

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian Asep Huddiankuwera, Irianto, Sugita Maulani dengan judul “Pengaruh Power Of Hydrogen (PH) Air Terhadap Kuat Tekan Beton”. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan sampel berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm dengan jumlah sampel 3 benda uji untuk masing-masing variasi PH yaitu 5, 6,7,8 dan 9 dengan umur perendaman 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan yang dimana nilai kuat tekan beton rata-rata untuk ph asam pada variasi ph air 5 nilai kuat tekan beton sebesar 25,63 Mpa dilanjutkan pada variasi ph air 6 mempunyai nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 26,41 Mpa ini menunjukkan semakin rendah ph asam nilai kuat tekan beton akan semakin rendah, pada variasi ph air 7 nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 32,32 Mpa.

Kemudian pada variasi ph air 8 nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 26,57 Mpa, dan variasi ph air 9 nilai kuat tekan beton menjadi 23,67 Mpa ini menunjukkan semakin tinggi nilai ph basa kuat tekan beton akan semakin rendah, nilai kuat beton yang memenuhi nilai kuat tekan rencana dalam beton dengan variasi ph 7 atau beton normal dengan nilai kuat tekan beton tertinggi sebesar 32,32 Mpa kemudian pada variasi ph 8 sebesar 26,57 Mpa nilai, tersebut paling mendekati dengan kuat tekan beton normal atau pada beton dengan ph 7, pada variasi ph 6 nilai kuat tekan perlahan menurun menjadi sebesar 26,41 Mpa dan variasi ph 5 sebesar 25,63 Mpa. Hanya variasi ph 9 nilai kuat tekan tidak memenuhi kuat tekan rencana.

Hasil penelitian S. Meidiani, A. Rajela, M.F.Hartawan, dan A. Fartawijaya (2017) dengan judul “Studi Eksperimen Penggunaan Variasi PH Air Pada Kuat Tekan Beton Normal f'_c 25 MPa”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan variasi ph terhadap mutu atau kualitas beton, akankah terjadi penurunan atau malah sebaliknya, dan variasi ph air yang digunakan yaitu ph 4,5,6 yang termasuk ph asam, dan 8,10,12 yang termasuk ph basa sedangkan sebagai pembanding adalah beton normal ph air 7. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30cm dengan jumlah sample 3 buah

untuk masing-masing variasi. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari setelah dilakukan perawatan (*curing*). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan variasi ph air menghasilkan penurunan terhadap kuat tekan. Kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi ph air 4 yaitu 20.32 Mpa turun 21.71 % , penggunaan variasi ph air 5 yaitu 20.87 Mpa turun 19.58 % , penggunaan variasi ph air 6 yaitu 22.01 Mpa turun 15.21 % , penggunaan variasi ph air 8 yaitu 21.27 Mpa turun 14.92 % , penggunaan variasi ph air 10 yaitu 20.32 Mpa turun 18.72 % , penggunaan variasi ph air 12 yaitu 19.44 % Mpa turun 22.23 % . Dari keenam variasi ph air menunjukkan penurunan dari kuat tekan, maka pekerjaan konstruksi beton yang menggunakan air yang tidak berph 7 (netral) dapat mempertimbangkan pengaruh penurunan dari masing-masing variasi ph air.

Hasil penelitian Srikirana Meidiana, Muhammad Farsyah Septa Hartawan (2017) dengan judul "Pengaruh Variasi PH Air (Asam) Pada Kuat Tekan Beton Normal F'c 25 Mpa". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan variasi ph air terhadap mutu atau kualitas beton apakah terjadi penurunan atau malah sebaliknya, dan variasi ph air yang digunakan yaitu ph air 4,5, dan 6 yang termasuk ph asam, sebagai pembanding adalah beton normal dengan ph air 7. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan panjang 15 cm dan lebar 15 cm, dengan jumlah sample/ Spesimen 3 buah untuk masing-masing variasi. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari setelah dilakukan perawatan (*curing*). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan variasi ph air menghasilkan penurunan terhadap nilai kuat tekan. Kuat tekan beton normal ph air 7 yaitu 25.96 Mpa sedangkan kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi ph air 4 yaitu 20.32 Mpa turun 21.71 % . Kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi ph air 5 yaitu 20.87 % Mpa turun 19.58% , dan kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi ph air 6 yaitu 22.01 Mpa turun 15.21% .

