



**PENGARUH SUBSTITUSI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI
TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Ilham Gesit Abror

NIM. 171903103008

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS JEMBER

2021



**PENGARUH SUBSTITUSI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI
TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL**

TUGAS AKHIR

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat guna menempuh dan menyelesaikan proyek akhir program studi D3 teknik sipil fakultas teknik sipil universitas jember

Oleh :

Ilham Gesit Abror

NIM. 171903103008

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS JEMBER

2021

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak saya Ginoto dan Ibu saya Siti Fatimah tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun, dorongan doa, motivasi, harapan, serta dukungan moral maupun materi sampai sekarang ini;
2. Bapak dosen pembimbing saya Dwi Nurtanto, S.T., M.T., dan Ibu Anita Trisiana, S.T., M.T. yang selalu membimbing saya dalam hal pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai;
3. Pacar saya Reli Kismatal M., yang selalu meluangkan waktu serta tiada hentinya memberi semangat untuk membantu dalam segala hal dalam hari-hari saya;
4. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang memberikan ilmu yang bermanfaat dunia maupun akhirat;
5. Teman Tugas Akhir beton, Amrulloh Rahmanto, Beni Rizana, Moh. Karima, dan Mufida Istiqomah yang selalu memberikan bantuan dan kemudahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
6. Semua Sahabat dan Teman terdekat saya, kelas Ipa 3 SMA 1 Giri, dan Diploma tiga teknik sipil 2017 yang tidak bisa saya sebutkan satu satu yang selalu memberikan semangat, kemudahan, dan kebersamaan yang tak terlupakan;
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil 2017 yang selalu memberikan motivasi dan semangat;
8. Almamater Jurusan Teknik Sipil dan Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Jadilah kuat tapi tidak menyakti. Jadilah baik, tapi tidak lemah. Jadilah berani, tapi tidak menakuti. Jadilah rendah hati, tapi tidak rendah. Tetap bangga, tapi tidak sombong.”

“Saat Allah mendorongmu ke tebing, yakinlah kalau ada dua hal yang mungkin terjadi. Mungkin saja ia akan menangkapmu, atau ia ingin kau belajar bagaimana caranya terbang.” (Imam Al Ghazali)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilham Gesit Abror

NIM : 171903103008

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Substitusi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Normal.” Adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan keberanan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, 21 April 2021

Yang Menyatakan



Ilham Gesit Abror

NIM.171903103008

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SUBSTITUSI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI
TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL**

Oleh

Ilham Gesit Abror
NIM 171903103008

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Trisiana, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Substitusi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Mei 2021

Tim Pembimbing:

Pembimbing Utama



Dwi Nurtanto, S.T., M.T

NIP 197310151998021001

Pembimbing Anggota

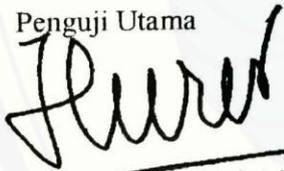


Anita Trisiana, S.T., M.T

NIP 198009232015042001

Tim Penguji:

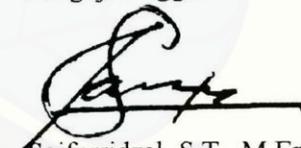
Penguji Utama



Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP 196612281999031002

Penguji Anggota



Saifurridzal, S.T., M.Eng

NIP 760019061

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Jember



Dr. Ir. Triwaluyo Hardianto, S.T., M.T

NIP 197008261997021001

RINGKASAN

Pengaruh Substitusi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton

Normal; Ilham Gesit Abror, 171903103008; 2021; halaman; Diploma III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton merupakan salah satu pendukung penting bangunan (konstruksi) yang terdiri dari campuran agregat, semen dan air. Saat ini banyak penelitian tentang beton guna menambah kekuatan beton, baik menggunakan bahan tambah maupun bahan pengganti. Sekam padi merupakan limbah pertanian melimpah yang jarang dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan tambahan pembuatan beton. Masyarakat biasanya memanfaatkan sekam padi untuk bahan bakar memasak ataupun perapian untuk ternak.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan peningkatan kuat tekan optimal abu sekam padi pada beton normal $f_c' 30$ Mpa. Material untuk pencampuran beton menggunakan agregat halus (pasir) dari Lumajang, agregat kasar (kerikil) dari Jember dan semen gresik yang diproduksi PT. Semen Indonesia (Persero), Tbk (SIG), Jakarta Selatan. Adapun sekam padi yang di dapat yaitu dari Desa Sumberwadung Kec. Glenmore. Benda uji berbentuk silinder ukuran 10x20cm, persentase penambahan abu sekam padi yaitu 3,5%, 7%, 10,5%, dan 12% dari berat semen dan juga beton tanpa campuran abu sekam padi atau beton normal. Dengan usia beton yang diuji kuat tekannya adalah 7, 14 dan 28 hari. Dari pengujian ini diperoleh nilai kuat tekan yaitu, beton normal tanpa campuran abu sekam padi pada umur 7 hari yaitu sebesar 26,326 Mpa, sedangkan waktu untuk pengeringan 14 hari dan 28 hari kekuatan beton semakin meningkat yaitu sebesar 29,511 MPa dan 37,579 Mpa. Untuk campuran abu sekam padi pada setiap persentase campuran beton di umur 7, 14 dan 28 hari selalu mengalami peningkatan. Nilai tertinggi kuat tekan beton yang didapat pada umur 7 hari yaitu 26,114 Mpa pada campuran abu sekam 12% dari berat semen. Dan di umur 14 dan 28 hari nilai tertinggi yaitu 28,237 Mpa dan 30,785 Mpa tetap dicapai pada campuran abu sekam 12% dari berat semen, namun kuat tekan pada setiap variasi campuran tidak dapat mencapai titik tertinggi kuat tekan yang dihasilkan beton normal tanpa campuran abu sekam padi yaitu 37,579 Mpa pada umur 28 hari.

Kata Kunci : Beton, Abu Sekam Padi, Peningkatan Kuat Tekan, Desa Sumberwadung.

SUMMARY

The Effect of the Addition of Rice Husk Ash on the Compressive Strength of Normal Concrete; Ilham Gesit Abror, 171903103008; 2021; page; Diploma III of Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Concrete is one of the important supports for buildings (construction) which consists of a mixture of aggregate, cement and water. Currently, there is a lot of research on concrete to increase the strength of concrete, using both added and substitute materials. Rice husks are abundant agricultural waste that is rarely used by the community as additional material for making concrete. People usually use rice husks for cooking fuel or fireplaces for livestock.

This study aims to obtain an increase in the optimal compressive strength of rice husk ash in normal concrete f_c '30 Mpa. Materials for mixing concrete use fine aggregate (sand) from Lumajang, coarse aggregate (gravel) from Jember and cement Gresik produced by PT. Semen Indonesia (Persero), Tbk (SIG), South Jakarta. The rice husks that are obtained are from the Village of Sumberwadung, Kec. Glenmore. The test object is in the form of a cylinder with a size of 10x20cm, the percentage of addition of rice husk ash is 3.5%, 7%, 10.5%, and 12% of the weight of cement and also concrete without a mixture of rice husk ash or normal concrete. With the age of concrete being tested, its compressive strength is 7, 14 and 28 days. From this test, it was obtained that the compressive strength value, namely, normal concrete without a mixture of rice husk ash at the age of 7 days was 26.326 Mpa, while the time for drying was 14 days and 28 days, the strength of the concrete increased to 29.511 MPa and 37.579 Mpa. For rice husk ash mixture, the percentage of concrete mixture at the age of 7, 14 and 28 days always increases. The highest value of concrete compressive strength obtained at the age of 7 days is 26,114 Mpa in a mixture of husk ash 12% of the weight of cement. And at the age of 14 and 28 days the highest values of 28.237 Mpa and 30.785 Mpa were still achieved in a mixture of husk ash 12% of the cement weight, but the compressive strength in each variation of the mixture could not reach the highest point of compressive strength produced by normal concrete without a mixture of rice husk ash. namely 37.579 MPa at the age of 28 days.

Keywords : Concrete, Rice Husk Ash, Increased Compressive Strength, Sumberwadung Village.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ahkhir yang berjudul “Pengaruh Substitusi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Normal”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga atau (D3) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Triwahyu Hardianto, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dwi Nurtanto, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Anita Trisiana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Dr. Ir. Krisnamurti, M.T. selaku Dosen Penguji Utama, Saifurridzal, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji Anggota, yang telah meluangkan waktu dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini;
4. Ibu Nanin Meyfa U., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Bapak Moch. Akir, selaku Teknisi Laboratorium Struktur, yang telah membimbing selama penulis melakukan penelitian di Laboratorium;
6. Bapak maupun Ibu Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember beserta jajarannya yang banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 21 April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN / SUMMARY	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengerian Beton.....	4
2.2 Bahan Tambah (admixture).....	5
2.3 Sekam Padi.....	5
2.4 Material Pembentukan Beton.....	6
2.4.1 Agregat.....	6
2.4.2 Semen (Portland Pozzolan Cement).....	8
2.5 Kuat Tekan Beton.....	9
2.6 Abu Ampas Sekam.....	9
2.7 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Terdahulu	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	13
3.1 Studi Literatur.....	13
3.2 Kebutuhan Data.....	14
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	14
3.4 Pelaksanaa Penelitian.....	15
3.5 Proporsi Campuran Benda Uji.....	16

3.6	Prosedur Penelitian.....	16
3.7	Matrik Penelitan.....	17
3.8	Bagan Alir Penelitian.....	19
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1	Pengujian Bahan Penyusun.....	21
4.1.1	Agregat Halus (Pasir).....	21
4.1.2	Agregat Kasar (Krikil).....	24
4.1.3	Semen.....	26
4.2	Perencanaa Bahan Campuran Beton.....	27
4.3	Pegujian Slump.....	30
4.4	Pengujian Kuat Tekan	31
BAB 5	PENUTUP.....	40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus.....	7
Tabel 2.2 Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	8
Tabel 2.3 Kajian Penelitian Sekarang dan Terdahulu	12
Tabel 3.1 Proporsi Campuran Benda Uji.....	18
Tabel 3.2 Matrik Penelitian	19
Tabel 4.1 Kelembapan Pasir	23
Tabel 4.2 Berat Jenis Pasir.....	24
Tabel 4.3 Air Resapan Pasir	24
Tabel 4.4 Berat Volume Pasir.....	24
Tabel 4.5 Kadar Lumpur.....	25
Tabel 4.6 Kelembapan Kerikil	26
Tabel 4.7 Berat Jenis Kerikil	26
Tabel 4.8 Air Resapan Kerikil.....	27
Tabel 4.9 Berat Volume Kerikil	27
Tabel 4.10 Kadar Lumpur Kerikil.....	27
Tabel 4.11 Hasil Uji Karakteristik Semen.....	28
Tabel 4.12 Kebutuhan Bahan Untuk Satu Meter Kubik	29
Tabel 4.13 Kebutuhan Bahan Untuk Total Benda Uji	30
Tabel 4.14 Kebutuhan Bahan Untuk Satu Benda Uji	30
Tabel 4.15 Kebutuhan Bahan Campuran pada Setiap Variasi Benda Uji	31
Tabel 4.16 Kebutuhan Material Total per Benda Uji.....	31
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Slump Beton.....	32
Tabel 4.18 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	33
Tabel 4.19 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	35

Tabel 4.20 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu Sekam Padi	12
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	16
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	21
Gambar 4.1 Grafik Zona 2 Agregat Halus.....	25
Gambar 4.2 Grafik Zona Maksimal 20 mm Agregat Kasar	28
Gambar 4.3 Pengujian Slump.....	32
Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	38
Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	39
Gambar 4.6 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	39
Gambar 4.7 Grafik Kuat Tekan Beton Normal dan Beton ASP	40

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu pendukung penting bangunan (konstruksi) yang terdiri dari campuran agregat, semen dan air yaitu beton. Penggunaan beton belakangan ini sudah menjadi hal penting dalam proses pembangunan suatu konstruksi baik yang berhubungan dengan bangunan jembatan, gedung, jalan dan bangunan-bangunan lainnya sehingga beton mudah diolah sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Beberapa keunggulan beton yaitu beton sangat tahan terhadap tekanan dan bertahan lama (*durability*). Saat ini banyak penelitian tentang beton berfungsi menambah kekuatan beton, baik menggunakan bahan tambah maupun bahan pengganti pada pembuatan beton.

Salah satu bahan konstruksi yang sangat banyak digunakan dalam struktur pembangunan modern adalah beton. Untuk memperoleh beton yaitu dengan mencampurkan semen portland, air, agregat kasar atau halus dan selain itu, ada bahan tambah (*admixture*) yang berupa bahan kimia, bahan non kimia, serat dengan perbandingan yang telah ditentukan. Beton sangat banyak dipergunakan karena banyak memiliki kelebihan, antara lain karena mudah dalam perawatan, kuat tekan beton tinggi, mudah dalam pembentukan dan mudah mendapatkan bahan penyusunan.

Limbah pertanian melimpah yang jarang dipergunakan masyarakat sebagai bahan tambah pembuatan beton salah satunya yaitu sekam padi. Disini masyarakat hanya memanfaatkan sekam padi untuk perapian ternak ataupun bahan bakar memasak. Kandungan mineral yang dimiliki sekam padi hampir sama dengan kandungan mineral yang terdapat pada semen. Kandungan silica yang dihasilkan dari pengolahan abu sekam padi adalah sebesar 82,26 %. Unsur yang sangat bermanfaat yang dimiliki abu sekam yaitu untuk meningkatkan mutu beton, mengandung silika yang sangat menonjol, jika beberapa unsur ini dicampur dengan semen akan mendapatkan hasil kekuatan yang lebih maksimal (Ika Bali, Agus Prakoso. 2002 : hal 76). Karena jumlah ketersediaan abu sekam lebih mudah dan banyak, sebab disini mayoritas penduduk Indonesia juga menggunakan beras sebagai bahan makanan pokok. Dalam proses penggilingan padi akan menghasilkan sekam yang dapat dibakar menjadi abu sekam. Tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui nilai kuat tekan terbesar beton normal yang dapat dicapai dengan persentase penambahan bahan abu sekam mulai dari 0%, 5%, 10%, 12,5% dan 15% pada umur 7, 14 dan 28 hari.

