11 Proses <i>curing</i> air laut	30
Gambar 4.12 Grafik perbandingan kuat tekan dalam air tawar	33
Gambar 4.14 Pengujian kuat tekan.....	36
Gambar A.1 Grafik gradasi pasir zona 2.....	50
Gambar B.1 Grafik gradasi kerikil zona 1	54

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur menjadi aspek penting dalam mempercepat laju pembangunan nasional di Indonesia. Indonesia adalah Negara Kepulauan yang memiliki luas perairan lebih besar dibandingkan dengan luas daratannya oleh sebab itu, pembangunan infrastruktur juga tidak lepas dari kondisi tersebut. Pembangunan infrastruktur tidak hanya dilakukan di daratan, di daerah pantai atau laut juga ada bangunan seperti jembatan, tol laut, pemecah gelombang, dermaga, jetty, piers, dermaga dan lain sebagainya yang mendukung laju pembangunan nasional.

Proyek pembangunan infrastruktur erat kaitannya dengan penggunaan beton. Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (SNI 03-2834-2000). Banyak hal yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan (durabilitas) beton yang dihasilkan salah satunya yaitu proses perawatan beton (*curing*). *Curing* beton pada umumnya dilakukan dengan menggunakan air bersih yang tidak mengandung bahan kimia yang dapat merusak kekuatan beton itu sendiri. Namun dalam proses pembuatan beton di daerah pantai atau daerah lepas pantai, kontak dengan air laut tidak dapat dihindari. Kontak antara beton dan air laut tentu akan mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan (Uthaman *et al.*, 2018). Selain itu ketersediaan air tawar juga menjadi masalah bagi proyek yang berada di daerah lepas pantai dan laut. Terpapar air laut pada masa *curing* sangat berbahaya karna beton akan mengalami absorpsi dimana garam laut yang terkandung pada air laut akan meresap ke dalam beton melalui rongga-rongga yang ada pada beton. Senyawa yang ada dalam air laut bisa mengurangi mutu beton, sehingga beton tidak mencapai mutu yang direncanakan (Dicosta, 2019).

Ada beberapa cara untuk mengurangi dampak dari permeabilitas air laut terhadap beton salah satunya dengan menggunakan bahan yang memiliki kandungan sama dengan semen yaitu silika seperti abu sekam padi dan *fly ash* (Cholis *et al.*, 2015). Bahan tersebut mengandung *pozzolan* berupa silika (SiO_2) yang dapat bereaksi dengan kapur (CaO) pada suhu kamar dengan media air kemudian membentuk senyawa yang berfungsi sebagai pengikat. Apabila *pozzolan* ditambahkan ke dalam semen, ia akan bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dan akan menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H). Menggunakan abu ampas tebu serta abu sekam padi sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton yang direndam dengan air laut dan air tawar menunjukkan bahwa perlakuan perendaman air laut mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 5,8% dari beton normalnya. Hal ini terjadi karena adanya reaksi antara klorida yang ada dalam air laut dengan *pozzolan* dalam beton segar akan mempercepat perkembangan kuat tekan beton pada usia dini (Maufida, 2018). Penggantian 10% semen dengan abu sekam padi pada *self-compacting concrete* mampu meningkatkan kuat tekan pada usia 28 hari yaitu sebesar 55,37 Mpa dibandingkan beton *self-compacting concrete* tanpa abu sekam padi yaitu 40,57 Mpa (Gusmi *et al.*, 2019).

Selain abu sekam padi, penggantian semen dengan 10% *fly ash* juga dapat meningkatkan laju pertambahan kuat tekan yang hampir sama dengan beton normal pada usia muda (<21 hari), kemudian berangsur-angsur naik melebihi 11,5% di umur 21 hari dan 27% dari beton normal di usia 28 hari (Rahman, 2019). Pada tahun 2016, Ramachandran meneliti tentang pengaruh *fly ash* terhadap beton yang terpapar ion klorida pada air laut. Sampel yang digunakan yaitu beton normal (NC), beton *superplasticizer* (SP) dan beton 20% *fly ash* yang ditambahkan *superplasticizer* (FA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel FA mempunyai *durabilitas* yang baik terhadap paparan air laut apabila dibandingkan dengan sampel lainnya ditinjau dari uji kuat tekan, uji HCP, uji permeabilitas klorida dan uji karbonasi.

Melihat pentingnya beberapa kajian diatas, maka dilakukan studi terhadap pengaruh perendaman air laut dan air tawar pada *self-compacting concrete* dengan bahan tambah *fly ash* dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen. Hasil dari penelitian akan dijadikan dasar hipotesis mengenai pengaruh penambahan *fly ash* dan abu sekam padi terhadap beton yang direndam air laut dan air tawar.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil dari penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh penggunaan variasi *fly ash* dan abu sekam padi sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan *self-compacting concrete* dengan perlakuan perendaman air laut dan air tawar?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi *fly ash* dan abu sekam padi sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan *self-compacting concrete* dengan perlakuan perendaman air laut dan air tawar.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

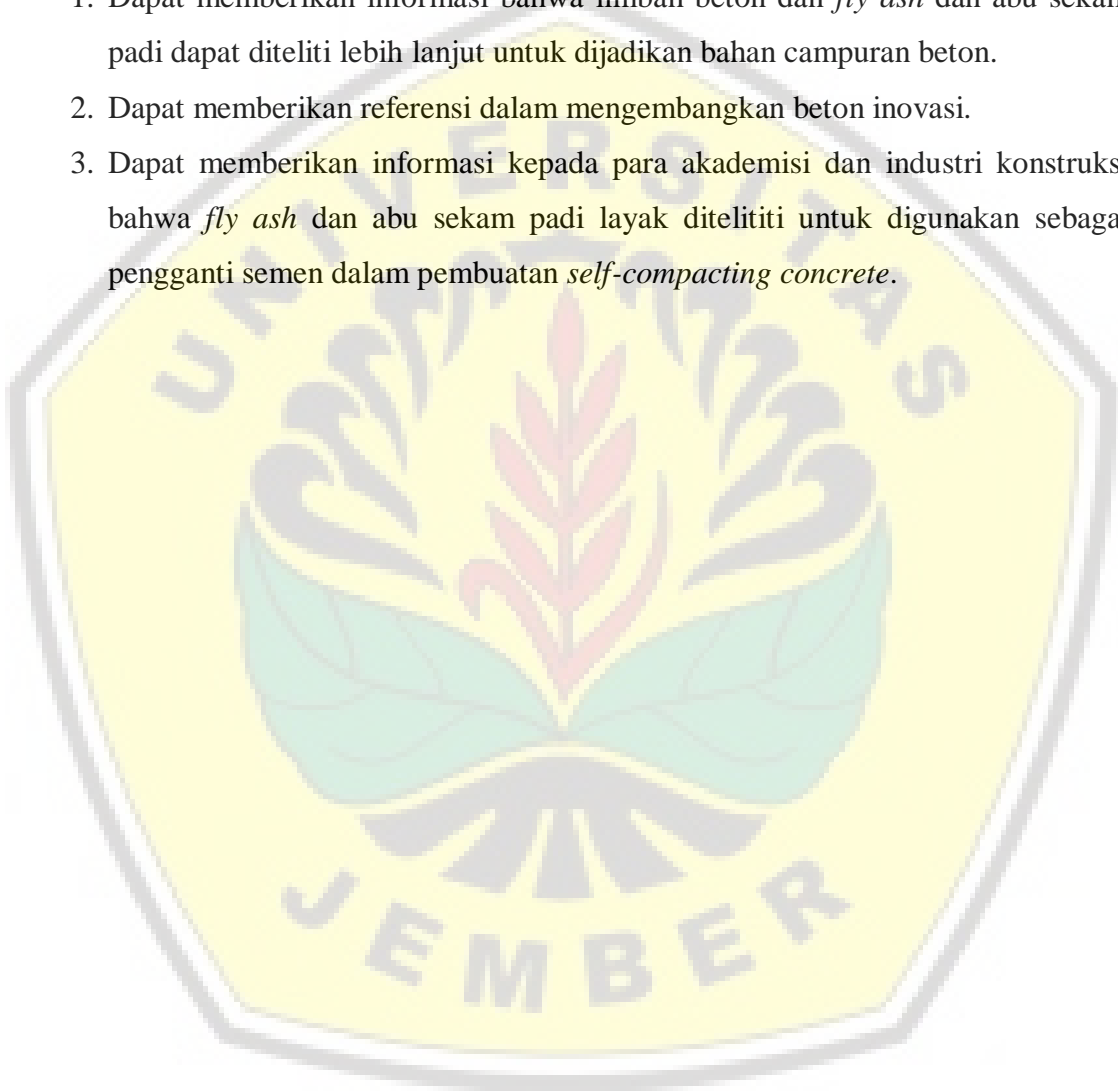
1. Pengujian dan pembuatan beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Jember.
2. Agregat kasar jenis batu pecah dari Wirolegi, Jember.
3. Agregat halus adalah pasir yang berasal dari Pasirian, Lumajang.
4. Semen yang digunakan adalah Portland Composite Cement (PCC).
5. Fly Ash Batubara berasal dari PLTU Paiton, Probolinggo.
6. Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-2011.
7. Proporsi campuran *fly ash* dan abu sekam padi adalah 10% dari jumlah semen dengan komposisi campuran yang variatif.
8. Umur pengujian sampel yaitu 28 dan 56 hari.