Hasil penelitian Mufti Amir Sultan, Imran, Muhammad Faujan (2021) dengan judul "Pengaruh Rendaman Asam Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan persentase penambahan butiran *fly ash* dengan kadar 20% terhadap berat semen, serta pengaruh lingkungan asam terhadap kuat tekan beton normal

(BN) mengalami penurunan kuat tekan yang bervariasi yaitu pada waktu 1 bulan sebesar 24,79 % dan 2 bulan sebesar 30,58 % dari beton normal umur 28 hari, sedangkan perlakuan air asam yang sama pada beton *fly ash* (BFA) juga mengalami penurunan kuat tekan pada waktu yang sama yaitu 1 bulan sebesar 2,61 % dan 2 bulan sebesar 26,80 % dari beton *fly ash* (BFA) umur 28 hari, di mana rasio penurunan pada beton *fly ash* lebih baik dibandingkan beton tanpa *fly ash*. Dengan demikian terlihat bahwa beton *fly ash* (BFA) lebih tahan terhadap serangan asam sulfat dibandingkan dengan beton normal (BN).

Pada penelitian Fauna Adibroto, Etri Suhelmidawati, Azri Azhar Musaddiq Zade (2018) dengan judul, “Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash sebagai Pengganti Sebagian Semen” adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu terbang terhadap mutu kuat tekan beton, sehingga bisa digunakan untuk perencanaan perkerasan kaku pada jalan raya. Komposisi variasi penambahan abu terbang sebanyak 0%, 10%, 12,5%, 20%, dan 25% dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan 40 Mpa yang diuji pada umur 7 hari dan 28 hari. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji silinder (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) sebanyak 30 sampel dan terdiri dari 6 variasi. Dari penelitian ini didapatkan kuat tekan optimum pada variasi 10% yaitu sebesar 30,770 Mpa. Kuat tekan yang terendah terdapat pada variasi 25% yaitu sebesar 20,046 Mpa. Kuat tekan tertinggi yang didapat dari penelitian yaitu 30,770 Mpa.

Hasil Penelitian Mufti Amir Sultan, Imran, Muhammad Faujan (2019) dengan judul “Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Batubara (*Fly Ash*) Ex PLTU RUM Pada Campuran Beton” bertujuan untuk mengetahui efek penambahan *fly ash* dalam campuran beton. Komposisi *fly ash* yang dicampurkan pada beton dengan variasi kadar 10% sampai 30% dengan kenaikan 5% terhadap berat semen. Beton tanpa penambahan *fly ash* sebagai benda uji control. Benda uji berukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm berbentuk silinder, berjumlah 90 buah. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan optimum terjadi pada variasi *fly ash* 20% sebesar 29,43 Mpa yang meningkatkan kuat tekan sebesar 26,45% dari beton tanpa bahan tambah *fly ash*.

Hasil Penelitian Marlyana Antika Pagau, Jonie Tanijaya, Desi Sandy (2020) dengan judul “Pengaruh *Fly Ash* Dan *Bottom Ash* Sebagai Bahan Substitusi Pada Beton”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton serta untuk mengetahui pengaruh persentase substitusi *fly ash* dan *bottom ash* pada campuran beton. Dilakukan dengan menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI) dengan mutu rencana sebesar 23 Mpa. Dari hasil penelitian dengan substitusi *fly ash* sebagai semen sebesar 15% dan substitusi *bottom ash* sebagai agregat halus dengan persentase 0%, 5%, 10%, dan 15%, diperoleh nilai kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 26,031 Mpa, 25,088 Mpa, 24,239 Mpa dan 23,107 Mpa, nilai kuat tarik belah beton sebesar 2, 146 Mpa, 2,075 Mpa, 2,028 Mpa, dan 1,981 Mpa serta nilai kuat lentur beton sebesar 3,173 Mpa, 3,022 Mpa dan 2,921 Mpa. Berdasarkan penelitian ini, dapat diketahui bahwa campuran beton dengan substitusi *fly ash* dan *bottom ash* ini mengakibatkan beton mengalami penurunan kekuatan seiring bertambahnya persentase substitusi *bottom ash*.

