

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Sejarah Beton

Beton adalah suatu material yang merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton sendiri adalah merupakan campuran yang terdiri antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah.

Menurut Nawy (1985:8) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1). Sejarah penemuan teknologi beton dimulai dari :

1. Aspdin (1824) Penemu Portland Cement.
2. J.L Lambot (1850) memperkenalkan konsep dasar konstruksi komposit (gabungan dua bahan konstruksi yang berbeda yang bekerja bersama – sama memikul beban).
3. F. Coignet (1861) melakukan uji coba penggunaan pembesian pada konstruksi atap, pipa dan kubah.
4. E. Freyssinet memperkenalkan dasar – dasar beton pratekan.
5. Neuman melakukan analisis letak garis netral.

6. Considered menemukan manfaat kait pada ujung tulangan.

2.1.2 Pengertian Beton

Menurut Mulyono (2005), beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Menurut SNI 2847-2013, DPU-LPMB juga memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat.

Menurut Antono (1995), beton telah dikenal sebagai bahan pilihan utama bahan bangunan karena mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan. Beton diperoleh dari pencampuran agregat halus dan kasar dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia yang menghasilkan pengerasan dan penambahan kekuatan yang berlangsung terus dibawah suatu kelembaban dan suhu tertentu.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%-40% dan agregat (agregat kasar dan agregat halus) sekitar 60%-75% (Mulyono, 2005). Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- a. Kualitas semen.
- b. Proporsi semen terhadap campuran.
- c. Kekuatan dan kebersihan agregat.

- d. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat.
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton.
- f. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.
- g. Perawatan beton

2.1.3 Sifat-Sifat Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini.

1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain.

Tabel 2.1 Beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton sederhana	Sampai 10 MPa
Beton normal	15 – 30 MPa
Beton pra tegang	30 – 40 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80 MPa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 MPa

Sumber : (Tjokrodimuljo, 2007)

2. Berat jenis

Tabel 2.2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan.

Tabel 2.2 Berat jenis beton

Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 – 2,00	Struktur ringan

Tabel 2.2 Lanjutan

Beton normal	2,30 – 2,40	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

Sumber : (Tjokrodinuljo, 2007)

3. Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas Beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya.

Persamaan modulus elastisitas beton dapat diambil sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 2007:77)

$$E_e = (W_e)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f'_c} \quad \text{untuk } W_e = 1,5-2,5 \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$E_e = \sqrt{4700/f'_c} \quad \text{untuk beton normal} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

E_e = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

W_e = Berat jenis beton

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

4. Susutan Pengerasan

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastanya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastanya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya.

5. Kerapatan Air

Pada bangunan tertentu sering beton diharapkan rapat air atau kedap air agar tidak bocor, misalnya : plat lantai, dinding basement, tandon air, kolam renang dan sebagainya.

2.1.4 Jenis-Jenis Beton

2.1.4.1 Beton Segar

Beton segar adalah beton dalam kondisi plastis (sebelum mengeras), dan akan segera mengeras dalam beberapa jam setelah beton diaduk. Beton segar harus mempunyai kinerja tinggi yaitu: kelecakan atau kemudahan dikerjakan, kohesivitas dan kemudahan pemompaan ke tempat yang tinggi, panas hidrasi rendah, susut yang relative rendah pada proses pengerasan dan percepatan maupun penundaan waktu ikat awal. (Tjokrodinuljo, K, 2007)

Sifat-sifat yang perlu diperhatikan pada beton segar adalah

- a) Sifat Kemudahan dikerjakan (*Workability*) merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan beton untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Sifat kemudahan dikerjakan pada beton segar dipengaruhi oleh. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang dipakai, semakin mudah beton segar dikerjakan tetapi jumlah air yang banyak dapat menurunkan kuat tekan beton.
- b) Penambahan semen ke dalam adukan. Makin banyak jumlah semen, maka beton segar makin mudah dikerjakan.