9. Metode perawatan beton adalah dengan direndam kedalam air laut dan air tawar sampai pada umur pengujian yang direncanakan.
10. Benda uji beton berbentuk silinder ukuran 10 x 20 cm.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat memberikan informasi bahwa limbah beton dan *fly ash* dan abu sekam padi dapat diteliti lebih lanjut untuk dijadikan bahan campuran beton.
2. Dapat memberikan referensi dalam mengembangkan beton inovasi.
3. Dapat memberikan informasi kepada para akademisi dan industri konstruksi bahwa *fly ash* dan abu sekam padi layak diteliti untuk digunakan sebagai pengganti semen dalam pembuatan *self-compacting concrete*.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (SNI 03-2834-2000).

2.2 Self Compacting Concrete (SCC)

Pengertian *self-compacting concrete* menurut EFNARC adalah beton alir yang mampu memadat sendiri dan memiliki workabilitas beton segar yang memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- a) *Filling ability* yaitu kemampuan beton untuk mengalir serta mengisi keseluruhan bagian bekisting melalui berat beton itu sendiri. Dalam menentukan *filling ability* dapat digunakan *slump-flow test* menggunakan kerucut Abrams, dengan pengujian ini dapat diketahui kondisi workabilitas beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar dinyatakan dalam besaran diameter antara 55 – 85 cm.
- b) *Passing ability* yaitu kemampuan beton untuk mengalir melewati celah-celah antara tulangan atau bagian sempit dari bekisting tanpa adanya segregasi ataupun *blocking*. Untuk mengetahui *passing ability* dari beton segar dapat dilakukan pengujian *L-Shape box*, dengan pengujian ini akan diperoleh nilai *blocking ratio*. Nilai *blocking-ratio* didapatkan dari perbandingan H_2/H_1 , semakin besar nilai perbandingannya maka semakin mudah beton segar mengalir dengan kekentalan tertentu. Rentang nilai yang disyaratkan antara 0,8-1,0.
- c) *Segregation resistance* yaitu kemampuan beton untuk menjaga homogenitas selama mobilisasi beton segar sampai dengan pengecoran. *V-funnel test* dapat digunakan untuk mengukur viskositas beton segar untuk mengalir melewati mulut di ujung bawah alat ukur *V-funnel* diukur dengan besaran waktu yaitu dalam rentang 0 – 25 detik.

2.3 Fly Ash

Fly ash adalah sisa hasil pembakaran batu bara dari tungku uap yang kemudian terbawa gas buangan cerobong asap atau hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap, *fly ash* memiliki sifat *pozzolan* buatan dengan bentuk butiran halus (SNI 06-6867-2002). Bahan yang mengandung senyawa silika (Si) dan alumina (Al) disebut sebagai bahan *pozzolan* yang memiliki fungsi sebagai pengikat seperti dalam semen apabila terhidrasi oleh air dalam suhu kamar (Junaidi, 2018). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Ilmiah pada tahun 2017, menyatakan bahwa *Fly Ash* PLTU Paiton mengandung unsur silika (Si) sebesar 47,10%, alumina (Al) sebesar 24,25% dan kalsium (Ca) sebesar 5,83% sehingga *Fly Ash* PLTU Paiton dikategorikan dalam tipe F, dikarenakan kandungan kalsium (Ca) kurang dari 10%. Kandungan tersebut diketahui reaktif berdasarkan hasil pengujian metode XRD dan memiliki kekecekan yang baik, diketahui dengan metode SEM-EDX. Dalam penelitian ini sifat *pozzolan* diaktifkan menggunakan senyawa alkalin yang berfungsi sebagai katalisator.

Fly ash sendiri dibagi menjadi 3 tipe yaitu :

- 1) Tipe N merupakan *pozzolan* alami atau *pozzolan* yang sudah terkalsinasi seperti abu vulkanik, *tuff* (batu putih yang mengandung debu vulkanik), tanah liat/lempung dan serpih batuan sedimen berbutir halus dan terbentuk dari padatan lumpur dan lempung, dihasilkan dari proses pembakaran dan bersifat *pozzolan* yang baik (ASTM C-618 05 2005). Contoh *pozzolan* alam atau hasil pembakaran yang bisa digolongkan antara lain, tanah diatomic, opaline chertz dan shales, *tuff* dan abu vulkanik (Junaidi, 2018)
- 2) Tipe F merupakan *pozzolan* yang terbentuk dari residu pembakaran batu bara jenis *anthracite* atau *bituminous coal*, tipe ini memiliki sifat menyerupai semen, ciri yang paling menonjol dari tipe ini adalah kandungan CaO < 10% dari massanya (ASTM C-618 05 2005). Dalam literatur lain dituliskan bahwa tipe F memiliki kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 70\%$, kadar CaO < 10% (Junaidi, 2018)
- 3) Tipe C adalah *pozzolan* yang berasal dari proses pembakaran batu bara muda yang memiliki kandungan CaO > 10% dari massanya (ASTM C-618 05

2005), sedangkan kandungan kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 50\%$ serta kadar CaO mencapai 10% dan di dalam campuran beton digunakan kurang lebih 15%-35% dari berat binder total. (Junaidi, 2018)

Tabel 2.1 Persyaratan Mutu *Fly Ash*

No	Senyawa	Kadar (%)
1	Jumlah Oksida ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) (minimum)	30
2	SO_3 (Maksimum)	5
3	Hilang pijar (Maksimum)	6
4	Kadar air (Maksimum)	3
5	Total alkali dihitung sebagai Na_2O (Maksimum)	1,5

Sumber : SNI 06-6867-2002

2.4 Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash)

Wilayah *ekskarasidenan* Besuki yaitu Jember, Situbondo, Bondowoso, Banyuwangi adalah daerah penghasil padi terbesar wilayah Jawa Timur dengan hasil komoditi mencapai 2.427.275 ton. Wilayah Jember menghasilkan 916.992 ton pada tahun 2017, wilayah Banyuwangi menghasilkan 776.367 ton, wilayah Bondowoso menghasilkan 418.656 ton dan wilayah Situbondo mampu menghasilkan 315.260 ton (Data Badan Pusat Statistik, 2017). Hasil padi yang melimpah menimbulkan limbah sekam padi di tempat penggilingan padi. Saat padi digiling, 78% dari beratnya menjadi beras dan 22% lainnya adalah sekam padi. Sekam padi dimanfaatkan oleh industri batu bata merah untuk proses pembakaran batu bata, karena sekam padi terdiri dari 75% bahan mudah terbakar dan nantinya 25% dari beratnya akan menjadi abu. Abu sekam padi memiliki kandungan silika reaktif sebesar 92,31% apabila dibakar pada temperatur tungku yang tidak boleh melebihi 800°C (Maufida, 2018)

Tabel 2.2 Komposisi kimia abu sekam padi

Senyawa	Konsentrasi (%)
SiO ₂	92,31
Al ₂ O ₃	2,31
Fe ₂ O ₃	2,23
CaO	2,4
MgO	0,03

Sumber : Maufida (2018)

2.5 Air Laut

Air laut merupakan campuran 96,5% air murni dan 3,5% lainnya berupa garam, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut mempunyai kadar garam rata-rata sekitar 35.000 oom atau 35 g/liter, yang artinya dalam 1 liter air laut (1000 ml) mengandung 35 gram garam. Senyawa kimia yang terkandung dalam air laut adalah klorida (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), Sulfat (SO₄). Kadar pH air laut bervariasi dalam rentang 7,5 – 8,5 (Maufida, 2018). Selain mengandung NaCl, air laut juga mengandung Ca(OH)₂ yang rendah. Ca(OH)₂ yang ada dalam air laut juga akan bereaksi dengan sisa hidrasi dari SiO₂ dalam bahan pengganti semen dan CaOH₂ yang ada dalam semen yaitu kalsium silikat hidrat (C – S – H). Reaksi tersebut menghasilkan garam Friedel berbentuk kristal (Friedel's slt : 3CaO, AL₂, CaCl₂, 10H₂O) yang mampu meningkatkan derajat keasaman atau pH, dan alkalinitas sehingga dapat mengakselerasi reaksi hidrasi semen serta memberikan struktur pasta lebih padat dengan pori – pori yang lebih kecil (Cheng *et al.*, 2018)

2.6 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian mengenai durabilitas beton dan *self-compacting concrete* telah dilakukan, diantaranya :

1. Pengaruh penggunaan abu sekam padi dan abu ampas tebu sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton dengan perlakuan perendaman air tawar dan air laut.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan perendaman air laut mampu meningkatkan kuat tekan beton. Beberapa komposisi digunakan dalam penelitian ini, pada komposisi 2,5% abu sekam padi dan 7,5% menghasilkan

kuat tekan rata-rata paling tinggi dengan perlakuan perendaman air laut yaitu sebesar 33,04 MPa. Hal ini disebabkan karena kandungan klorida pada air laut bereaksi dengan senyawa yang terdapat dalam beton membentuk kristal garam friedel pada beton (Maufida, 2018).

2. Pengaruh Kadar Rice Husk Ash Terhadap Kuat Tekan Pada High Strength Self-Compacting Concrete (HSSCC) Benda Uji Silinder 7,5 cm x 15 cm Usia 14 dan 28 Hari

Sampel yang dibuat pada penelitian ini adalah 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% *Rice Husk Ash* (RHA) sebagai pengganti semen. Hasilnya menunjukkan bahwa beton dengan kadar 10% RHA mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 26% dibandingkan beton normal pada usia 28 hari yaitu dengan kuat tekan 55,37 (RHA 10%) dan 40,57 (RHA 0%). Sampel dengan kadar RHA sebesar 10% memiliki kinerja paling baik dibandingkan dengan sampel lainnya (Gusmi *et al.*, 2019)

3. Kajian Pengaruh Variasi Komposisi Rice Husk Ash Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi

Penelitian ini membuat beberapa sampel dengan variasi komposisi 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% RHA sebagai pengganti semen. Pada sampel RHA10 memberikan hasil yang optimal karena memenuhi parameter *self-compacting concrete*, semakin bertambahnya kadar RHA maka *flow ability* beton semakin berkurang. RHA10 memiliki kuat tekan paling tinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar 57,15 Mpa di usia 28 hari (Trisnasari *et al.*, 2017).