Material pozzolan salah satunya seperti abu sekam padi dapat digunakan untuk meningkatkan durabilitas, kuat tekan, serta memberikan dampak positif dari segi lingkungan. Abu sekam padi merupakan material pozzolan yang hancur dan halus hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Berdasarkan penelitian Reddy dan Marcelina (2006), kandungan yang dimiliki abu sekam padi yaitu SiO_2 antara 90 – 96% yang bersifat amorf. Oleh sebab itu, abu sekam padi bisa dijadikan salah satu alternatif bahan substitusi untuk mengurangi jumlah penggunaan semen dalam campuran beton.

SNI 2847:2013 menjelaskan beton didefinisikan sebagai campuran semen *portland* atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan yang membentuk massa padat. Pada umumnya bahan pokok pembuatan beton adalah semen, kerikil, pasir dan air, tetapi untuk memperoleh peningkatan proses pemadatan dan memberi batas jumlah volume rongga udara, sehingga digunakannya bahan tambah additive dalam campuran beton untuk dapat memperkecil pori-pori beton dan hadirnya partikel abu sekam padi yang sangat halus sehingga daerah terendah antara agregat dan mortar dapat diperbaiki.

Berdasarkan penjelasan di atas tujuan saya melakukan penelitian tentang “Pengaruh Substitusi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” yaitu untuk mengetahui dan mengaplikasikan proses pencampuran abu sekam padi pada beton, mengetahui berapa besar kuat tekan yang dapat dicapai saat penambahan abu sekam padi serta mendaur ulang dan memanfaatkan sekam padi secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan dengan :

1. Berapakah hasil peningkatan kuat tekan saat penambahan bahan abu sekam padi dengan persentase mulai dari 0%, 3,5%, 7%, 10,5%, dan 12% pada umur 7, 14 dan 28 hari ?
2. Berapakah nilai kuat tekan terbesar yang dicapai dengan substitusi penambahan bahan abu sekam padi pada beton normal ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil peningkatan kuat tekan beton normal saat substitusi bahan abu sekam padi terhadap semen dengan persentase mulai dari 0%, 3,5%, 7%, 10,5% dan 12% pada umur 7, 14 dan 28 hari.
2. Mengetahui kuat tekan terbesar yang dapat dicapai dengan substitusi penambahan bahan abu sekam padi pada beton normal.

1.4 Manfaat Penelitian

Agar mengetahui proses pencampuran dan pengaplikasian abu sekam padi pada beton, mengetahui seberapa besar kuat tekan yang dapat dicapai saat penambahan abu sekam padi serta mendaur ulang dan memanfaatkan sekam padi secara optimal.

1.5 Batasan Masalah

Agar penulisan Proyek Akhir ini tidak menyimpang, maka diperlukan suatu batasan masalah, antara lain :

1. Tidak memperhitungkan masa perencanaan pembuatan beton.
2. Pengujian yang dilakukan hanya untuk mengetahui hasil uji kuat tekan pada beton normal.
3. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Jember, Kab. Jember, Jawa Timur.
4. Benda uji beton yang direncanakan berbentuk silinder yang berdiameter 10cm dengan tinggi 20cm.
5. Bahan material yang digunakan adalah semen Portland berupa semen Gresik, agregat kasar (batu pecah) ukuran maksimum diameter 20 mm dari Jember, agregat halus (pasir) dari Lumajang dan air bersih.
6. Perencanaan campuran beton dan analisisnya mengacu pada metode SNI 03-2834-2000.
7. Bahan Tambah Abu Sekam Padi dari hasil industri, pembakaran dilakukan secara pribadi pada lumbung rumahan milik Nenek di desa.
8. Perawatan benda uji dilakukan dengan perendaman air tawar.
9. Uji nilai kelecakan (*slump*) dengan metode *Slump Test* dengan tinggi ± 100 mm.
10. Uji kekuatan yaitu pengujian kuat tekan beton di umur pengujian 7, 14 dan 28 hari.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Salah satu elemen struktur yang terdiri dari gabungan agregat yang dilekatkan oleh pasta atau bahan pelekat yang terbuat dari semen portland dan air disebut beton. Bahan pengikat (pasta) tersebut mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar digunakan, ia akan mengalami pengerasan sebagai hasil dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara air dan semen sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama.

Di jelaskan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambah, Mulyono (2004). Selain itu, bahwa beton adalah suatu gabungan dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat, Sagel, dkk, (1994). Pengaruh besar mutu beton yaitu oleh agregat pembentukannya serta cara pembuatannya. Semen berpengaruh terhadap kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atas pengerjaan yang terdiri dari cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Beton mempunyai kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan beton itu sendiri yaitu (Mulyono. T, 2004) :

1. Kelebihannya :
 - Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi pembangunan
 - Sanggup menahan beban yang sangat berat
 - Kuat menerima temperature (suhu) tinggi
 - Biaya perawatan yang murah.
2. Kekurangannya :
 - Ketika sudah dibentuk tidak bisa diubah
 - Ketelitian tinggi dibutuhkan saat pelaksanaan pekerjaan
 - Terhitung berat
 - Daya pantul suara yang besar.

2.2 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung disebut bahan tambah (*admixture*), Mulyono (2004). Bahan ini berfungsi untuk mengubah sifat-sifat pada beton supaya menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu atau untuk mengurangi dan menghemat biaya. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*).

2.3 Sekam Padi

Limbah dari hasil penggilingan padi, karena bentuk butirnya tidak begitu halus ($\pm 2,5$ mm) dan bobotnya ringan itu yang disebut sekam padi, tempat yang luas diperlukan untuk menyimpan limbah dari hasil penggilingan padi tersebut.

Salah satu bahan atau berupa material sisa dari proses pengolahan padi yang sering dianggap sebagai limbah itu adalah kulit padi (sekam). Tingginya konsumsi beras sebagai makanan pokok sehingga meningkatnya produksi padi dapat memberikan perkiraan makro akan jumlah material tersebut dari tahun ke tahun.

Pada umumnya sekam padi hanya digunakan sebagai bahan bakar pengapian rumah atau tambahan pada industri pembuatan bata atau batu, bahan dekorasi, media tumbuh bagi tanaman hias, atau bahkan tidak digunakan sama sekali. Didalam sekam padi terdapat banyak Silika Amorf, apabila dibakar mencapai suhu 750°C dalam waktu sekitar 2 jam. Oleh karena itu, saat ini mulai dikembangkan pemanfaatan abu sekam padi (sisa dari pembakaran sekam padi) dalam berbagai bidang, salah satunya di bidang konstruksi. Reaktivitas abu sekam padi yang terdapat *silika* didalamnya dengan *kalsium hidroksida* yang terdapat pada pasta semen sangat berpengaruh pada peningkatan mutu dari beton itu sendiri.

Fungsi sekam padi itu sendiri dapat digunakan untuk pembuatan *hard board*, dimana pada pembuatan *hard board* perekat yang digunakan adalah urea formaldehid atau fenol formaldehid, sedangkan pada pembuatan *soft board* perekat yang digunakan adalah latex *hard board*, sifat sekam yang tahan air, dan tahan rayap, oleh karena itu dapat digunakan untuk bagian dalam atau bagian luar rumah.

2.4 Material Pembentukan Beton

2.4.1 Agregat

Agregat yaitu bahan penyusun yang merupakan hasil disintegrasi alami batuan-batuan dan juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, dengan demikian fungsi agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70% - 75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang terpenting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami maupun buatan.

a. Agregat halus

Agregat sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus dikarenakan untuk mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih akan membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat (*surface area*) akan lebih besar.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu :

1. Mempunyai butiran yang halus.
2. Tidak mengandung lumpur lebih.
3. Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
4. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasar Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(sumber : SNI 03-2834-1993)

b. Agregat Kasar

Agregat yang berukuran lebih besar dari 4,5 mm yaitu disebut agregat kasar. Kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan merupakan sifat penting yang dimiliki agregat kasar yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan semen, porositas terhadap beton dan karakteristik penyerapan air yang dapat berpengaruh pada daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, juga ketahanan terhadap penyusutan. Berikut jenis agregat kasar secara umum sebagai berikut :

1. Batu pecah alami : Perolehan bahan ini yaitu dari cadas atau batu pecah alami yang digali, yang berasal dari gunung merapi.
2. Kerikil alami : sebuah batuan kecil yang diperoleh dari proses alam, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan : umumnya berbentuk slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya hasil dari proses lain seperti dari blast – furnace dan lain – lain.
4. Agregat yang dihitung berat dan pelindung nuklir : karena banyaknya tuntutan yang spesifik pada zaman atom yang sekarang ini, juga untuk pelindung dari radasi nuklir sebagai akibat banyaknya pembangkit atom an stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang melindungi dari sinar gamma, sinar X, dan neutron.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan *ASTM C 33/ 03 “Standard Spesification for Concrete Aggregates”* (lihat Tabel 2.2). Dan standar pengujian lainnya mengacu pada standar yang direkomendasikan pada *ASTM*.

Tabel 2.2 *Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar*

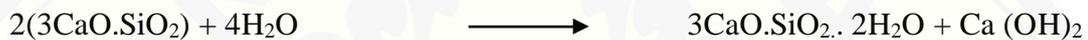
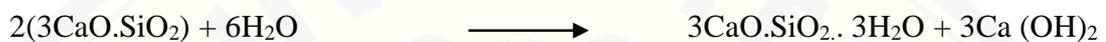
Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25,00	100	100
19,00	90 -100	95
12,50	-	-
9,50	20 – 55	37,5
4,75	0 – 10	5
2,36	0 - 5	2,5

(Sumber: *ASTM C 33/03*)

2.4.2 Semen (*Portland Pozzolan Cement*)

Campuran dari semen tipe I biasa dengan pozzolan merupakan pengertian dari semen portland pozzolan. Suatu campuran silika yang sangat halus atau silika dengan bahan aluminium yang memiliki sedikit sifat semen disebut pozzolan, sebab itu kondisi ini berada pada bentuk tepung dan yang dengan menggunakan kelembaban akan bereaksi secara kimiawi dengan kalsium hidrolik pada temperatur biasa dan membentuk suatu bahan yang memiliki sifat semen. Semen yang dicampur dengan pozzolan akan memperoleh kekuatan lebih lambat dibandingkan dengan semen yang tanpa pozzolan serta mengeluarkan suhu yang rendah saat hidrasi.

Berikut proses hidrasi pada semen portland yang dapat dituliskan dalam persamaan kimia :



Kalsium silika dalam air akan terhidrolisasi kalsium silikat hidrat ($3\text{CaO}.\text{SiO}_2.3\text{H}_2\text{O}$) yang berbentuk padatan berongga yang sering juga dinamakan tobermorite gel dan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau kapur bebas yang merupakan sisa reaksi antara C_3S dan C_2S dengan air.

2.4.3 Air

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik.

Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (*PUBI-1982*), antara lain:

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak boleh mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram / liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter.

Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO₃.

5. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi.

2.5 Kuat Tekan Beton

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990).

Berikut cara menghitung nilai kuat tekan beton :

$$f'c = P / A$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

A = luas penampang benda uji (mm²)

P = beban tekan (P)

2.6 Abu Ampas Sekam

Kulit yang membungkus butiran beras itu disebut sekam padi, pada halnya kulit padi disini akan terkelupas atau terpisah sehingga menjadi limbah atau buangan. Pembakaran sekam padi yang akan menghasilkan abu sekam padi. Abu sekam padi pada zaman tradisional hanya dimanfaatkan sebagai bahan untuk mencuci alat-alat dapur dan bahan bakar dalam pembuatan batu bata. Saat penggilingan padi dilakukan akan menghasilkan kulit gabah / sekam padi yang lumayan banyak yang akan menjadi material sisa.

Ketika butir padi digiling, 77% dari beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 23% beratnya menjadi kulit sekam. Fungsi kulit sekam ini dapat dipakai untuk bahan bakar dalam proses produksi. Kulit sekam terdiri 76% bahan mudah terbakar dan 24% beratnya akan berubah menjadi abu. Abu ini dikenal sebagai *Rice*

Husk Ash (RHA) yang memiliki kandungan silika reaktif sekitar 84% - 90%.

Saat pembakaran kulit sekam dilakukan ditungku pembakar, akan menghasilkan sekitar 54 kg (25%) *RHA*. Kira-kira 20% dari berat padi adalah sekam padi, serta bermacam-macam mulai dari 12% sampai 30% dari komposisi sekam yaitu abu sekam yang selalu dihasilkan setelah proses pembakaran sekam. Nilai paling umum kandungan silika (SiO_2) dalam abu sekam padi adalah 94 – 96% dan apabila nilainya mendekati atau dibawah 90% mungkin disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi oleh zat lain yang kandungan silikanya rendah. Abu sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi sekitar (500 – 600 °C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia.

Saat proses pembakaran karena tingkat kepanasan yang terjadi akan menghasilkan perubahan struktur silika yang dapat mempengaruhi dua hal yaitu tingkat aktivitas *pozzolan* dan halusnya butiran abu. Saat proses awal pembakaran, abu sekam padi akan kehilangan beratnya pada suhu 100 °C, disaat itulah hilangnya sebagian zat dari sekam padi tersebut. Pada suhu 300°C, zat-zat yang mudah menguap mulai terbakar dan memperbesar kehilangan berat. Kehilangan berat terbesar terjadi pada suhu antara 400 °C - 500 °C, pada tahap ini pula terbentuk oksida karbon. Di atas suhu 600 °C ditemukan beberapa formasi kristal *quartz*. Jika temperatur ditambah, maka sekam berubah menjadi kristal silika (Wijanarko, W., 2008).



Gambar 2.1 : Abu Sekam Padi

Saat ini sekam padi telah berhasil dikembangkan untuk bahan baku penghasil abu yang dikenal di dunia sebagai *RHA (rice husk ash)*. Abu sekam padi yang dapat dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400 - 500 °C akan menjadi silika amorphous dan pada suhu lebih besar dari 1.000 °C akan menjadi silika kristalin. Silika amorphous yang dihasilkan dari abu sekam padi diduga sebagai sumber penting untuk menghasilkan silikon murni, karbid silikon, dan tepung nitrid silicon (Katsukieta, 2005).