- c) Gradasi agregat halus dan kasar. Apabila agregat yang digunakan mempunyai gradasi sesuai dengan persyaratan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
- d) Bentuk butiran agregat. Bentuk butiran agregat bulat akan lebih mempermudah pengerjaan beton.
- e) Penggunaan admixture dan bahan tambah mineral. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan kelecakan beton. Untuk mengukur kelecakan beton dilakukan pengujian *slump*. Semakin besar nilai slump berarti adukan beton encer dan ini berarti beton semakin mudah dikerjakan. Nilai slump berkisar antara 5 – 120 cm.

1. Berat isi

Berat isi beton merupakan perbandingan antara berat bersih beton segar terhadap volumenya (volume silinder untuk pengujian). Berat isi beton berfungsi untuk mengoreksi susunan campuran beton apabila hasil perencanaan berbeda dengan pelaksanaan. Angka koreksi di peroleh dari perbandingan antara berat isi beton perencanaan dengan berat isi beton pelaksanaan. Harga angka koreksi ini kemudian dikalikan dengan kebutuhan masing-masing bahan dalam perencanaan. Selain itu, berat isi beton juga berfungsi untuk mengkonversi dari satuan berat ke satuan volume dan mengoreksi kelebihan maupun kekurangan bahan pada saat pembuatan beton yang akan mempengaruhi volume pekerjaan secara keseluruhan.

2. Waktu ikat

Waktu ikat beton merupakan waktu yang dibutuhkan oleh beton untuk mengeras, mulai dari keadaan plastis yang mudah dikerjakan menjadi bentuk yang kaku (keras).

Waktu ikat berfungsi untuk mengetahui kapan saat yang tepat untuk membuka cetakan (bekesting) beton sehingga beton tidak mengalami perubahan bentuk, tetapi beton tersebut belum diperbolehkan menerima beban, baik berat sendiri maupun beban yang berasal dari luar.

2.1.4.2 Beton Keras

Sifat-sifat beton keras yang penting adalah kekuatan karakteristik kekuatan tekan tekan, tegangan dan regangan, susut dan rangkai, reaksi terhadap temperatur, keatan terhadap air. Dari semua sifat tersebut yang terpenting adalah kekuatan tekan beton karena merupakan gambaran dari mutu beton yang ada kaitannya dengan struktur beton (Tjokrodinuljo, K, 2007). Berbagai test uji kekuatan dilakukan pada beton keras ini antara lain :

1. Uji kekuatan tekan (*compressing test*)
2. Uji kekuatan tarik belah (*spliting tensile test*)
3. Uji kekuatan lentur
4. Uji tekan antara beton dan tulangan
5. Uji modulus elastisitas dan sebagainya

2.1.5 Jenis beton berdasarkan fungsi dan kegunaannya

Pada umumnya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan fondasi, kolom, balok dan pelat. Menurut (Mulyono, 2005). terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut ini:

1. Beton Non-Pasir

Seperti namanya, beton non-pasir, proses pembuatannya sama sekali tidak menggunakan pasir. Hanya kerikil, semen, dan air. Hal ini menyebabkan terbentuknya rongga-rongga yang berisi udara di celah-celah kerikil sehingga total berat jenisnya pun lebih rendah. Karena tidak memakai pasir, persentase semen pada beton ini juga lebih sedikit. Beton non-pasir biasanya digunakan pada pembuatan struktur ringan, kolom dan dinding sederhana, bata beton, serta buis beton.

2. Beton Ringan

Beton ringan dibuat dengan memakai agregat yang berbobot ringan. Seringkali ditambahkan zat aditif yang dapat menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung udara di dalam adonan beton. Banyaknya gelembung udara yang terjadi menyebabkan volume adonan juga semakin besar sementara bobotnya lebih ringan dibandingkan beton lain dengan volume yang sama. Beton ringan biasanya digunakan untuk dinding non-struktural.

3. Beton Hampa

Beton jenis ini banyak digunakan untuk pembangunan gedung-gedung tinggi, karena memiliki kekuatan yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena proses penyedotan air pengencer adonan beton dengan alat vakum sehingga adonan hanya mengandung air yang sudah tercampur dengan semen saja.