4. Optimasi Substitusi Parsial Limbah Fly Ash PLTU-Bosowa Jeneponto pada Semen Portland Komposit Dalam Pembuatan Beton

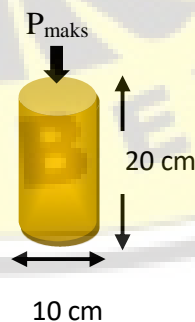
Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggantian semen dengan 10% fly ash dapat meningkatkan faktor kepadatan maksimum sampai dengan 94,19% dengan nilai slump 72 mm, komposisi tersebut mampu meningkatkan laju pertambahan kuat tekan yang hampir sama dengan beton normal pada usia muda (<21 hari) kemudian berangsur-angsur naik melebihi 11,5% di umur 21 hari dan 27% dari beton normal di usia 28 hari (Rahman, 2019).

5. Strength and Durability Studies of Fly Ash Concrete in Sea Water Environments Compared with Normal and Superplasticizer Concrete

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah penggunaan *fly ash* sebesar 20% untuk pengganti semen pada beton mampu meningkatkan ketahanan beton terhadap air laut dalam rentang usia 28, 90, 180 dan 365 hari. Beton dengan perawatan air laut memiliki hasil uji kuat tekan yang tinggi, uji permeabilitas klorida yang baik dibandingkan dengan sampel lainnya ini disebabkan karena beton dengan kandungan *fly ash* menghasilkan lebih banyak silikat saat terpapar air laut yang berfungsi sebagai pengisi rongga dan kapiler pada permukaan beton untuk meningkatkan kuat tekannya (Ramachandran *et al.*, 2016)

2.7 Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-2011 yang dimaksudkan dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Beton *self-compacting concrete* dikategorikan sebagai beton mutu tinggi, menurut PD T-04-2004-C beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 Mpa. Dalam SNI 03 – 6468 – 2000 disebutkan bahwa beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih dari sama dengan 41,4 Mpa. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji menjadi hancur dengan luas penampang. Persamaannya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Ilustrasi Benda Uji Silinder Ø 10 cm x 20 cm

$$\text{Rumus Kuat Tekan: } f_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

f_c' = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang pengaruh penggunaan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan *self-compacting concrete* dengan perlakuan perendaman air tawar dan air laut yang dilakukan dengan rancangan jadwal penelitian pada table 3.1 Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tabel 3.1 Rancangan Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
		Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan Bahan																
2	Pengujian Material																
3	Mix Design																
4	Pengecoran Beton																
5	Curing Benda Uji																
6	Pengujian Benda Uji																
7	Analisis Data dan Pembahasan																

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen dan mendapatkan data secara langsung (data primer) melalui proses pengujian benda uji dari berbagai kondisi perlakuan di laboratorium. Dilakukan satu metode pendekatan untuk mendukung eksperimen ini dengan mengumpulkan data dari penelitian sebelumnya (data skunder) dengan permasalahan yang berhubungan.

3.3 Material Penelitian

Selain menggunakan material utama beton (pasir, kerikil, semen dan air) dalam penelitian ini digunakan juga material tambahan yang mampu meningkatkan kinerja beton, yaitu *fly ash* (FA) dan abu sekam padi (ASP).

a. Fly Ash

Fly ash diperoleh langsung dari PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.

b. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan, diambil dari Pabrik Pembuatan Batu Bata di Jalan Tidar, Jember.

c. Semen

Semen yang digunakan pada eksperimen ini adalah semen PCC Tiga Roda.

d. Agregat halus (Pasir)

Pasir Lumajang yang digunakan bergradasi zona 2.

e. Agregat kasar (Kerikil)

Kerikil yang digunakan dalam eksperimen ini berjenis batu pecah dengan ukuran maksimum 10 mm.

f. Air

Digunakan air sumur sebagaimana air sumur pada umumnya.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang dijadikan objek pengamatan dalam penelitian, sering juga disebut sebagai faktor yang penting dalam penelitian. Variabel dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga jenis variabel :

3.4.1 Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas adalah variabel yang menyebabkan timbulnya variabel terikat. Variabel bebas yang ada dalam penelitian ini adalah variasi komposisi material penyusun beton *self-compacting concrete* dan ukuran butir agregat, yaitu : variasi komposisi material beton dengan *fly ash* dan abu sekam padi, dan jumlah air.

3.4.2 Variabel Terikat (Dependen)

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah :

a. Nilai slump.

b. Kuat tekan.

c. Berat isi beton.

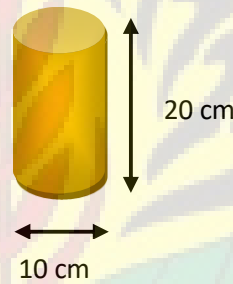
3.4.3 Variabel Kontrol (Pengendali)

Variabel kontrol merupakan variabel yang sifatnya konstan digunakan untuk perbandingan variabel lain. Faktor-faktor yang akan mempengaruhi kuat tekan antara lain :

- a. Faktor air semen.
- b. Ukuran maksimum agregat.
- c. Umur beton.
- d. Tipe semen.
- e. Cara perawatan beton.
- f. Perendaman beton dengan air tawar dan air laut.

3.5 Benda Uji

Dalam penelitian ini akan digunakan benda uji berbentuk silinder untuk pengujian kuat tekan dengan spesifikasi seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model benda uji silinder beton

Tabel 3.2 Jumlah benda uji

No	Komposisi Campuran	Umur	
		28	56
1	0% FA + 0% ASP	4	4
2	7,5% FA + 2,5% ASP	4	4
3	5% FA + 5% ASP	4	4
4	10% FA	4	4
5	10% ASP	4	4
Total Benda Uji x 2 (Laut dan Tawar)		40	40
		80	

3.6 Pengujian Material

Material-material yang akan digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan kualitas bahan penyusun beton. Uji material yang akan dilakukan meliputi pengujian terhadap agregat halus, agregat kasar, dan semen. Berikut langkah-langkah pengujian material :

3.4.4 Pengujian Agregat Halus

- a. Berat Volume
- b. Berat Jenis
- c. Kelembaban Pasir
- d. Air Resapan Pasir
- e. Kadar Lumpur
- f. Analisa Saringan

3.4.5 Pengujian Agregat Kasar

- a. Berat Volume Kerikil
- b. Berat Jenis Kerikil
- c. Kelembaban Kerikil
- d. Air Resapan Kerikil
- e. Kadar Lumpur
- f. Analisa Saringan
- g. Keausan

3.4.6 Pengujian Semen

- a. Berat Volume Semen
- b. Berat Jenis Semen

3.4.7 Pengujian Fly ash dan Abu Sekam Padi

- a. Berat Jenis Semen

3.7 Metode Perawatan Beton dengan Air Laut

Prosedur perawatan beton menggunakan air laut adalah sebagai berikut :

1. Bak curing beton diisi dengan air laut sampai dengan $\frac{3}{4}$ bagiannya.
2. Beton yang sudah dilepas dari bekisting diberi label usia pengujian, kemudian dimasukkan ke dalam bak curing, benda uji direndam seluruhnya.
3. Setelah semua benda uji terendam, bak curing ditutup rapat.

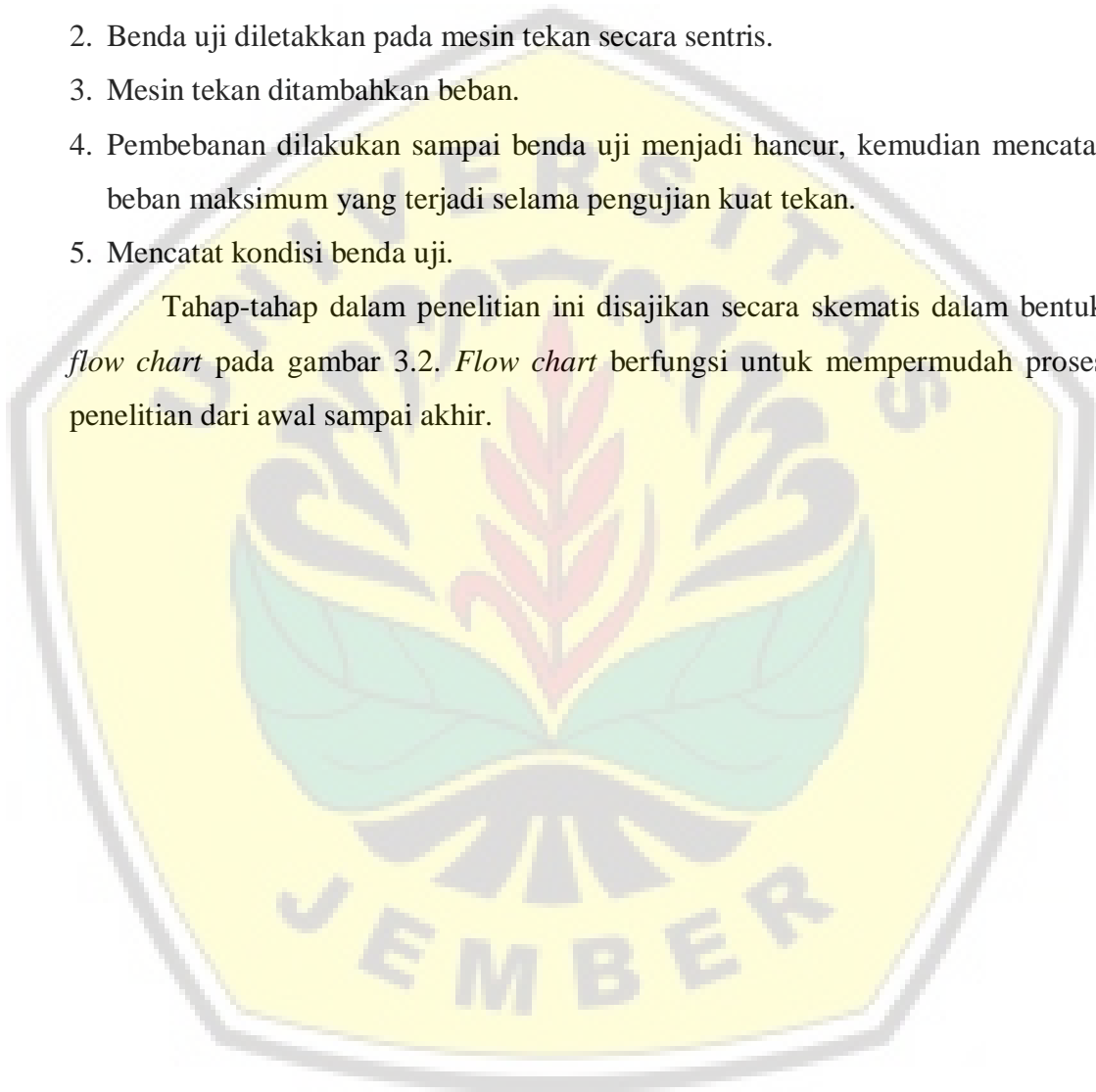
4. Setelah memenuhi usia 28 dan 56 hari, benda uji diangkat kemudian dilakukan pengujian kuat tekan.