2.7 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Terdahulu

Tabel 2.3 Kajian Penelitian Sekarang dan Terdahulu

No	Nama	Judul (thn)	Rumusan Masalah dan Tujuan	Metode	Hasil
1	Ilham Gesit Abror	Pengaruh Substitusi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (2020)	Rumusan Masalah : Berapakah nilai kuat tekan beton terbesar yang dicapai dengan substitusi penambahan bahan abu sekam padi pada beton normal ? Tujuan : Mengetahui kuat tekan terbesar yang dapat dicapai dengan substitusi penambahan bahan abu sekam padi pada beton normal.	1. Metode Pengumpulan data: 1) Eksperimen 2) Studi Literatur dengan bentuk benda uji yaitu silinder ukuran 10x20 cm dengan persentase campuran ASP 3,5%, 7%, 10,5% dan 12%	Penambahan variasi bahan tambah campuran ASP pada umur 28 hari, disini mengalami penurunan kuat tekan beton pada variasi campuran 7% sebesar 29,511 Mpa dan pada variasi 12% mengalami peningkatan yang terkontrol sebesar 30,785
2	Khairul Lakum C.	Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Untuk Peningkatan Kekuatan Beton (2009)	Rumusan Masalah : Apakah pengaruh abu sekam padi sebagai campuran terhadap kekuatan beton ? Tujuan : Untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi sebagai campuran terhadap kekuatan beton.	Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif karena terdapat eksperimen pembuatan benda uji dan perhitungan sistematis. Dengan catatan bentuk benda uji kubus ukuran (5x5x5)cm dan persentase ASP 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.	Kuat tekan beton dengan menggunakan abu sekam padi, lebih tinggi dari beton normal, dengan kadar komposisi abu sekam padi 5% - 10%.
3	Arifal Hidayat	Pengaruh Penambahan	Rumusan Masalah : Berapakah kuat tekan	Metode yang digunakan pada	Dapat disimpulkan

		<p>Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton K-225 (2011)</p>	<p>beton terbesar yang dapat dicapai dengan penambahan abu sekam dari persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% diumur 7, 14 dan 28 hari ? Tujuan : Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton K-225 terbesar yang dapat dicapai dengan penambahan bahan abu sekam dengan persentase mulai dari 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% pada umur 7, 14 dan 28 hari.</p>	<p>penelitian ini adalah kualitatif dengan metode DoE, dengan variasi penambahan abu sekam 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Rancangan adukan beton menggunakan standar SK.SNI.T-15-1990-03 yang berlaku di Indonesia.</p>	<p>bahwa terdapat interaksi atau pengaruh yang nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan rencana K-225 Kg/cm².</p>
4	Samsudin, Sugeng Dwi Hartantyo	<p>Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton K-175 (2017)</p>	<p>Rumusan Masalah : Bagaimanakah proses penambahan abu sekam padi pada campuran beton dan seberapa besar pengaruh penambahan abu sekam terhadap kuat tekan beton ? Tujuan : untuk mengetahui proses penambahan abu sekam padi pada campuran beton, mengetahui dan menganalisa seberapa besar pengaruh penambahan abu sekam terhadap kuat tekan beton serta memanfaatkan dan mendaur ulang sekam padi secara optimal.</p>	<p>Metode yang digunakan dalam penelitian adalah uji eksperimental di laboratorium, benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 dan 28 hari. Serta variasi penambahan abu sekam 8%, 10% dan 12%</p>	<p>Berdasarkan hasil dari data pada bab sebelumnya, penggunaan abu sekam padi pada campuran beton dengan variasi penambahan 0%, 8%, 10%, dan 12% dari berat semen berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 28 hari yaitu 11.218 Mpa, 10.142 Mpa, 9.527 Mpa, dan 8.759 Mpa.</p>

BAB 3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu cara dalam penelitian pekerjaan *setting time* untuk memperoleh data yang dibutuhkan yang selanjutnya akan digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metodologi penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penelitian guna memperoleh pemecahan masalah dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan.

3.1 Studi Literatur

Pada Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari buku, jurnal, skripsi maupun website. Penelitian mengenai penambahan abu sekam padi terhadap pembuatan beton normal hingga saat ini masih menggunakan studi *experimental*, yaitu dengan *trial and error* dari proporsi-proporsi campuran bahan tambah (*admixture*) yang digunakan sebagai pengganti proporsi campuran semen pada pembuatan beton.

Pada penelitian terdahulu, menurut Khairul Lakum C., (2009) meneliti tentang pemanfaatan abu sekam padi sebagai campuran untuk peningkatan kekuatan beton. Penelitian ini bertujuan agar tahu seberapa besar pengaruh abu sekam sebagai bahan tambah atau campuran terhadap kekuatan beton yang direncanakan dan mengetahui perbandingan kuat tekan beton biasa dengan beton campuran abu sekam padi. Percobaan ini menggunakan metode eksperimen. Jumlah beton yang di uji adalah 54 beton dengan bentuk kubus. Yang terdiri dari 9 buah beton normal, 9 buah beton dengan campuran 5% abu sekam padi, 9 buah beton dengan campuran sekam padi 10%, 9 buah beton dengancampuran abu sekam padi 15%. 9 buah beton dengan campuran 20%, dan 9 buah beton dengan campuran abu sekam padi 25%.

Arifal Hidayat, (2011) meneliti tentang pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton k-225. Tujuan penelitian ini untuk pengetahuan terhadap nilai kuat tekan beton yang dicapai dari campuran abu sekam padi di dalam beton K-225 Kg/cm². Untuk penelitian ini abu sekam padi dicampurkan ke dalam adukan beton normal f_c' k-225 Kg/cm² dengan variasi penambahan abu sekam 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%, persentase berat abu sekam diperoleh berdasarkan berat pada semen. Diambil berdasarkan berat pada semen. Rancangan pembuatan beton menggunakan standar SK.SNI.T-15-1990-03 yang berlaku di Indonesia. Benda uji tersebut yang dibuat untuk masing-masing penambahan persentase abu sekam yaitu sebanyak 3 sampel, dengan ukuran cetakan silinder yang memiliki diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

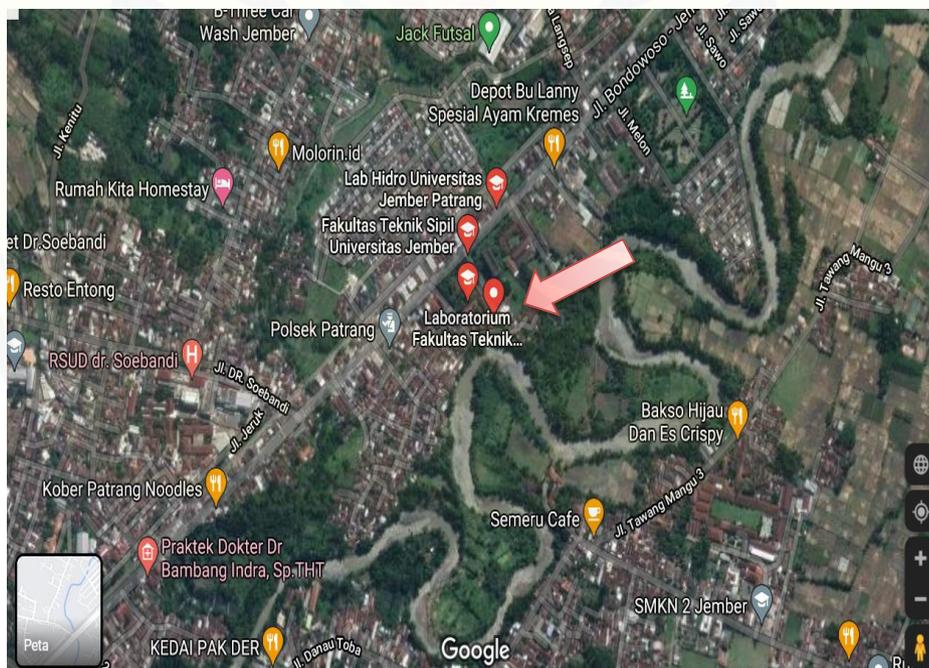
Samsudin dan Sugeng Dwi Hartantyo, (2017) meneliti tentang studi pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian ini abu sekam padi ditambahkan ke dalam adukan beton f_c' K-175 Kg/cm² dengan variasi penambahan abu sekam 0%, 8%, 10%, dan 12% , persentasi berat abu sekam ini diambil berdasarkan berat semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang dicapai dari campuran abu sekam padi dalam beton K-175 Kg/cm². Rancangan adukan beton menggunakan metode ASTM. Benda uji yang dibuat untuk masing-masing penambahan persentase abu sekam adalah sebanyak 3 sampel, dengan ukuran cetakan silinder berdiameter 10 cm dengan tinggi 20 cm.

3.2 Kebutuhan Data

Pengambilan data pada penelitian pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap uji kuat tekan beton normal adalah dengan melakukan pengujian yaitu dengan cara pengujian di laboratorium dengan menggunakan mesin uji kuat tekan yang ada di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di jalan Slamet Riyadi, Patrang, Kec. Patrang, Kabupaten Jember, Jawa Timur dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Februari - Maret 2020.



Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan hari Senin hingga Jum'at, yang dimulai pukul 08.00 – 16.00 WIB, ketersediaan waktu juga efektif saat laboratorium sama sekali tidak ada yang menggunakan.

3.4.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan sebelum proses pengumpulan dan pengolahan data, meliputi :

1. Studi literature yang berkaitan dengan pembuatan beton, abu sekam padi sebagai bahan campuran dan uji kuat tekan sebagai bahan referensi.
2. Identifikasi permasalahan yang akan dianalisis dalam penelitian ini.
3. Penentuan data yang dibutuhkan.
4. Pengerjaan persyaratan administrasi untuk pencairan data.
5. Penetapan waktu untuk pengujian di laboratorium.
6. Penetapan hari yang dapat mewakili hari-hari selama pengujian berlangsung.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland
2. Agregat halus (pasir)
3. Agregat kasar (kerikil)
4. Air tawar
5. Abu sekam padi

3.4.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin uji tekan (*Universal testing machine*) 1000 KN untuk menguji kuat tekan beton.
2. *Concrete Mixer* untuk proses mencampur beton.
3. Kerucut *Abrams* untuk menguji *slump test*.
4. Gelas ukur untuk menakar air.
5. Mistar dan kaliper untuk mengukur benda uji.
6. Timbangan untuk menimbang material.
7. Talam untuk tempat meletakkan agregat.

8. Tongkat pemadat untuk memadatkan agregat atau campuran beton..
9. Bak penampungan untuk menampung beton segar.
10. Mould (cetakan) sebagai cetakan benda uji.
11. Ayakan / saringan untuk mengayak agregat.
12. Oven untuk mengeringkan agregat.

3.5 Proporsi Campuran Benda Uji

Proporsi campuran benda uji mengacu pada proporsi agregat halus, agregat kasar, kebutuhan air, semen dengan proporsi campuran bahan abu sekam padi 0%, 3,5%, 7%, 10,5% dan 12%. Dengan variasi Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Proporsi Campuran Benda Uji

Jenis benda uji	Proporsi semen (%) + air + abu sekam (%) + Agregat Halus (Pasir) + Agregat Kasar (Kerikil)	Jumlah benda uji
Sampel 1	100% semen + air + pasir + kerikil	9
Sampel 2	96,5% semen + air + pasir + kerikil + 3,5% abu sekam padi	9
Sampel 3	93% semen + air + pasir + kerikil + 7% abu sekam padi	9
Sampel 4	89,5% semen + air + pasir + kerikil + 10,5% abu sekam padi	9
Sampel 5	88% semen + air + pasir + kerikil + 12% abu sekam padi	9
Jumlah Benda Uji Total		45

3.6 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, prosedur penelitian dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Percobaan pendahuluan

Dalam percobaan pendahuluan ini dilakukan pemeriksaan alat laboratorium dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar (split) sebagai berikut : kadar air, kadar lumpur, berat jenis agregat, daya serap kering, daya serap SSD,

modulus kehalusan, sedangkan abu sekam yang digunakan untuk bahan tambah hanya diteliti daya serap kering dan berat jenis saja.

2. Percobaan akhir

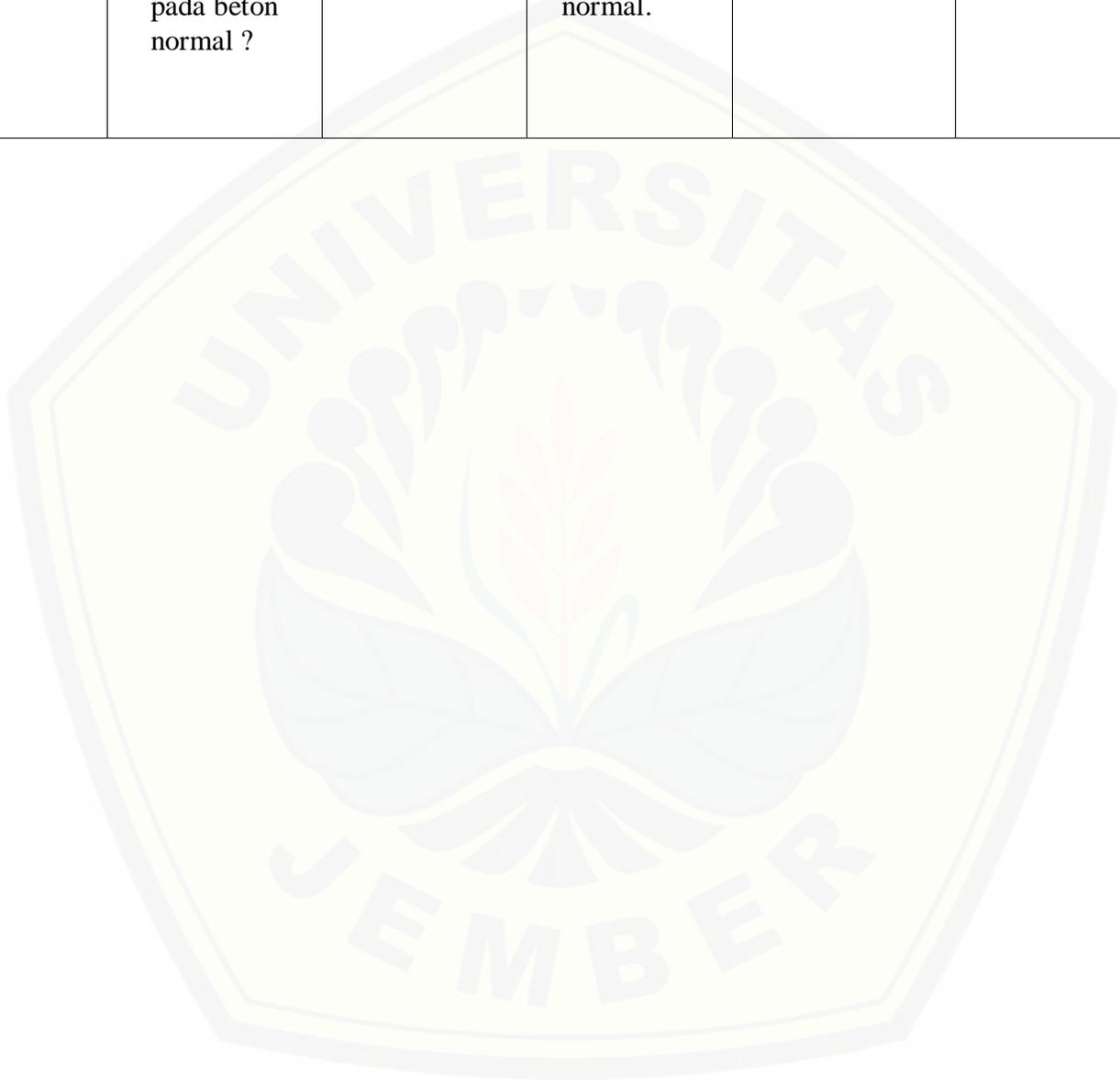
Tahap-tahap percobaan akhir ini meliputi pekerjaan persiapan, pengadukan, uji slump, berat jenis basah, pencetakan perawatan dan tahap pengujian benda uji beton (tekan).