Hasil penelitian Rizky Febriani Pohan, Muhammad Rahman Rambe (2021) dengan judul “Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton” menunjukkan pengaruh penambahan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan beton. Persentase sample yang digunakan bervariasi mulai dari 5% sampai dengan 12,5% dengan interval 2,5%. Beton akan diuji pada umur 3,7,14, dan 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan curing. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus sebanyak 3 benda uji. Dari penelitian ini diperoleh bahwa nilai kuat tekan tertinggi pada beton campuran *fly ash* 12,5% yaitu 403,66 kg/cm² pada umur 28 hari dengan persentase peningkatan sebesar 28,02%. Pada awal umur beton, nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada beton campuran *fly ash* 12,5% yaitu 230,02 kg/cm² dengan persentase peningkatan sebesar 60,59% terhadap beton normal. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* mempengaruhi kekuatan beton. Persentase penggunaan *fly ash* mempengaruhi kekuatan beton. Persentase penggunaan *fly ash* 12,5% pada beton, akan menghasilkan beton dengan kuat tekan maksimum

Hasil penelitian Mira Setiawati (2018) dengan judul “*Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Pada Beton”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan beton. Persentase *fly ash* yang digunakan bervariasi, mulai dari 5% sampai 12,5% dengan interval penggunaan *fly ash* sebesar 2,5%. Beton akan diuji pada umur 3,7,14 dan 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan curing. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus sebanyak 96 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 12 benda uji. Dari penelitian ini diperoleh bahwa nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan 12,5% *fly ash*, yaitu 404,03 kg/cm² pada umur 28 hari dengan persentase peningkatan 27,95%. Pada awal umur beton nilai kuat tertinggi pada penggunaan 12,5%, sebesar 231,04 kg/cm² dengan persentase peningkatan sebesar 60% terhadap beton normal. Dapat disimpulkan bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* mempengaruhi kekuatan beton. Persentase penggunaan *fly ash* 12,5% pada beton akan menghasilkan beton dengan kuat tekan maksimum.

Hasil penelitian Rahmat Muhlis Mohamad, Dr. Azis Rachman, Rahayu Mointi (2020) dengan judul “Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Tinggi 45 Mpa Dengan *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen”. Pada pengujian kuat tekan beton ini kekuatan beton yang terjadi pada umur 28 hari dengan mengganti sebagian semen dengan *fly ash* sebesar 25%, 30%, 35% dan 40% dari berat semen, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *fly ash* yang digunakan maka nilai kuat tekan yang didapat semakin rendah dari nilai tekan yang direncanakan sebesar 45 Mpa. Hal ini terlihat pada hasil pengujian kuat tekan yang terjadi yakni pada campuran kadar *fly ash* 25% nilai kuat tekan yang di dapat sebesar 53,31 Mpa dan pada campuran kadar *fly ash* 40% nilai kuat tekan yang di dapat sebesar 41,08 Mpa, Adapun untuk mendapatkan kuat tekan yang baik pada beton dengan menggunakan campuran material yang berkualitas dan bahan yang digunakan harus teruji dengan baik agar dalam pengujian kuat tekan akan didapatkan hasil yang sesuai rencana.

2.2 Beton

2.2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen portland, agregat, air, dan terkadang ditambahi dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serta non kimia dengan bahan bangunan non-kimia pada perbandingan tertentu Tjokrodimuljo, (2007).

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

Menurut Tjokrodimuljo, (2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut:

1. Harga relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat.
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, 18 landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.
4. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton jua memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodinuljo,2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Bahan dasar penyusun beton (agregat halus maupun agregat kasar) bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam,
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula,
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

2.2.2 Klasifikasi Beton

Klasifikasi beton dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori yaitu berdasarkan berat jenis, kelas, mutu, tingkat kekerasan, teknik pembuatan, dan berdasarkan tegangan. Adapun klasifikasinya adalah sebagai berikut :

a. **Klasifikasi Berdasarkan Berat Jenis Beton (SNI 03-2847-2002)**

- Beton ringan : berat satuan $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$
- Beton normal : berat satuan $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$
- Beton berat : berat satuan $> 2.500 \text{ kg/m}^3$

b. **Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Kekerasan Beton**

- Beton segar : Masih dapat dikerjakan
- Beton hijau : Beton yang baru saja dituangkan dan segera harus dipadatkan.
- Beton muda : 3 hari < 28 hari
- Beton keras : Umur > 28 hari

c. **Klasifikasi Berdasarkan Mutu Beton**

Klasifikasi berdasarkan mutu beton dan penggunaannya dapat di lihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut