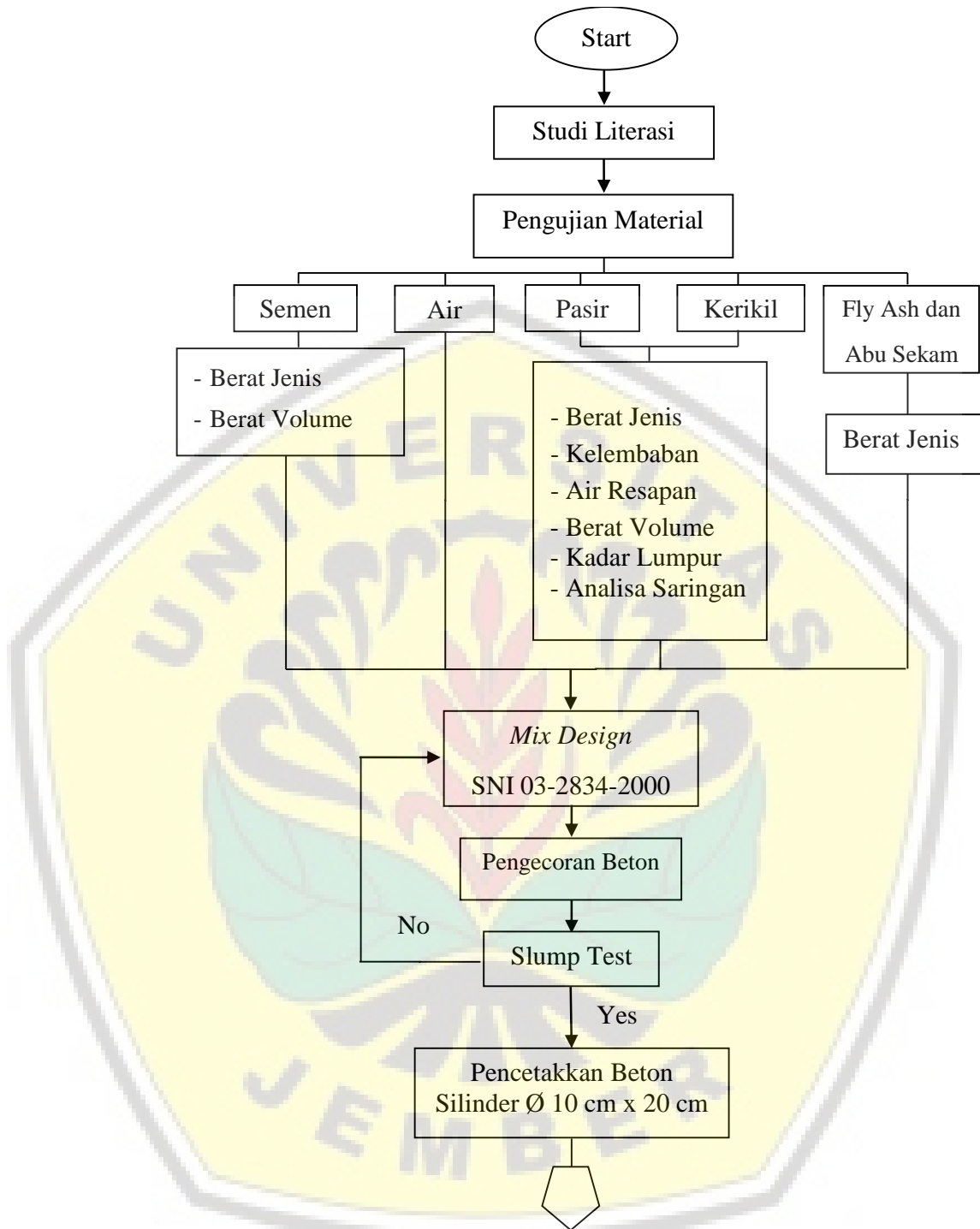
3.8 Metode Pengujian Kuat Tekan

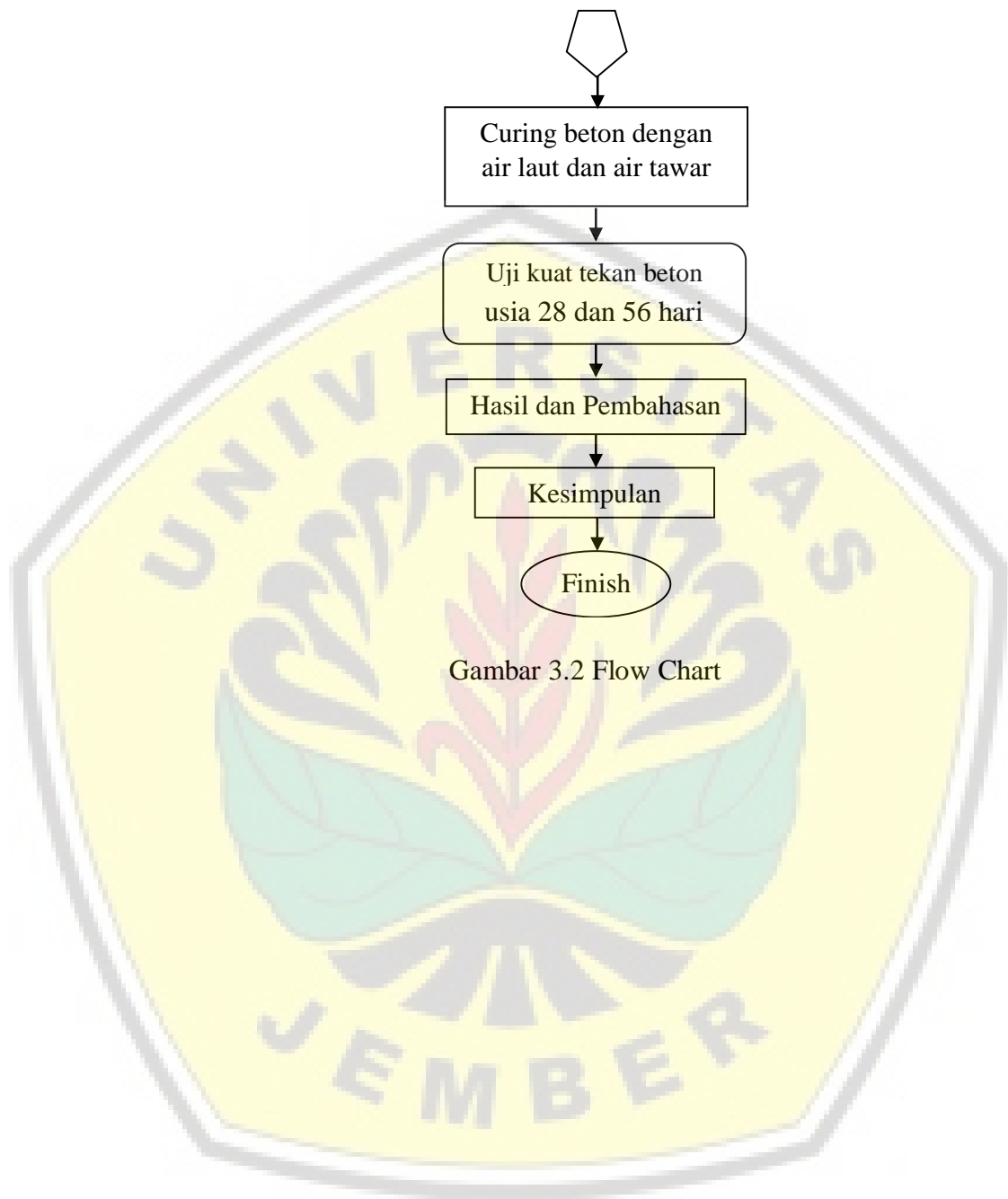
Prosedur pengujian kuat tekan beton sesuai dengan SNI 03-1974-2011 adalah dengan melakukan langkah-langkah berikut :

1. Benda uji ditimbang berat volume dan diukur dimensinya.
2. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris.
3. Mesin tekan ditambahkan beban.
4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur, kemudian mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian kuat tekan.
5. Mencatat kondisi benda uji.