3.7 Matrik Penelitian

Tabel 3.2 Matrik Penelitian

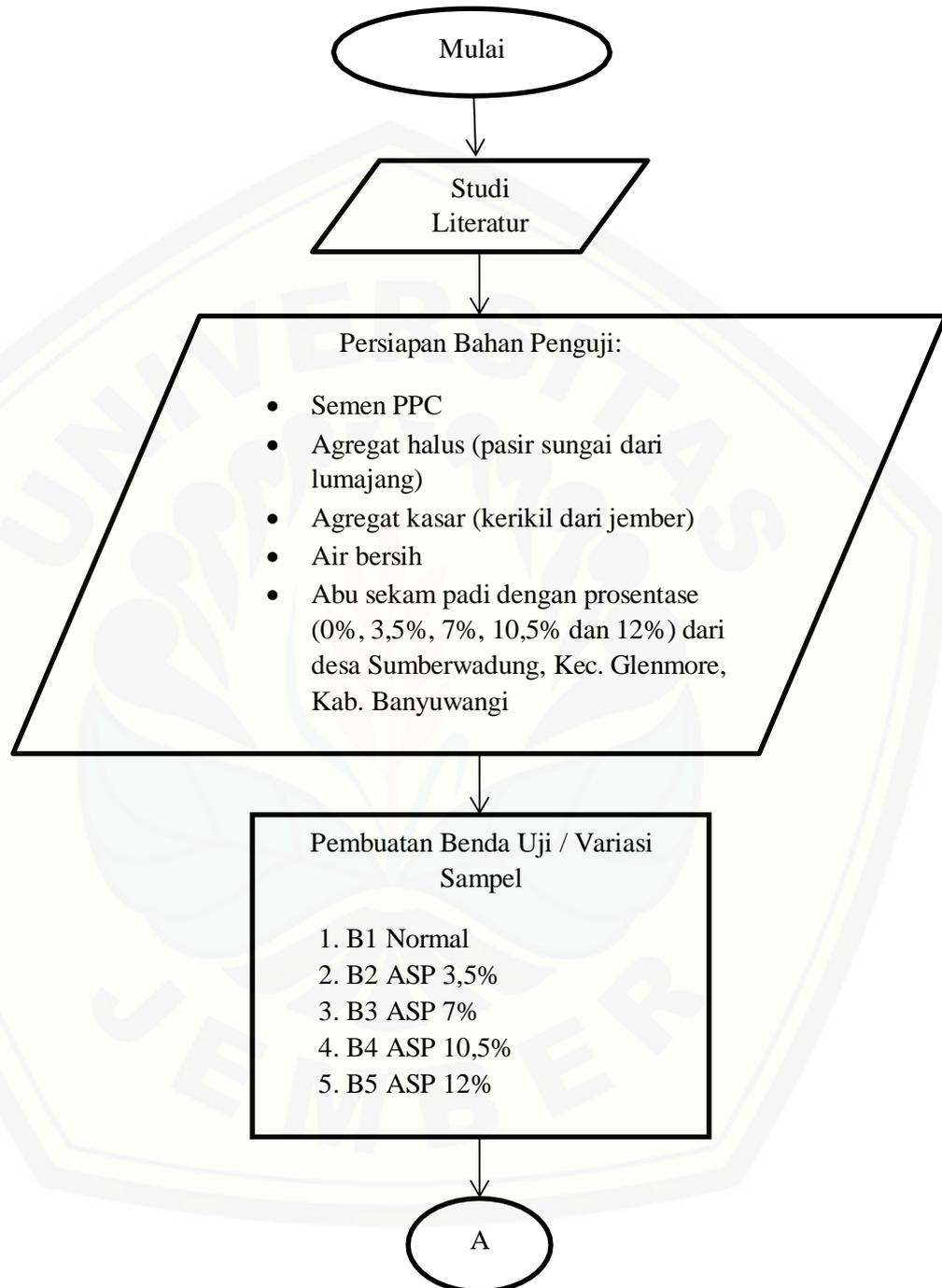
Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
“Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Normal”	1. Berapakah hasil peningkatan kuat tekan saat penambahan abu sekam padi dengan persentase dari 0%, 3,5%, 7%, 10,5% dan 12% pada umur 7, 14 dan 28 hari ?	1. Peningkatan kuat tekan	1. Studi eksperimen penambahan bahan abu sekam dengan persentase berbeda terhadap kuat tekan beton normal diharapkan, setiap penambahan persentase yang berbeda dapat memberi peningkatan terhadap nilai kuat tekan beton.	1. Subyek penelitian: Kuat tekan beton normal 2. Kepustakaan: Buku, Jurnal, Skripsi dan Website	2. Jenis Penelitian: Studi Eksperimen 3. Metode Pengumpulan data: 1) Eksperimen 2) Studi Literatur 4. Analisis Data deskriptif kualitatif dengan rumus : • Kuat Tekan $f'c = P / A$ Keterangan : $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa) A = luas penampang benda uji (mm ²) P = beban tekan (P)

	2. Berapakah nilai kuat tekan terbesar yang dicapai dengan penambahan bahan abu sekam padi pada beton normal ?	2. Nilai kuat tekan	2. Nilai kuat tekan terbesar yang dicapai dengan penambahan abu sekam padi pada beton normal.		
--	--	---------------------	---	--	--



3.8 Bagan Alir Penelitian

Guna mempermudah proses pelaksanaan penelitian, maka dibuat dan dijalankan alur proses berikut ini :





Gambar 3.2 : Bagan Alir Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4. 1. Pengujian Bahan Penyusun

Pada penelitian ini dilakukan pengujian bahan penyusun beton yaitu agregat halus, agregat kasar dan semen, dengan menguji karakteristik atau sifat fisik dari bahan yang akan digunakan untuk benda uji beton. Pengujian yang dilakukan meliputi uji berat jenis, kadar air resapan, berat volume, kadar lumpur, kelembapan dan analisa saringan dengan hasil pengujian sebagai berikut:

4.1.1. Agregat Halus (Pasir)

a. Kelembapan

Berdasarkan SNI ASTM C 556-89 pemeriksaan kelembapan agregat dilakukan untuk mengukur kelembapan pasir dengan cara kering, karena kelembapan pada agregat akan mempengaruhi tingkat pengerasan dan kekuatan beton. Hasil Pengujian Kelembapan agregat halus yang merupakan pasir Lumajang didapatkan nilai kelembapan sebesar 0,496%.

Tabel 4.1 Kelembapan Pasir

kelembapan pasir			
percobaan nomor	1	2	3
berat pasir asli (W1)	250	250	250
berat pasir oven (W2)	248.8	248.9	248.6
kelembapan pasir $((W1 - W2)/W2)*100\%$	0.482	0.442	0.563
kelembapan pasir rata-rata	0.496		

b. Berat Jenis

Agregat pasir untuk bahan bangunan bermacam macam, dan memiliki berat jenis yang berbeda beda. Berdasarkan ASTM C 128-78 pemeriksaan berat jenis agregat dilakukan untuk memperoleh nilai berat jenis kering permukaan atau SSD. Hasil pengujian didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,61%.

Tabel 4.2 Berat Jenis Pasir

berat jenis pasir			
percobaan nomor	1	2	3
berat picnometer + pasir + air (W2)	165.8	163.5	165.1
berat pasir SSD (W1)	50	50	50
berat picnometer + air (W3)	134.3	133	134.7
berat jenis (W1/(W1-W2+W3))	2.70	2.56	2.55
berat jenis rata-rata	2.61		

c. Kadar Air Resapan

Pemeriksaan ini berdasarkan ASTM C 128-78 dengan tujuan untuk mengukur kada air resapan agregat dimana yang akan berpegaruh dalam waktu beton pengerasan, karena tiap agregat memiliki resapan yang berbeda bergantung dari rongga agregat . Hasil pengujian didapatkan nilai kadar air resapan sebesar 0,204%.

Tabel 4.3 Air Resapan Pasir

air resapan pasir			
percobaan nomor	1	2	3
berat pasir (W1)	100	100	100
berat pasir oven (W2)	98	98	98
kadar air resapan ((W1 - W2)/W2)*100%	2.0408	2.0408	2.0408
	2	2	2
air resapan rata-rata	2.04		

d. Berat Volume

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur berat volume pasir baik dalam keadaan lepas ataupun dalam padat dengan mmenggunakan standar pengujian SNI-03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume didapatkan nilai sebesar 1561,832 kg/m³.

Tabel 4.4 Berat Volume Pasir

berat volume pasir				
percobaan nomor	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	7.1	7.1	7.1	7.1
berat silinder + pasir (W2)	21.75	21.24	23.5	22.78
berat pasir (W2 - W1)	14.65	14.14	16.4	15.68
volume silinder (V)	0.00974	0.00974	0.00974	0.00974
berat volume ((W2 - W1)/V)	1503.59	1451.25	1683.20	1609.30
berat volume rata-rata	1477.42		1646.25	

e. Kadar Lumpur

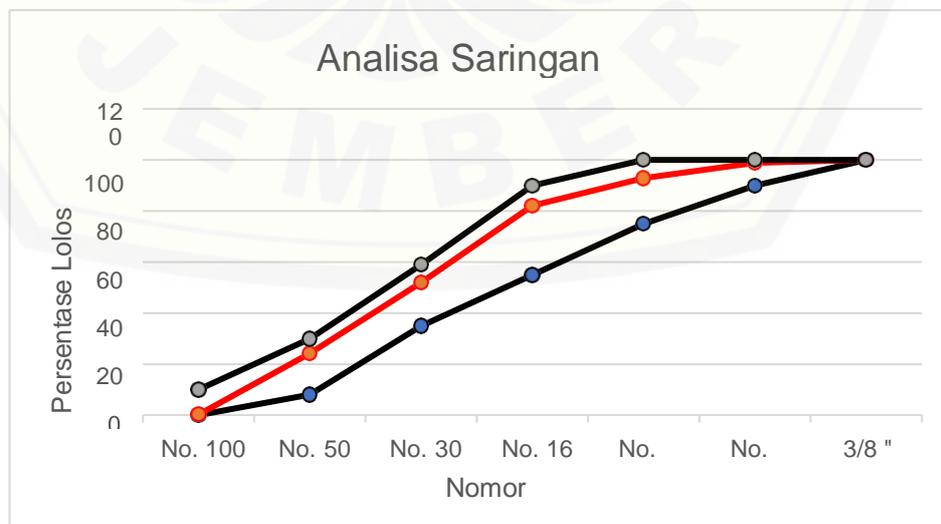
Berdasarkan SNI S-04-1989-F tentang kadar lumpur agregat, Pemeriksaan kadar lumpur dengan tujuan dimana dalam syarat agregat yang digunakan harus memiliki kadar lumpur yang sangat kecil, yaitu harus dibawah 5%. Untuk hasil pengujian kadar lumpur, didapatkan nilai 0,37%.

Tabel 4.5 Kadar Lumpur

Kadar Lumpur Pasir (Cm)			
percobaan nomor	1	2	3
Tinggi Lumpur (H1)	9.9	9.6	10.1
Tinggi Pasir (H2)	9.6	9.2	9.7
Kadar Lumpur Pasir $((H1 - H2)/H1)*100\%$	3.03	4.17	3.96
Kadar Lumpur Pasir Rata-rata	3.72		

f. Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir atau gradasi agregat, dimana menggunakan standar pengujian SNI ASTM C136-2012, dengan hasil pengujian agregat didapatkan pada gradasi zona 2, yaitu gradasi dengan jenis agak kasar. Hasil Pengujian analisa saringan agregat digambarkan sebuah grafik hubungan antara presentase kumulatif dengan Nomer ayakan yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dan perhitungan data terdapat pada lampiran A.



Gambar 4.1 Grafik Zona 2 Agregat Halus

4.1.2. Agregat Kasar (Kerikil)

a. Kelembapan

Berdasarkan ASTM C 556-89 pemeriksaan kelembapan agregat dilakukan untuk mengukur kelembapan pasir dengan cara kering, karena kelembapan pada agregat akan mempengaruhi tingkat pengerasan dan kekuatan beton. Hasil Pengujian Kelembapan agregat kasar yang merupakan kerikil pecah maksimal 20 mm dari PT. Sunan Muria didapatkan nilai kelembapan sebesar 0,274%.

Tabel 4.6 Kelembapan Kerikil

kelembapan kerikil			
percobaan nomor	1	2	3
berat kerikil asli (W1)	500	500	500
berat kerikil oven (W2)	498.6	498.5	498.8
kelembapan kerikil $((W1 - W2)/W2)*100\%$	0.281	0.301	0.241
kelembapan keikil rata-rata	0.274		

b. Berat Jenis

Agregat Kasar untuk bahan bangunan bermacam macam, dan memiliki berat jenis yang berbeda beda. Berdasarkan SNI-03-1969-2016 pemeriksaan berat jenis agregat dilakukan untuk memperoleh nilai berat jenis kering permukaan atau SSD. Hasil pengujian didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,57%.