4. Beton Serat

Beton serat dibuat dengan menambahkan serat-serat tertentu ke dalam adonan beton, seperti: asbestos, plastik, kawat baja, dan sebagainya. Dengan penambahan

serat, beton yang dihasilkan memiliki nilai keuletan tinggi (*ductility*) sehingga tidak mudah retak.

5. Beton Mortar

Beton mortar terdiri atas mortar, pasir, dan air. Ada tiga macam mortar yang sering digunakan antara lain semen, kapur, dan lumpur.

6. Beton Massa

Beton massa adalah penuangan beton yang sangat besar di atas kebutuhan rata-rata. Umumnya, beton massa memiliki dimensi yang berukuran lebih dari 60 cm. Perbandingan antara volume dan luas permukaannya pun sangat tinggi. Beton ini digunakan dalam pembuatan pilar-pilar bangunan, pondasi berukuran besar, dan juga bendungan.

7. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah adukan beton yang diberi tulangan dari baja. Penambahan tulangan baja ini akan meningkatkan kekuatan terhadap gaya tarik dan juga *ductility* struktur bangunan. Beton bertulang cocok digunakan dalam struktur dengan bentangan yang lebar, seperti jalan raya, jembatan, pelat lantai dan sebagainya.

8. Beton Prategang

Beton prategang adalah beton bertulang yang tulangan bajanya diberi tegangan lebih dulu sebelum dicor, sehingga kuat untuk menyangga struktur dengan bentangan lebar.

9. Beton Pracetak

Beton pracetak adalah beton yang dicetak terpisah di luar area pekerjaan. Hal ini biasanya dilakukan karena terbatasnya lahan area pekerjaan dan juga karena alasan kepraktisan. Pengerjaan bangunan dapat dipersingkat sehingga lebih efektif dan efisien.

10. Beton Siklop

Beton jenis ini menggunakan bahan tambahan agregat yang berukuran besar (sekitar 15 sampai 20 cm) dalam adonan beton. Hal ini untuk meningkatkan daya tahan beton untuk digunakan dalam pengerjaan bangunan yang bersinggungan dengan air, seperti jembatan dan bendungan.

2.1.6 Kelebihan Dan Kekurangan Beton

Beton adalah hasil pencampuran semend portland, air dan agregat (terkadang bahan tambah , yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, samapai bahan buangan non kimia) pada pertandingan tertentu

2.1.6.1 Keunggulan Beton

Beton memiliki kelebihan menurut Tjokrodimuljo (2007) antara lain sebagai berikut :

1. Harga yang 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, 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.

2.1.6.2 Kelemahan Beton

Beton memiliki kelemahan menurut Tjokrodimuljo (2007) antara lain 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.
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.

2.1.7 Bahan Penyusun Beton

Berikut ini adalah material-material yang merupakan komposisi campuran beton :

2.1.7.1 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulic (*hydraulic cements*). Semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikay-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I (Sutrisno dan Widodo, 2008).

Semen yang sering di gunakan untuk membangun rumah khususnya banyak menggunakan semen portland. Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lainnya

Semen portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat - silikat kalsium yang bersifat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen portland yang dijual di pasaran umumnya terbuat dari 4 bahan, sebagai berikut:

1. Batu kapur (*limestone*) atau kapur (*chalk*) : mengandung CaCO_3
2. Pasir silika atau tanah liat : mengandung SiO_2 dan Al_2O_3
3. Pasir atau kerak besi : mengandung Fe_2O_3
4. *Gypsum* : mengandung $\text{CaSO}_4\text{H}_2\text{O}$

Tabel 2.3 Komposisi Senyawa Kimia Portland Semen

No.	Oksida	Persentase (%)
1.	Kapur CaO	60 – 65
2.	Silika SiO_2	17 – 25
3.	Alumina Al_2O_3	3 – 8
4.	Besi Fe_2O_3	0.5 – 6
5.	Magnesia MgO	0.5 – 4
6.	Sulfur SO_3	1 – 2
7.	Soda/Potash $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0.5 – 1

Sumber S. Mindess, Francis Y. dan D. Darwin (2003)

Menurut SK.SNI T-15-1990-03 (Mulyono : 2003) semen Portland dibagi menjadi lima tipe, sebagai berikut :

1. Semen *Portland type I*.

Dipakai untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0, 0% – 0, 10 % dan dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat, perkerasan jalan, struktur rel, dan lain-lain.