Tahap-tahap dalam penelitian ini disajikan secara skematis dalam bentuk *flow chart* pada gambar 3.2. *Flow chart* berfungsi untuk mempermudah proses penelitian dari awal sampai akhir.







Gambar 3.2 Flow Chart

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

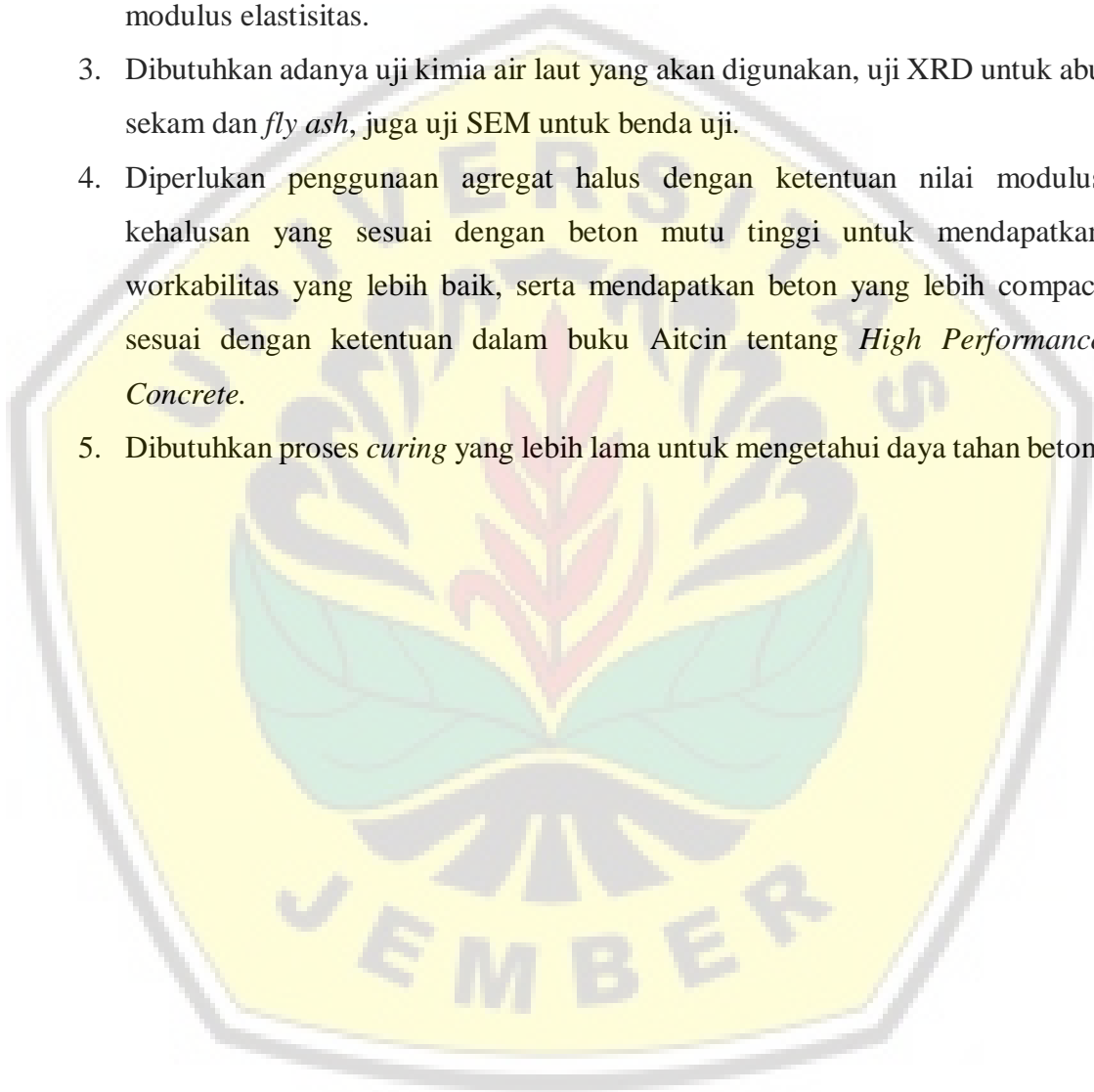
Berdasarkan pemaparan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses *curing* air laut memiliki pengaruh besar terhadap kuat tekan dan durabilitas *self-compacting concrete* dengan kandungan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai substitusi semen. Hal ini disebabkan oleh senyawa *pozzolan* dalam *fly ash* dan abu sekam padi dapat diaktifkan oleh kondisi alkali yang berasal dari air laut sebagai katalisator. Sehingga reaksi hidrasi antara air, semen, abu sekam padi dan *fly ash* yang membentuk senyawa kalsium silikat hidrat berfungsi sebagai pengikat agregat beton bisa berlangsung secara maksimal. Apabila reaksi hidrasi berlangsung secara maksimal maka kuat tekan beton meningkat dengan baik.

Dalam hal ini *fly ash* memiliki pengaruh paling besar terhadap peningkatan workabilitas maupun dalam meningkatkan mutu dan daya tahan beton terhadap lingkungan agresif seperti air laut. Dalam proses *curing* air tawar kuat tekan beton tertinggi sebesar 51,55 MPa dan 51,86 MPa pada proporsi 10% FA 0% ASP di umur 28 dan 56 hari. Sedangkan dalam proses *curing* air laut kuat tekan beton tertinggi sebesar 53,14 MPa dan 54,89 MPa pada proporsi 10% FA 0% ASP di umur 28 dan 56 hari. Proses perawatan beton menggunakan air laut dapat meningkatkan kuat tekan dan daya tahan beton, hipotesis ini disebabkan karena kondisi alkali dari air laut mampu meningkatkan reaksi dengan Ca(OH)_2 selain itu karena kandungan klorida di dalam air laut terbentuklah kristal garam friedel pada beton. Baik dalam proses *curing* air tawar dan air laut beton proporsi dengan kandungan abu sekam padi 10% mengalami penurunan kuat tekan, sebab penggantian semen dengan abu sekam padi efektif pada rentang 2,5 – 7,5% terhadap kebutuhan semen. Selain itu tidak tercapainya mutu rencana pada beton normal disebabkan oleh agregat halus yang digunakan memiliki modulus kehalusan kurang dari modulus kehalusan yang disyaratkan untuk beton mutu tinggi sehingga beton tidak *compact* dikarenakan masih didapati rongga-rongga dalam beton. Selain itu tidak adanya kandungan *pozzolan* yang berasal dari *fly ash* dan abu sekam padi untuk mengisi rongga-rongga dalam beton.

5.2 Saran

Berkaitan dengan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan ada beberapa saran yang dapat dianjurkan yaitu :

1. Dapat menggunakan semen dengan tipe dan merk yang berbeda, dengan proses *curing* air rawar dan air laut.
2. Diperlukan pengujian sifat mekanik beton lainnya seperti kuat tarik dan modulus elastisitas.
3. Dibutuhkan adanya uji kimia air laut yang akan digunakan, uji XRD untuk abu sekam dan *fly ash*, juga uji SEM untuk benda uji.
4. Diperlukan penggunaan agregat halus dengan ketentuan nilai modulus kehalusan yang sesuai dengan beton mutu tinggi untuk mendapatkan workabilitas yang lebih baik, serta mendapatkan beton yang lebih compact sesuai dengan ketentuan dalam buku Aitcin tentang *High Performance Concrete*.
5. Dibutuhkan proses *curing* yang lebih lama untuk mengetahui daya tahan beton.



DAFTAR PUSTAKA

BSN (Badan Standarisasi Nasional), SNI-03-6468-2000-*Beton Mutu Tinggi dengan Abu Terbang*.

BSN (Badan Standarisasi Nasional), SNI-03-2834-2000-*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.

BSN (Badan Standarisasi Nasional), SNI-1974-2011 *Cara Uji Kuat Tekan dengan Beton dengan Silinder*.

Aitcin, P-C. *High-Performance Concrete*.

Cheng, S. *et al.* (2018) 'Effects of seawater and supplementary cementitious materials on the durability and microstructure of lightweight aggregate concrete', *Construction and Building Materials*. Elsevier Ltd, 190, pp. 1081–1090. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.09.178.

Cholis, A. N. *et al.* (2015) 'UJI SERAPAN DAN PERMEABILITAS AIR LAUT PADA BETON MUTU TINGGI (HIGH STRENGTH CONCRETE) DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI', XII, pp. 1–9.

Dicosta, R. (2019) 'STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN AIR TAWAR PADA PEMBUATAN BETON DAN AIR LAUT SEBAGAI PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON'.

Gusmi, B. *et al.* (2019) 'PENGARUH KADAR RICE HUSK ASH TERHADAP KUAT TEKAN PADA HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE (HSSCC) BENDA UJI SILINDER 7,5 CM X 15 CM USIA 14 DAN 28 HARI', pp. 21–30.

Ilham, A. (2005) 'Pengaruh sifat-sifat fisik dan kimia bahan pozolan pada beton kinerja tinggi', 13(3), pp. 75–85.

Junaidi, I. (2018) 'PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK GENTENG PRESS TERHADAP SEMEN GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR FLY-ASH PLTU PAITON DENGAN SENYAWA AKTIFATOR (NaOH) DAN KATALISATOR (Na₂SiO₃) EFFECT'.

Mahyar, H., Syahyadi, R. and Miswar, K. (2018) 'Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu AmpasTebu Sebagai Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton MutuTinggi A-212 A-213', 2(1), pp. 212–214.

Maufida, A. (2018) 'PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN PERLAKUAN PERENDAMAN AIR TAWAR DAN AIR LAUT'.