Tabel 4.7 Berat Jenis Kerikil

berat jenis kerikil			
percobaan nomor	1	2	3
berat kerikil di udara (W1)	3000	3000	3000
berat kerikil di air (W2)	1694	1914	1874
berat jenis $(W1/(W1-W2))$	2.30	2.76	2.66
berat jenis rata-rata	2.57		

c. Kadar Air Resapan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur kada air resapan agregat dimana yang akan berpegaruh dalam waktu beton pengerasan, karena tiap agregat memiliki resapan yang berbeda bergantung dari rongga agregat. Dilakukan berdasarkan standar pengujian SNI-03-1969-2016, hasil pengujian didapatkan nilai kadar air resapan sebesar 0,154%.

Tabel 4.8 Air Resapan Kerikil

air resapan kerikil			
percobaan nomor	1	2	3
berat kerikil (W1)	500	500	500
berat kerikil oven (W2)	493	492.2	492.1
kadar air resapan $((W1 - W2)/W2)*100\%$	1.42	1.58	1.61
air resapan rata-rata	1.54		

d. Berat Volume

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur berat volume pasir baik dalam keadaan lepas ataupun dalam padat. Dilakukan dengan standar pengujian SNI-03-4804-1998, hasil pengujian berat volume didapatkan nilai sebesar 1315,03 kg/m³.

Tabel 4.9 Berat Volume Kerikil

berat volume kerikil				
percobaan nomor	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	10.1	10.1	10.1	10.1
berat silinder + kerikil (W2)	29.21	29.25	30.56	30.77
berat kerikil (W2 - W1)	19.11	19.15	20.46	20.67
volume silinder (V)	0.01508	0.01508	0.01508	0.01508
berat volume $((W2 - W1)/V)$	1267.14	1269.79	1356.65	1370.58
berat volume rata-rata	1268.46		1363.61	

e. Kadar Lumpur

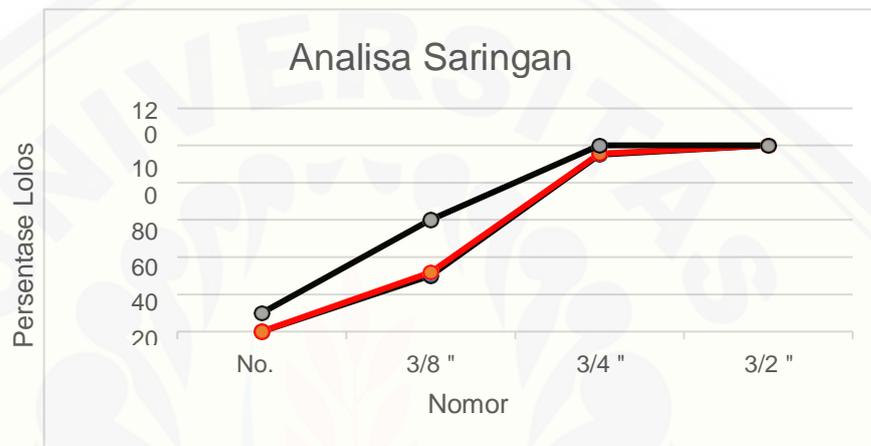
Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F Pemeriksaan kadar lumpur dengan tujuan dimana dalam syarat agregat yang digunakan harus memiliki kadar lumpur yang kecil. Untuk hasil pengujian kadar lumpur, didapatkan nilai 0,37%.

Tabel 4.10 Kadar Lumpur Kerikil

Kadar Lumpur Kerikil (Gram)			
percobaan nomor	1	2	3
Berat Kering Oven Sebelum dicuci (W1)	2483.8	2483.5	2483.6
Berat Setelah Dicuci (W2)	2468.9	2459.7	2461.7
Kadar Lumpur Kerikil $((W1 - W2)/W1)*100\%$	0.60	0.96	0.88
Kadar Lumpur Kerikil Rata-rata	0.81		

f. Analisa Saringan

Berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang modulus butir pengujian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir atau gradasi agregat, dimana hasil pengujian agregat didapatkan pada gradasi zona maksimal 20 mm, yaitu gradasi dengan jenis agak kasar. Hasil Pengujian analisa saringan agregat digambarkan sebuah grafik hubungan antara presentase kumulatif dengan Nomer ayakan yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dan perhitungan data terdapat pada lampiran A.



Gambar 4.2 Grafik Zona Maksimal 20 mm Agregat Kasar

4.1.3. Semen

Pengujian semen dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari semen yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan mencari berat volume semen yang dilakukan perojokan dan berat volume semen tanpa rojokan, setelah itu mencari berat jenis semen.

Berikut adalah data hasil pengujian semen pada tabel 4.1 dan perhitungan data terdapat pada lampiran A.

Tabel 4.11 Hasil Uji Karakteristik semen

Berat volume tanpa rojokan	299,69 kg/m ³
Berat volume dengan rojokan	287,89 kg/m ³
Berat Jenis	3,01 %

4. 2. Perencanaan Bahan Campuran Beton

Perencanaan bahan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mengetahui kebutuhan atau proporsi dari bahan penyusun benda uji beton. Dalam perencanaan ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Data yang digunakan adalah bahan penyusun yang sebelumnya sudah diuji karakteristiknya meliputi semen, pasir, kerikil. Mutu Beton rencana untuk perencanaan bahan campuran ini yaitu sebesar 30 Mpa. Perencanaan ini menghasilkan kebutuhan campuran penyusun beton dengan kebutuhan bahan untuk setiap meter kubik yang sesuai dengan perencanaan SNI 03-2834-2000 dimana disajikan pada tabel 4.12 dan untuk perhitungan kebutuhan rencana (*mix design*) terdapat pada lampiran A.

Tabel 4.12 kebutuhan bahan untuk satu meter kubik

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Semen	455,3	Kg/m ³
2	Agregat Halus	680,1	Kg/m ³
3	Agregat Kasar	941,9	Kg/m ³
4	Air	227,6	L/m ³

Pada tabel 4.13 disajikan kebutuhan bahan agregat penyusun campuran untuk total benda uji yang sesuai dengan perencanaan (*mix design*) yaitu sebanyak 45 benda uji, dimana nilai kebutuhan didapat dari kebutuhan bahan penyusun untuk satu meter kubik dikali dengan volume bekisting benda uji yaitu (10x20) cm sebanyak 45 buah.

Tabel 4.13 kebutuhan bahan untuk total benda uji

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Semen	32,4	Kg
2	Agregat Halus	48,15	Kg
3	Agregat Kasar	66,6	Kg
4	Air	16,2	L

Pada tabel 4.14 disajikan kebutuhan bahan agregat penyusun campuran untuk total benda uji yang sesuai dengan perencanaan untuk setiap satu benda uji, dimana nilai kebutuhan didapat dari kebutuhan bahan penyusun untuk satu meter kubik dikali dengan volume bekisting benda uji yaitu (10x20) cm.

Tabel 4.14 kebutuhan bahan untuk satu benda uji

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Semen	0,72	Kg
2	Agregat Halus	1,07	Kg
3	Agregat Kasar	1,48	Kg
4	Air	0,36	L

Pada tabel 4.15 disajikan nilai komposisi kebutuhan bahan tambah campuran *Abu Sekam Padi* untuk setiap variasi meliputi bahan *Abu Sekam Padi* sebesar 3,5%, 7%, 10,5% dan 12% dari total komposisi semen. Nilai kebutuhan untuk setiap variasi persentase bahan tambah campuran *Abu Sekam Padi* dimana nanti akan di kalikan dengan kebutuhan semen.

Tabel 4.15 kebutuhan bahan campuran pada setiap variasi benda uji

Proporsi campuran variasi untuk 1 benda uji		
Jumlah Proporse Semen Per 1 Benda Uji	ABU SEKAM	SEMEN
3.5%	829.67	
96.5%	29.0 4	800.635
7.0%	829.67	
93.0%	58.0 8	771.597
10.5%	829.67	
89.5%	87.1 2	742.558
12.0%	829.67	
88.0%	99.5 6	730.113

Pada Tabel 4.16 menunjukkan jumlah material yang digunakan pada saat pengecoran. Mulai pada campuran beton dengan campuran *Abu Sekam Padi*, kebutuhan air pada setiap variasi penambahan Abu Sekam Padi dari persentase 3,5%, 7%, 10,5% dan 12% mengalami penambahan yang awalnya kebutuhan air hanya 1,24 L ditambah masing-masing kebutuhan air sebesar 0,10 L karena adonan yang belum memenuhi nilai slump, sehingga kebutuhan air disetiap variasi adalah 1,34 L air.

Tabel 4.16 kebutuhan material total per benda uji

Proporsi campuran untuk total per benda uji					
Persentase Campuran Beton	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar	Abu Sekam
3.5%	2401.91	1.24	3.72	5.15	87.12
7.0%	2314.79	1.24	3.72	5.15	174.23
10.5%	2227.67	1.24	3.72	5.15	261.35
12.0%	2190.34	1.24	3.72	5.15	298.68

4. 3. Pengujian Slump

Pengujian slump adalah untuk mengukur tinggi penurunan adukan beton setelah dilepas dari alat slump yang digunakan. Percobaan ini dilakukan menggunakan alat kerucut terpancung dengan diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm, dan tinggi 30 cm beserta penumbuk atau rojokan dengan tinggi 60 cm diameter 16 mm. Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini adalah sebesar ± 100 mm, karena beton dalam penelitian ini dikategorikan sebagai beton mutu normal. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk memperoleh besaran kekentalan beton dari suatu adukan, dari pengujian slump diperoleh hasil pengujian seperti dibawah ini :

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Slump Beton

Jenis Pengujian Beton	Slump
	(cm)
B1 Normal	12
B2 3,5% ASP	10
B3 7% ASP	9,5
B4 10,5% ASP	9
B5 12% ASP	8,5

Hasil ini didapatkan dengan menguji masing-masing adukan beton sesuai dengan campuran beton yang ada, sehingga didapatkan hasil seperti diatas. Karena pengujian slump bertujuan untuk mengetahui seberapa tinggi penurunan yang terjadi pada setiap adukan beton.



Gambar 4.3 Pengujian Slump

4. 4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat Compression Testing Machine. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur benda uji 7, 14 dan 28 hari. Total seluruh benda uji yang akan dilakukan pengujian sebanyak 45 buah. Benda uji pada penelitian ini berbentuk silinder beton ukuran (10x20) cm masing-masing 3 sampel dari setiap variasi. Hasil kuat tekan beton yang didapatkan disajikan pada Tabel 4.18, Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 serta gambar 4.3.

Kuat tekan dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

- f_c = Kuat tekan (Mpa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas bidang permukaan (m²)

Tabel 4.18 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No	Variasi Campuran	Hari ke -	Kuat tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Normal	7	24,203 26,751 28,025	26,326
2	3,5%	7	24,840 24,203 26,751	25,264
3	7%	7	23,566 24,840 24,203	24,203
4	10,5%	7	26,751 25,477 24,203	25,477
5	12%	7	28,025 24,840 25,477	26,114

Contoh perhitungan pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

- Kuat tekan beton

$$\begin{aligned}\text{Beban maksimum (P)} &= 230 \text{ kn} \times 1000 \\ &= 230000 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan (A)} &= 2\pi r(r + t) \\ &= 2 \times 3,14 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm} + 20 \text{ cm}) \\ &= 785 \text{ cm}^2 \\ &= 7850 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{230000N}{7850\text{mm}^2} \\ &= 28,025\text{MPa}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}&= \frac{28,025\text{MPa} + 24,840\text{MPa} + 25,477\text{MPa}}{3} \\ &= 26,114\text{MPa}\end{aligned}$$

Tabel 4.19 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

No	Variasi Campuran	Hari ke -	Kuat tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Normal	14	29,299 30,573 28,662	29,511
2	3,5%	14	28,025 26,751 25,477	26,751
3	7%	14	26,751 27,388 25,477	26,538
4	10,5%	14	26,751 28,662 28,025	27,812
5	12%	14	29,299 28,025 27,388	28,237

Contoh perhitungan pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

- Kuat tekan beton

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 240 \text{ kn} \times 1000 \\ &= 240000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan (A)} &= 2\pi r(r + t) \\ &= 2 \times 3,14 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm} + 20 \text{ cm}) \\ &= 785 \text{ cm}^2 \\ &= 7850 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } f &= \frac{P}{c \cdot A} \\ &= \frac{240000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\ &= 30,573 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} &= \frac{26,751 \text{ MPa} + 28,662 \text{ MPa} + 28,025 \text{ MPa}}{3} \\ &= 27,812 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Variasi Campuran	Hari ke -	Kuat tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Normal	28	36,942 38,216 37,579	37,579
2	3,5%	28	30,573 28,662 29,936	29,723
3	7%	28	29,299 30,573 28,662	29,511
4	10,5%	28	30,573 28,025 32,484	30.360
5	12%	28	31,210 29,299 31,847	30,785

Contoh perhitungan pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

- Kuat tekan beton

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 245 \text{ Kn} \times 1000 \\ &= 245000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan (A)} &= 2\pi r(r + t) \\ &= 2 \times 3,14 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm} + 20 \text{ cm}) \\ &= 785 \text{ cm}^2 \\ &= 7850 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$f_c = \frac{P}{A}$$