Tabel 2. 1 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	f_c' (Mpa)	σ_{bk}' (kg/cm ²)	Uraian
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, pekat beton, prategang dan sejenisnya.
Mutu Sedang	20 - < 35	K250 – < K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar, beton bertulang, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 – < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja penimbunan kembali dengan beton.

(Sumber : Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 -2005)

d. Klasifikasi Berdasarkan Teknik Pembuatan Beton

- Beton *cast in-situ*, yaitu beton yang dicor di tempat, dengan cetakan atau acuan yang dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.
- Beton *pre-cast*, yaitu beton yang dicor di lokasi pabrikasi khusus, dan kemudian diangkut dan dirangkai untuk dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.

a. Klasifikasi Berdasarkan Tegangan Beton (Beton Pra-tegang)

- Beton konvensional, adalah beton normal yang tidak mengalami pemberian tegangan.
- Beton *pre-stressed*, disebut juga metode pra-tarik. Pemberian tegangan dilakukan ketika beton belum dicor dan mengeras.
- Beton *post-tensioned*, disebut juga metode pasca tarik. Pemberian tegangan dilakukan ketika beton sudah mengeras.

2.3 Material Pembentuk Beton

2.3.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Menurut SNI 15-2049-2004 semen *Portland* dibedakan menjadi 5 tipe yaitu:

- a. Semen *Portland* tipe I, yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Semen *Portland* tipe II, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Semen *Portland* tipe III, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Semen *Portland* tipe IV, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
- e. Semen *Portland* tipe V, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Untuk semen dilakukan beberapa pengujian yaitu sebagai berikut :

- a) Berat Jenis Semen
- b) Konsistensi Semen
- c) Waktu Ikat Semen

2.3.2 Agregat Kasar dan Agregat Halus

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat menepati 70% volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat sesuai dengan SNI 03-1750-1990 tentang Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji.

Agregat yang dipakai harus memenuhi syarat-syarat:

- a. Kerikil harus berupa butiran keras dan tidak berpori.
- b. Agregat harus bersih dari unsur organik.
- c. Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering.
- d. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam.

Agregat yang mempunyai butir-butir besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

Agregat Kasar dan Agregat Halus dilakukan pengujian sebagai berikut :

- 1) Analisa Saringan
- 2) Berat Jenis dan Penyerapan
- 3) Kadar Air
- 4) Kadar Lumpur
- 5) Bobot Isi Gembur dan Bobot Isi Padat

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang disebut abu batu.

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton, kegunaannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kecelean.

Agregat halus yang digunakan didalam adukan beton harus memnuhi syarat sebagai berikut:

1. Pasir halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
2. Butirannya harus bersifat kekal.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat keringnya.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak

Menurut SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, kekerasan pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Gradasi agregat halus dapat di lihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan	SNI 03-2834-2000			
	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
9,6	100-100	100-100	100-100	100-100
4,8	90-100	90-100	92-100	95-100
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	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

b. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakam agregat dengan ukuran butir minimal 5 mm dan ukuran maksimum 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan, syarat-syarat agregat kasar yang akan dicampur sebagai adukan beton adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Dari kadar agregat yang lemah bila diuji dengan cara digores menggunakan batang tembaga, maksimum 5%.

2. Agregat kasar terdiri dari butiran pipih dan panjang, hanya bisa dipakai jika jumlah butiran pipih dan panjang tidak melebihi dari 20% berat agregat seluruhnya.
3. Butir-butir agregat harus bersifat kekal (tidak pecah atau hancur) oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, contohnya zat-zat reaktif dan alkali.
5. Lumpur yang terkandung dalam agregat kasar tidak boleh lebih dari 1% berat agregat kasarnya, apabila lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu dengan air yang bersih. Gradasi agregat kasar dapat di lihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut

Tabel 2. 3 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	% Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	Ukuran Maks 10 mm	Ukuran Maks 20 mm	Ukuran Maks 40 mm
76	-	-	100-100
38	-	100-100	95-100
19,6	100-100	95-100	35-70
9,6	50-85	30-60	10-40
4,8	0-10	0-10	0-5

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

2.3.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar yang paling penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran. Tujuan utama dari penggunaan air ialah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras. Untuk bereaksi dengan semen Portland, air yang diperlukan hanya sekitar 25-30 persen dari berat semen. (Tjokrodimuljo, 2007).