Pujianto, A. (2019) 'Kuat Tekan Beton dan Nilai Penyerapan dengan Variasi Perawatan Perendaman Air Laut dan Air Sungai Kuat Tekan Beton Beton', 22(2), pp. 112–122. doi: 10.18196/st.222243.

Rahman, M. J. (2019) 'OPTIMASI SUBTITUSI PARSIAL LIMBAH FLY ASH PLTU-BOSOWA JENEPONTO PADA SEMEN PORTLAND KOMPOSIT DALAM PEMBUATAN BETON'.

Ramachandran, D. *et al.* (2016) 'Strength and Durability Studies of Fly Ash Concrete in Sea Water Environments Compared with Normal and Superplasticizer Concrete', 00(0000), pp. 1–9. doi: 10.1007/s12205-016-0272-4.

Trisnasari, Z. *et al.* (2017) 'PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DENGAN KUAT TEKAN BETON', pp. 1427–1434.

Uthaman, S. *et al.* (2018) 'Enhancement of strength and durability of fly ash concrete in seawater environments : Synergistic effect of nanoparticles', *Construction and Building Materials*. Elsevier Ltd, 187, pp. 448–459. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.07.214.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A : DATA PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Tabel A.1 Hasil pengujian berat jenis pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Picnometer + Pasir + Air (W2)	161,5	164,4	164,4
Berat Pasir SSD (W1)	50	50	50
Berat Picnometer + Air (W3)	131,5	134	134
Berat Jenis Pasir (BJ)	2,5	2,55102	2,55102
Berat Jenis Pasir rata-rata		2,534	

Tabel A.2 Hasil pengujian berat volume pasir

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1)	7160	7160	7160	7160
Berat Silinder (W1) + Pasir (W2)	25660	25950	23650	23670
Berat Pasir (W2-W1)	18500	18790	16490	16510
Volume Silinder	9654,28	9654,28	9654,29	9654,28
Berat Volume (BV = W2-W1/V)	1,916	1,946	1,708	1,710
Rata-rata berat volume	1,931		1,709	
		1,820		

Tabel A.3 Hasil pengujian air resapan pasir

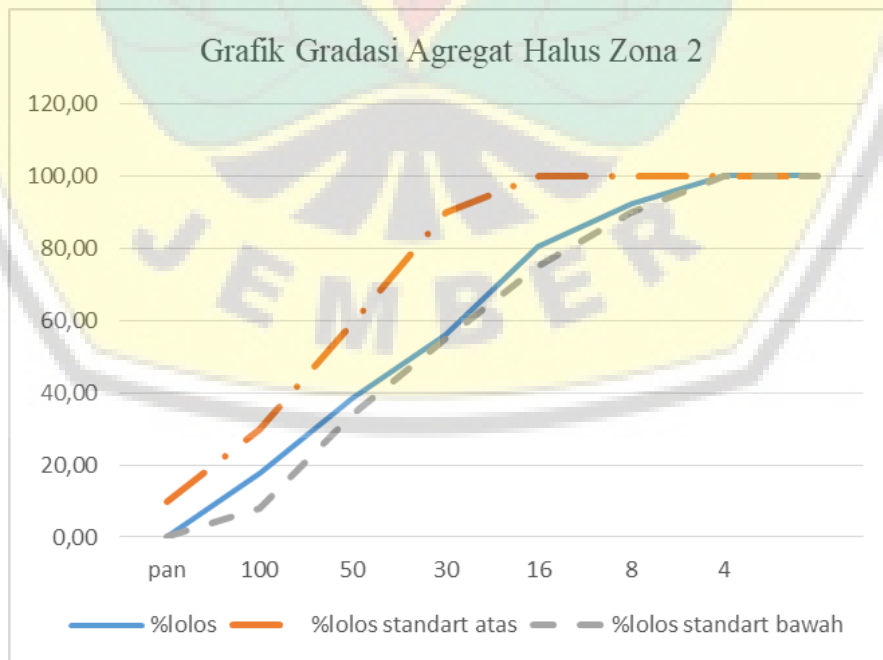
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir (W1)	100	100	100
Berat Pasir Oven (W2)	97,1	97,4	97,4
Kadar Air Resapan $((W1-W2)/W2) \times 100\%$	2,99%	2,67%	2,67%
Rata-rata kadar air resapan		2,78%	

Tabel A.4 Hasil pengujian kelembaban pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	250	250	250
Berat Pasir Oven (W2)	237,3	236,8	237
Kelembapan Pasir	5,35%	5,57%	5,49%
Rata-rata kelembapan pasir	5,47%		

Tabel A.5 Hasil pengujian analisa saringan pasir

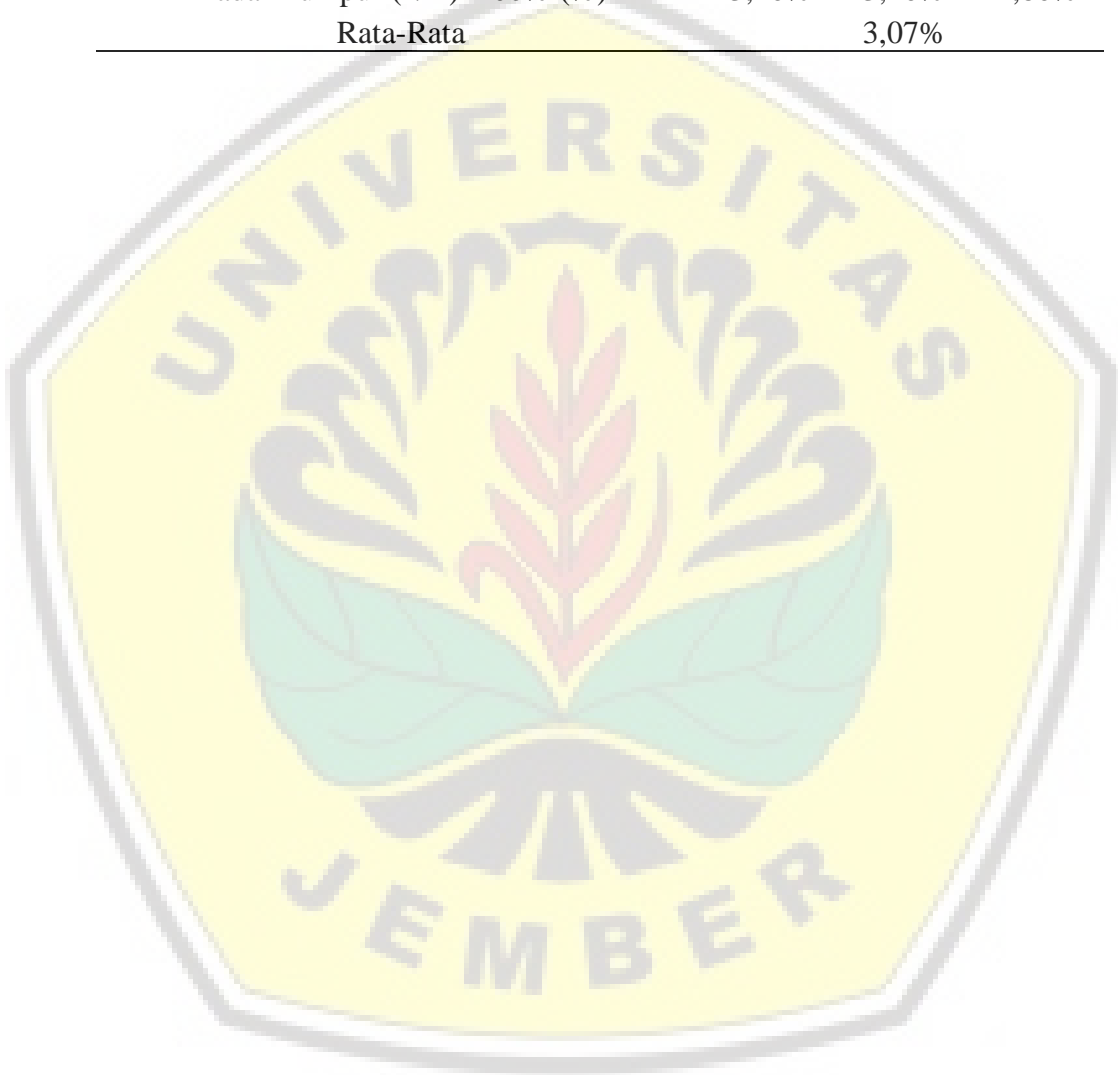
Saringan		Berat Saringan	Saringan + Pasir	Berat Pasir Tertinggal		% Kumulatif	
Nomor	mm			Gram	%	Tinggal	Lolos
4	4,76	429,5	429,5	0	0	0	100,00
8	2,38	425,7	501,4	75,7	7,57	7,57	92,43
16	1,19	407,5	527,5	120	12	19,57	80,43
30	0,59	398,9	644,6	245,7	24,57	44,14	55,86
50	0,297	399,8	574,1	174,3	17,43	61,57	38,43
100	0,149	392,7	599,5	206,8	20,68	82,25	17,75
pan	0	355,7	533,2	177,5	17,75	100	0,00
Jumlah		2809,8	3809,8	1000,00	100	315,1	384,9



Gambar A.1 Grafik gradasi pasir zona 2

Tabel A.6 Hasil pengujian kadar lumpur pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Tinggi Pasir (H) (ml)	250	250	250
Tinggi Lumpur (h) (ml)	8	8	7
Kadar Lumpur (h/H)*100% (%)	3,20%	3,20%	2,80%
Rata-Rata		3,07%	