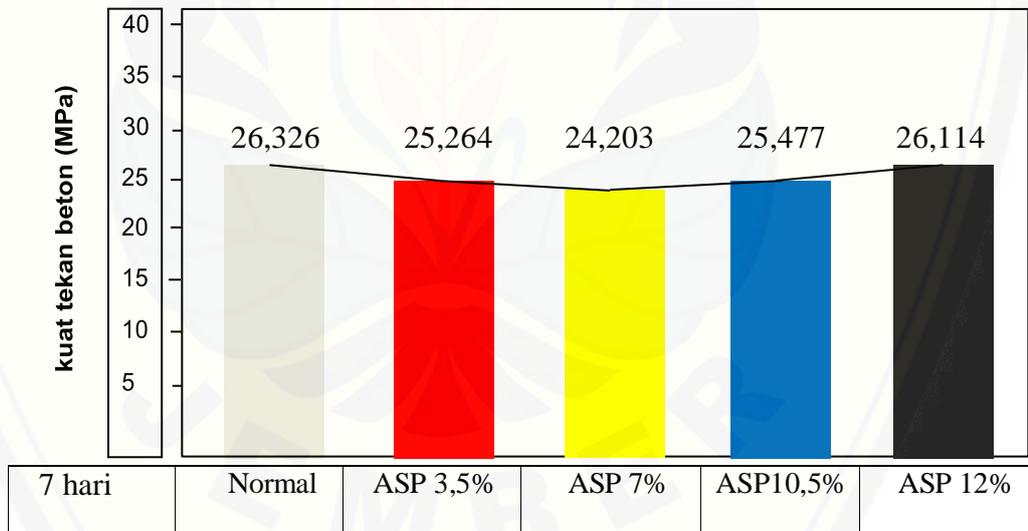
$$= \frac{245000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2}$$

$$= 31,210 \text{ MPa}$$

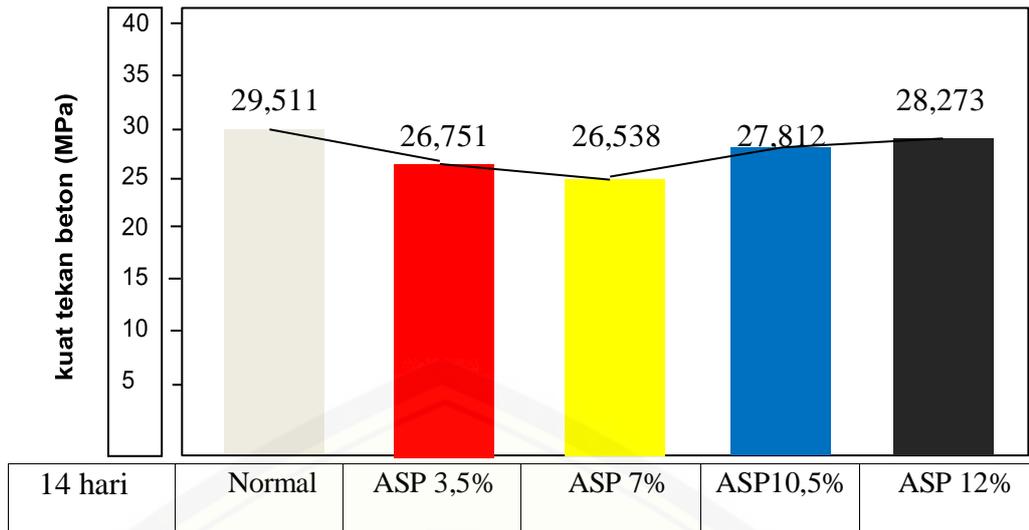
Untuk perhitungan kuat tekan rata – rata :

$$= \frac{31,210 \text{ MPa} + 29,299 \text{ MPa} + 31,847 \text{ MPa}}{3}$$

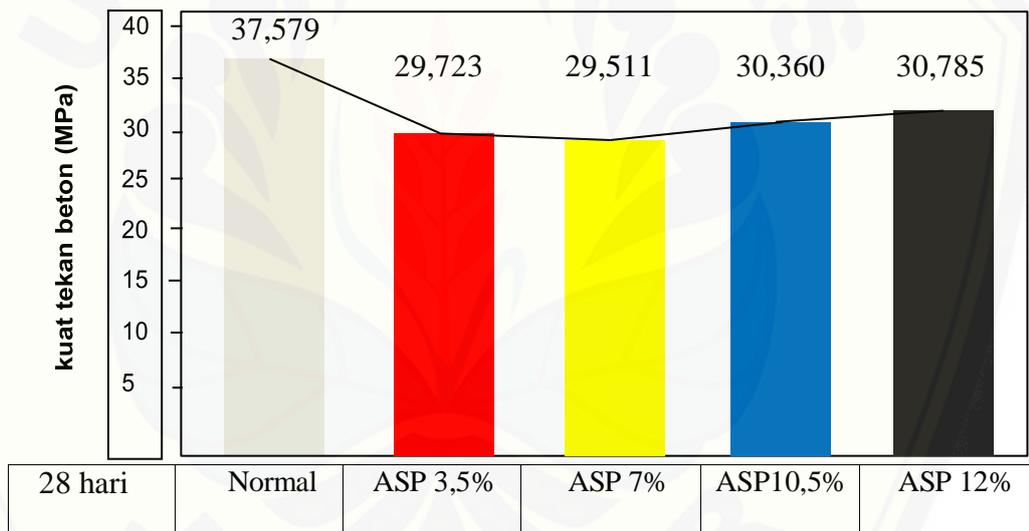
$$= 30,785 \text{ MPa}$$



Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 hari

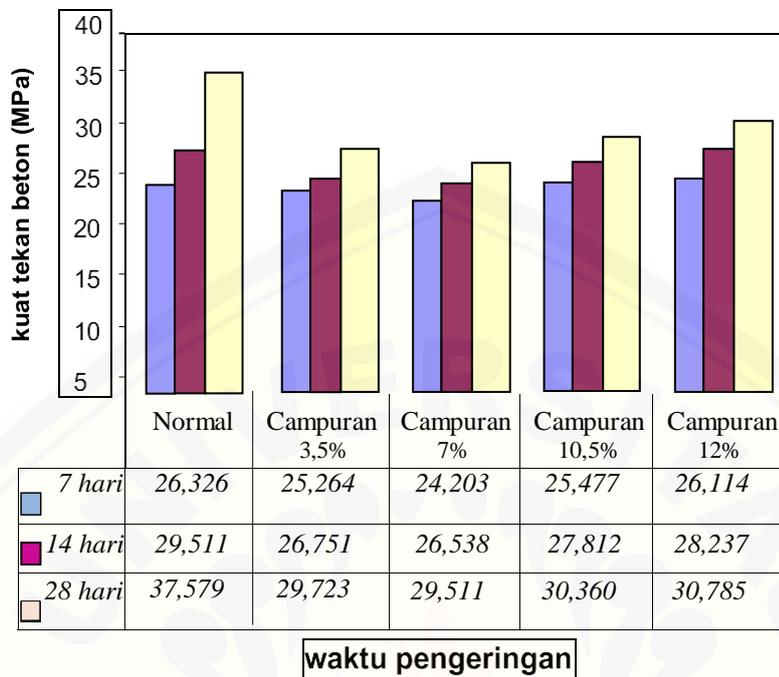


Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 14 hari



Gambar 4.6 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Gambar 4.7 Grafik Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Abu Sekam Padi



Dari keterangan grafik diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton tanpa campuran abu sekam padi adalah sebesar 26,326 Mpa untuk waktu pengeringannya selama 7 hari, sedangkan untuk waktu pengeringan 14 hari dan 28 hari kekuatan beton semakin meningkat yaitu sebesar 29,511 Mpa dan 37,579 Mpa. Peningkatan tersebut sesuai dengan sifat dari beton, dimana beton itu akan mengalami perubahan kekuatan pada saat beton berumur 7 hari sampai 28 hari. Hal itu di sebabkan dari kadar air yang terdapat di beton tersebut akan semakin berkurang sesuai dengan lama waktu pengeringannya.

Untuk beton dengan campuran abu sekam padi 3,5% kuat tekan pada waktu pengeringan 7 hari adalah 25,264 Mpa dan 26,751 Mpa untuk waktu pengeringan selama 14 hari. Kuat tekan beton semakin meningkat yaitu sebesar 29,723 Mpa pada saat beton berumur 28 hari.

Untuk beton dengan campuran abu sekam padi 7% kuat tekan pada waktu pengeringan 7 hari adalah 24,203 Mpa dan 26,538 Mpa untuk waktu pengeringan selama 14 hari. kuat tekan beton semakin meningkat yaitu sebesar 29,511 MPa pada saat beton berumur 28 hari.

Untuk beton dengan campuran abu sekam padi 10,5% kuat tekan pada waktu pengeringan 7 hari adalah 25,477 Mpa dan 27,812 MPa untuk waktu pengeringan selama 14 hari. Kuat tekan beton semakin meningkat yaitu sebesar 30,360 MPa pada saat beton berumur 28 hari.

Untuk beton dengan campuran abu sekam padi 12% kuat tekan pada waktu pengeringan 7 hari adalah 26,114 MPa dan 28,237 MPa untuk waktu pengeringan selama 14 hari. Kuat tekan beton semakin meningkat yaitu sebesar 30,785 MPa pada saat beton berumur 28 hari.

Kuat tekan beton akan semakin meningkat ketika beton yang berumur 28 hari. Hal ini disebabkan karena pada saat beton berumur 28 hari, beton tersebut benar – benar dalam keadaan kering. Atau bisa di sebut tidak terdapat kadar air pada beton. Sehingga dengann adanya kadar air pada beton, bisa menyebabkan beton menjadi lemah.

Dari grafik terlihat juga bahwa kekuatan beton semakin menurun saat beton telah tercampuri bahan variasi Abu Sekam Padi, Padahal disini saya mengharapkan beton yang saya buat dengan campuran abu sekam padi, pada persentase kurang dari 10% mengalami peningkatan yang mungkin tersignifikan. Sebab akibat yang mungkin jadi faktor penyebab turunnya hasil uji kuat tekan beton normal yang telah tercampuri bahan abu sekam padi adalah Abu Sekam Padi yang saya gunakan pengolahannya kurang maksimal, yang seharusnya sekam padi dibakar pada lumbung pengolahan batu bata yang maksimalnya 100°C dengan hasil Abu Sekam yang benar-benar halus dan berwarna abu-abu agak putih. Sedangkan Abu Sekam Padi yang saya gunakan itu sendiri dibakar menggunakan lumbung rumahan yang tingkat panasnya sendiri kurang maksimal dengan hasil warna abu sekam yang kehitam-hitaman. Sehingga kandungan zat yang ada di Abu Sekam Padi yang sama seperti halnya kandungan sebagian zat pada semen tidak terlihat, dengan hasil kuat tekan beton pada setiap variasi campuran abu sekam padi tidak melebihi hasil kuat tekan beton normal tanpa campuran abu sekam.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan dan diuji, pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengujian beton segar dan beton keras pada umur rencana dan optimum yaitu 28 hari.

5.1 Kesimpulan

1. Substitusi penambahan abu sekam padi pada beton normal pada setiap persentase hasil kuat tekannya menurun, jika dibandingkan hasil kuat tekan beton normal tanpa campuran abu sekam padi yang lebih tinggi diumur yang telah direncanakan. Sehingga dapat dilihat pada gambar grafik 4.7.
2. Penambahan variasi bahan tambah campuran *ASP* mengalami peningkatan tertinggi yang dapat dicapai yaitu, pada umur 7 hari 26,114 Mpa untuk variasi penambahan 12%, pada umur 14 hari 28,237 Mpa juga dicapai pada variasi penambahan 12%, serta pada umur 28 hari 30,785 Mpa merupakan peningkatan tertinggi yang dicapai pada variasi penambahan *ASP* 12%.

5.2 Saran

1. Pengujian dengan variasi campuran *ASP* perlu dilakukan untuk mengetahui kadar optimum penambahan *ASP* terhadap campuran beton, agar dapat memperoleh hasil yang maksimal pada nilai kuat tekannya.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang kuat tekan beton bukan hanya dengan bahan tambah *ASP* tapi juga dengan bahan tambah lain seperti Fly Ash, Bottom Ash, dll. Agar mengetahui perbandingan kuat tekan yang benar-benar maksimal dari hasil kuat tekan beton normal tanpa campuran.
3. Diharapkan agar campuran antara semen dan abu sekam padi serta material-material pembentuk lainnya benar-benar homogen agar menghasilkan beton yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifal Hidayat.,** 2011. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton K-225 Universitas Pasir Pangairan.
- Bali, Ika, A, Prakoso.,** 2002, "Abu Sekam Padi Sebagai Alternatif Bahan Konstruksi", Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum,** 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, PUBI-1982, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Katsuki, H., Furuta, S., Watari, T. and Komarneni, S.** 2005. ZSM-5 zeolite/porous carbon composite: Conventional- and Microwave-Hydrothermal Synthesis from Carbonized Rice Husk. *Microporous and Mesoporous Materials.* 86: 145 – 151.
- Khairul Lakum C.,** 2009, Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Untuk Peningkatan Kekuatan Beton, Universitas Sumatra Utara.
- Lakum, K.,** 2011. Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Untuk Pengganti sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton. Universitas Sumatra Utara.
- Malasyi, Syibril, Fasdarsyah dan Wesli.,** 2014. Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Jerami Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Malikussaleh : Aceh.
- Mulyono.,** 2004, "*Teknologi Beton*", Andi, Yogyakarta.
- Nawi, Edward G.,** 1998. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. PT Refika Aditama : Bandung.
- Nofa, Rini Sri.,** 2012. Ekstraksi Silika Dari Sekam Dan Jerami Padi Sebagai Penyerap Ion Logam Cd (II). Universitas Negeri Malang : Malang.
- Samsudin, Sugeng Dwi Hartantyo.,** 2017. Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton, Universitas Islam Lamongan.
- Sagel dkk.,** 1994. *Disain Beton Bertulang*, Terjemahan oleh Binsar Harianja, Jilid I, Edisi Keempat, Peenerbit Erlangga, Jakarta.
- SNI 03-2834-2000.,** "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*".
- Sri Raharja, Sholihin As'ad, dan Sunarmasto.,** 2011. Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi. Universitas Sebelas Maret : Surakarta.

Wang, C.K dan Salmon, C.G. 1990. *Desain Beton Bertulang*, Jakarta : Penerbit Erlangga, Edisi ke 4 Jilid 1.

Wijanarko, W., 2008. *Analisis Bahan Jerami Padi Dalam Bentuk Block Atau Kotak Sebagai Bahan Pengisi Batako*. Universitas Sebelas Maret : Surakarta.