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat

merusak beton atau tulangnya. (Tata Cata Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002).

Adapun persyaratan air yang boleh digunakan menurut SNI 03-2847-2002 antara lain:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Sebaiknya menggunakan air bersih yang dapat diminum.
3. Air yang dapat digunakan sebaiknya diuji dulu sehingga dapat diketahui jenis dan kadar ineral yang terkandung didalamnya. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri.

Pada penelitian ini kami menggunakan 3 macam air yaitu :

a. Air Normal

Air normal ini merupakan air bersih dengan pH 7 yang biasa di gunakan untuk pengecoran seperti pada umumnya, untuk penggunaan pada penelitian ini kami menggunakan air bersih yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya

b. Air Asam

Air Asam merupakan kondisi di mana air tersebut memiliki kadar keasaman yang tinggi biasanya nilai pH nya kurang dari 5. Pada penelitian ini kami menggunakan air asam yang berasal sungai yang ada di jalan lintas Palembang-Indralaya

c. Air Basa

Air Basa merupakan air yang memiliki nilai pH 8-14, dalam penelitian ini kami menggunakan air basa yang merupakan larutan dari Natrium Hidroksida atau NaOH

2.3.4 Fly Ash

Fly ash merupakan limbah yang dihasilkan dari sisa pembakaran batu bara. Material ini berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous, mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolanik, yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air (Lauwtjunnji, 2014).

Berdasarkan konteks umum *fly ash* termasuk material yang mempunyai kadar semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolan. Menurut Neville, A. M., Brooks, J. J. (1999), sifat pozzolan adalah sifat yang dimiliki bahan-bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina. Kandungan *fly ash* menurut Santoso, I., Roy, S. K., et al. (2004) mengandung Silica (SiO_2), Besi Oksida (Fe_2O_3), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Kalium Oksida (CaO), Magnesium Oksida (MgO), dan Sulfat (SO_4)

Dalam SNI 03-6863-2002 (2002:146) spesifikasi *fly ash* sebagai bahan untuk campuran beton disebutkan ada 3 jenis (Andoyo, 2006), yaitu :

1. *Fly ash* jenis N, ialah *fly Ash* hasil kalsinasi dari pozzolan alam misalnya tanah diatomite, shale, tuft, dan batu apung.
2. *Fly ash* jenis F, ialah *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit pada suhu kurang lebih $1560\text{ }^\circ\text{C}$
3. *Fly ash* jenis C, ialah *fly ash* hasil pembakaran lignit/batu bara dengan kadar karbon sekitar 60%. *Fly ash* jenis ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur diatas 10%

2.4 Pengujian Slump Test

Menurut SNI 03-1972-1990 *Slump* beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*) atau plastisitas dan kohesif dari beton segar. *Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan:

- a. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*).
- b. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*).
- c. Kemampuan alir beton segar (*flowability*).

- d. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobilty*).
 - e. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*)
- Penetapan nilai *slump* adukan beton dapat di lihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Penetapan Nilai *Slump* Adukan Beton

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Nilai Slump (cm)	
	Maks	Min
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak betulang	12,5	5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur bawah tanah	9	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

(Sumber : Tjokrodinuljo,2007)

2.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-6468-2000, untuk mencapai kuat tekan yang diisyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi dapat dipilih untuk umur 28 hari atau 56 hari. Campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan diisyaratkan f_c' .

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$\sigma = P/A \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

σ = Kuat tekan beton (N/mm²)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapatkan perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70% - 75% volume beton (Dipohusodo,

1996). Oleh karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal lain yang perlu diperhatikan pada agregat adalah permukaan dan bentuk agregat, gradasi agregat dan ukuran maksimum agregat.