LAMPIRAN B : DATA PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Tabel B.1 Hasil pengujian berat jenis kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil di Udara (W1)	3000	3000	3000
Berat Kerikil di Air (W2)	1940	1900	1910
Bj Kerikil = $\frac{(W1)}{(W1-W2)}$	2,83	2,73	2,75
BJ Kerikil Rata-Rata	2,77		

Tabel B.2 Hasil pengujian berat volume kerikil

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1)	9565	9565	9565	9565
Berat Silinder+Kerikil (W2)	29350	29400	31065	31070
Berat Kerikil (W2-W1)	19785	19835	21500	21505
Volume Silinder (V)	15307,06	15307,06	15307,06	15307,06
BV = $\frac{(W2-W1)}{V}$	1,293	1,296	1,405	1,405
BV Kerikil Rata-Rata	1,294		1,405	
	1294,17 Kg/m ³			

Tabel B.3 Hasil pengujian air resapan kerikil

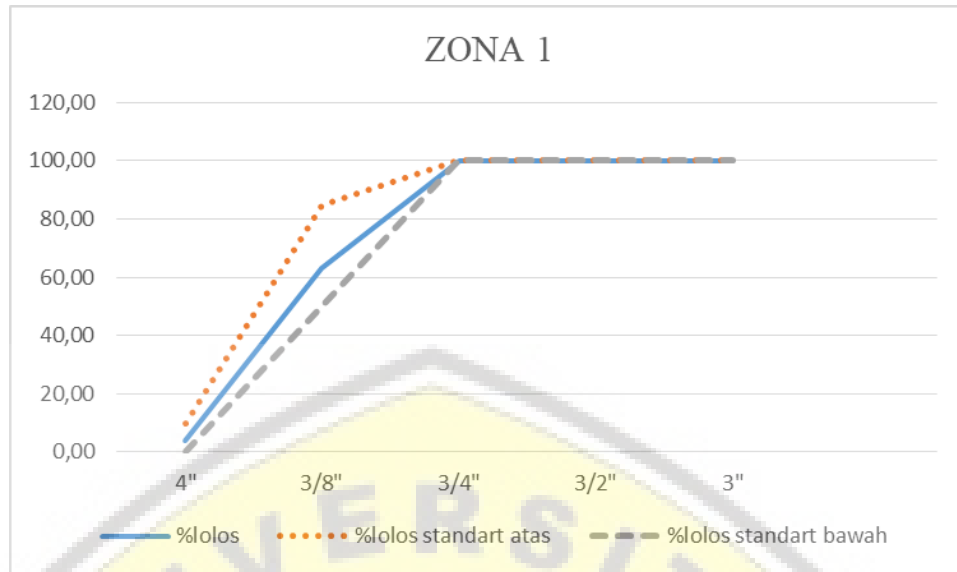
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil SSD (W1)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2)	490,50	491,10	490,80
KAR = $\frac{W1-W2}{W2} \times 100\%$	1,94%	1,81%	1,87%
KAR Kerikil Rata-Rata	1,87%		

Tabel B.4 Hasil pengujian kelembaban kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil Asli (W1)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2)	499,20	499,40	499,10
$KK = \frac{(W1-W2)}{W2} \times 100\%$	0,16%	0,12%	0,18%
Kelembaban Kerikil Rata-Rata	0,15%		

Tabel B.5 Hasil pengujian analisa saringan kerikil

Saringan Nomor	Berat Saringan		Berat Saringan + Kerikil	Berat Kerikil Tertinggal		% Kumulatif	
	mm	gram		Gram	%	Tinggal	Lolos
3"	76,2	606,3	606,3	0	0	0	100
3/2"	38,1	525,8	525,8	0	0	0	100
3/4"	19	555,8	555,8	0	0	0	100
3/8"	9,5	362,2	730,1	367,9	36,79	36,79	63,21
4	4,76	324,4	916,7	592,3	59,23	96,02	3,98
8	2,38	429	459,4	30,4	3,04	99,06	0,94
16	1,19	414,6	420,5	5,9	0,59	99,65	0,35
30	0,59	410	410,8	0,8	0,08	99,73	0,27
50	0,297	387,9	388,4	0,5	0,05	99,78	0,22
100	0,149	362,3	362,6	0,3	0,03	99,81	0,19
Pan	0	426,3	428,2	1,9	0,19	100	0
Jumlah				1000	100		



Gambar B.1 Grafik gradasi kerikil zona 1

Tabel B.6 Hasil pengujian kadar lumpur kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil SSD (W1)	500,00	500,00	500,00
Berat Kerikil Bersih Kering Oven (W2)	498,80	499,10	498,90
Kadar Lumpur = $\frac{W1-W2}{W2} \times 100\%$	0,24%	0,18%	0,22%
KL Kerikil Rata-Rata	0,21%		

Tabel B.7 Hasil pengujian berat jenis semen

Percobaan Nomor	BJ SEMEN		
	1	2	1
Berat Semen (gr)	64	64	64
Tinggi Minyak Tanah awal (v1) (ml)	0,5	0,3	0,6
Tinggi Minyak Tanah akhir (v2) (ml)	22	20,4	22,1
Berat Jenis Semen (gr/ml)	2,9767	3,1841	2,9767
Berat Jenis Semen Rata-rata	3,0459		

Tabel B.8 Hasil pengujian berat jenis fly ash

Percobaan Nomor	Banyak Sampel		
	1	2	3
Berat Benda Uji (W) (gr)	65	65	65
Tinggi Minyak (V1) (cc)	0,4	0,4	0,5
Tinggi Minyak +FA (V2) (cc)	21,63	21,62	21,63
Volume Benda Uji (V2-V1) (cc)	21,23	21,22	21,13
Berat Jenis FA ($BJ=(W/V2-V1)$)	3,062	3,063	3,076
Berat Jenis Rata-rata	3,07		

Tabel B.9 Hasil pengujian berat jenis semen

Percobaan Nomor	BJ ABU SEKAM PADI		
	1	2	1
Berat Semen (gr)	64	64	64
Tinggi Minyak Tanah awal (v1) (ml)	0,3	0,3	0,4
Tinggi Minyak Tanah akhir (v2) (ml)	23,01	23,1	22,1
Berat Jenis Semen (gr/ml)	2,8181	2,8070	2,9493
Berat Jenis Semen Rata-rata	2,8582		

LAMPIRAN C : TABEL MIX DESIGN DAN KUAT TEKAN BETON

Tabel C.1 Tabel Mix Design

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari	500	kg/cm ²
	a. deviasi standar	50	kg/cm ²
2	b. nilai tambah	82	kg/cm ²
	c. kuat tekan rata-rata yang direncanakan	582	kg/cm ²
3	jenis semen	PCC	
4	jenis agregat kasar	batu pecah	
5	jenis agregat halus	pasir alami	
6	faktor air semen bebas	0,33	
7	faktor air semen maksimum	0,5	
8	nilai slump	60 - 180	mm
9	ukuran maksimum agregat kasar	10	mm
10	kebutuhan air	233,25	kg/m ³
11	kebutuhan semen Portland	706,82	kg/m ³
12	kebutuhan semen portland minimum	380	kg/m ³
13	faktor air semen yang disesuaikan	–	
14	susunan besar butir agregat halus	zona 2	
15	persen agregat halus	58,00%	
16	berat jenis relatif agregat campuran	2,56	
17	berat jenis beton	2310	
18	kadar agregat gabungan	1369,93	kg/m ³
19	kadar agregat halus	794,56	kg/m ³
20	kadar agregat kasar	575,37	kg/m ³

Tabel C.2 Pengujian kuat tekan beton curing air tawar

Tanggal Pengujian	Proporsi	fc' (Mpa)		fc' rata-rata (Mpa)	
		28 hari	56 hari	28 hari	56 hari
13 Mei dan 10 Juni 2020	0% FA ; 0% ASP	39,45	34,36	39,77	32,14
		31,82	24,18		
		48,36	30,55		
		39,45	39,45		
19 Mei dan 16 Juni 2020	5% FA ; 5% ASP	42,00	45,82	45,82	45,98
		63,64	44,55		
		40,73	47,73		
		36,91	45,82		
16 Mei dan 13 Juni 2020	7,5% FA ; 2,5% ASP	31,82	48,36	46,77	48,36
		53,45	48,36		
		50,91	47,09		
		50,91	49,64		
13 Mei dan 10 Juni 2020	10% FA ; 0% ASP	40,73	39,45	51,55	51,86
		49,64	40,73		
		62,36	66,18		
		53,45	61,09		
16 Mei dan 13 Juni 2020	0%FA : 10% ASP	39,45	33,09	44,86	41,68
		45,82	28,00		
		45,82	52,18		
		48,36	53,45		

Tabel C.3 Hasil pengujian kuat tekan beton curing air laut

Tanggal Pengujian	Proporsi	fc' (Mpa)		fc' rata-rata (Mpa)	
		28 hari	56 hari	28 hari	56 hari
13 Mei dan 10 Juni 2020	0% FA ; 0% ASP	34,36	43,27	43,11	41,68
		45,82	40,73		
		52,18	42,00		
		40,09	40,73		
19 Mei dan 16 Juni 2020	5% FA ; 5% ASP	48,36	48,36	46,14	47,89
		47,73	47,09		
		44,55	45,82		
		43,91	50,27		
16 Mei dan 13 Juni 2020	7,5% FA ; 2,5% ASP	49,64	38,82	47,09	48,52
		43,91	56,00		
		50,27	43,27		
		44,55	56,00		
13 Mei dan 10 Juni 2020	10% FA ; 0% ASP	57,27	56,64	53,14	54,89
		49,64	36,91		
		54,73	64,27		
		50,91	61,73		
16 Mei dan 13 Juni 2020	0%FA : 10% ASP	44,55	38,18	45,82	42,95
		48,36	43,27		
		45,82	45,82		
		44,55	44,55		

LAMPIRAN D : INFORMASI PRODUK SUPERPLASTIZER



PRODUCT DATA SHEET

Sika® ViscoCrete®-3115 N

CONCRETE ADMIXTURE FOR HIGH FLOW / SELF-COMPACTING CONCRETE

DESCRIPTION

Sika® ViscoCrete®-3115 N is a third generation super-plasticiser for concrete and mortar. It is particularly developed for the production of high flow concrete with exceptional flow retention properties.