LAMPIRAN A

• A.1 Uji Agregat Halus

Lampiran A.1.1 Hasil Karakteristik agregat halus

Kelembapan	4,96 %
Berat jenis	2,61 %
Kadar air resapan	0,204 %
Berat volume	1561,832 kg/m ³
Kadar lumpur	0,37 %
Analisa saringan	Zona 2

Lampiran A.1.2 Perhitungan Kelembapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
berat pasir asli (W1)	250	250	250
berat pasir oven (W2)	248.8	248.9	248.6
kelembaban pasir $((W1 - W2)/W2)*100\%$	0.482	0.442	0.563
kelembaban pasir rata-rata	0.496		

Lampiran A.1.3 Perhitungan Berat Jenis Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
berat picnometer + pasir + air (W2)	165.8	163.5	165.1
berat pasir SSD (W1)	50	50	50
berat picnometer + air (W3)	134.3	133	134.7
berat jenis $(W1/(W1-W2+W3))$	2.70	2.56	2.55
berat jenis rata-rata	2.61		

Lampiran A.1.4 Perhitungan Air Resapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
berat pasir (W1)	100	100	100
berat pasir oven (W2)	98	98	98
kadar air resapan $((W1 - W2)/W2)*100\%$	2.04082	2.04082	2.04082
air resapan rata-rata	2.04		

Lampiran A.1.5 Perhitungan Berat Volume Pasir

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	7.1	7.1	7.1	7.1
berat silinder + pasir (W2)	21.75	21.24	23.5	22.78
berat pasir (W2 - W1)	14.65	14.14	16.4	15.68
volume silinder (V)	0.00974	0.00974	0.00974	0.00974
berat volume ((W2 - W1)/V)	1503.59	1451.25	1683.20	1609.30
berat volume rata-rata	1477.42		1646.25	

Lampiran A.1.6 Perhitungan Kadar Lumpur Pasir

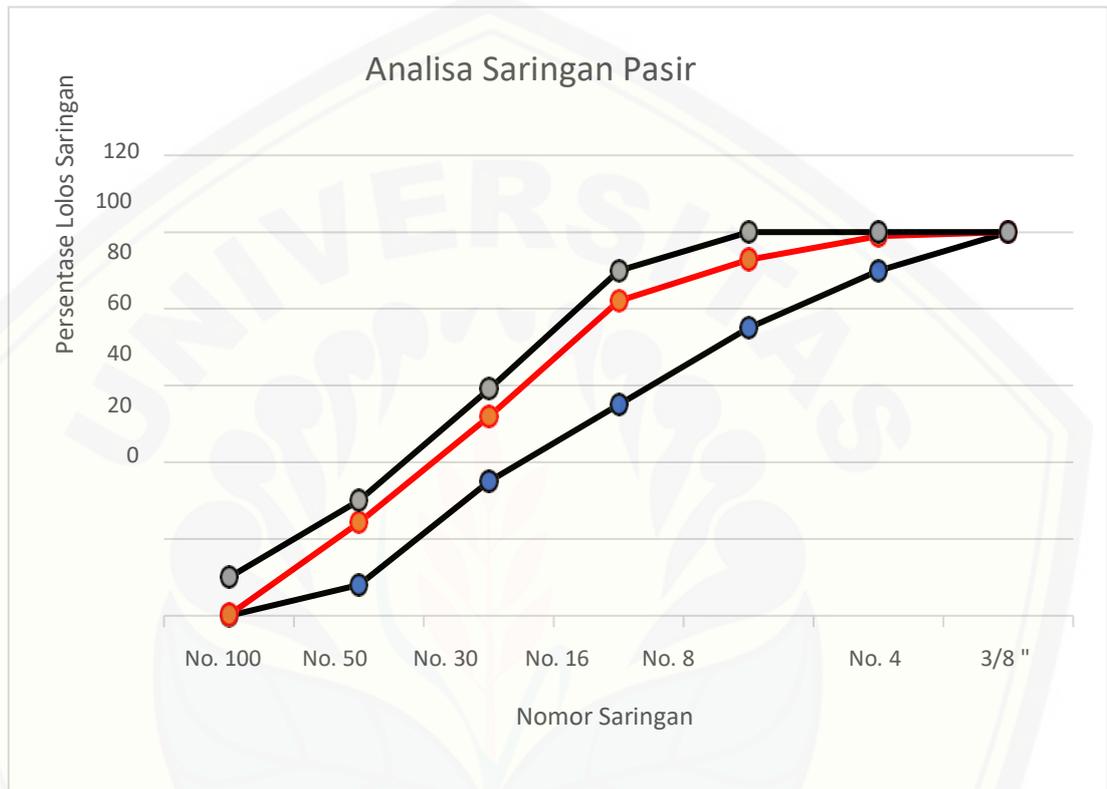
Percobaan Nomor	1	2	3
Tinggi Lumpur (H1)	9.9	9.6	10.1
Tinggi Pasir (H2)	9.6	9.2	9.7
Kadar Lumpur Pasir ((H1 - H2)/H1)*100%	3.03	4.17	3.96
Kadar Lumpur Pasir Rata-rata	3.72		

Lampiran A.1.7 Perhitungan Analisa Saringan Pasir

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan		Berat		Jumlah Persen	
		+ Benda Uji I	gram	Tertahan I	%	Tertahan	Lolos
Nomor	mm	Gram	gram	gram	%	Tertahan	Lolos
1"	25.4	566	566	0	0	0	100.00
3/4 "	19.05	546	546	0	0	0	100.00
1/2 "	12.7	548.5	548.5	0	0	0	100.00
3/8 "	9.525	503	503	0	0	0	100.00
No. 4	2.36	442.1	453.2	11.1	1.11	1.11	98.89
No. 8	1.18	422.6	483.5	60.9	6.09	7.20	92.80
No. 16	0.6	408.9	515.9	107	10.7	17.90	82.10
No. 30	0.18	398.5	700	301.5	30.15	48.05	51.95
No. 50	0.3	401.4	678.4	277	27.7	75.75	24.25
No. 100	0.15	389.5	629.5	240	24	99.75	0.25

No. 200	0.075	384	386.5	2.5	0.25	100	0.00
PAN		434.5	434.5	0	0	100	0.00
Jumlah				1000	100.00		

Lampiran A.1.8 Grafik Analisa Saringan Zona 2



• A.2 Uji Agregat Kasar

Lampiran A.2.1 Hasil Karakteristik Agregat Kasar

Kelembapan	2,74 %
Berat jenis	2,57 %
Kadar air resapan	0,154 %
Berat volume	1315.03 kg/m ³
Kadar lumpur	0,81 %
Analisa saringan	Zona Maksimal 20 mm

Lampiran A.2.1 Perhitungan Kelembapan Kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
berat kerikil asli (W1)	500	500	500
berat kerikil oven (W2)	498.6	498.5	498.8
kelembaban kerikil $((W1 - W2)/W2)*100\%$	0.281	0.301	0.241
kelembaban keikil rata-rata	0.274		

Lampiran A.2.2 Perhitungan Berat Jenis Kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
berat kerikil di udara (W1)	3000	3000	3000
berat kerikil di air (W2)	1694	1914	1874
berat jenis $(W1/(W1-W2))$	2.30	2.76	2.66
berat jenis rata-rata	2.57		

Lampiran I A.2.3 Perhitungan Air Resapan Kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
berat kerikil (W1)	500	500	500
berat kerikil oven (W2)	493	492.2	492.1
kadar air resapan $((W1 - W2)/W2)*100\%$	1.42	1.58	1.61
air resapan rata-rata	1.54		

Lampiran A.2.4 Perhitungan Berat Volume Kerikil

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	10.1	10.1	10.1	10.1
berat silinder + kerikil (W2)	29.21	29.25	30.56	30.77
berat kerikil (W2 - W1)	19.11	19.15	20.46	20.67
volume silinder (V)	0.01508	0.01508	0.01508	0.01508
berat volume ((W2 - W1)/V)	1267.14	1269.79	1356.65	1370.58
berat volume rata-rata	1268.46		1363.61	

Lampiran A.2.5 Perhitungan Kadar Lumpur Kerikil

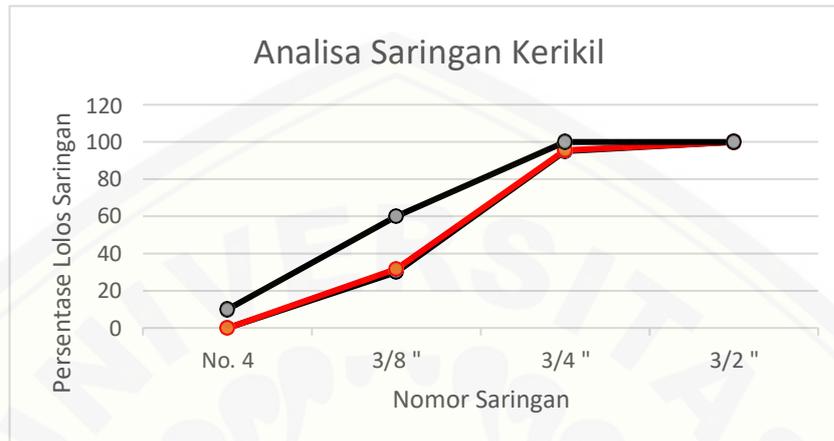
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kering Oven Sebelum dicuci (W1)	2483.8	2483.5	2483.6
Berat Setelah Dicuci (W2)	2468.9	2459.7	2461.7
Kadar Lumpur Kerikil ((W1 - W2)/W1)*100%	0.60	0.96	0.88
Kadar Lumpur Kerikil Rata-rata	0.81		

Lampiran A.2.6 Perhitungan Analisa Saringan Kerikil

Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Benda Uji I	Berat Tertahan I		Jumlah Persen Rerata	
Nomor	mm	Gram	Gram	gram	%	Tertahan	Lolos
3"	25.4	606.2	606.2	0	0	0	100.00
3/2 "	19.05	624.8	624.8	0	0	0	100.00
3/4 "	12.7	529.3	659.8	130.5	4.35	4.35	95.65
3/8 "	9.525	404.4	2321.9	1917.5	63.9167	68.2667	31.73
No. 4	2.36	426.8	1378.3	951.5	31.7167	99.98	0.02
No. 8	1.18	413.8	414	0.2	0.00667	99.99	0.01
No. 16	0.6	414.9	415.2	0.3	0.01	100.00	0.00
No. 30	0.18	399.4	399.4	0	0	100.00	0.00
No. 50	0.3	387.8	387.8	0	0	100.00	0.00

No.	0.15	397.4	397.4	0	0	100.00	0.00
100							
Jumlah				3000	100.00		

Lampiran A.2.8 Perhitungan Air Resapan Kerikil



Lampiran A.2.8 Perhitungan Berat Volume dan Berat Jenis Semen

percobaan nomor	berat volume semen			
	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	7.15	7.15	7.15	7.15
berat silinder (W1) + semen (W2)	10.17	9.94	10.87	10.95
berat semen (W2 - W1)	3.02	2.79	3.72	3.8
volume silinder (V)	0.00969	0.00969	0.00969	0.00969
berat volume ((W2 - W1)/V)	311.55	287.83	383.77	392.02
berat volume rata-rata	299.69		387.89	

berat jenis semen			
percobaan nomor	1	2	3
berat semen (W) Gram	64	64	64
Volume Minyak Awal (V1)	0.6	0.5	0.8
Volume Minyak Akhir (V2)	21.8	21.7	22.2
berat jenis (W/(V2-V1))*1	3.02	3.02	2.99
berat jenis rata-rata	3.01		

• Lampiran A.3 Mix Design Fc' 30 Mpa

Mix Design Fc' 30 Mpa			
kuat tekan yang diisyaratkan, pada umur 28 hari (fc)	30	Mpa	kuat tekan rencana
deviasi standar (s)	0	Mpa	tidak mempunyai catatan
nilai tambah (m)	12	Mpa	tidak mempunyai catatan maka nilai margin = 12
kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'cr)	42	Mpa	30 Mpa + 12 Mpa
jenis semen	PPC Tipe 1 (Semen Gresik)		bahan direncanakan
jenis agregat kasar	Batu Alami (PT. Sunan Muria)		bahan direncanakan
jenis agregat halus	Pasir Alami (PT. Duta Beton)		bahan direncanakan
faktor air semen bebas	0.45		didapat grafik
faktor air semen maksimum	0.6		syarat beton dalam ruangan
dipakai fas yang terendah (dipakai)	0.45		dipakai yang terkecil
nilai slump	80-120	mm	direncanakan
ukuran maksimum agregat kasar	20	mm	di rencanakan
kebutuhan air	204.9	L/m3	didapat $2/3 \cdot 195 + 1/3 \cdot 225$
kebutuhan semen portland	455.3	kg/m3	kebutuhan semen dari jumlah air/fas
kebutuhan semen portland minimum	275	kg/m3	syarat beton dalam ruangan
kebutuhan semen portland yang dipakai	455.3	kg/m3	dipilih yang terbesar
susunan besar butir agregat halus	zona 2		analisa saringan pasir zona
persen bahan lebih halus dari 4,75 mm	42	%	didapat grafik
berat jenis relatif agregat campuran	2.59		didapat persen pasir*bj pasir + persen krikil*bj krikil
berat jenis beton	2305	kg/m3	didapat grafik
kadar agregat gabungan	1644.8	kg/m3	berat beton-semen-air
kadar agregat halus	691	kg/m3	persen pasir kali berat agregat

kadar agregat kasar	953.96	kg/m ³	persen krikil kali berat agregat
----------------------------	--------	-------------------	----------------------------------

- Lampiran A.4. H Karakteristik Pasir dan Kerikil

Pengujian	Pasir	Kerikil
Berat Jenis	2.61	2.57
Kelembaban (%)	0.496	0.274
Resapan (%)	2.04	1.54

- Lampiran A.5. Volume Silinder Bekisting Benda Uji

Diameter	volume silinder
10 x 20	0.00157

- A.6 Proporsi Campuran Benda Uji

Lampiran A.6.1 Proporsi Campuran untuk Meter Kubik,

Proporsi campuran untuk meter kubik				
	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
Teoritis	455.3	204.9	691	953.96
Terkoreksi	455.3	227.6	680.1	941.9

Lampiran A.6.2 Proporsi Campuran untuk 1 benda uji (Terkoreksi)