2. *Semen Portland type II.*

Dipakai untuk konstruksi bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat (Pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0, 10 – 0, 20 %) dan panas hidrasi sedang, misalnya bangunan dipinggir laut, bangunan dibekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa untuk dam - dam dan landasan jembatan.

3. *Semen Portland type III.*

Dipakai untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi (cepat mengeras), misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan tingkat tinggi, bangunan - bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

4. *Semen Portland type IV.*

Merupakan tipe semen dengan panas hidrasi rendah. Semen tipe ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat ketimbang *Portland tipe I*. Tipe semen seperti ini digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar yang mana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis.

5. *Semen Portland type V.*

Dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan pada tanah/ air yang mengandung sulfat melebihi 0,20 % dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik,

konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit tenaga nuklir.

1. *Super Masonry Cement*

Semen ini dapat digunakan untuk konstruksi perumahan gedung, jalan dan irigasi yang struktur betonnya maksimal K-225. Dapat juga digunakan untuk bahan baku pembuatan genteng beton, *hollow brick*, *Paving Block*, tegel dan bahan bangunan lainnya.

2. *Oilwell Cement, Clas G-HSR (high sulfate resistance)*

Merupakan semen Khusus yang digunakan untuk pembuatan sumur minyak bumi dan gas alam dengan konstruksi sumur minyak bawah permukaan laut dan bumi, OWC yang telah diproduksi adalah *class G, HSR (High Sulfat Resistance)* disebut juga sebagai ” BASIC OWC”. Adaptif dapat ditambahkan untuk pemakaian pada berbagai kedalaman dan temperatur.

3. *Portland Composite Cement (PCC)*

Semen memenuhi persyaratan mutu *Portland Composite Cement* SNI 15-7064-2004. Dapat digunakan secara luas untuk konstruksi umum pada semua beton. Struktur bangunan bertingkat, struktur jembatan, struktur jalan beton, bahan bangunan, beton pra tekan dan pra cetak, pasangan bata, Plesteran dan acian, panel beton, *paving block*, *hollow brick*, batako, genteng, potongan ubin, lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat, lebih kedap air dan permukaan acian lebih halus.

4. Super "Portland Pozzolan Cement" (PPC)

Semen yang memenuhi persyaratan mutu semen *Portland Pozzoland* SNI 15-0302-2004 dapat digunakan secara luas seperti :

1. Konstruksi beton massa, seperti bendungan, dam dan irigasi.
2. Konstruksi Beton yang memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat, seperti Bangunan tepi pantai, tanah rawa.
3. Bangunan / instalasi yang memerlukan kekedapan yang lebih tinggi.
4. Pekerjaan pasangan dan plesteran.

2.1.7.2 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25 - 30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun (Tjokrodimulyo, 2007).

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang

diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen untuk bereaksi dengan semen. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak, karena akan menyebabkan kekuatan beton menjadi berkurang, selain itu akan menimbulkan kembang susut beton sangat tinggi dan bleeding. Hasil bleeding ini berupa lapisan air tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton. Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
2. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
3. Mencairkan bahan/material semen ke seluruh permukaan agregat.
4. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

Menurut PBI 1971, persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut :

- 1). Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak daripada beton.
- 2). Apabila dipandang perlu maka contoh air dapat dibawa ke Laboratorium Penyelidikan Bahan untuk mendapatkan pengujian sebagaimana yang dipersyaratkan.
- 3). Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.
- 4). Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi persyaratan air minum. Air yang digunakan dalam proses

pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika kadar air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras.