USES

Sika® ViscoCrete®-3115 N facilitates extreme water reduction, excellent flowability with optimal cohesion and strong self-compacting behaviour.

Sika® ViscoCrete®-3115 N is used for the following types of concrete :

- High flow concrete
- Self-compacting concrete (S.C.C.)
- Concrete with very high water reduction (up to 30%)
- High strength concrete
- Watertight concrete
- Pre-cast concrete

The combination of high water reduction , excellent flowability and high early strength provides clear benefits in the above mentioned applications.

CHARACTERISTICS / ADVANTAGES

Sika® ViscoCrete®-3115 N acts by surface adsorption on the cement particles producing a sterical separation effects. Concrete produced with Sika® ViscoCrete®-3115 N exhibits the following properties :

- Excellent flowability (resulting in highly reduced placing and compacting efforts)
- Strong self-compacting behaviour
- Extremely high water reduction (resulting in high density and strengths)
- Improved shrinkage and creep behaviour
- Increased carbonation resistance of the concrete
- Improved finish

Sika® ViscoCrete®-3115 N does not contain chlorides or other ingredients which promotes steel corrosion. Therefore, it may used without restriction for reinforced and pre-stressed concrete construction. Sika® ViscoCrete®-3115 N gives the concrete extended workability and depending on the mix design and the quality of materials used, self-compacting properties can be maintained for more than 1 hour at 30 °C.

PRODUCT INFORMATION

Chemical base	Aqueous solution of modified polycarboxylate copolymers	
Packaging	20 L jerrycan 200 L drum 1000 L tanks	
Appearance / Colour	Liquid / Turbid, Yellowish	
Shelf life	12 months from date of production when stored in original unopened packaging	
Storage conditions	Store in dry condition at temperature between +5 °C and +30 °C. Protect from direct sunlight and frost.	
Density	at +20 °C	1.05 ± 0.01 kg/L

Product Data Sheet
Sika® ViscoCrete®-3115 N
November 2016, Version 01.01
021301011000001634

TECHNICAL INFORMATION

Concreting Guidance	The standard rules of good concreting practice, concerning production and placing, are to be followed. Laboratory trials before concreting on site are strongly recommended when using a new mix design or producing new concrete components. Fresh concrete must be cured properly and as early as possible.
----------------------------	---

APPLICATION INFORMATION

Recommended Dosage	For soft plastic concrete	0.3 – 0.8 % by weight of binder
	For flowing and self compacting concrete (S.C.C.)	0.8 – 2.0 % by weight of binder

Compatibility	Sika® ViscoCrete®-3115 N may be combined with the following products: <ul style="list-style-type: none"> • Plastiment® P121R • Plastiment® VZ • Sika® Fume • SikaFibre® Do not use viscocrete / viscoflow series combined with sikament series. To produce flowing and / or self-compacting concrete, special concrete mix design is required. Pre-trials are recommended and mandatory if combinations with the above products are required. Please consult to our Technical Service Department.
----------------------	---

APPLICATION INSTRUCTIONS

DISPENSING

Sika® ViscoCrete®-3115 N is added to the gauging water or simultaneously poured with it into the concrete mixer. For optimum utilisation of its high water reduction property, it is recommended to thoroughly mix the concrete at a minimal wet mixing time of 5 minutes.

The addition of the remaining gauging water (to fine tune concrete consistency) may only be started after two-thirds of the wet mixing time, to avoid surplus water in the concrete.

BASIS OF PRODUCT DATA

All technical data stated in this Data Sheet are based on laboratory tests. Actual measured data may vary due to circumstances beyond our control.

LOCAL RESTRICTIONS

Please note that as a result of specific local regulations the declared data and recommended uses for this product may vary from country to country. Please consult the local Product Data Sheet for the exact product data and uses.

ECOLOGY, HEALTH AND SAFETY

For information and advice on the safe handling, storage and disposal of chemical products, users shall refer to the most recent Safety Data Sheet (SDS) containing physical, ecological, toxicological and other safety-related data.

Product Data Sheet
 Sika® ViscoCrete®-3115 N
 November 2016, Version 01.01
 02130101 1000001854



LEGAL NOTES

The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.




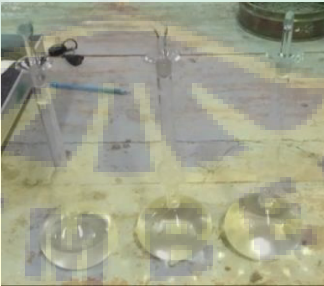

PT. Sika Indonesia
Jl. Raya Cibinong-Bekasi km.20.
Cileungsi, Bogor 16820 - Indonesia
Tel. +62 21 8250025
Fax. +62 21 8250025
Website: idn.sika.com
email: sikacare@id.sika.com





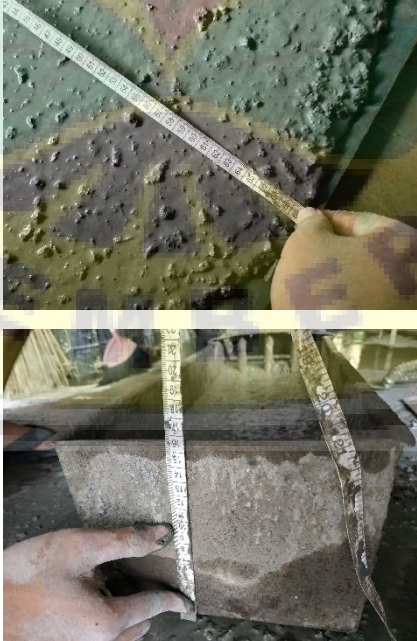
Product Data Sheet
Sika® ViscoCrete®-3115 N
November 2016, Version 01.01
021301011000001034


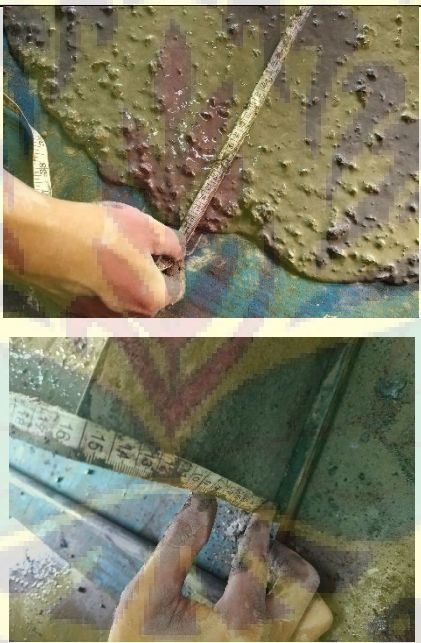
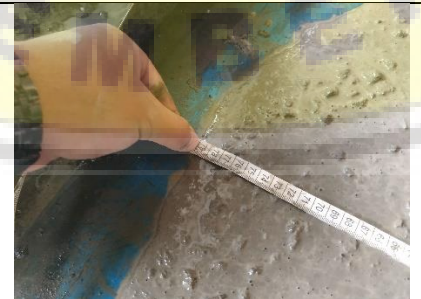
SikaViscoCrete-3115N_en_ID_11-2016_1_1.pdf



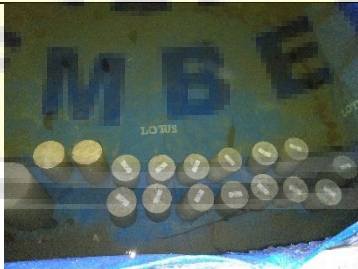
LAMPIRAN E : LOG BOOK PENELITIAN


No	Kegiatan	Dokumentasi	Tempat
Persiapan dan pengujian material : 15 Februari – 8 April 2020			
1	Pengujian Berat Jenis Semen		
2	Pengujian Berat Jenis Fly Ash dan Abu Sekam Padi	  	
3	Pengujian Berat Jenis Pasir		


<p>4</p>	<p>Pengujian Kadar Lumpur Pasir</p>		
<p>5</p>	<p>Pengujian Berat Jenis Kerikil</p>		
<p>6</p>	<p>Pengujian Air Resapan dan Kelembaban Pasir dan Kerikil</p>		
<p>7</p>	<p>Pengujian Berat Volume Pasir</p>		

<p>8</p>	<p>Pengujian Berat Volume Kerikil</p>		
<p>Pengecoran Benda Uji dan Test Slump : 10 – 19 April 2020</p>			
<p>9</p>	<p>Pengecoran</p>		
<p>10</p>	<p>Test Slump BU 0% FA 0% ASP</p>		

<p>11</p>	<p>Test Slump BU 5% FA 5% ASP</p>		
<p>12</p>	<p>Test Slump BU 7,5% FA 2,5% ASP</p>		
<p>13</p>	<p>Test Slump BU 10% FA 0% ASP</p>		

			
14	Test Slump BU 0% FA 10% ASP		
Proses curing benda uji : 11 April – 16 Juli 2020			
15	Curing air tawar		

16	Curing air laut		
Pengujian kuat tekan : 13 Mei – 16 Juli 2020			
17	Pengujian Kuat Tekan		

18	Penimbangan Berat Beton Sebelum Pengujian Kuat Tekan		
-----------	--	---	--