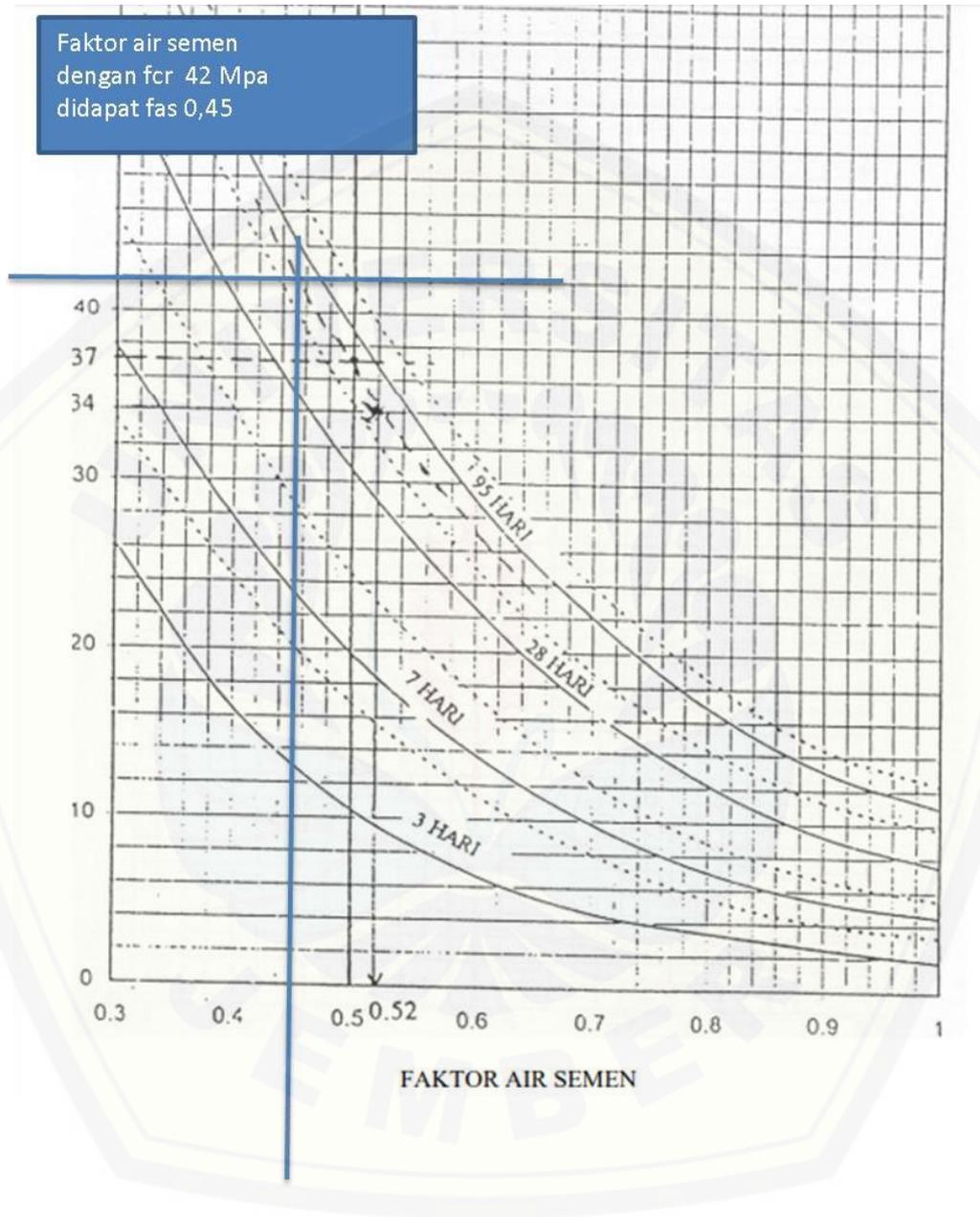
Proporsi campuran untuk 1 benda uji				
	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
Teoritis	0.72	0.36	1.07	1.48
Faktor Pengali	0.83	0.41	1.24	1.72

Lampiran A.6.3 Proporsi Campuran variasi untuk 1 benda uji

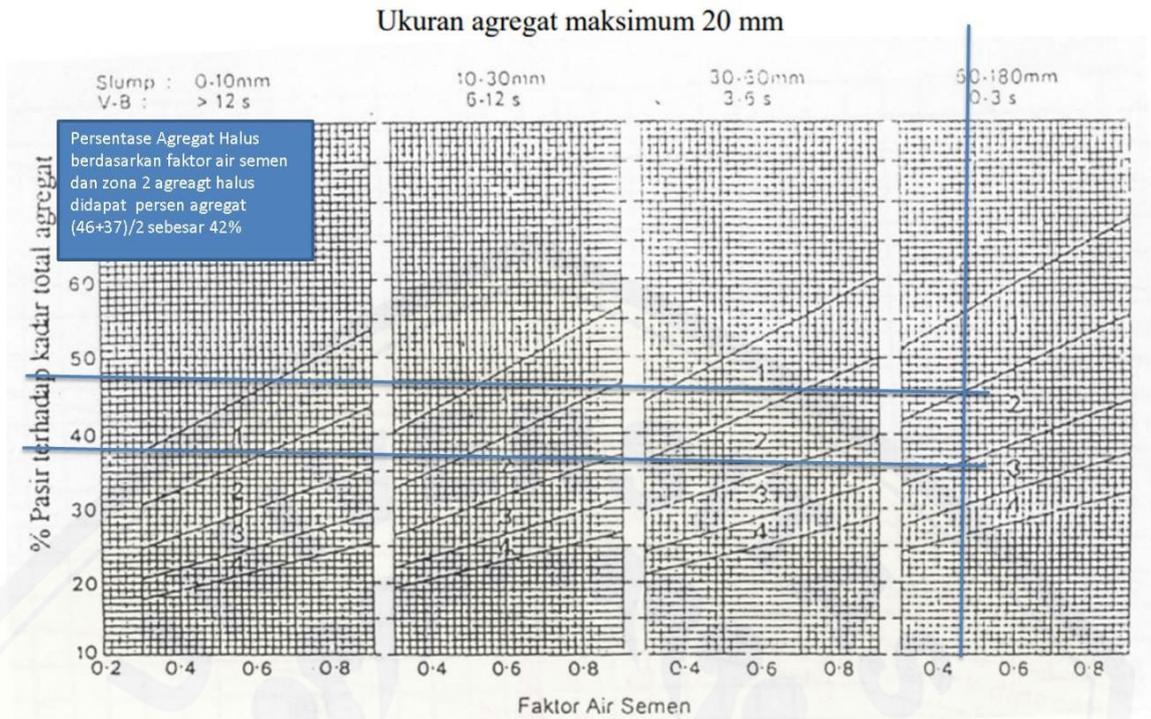
Proporsi campuran variasi untuk 1 benda uji		
Jumlah Proporse Semen Per 1 Benda Uji	ABU SEKAM	SEMEN
3.5%	829.67	
96.5%	29.04	800.635
7.0%	829.67	
93.0%	58.08	771.597
10.5%	829.67	
89.5%	87.12	742.558
12.0%	829.67	
88.0%	99.56	730.113

• A.7 Grafik Ketentuan untuk Mix Design

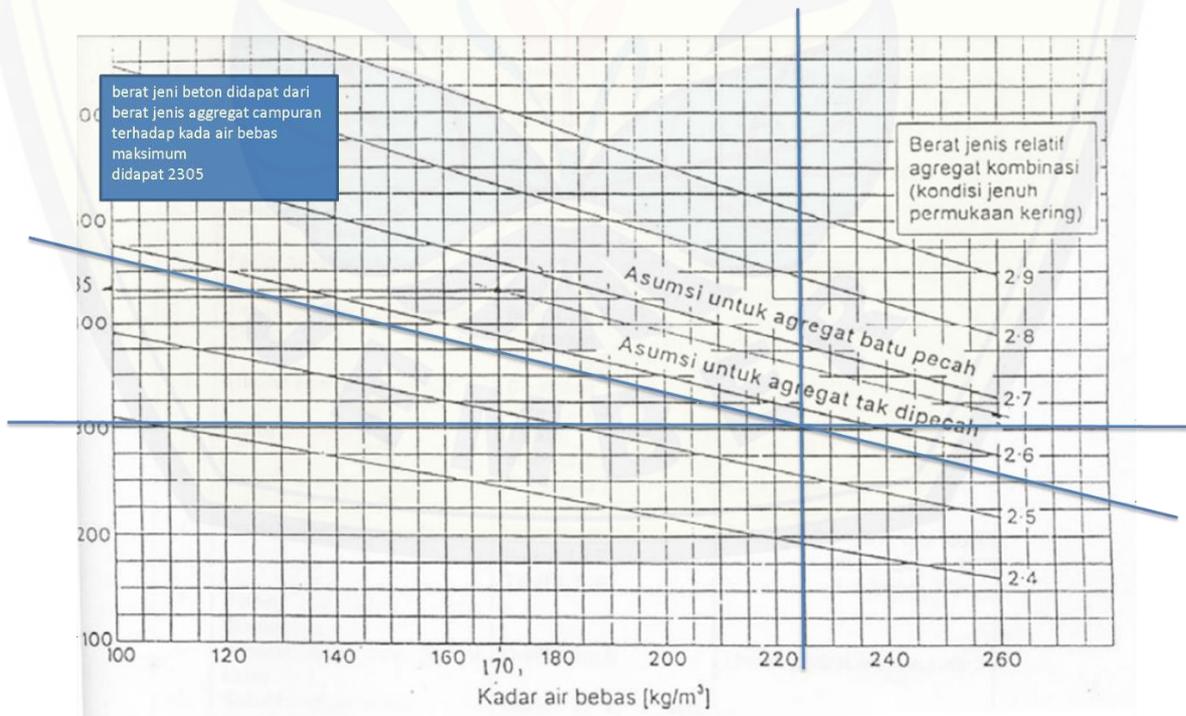
Lampiran A.7.1 Grafik Faktor Air Semen



Lampiran A.7.2 Grafik Presentasi Agregat Halus

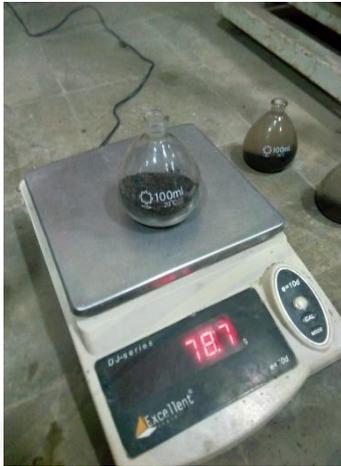


Lampiran A.7.3 Grafik Berat Jenis Beton



LAMPIRAN B

• Dokumentasi Kegiatan



(Pasir)



(Kerikil)



(Semen)



(Abu Sekam Padi)



(Pasir)



(Kerikil)

Lampiran B.1 Foto-foto Kegiatan Pengujian Agregat Penyusun (Berat Jenis, Analisa Saringan, dan Penimbangan)



Lampiran B.2 Foto Kegiatan Pengujian Mengukur Kadar Lumpur



Lampiran B.3 Foto Kegiatan Perojokan Berat Volume



Lampiran B.4 Foto Kegiatan Proses Pengecoran



Lampiran B.5 Foto Kegiatan Penambahan Beberapa Material dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dalam Proses Pengecoran



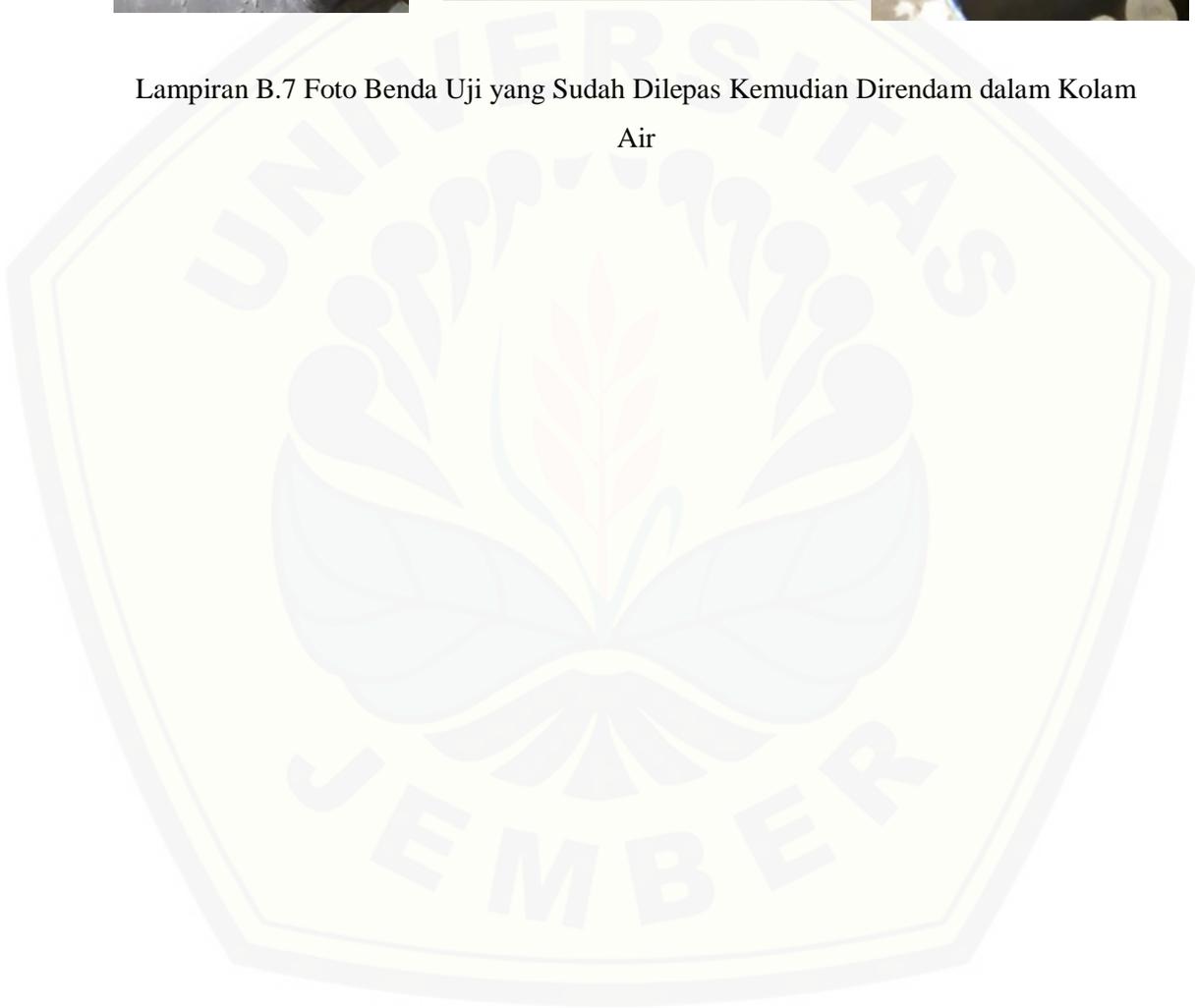
Lampiran B.6 Foto Pengujian Nilai Slump



Lampiran B.6 Foto Kegiatan Memasukkan Hasil Pengecoran Kedalam Bekesting



Lampiran B.7 Foto Benda Uji yang Sudah Dilepas Kemudian Direndam dalam Kolam
Air





Lampiran B.8 Foto Kegiatan Menimbang Benda Uji



(Variasi 0% umur 28 hari)



(Variasi 3,5% umur 28 hari)



(Variasi 7% umur 28 hari)



(Variasi 10,5% umur 28 hari)



(Variasi 12% umur 28 hari)

Lampiran B.9 Foto Kegiatan Tes Kuat Tekan Benda Uji