- 5). Untuk memperoleh kepadatan beton dengan rasio air semen yang rendah sebaiknya menggunakan alat penggetar adukan (*vibrator*). Menjaga kelembaban dan panas agar dapat konstan sewaktu proses hidrasi berlangsung, misalnya dengan menutupi permukaan dengan karung basah.

2.1.7.3 Agregat

Menurut Sukirman (2003), agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan solid. Agregat merupakan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa yang berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Menurut SNI 2847: 2013, agregat merupakan bahan berbutir, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan slag tanur (*blast-furnace slag*), yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan dari ayakan 4,75 mm (ASTM C33).

Syarat-syarat agregat kasar sebagai berikut:

- a. Agregat kasar harus terdiri butiran keras dan tidak berpori
- b. Bersifat kekal, artinya tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca,
- c. Modulus halus butir agregat kasar antara 5-7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %, apabila kadar lumpur melampaui 1% agregat kasar harus di cuci.
- e. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.

Tabel 2.4 Batas Gradasi Agregat Kasar

Persentase berdasarkan Berat									
Saringan	2"	1"-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No .4	No .8	No .16
1-1/2" ke No.3/4"	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
1-1/2" ke No.4	100	96-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
1" ke No.4	-	100	96-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
3/4" ke No.3/8	-	-	100	90-100	25-55	0-15	0-5	-	-
3/4" ke No.4	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	
1/2" ke No.4	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
3/8" ke No.8	-	-	-	-	100	85-100	0-30	0-10	0-5

(Sumber: ASTM C33)

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos dari ayakan 4,75 mm (ASTM C33).

- a. Modulus kelengkapannya harus tidak kurang dari 2,3 atau lebih dari 3,1

- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %
- c. Tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca
- d. Tidak mengandung zat organik yang terlalu banyak
- e. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif terhadap alkali.
- f. Agregat halus dari laut/pantai boleh dipakai asal dengan petunjuk Lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Berikut tabel gradasi agregat halus berdasarkan ASTM C33:

Tabel 2.5 Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan ASTM (mm)	Persentasi Berat yang Lolos pada Tiap Saringan
9,5	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,600	25-60
0,300 mm	5-30
0,150 mm	0-10

Sumber: ASTM C33

2.1.8 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam beton (SNI 03-2834-2000). Fungsi dari Faktor Air Semen yaitu (Sari dkk., 2015).

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan,
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). Peningkatan jumlah air akan meningkatkan *workability* dan pemadatan, tetapi akan mereduksi kekuatan beton, menimbulkan segregasi dan bleeding. Faktor air semen juga berhubungan dengan kuat tekan beton, pada bahan beton dalam suatu pengujian, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton asalkan campuran tersebut cukup plastis dan mudah dikerjakan (Murdock dkk. dalam Sari dkk., 2015). Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak berarti kuat tekan beton juga menjadi maksimum. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton minimum 0,4 dan maksimum 0,65 (Tjokrodimulyo dalam Sari dkk., 2015).

2.1.9 Nilai Slump

Nilai slump digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*). Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan. Nilai slump *flow* bervariasi antara 600-725 mm (Lisantono, 2009).

Cara pengujian slump antarlain dengan cara memasukkan beton segar kedalam kerucut, dan setiap pengisian sebanyak 1/3 bagian kerucut, beton segar dipadatkan

dengan menggunakan batang logam sebanyak 25 kali. Setelah kerucut diisi penuh selanjutnya kerucut di angkat secara perlahan dan dengan otomatis beton segar yang berada dalam kerucut akan turun dengan sendirinya. Cara yang terakhir kerucut di terbalikan dan batang logam di letakkan di atas kerucut setelah itu ukur kejatuhan beton segar hingga batang logam.

Tabel 2.6 Ukuran Slump Terhadap Jenis Konstruksi

Uraian	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, Plat Pondasi, dan Pondasi Telapak Bertulang	75	25
Pondasi Telapak tidak Bertulang, Pondasi Tiang Pancang dan Dinding dibawah Tanah	75	25
Balok dan Dinding Bertulang	100	25
Kolom Bangunan	100	25
Perkerasan Jalan dan pelat lantai	75	25
Beton Massa	50	25

Sumber : SNI 7656:2012

2.1.10 Grafit

Grafit merupakan mineral native element dengan komposisi C (karbon). Mineral ini memiliki banyak karakteristik unik. Grafit memiliki sistem kristal heksagonal, tampak sebagai massa berfoliasi atau lembaran-lembaran tipis yang terlepas, struktur opak dan pada umumnya berwarna hitam. Grafit merupakan dimorphisme dari Intan, tetapi mempunyai tingkat kekerasan sangat rendah (1-2). Grafit memiliki berat jenis 2,23, belahan baik/jelas dan apabila diraba terasa berminyak. Mineral ini sangat tahan terhadap panas dan tidak mudah larut dalam air (Sukandarrumidi. 1999). Grafit juga merupakan satu satunya mineral bukan logam yang mampu menghantar listrik.

Sifat-sifat unik yang dimiliki Grafit membuat mineral tersebut memiliki banyak kegunaan. Kegunaan Grafit antara lain, sebagai bahan baku untuk baterai kering, bahan pencampur pelumas (lubricant), cat, bahan pembuatan crucibles (tungku pencair logam), sikat dinamo, elektroda untuk proses galvanisasi, bahan pembuatan sepatu rem kendaraan, dipakai dalam industri peleburan baja (foundry) dan juga sebagai bahan utama pensil.

Grafit terbentuk ketika batuan organik kaya karbon menjadi sasaran panas dan tekanan tinggi baik di kerak bumi maupun pada mantel bumi. Grafit dapat terbentuk dari batuan sedimen kaya karbon seperti serpih dan batu gamping yang terpapar panas dan tekanan metamorfosis regional. Ketika terkena panas dan tekanan tinggi, serpih dan batugamping berubah menjadi batuan metamorf dalam bentuk marmer, sekis, dan gneiss yang banyak mengandung kristal kecil dan serpihan grafit. Grafit dapat pula terbentuk dari lapisan batubara yang terkena proses metamorfisme. Panas metamorfisme yang sangat tinggi menghancurkan molekul organik batubara, menguapkan oksigen, hidrogen, nitrogen, dan belerang, dan menyisakan bahan karbon hampir murni yang mengkristal menjadi mineral Grafit.

2.1.11 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pada mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beton terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 2007).

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton

P = Beban Maksimum

A = Luas Penampang Benda Uji

Berdasarkan kuat tekannya, beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti terlihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2.7 Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Beton

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton Sederhana (<i>Plain Concrete</i>)	10
Beton Normal	15 – 30
Beton Prategang	30 – 40
Beton Kuat Tekan Tinggi	40 – 80
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	>80

Sumber: SNI 03-1968-1990

2.1.11.1 Perencanaan Campuran (*mix design*)

Tujuan mempelajari sifat-sifat beton adalah untuk perencanaan campuran (Mix Design), yaitu pemilihan bahan-bahan beton yang memadai, serta menentukan proporsi masing-masing bahan untuk menghasilkan beton ekonomis dengan kualitas yang baik. Dalam penelitian ini, Mix Design dilaksanakan dengan menggunakan metode ACI (American Concrete Institute).

Secara garis besar langkah perhitungan Mix Design dengan metode ACI dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Faktor air semen.

2. Nilai slump.
3. Besar butir agregat maksimum.
4. Kadar air bebas.
5. Proporsi agregat.
6. Berat jenis agregat gabungan

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Wijaya, N. E. (2020)

Penelitian oleh Nathaniel Evan Wijaya, dkk. Dalam jurnal ilmiah dimensi prartama teknik sipil, Volume 9, No 1 (2020) E-ISSN: 2598-2397 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Indonesia dengan judul “pengaruh densitas arus listrik tinggi dengan kadar grafit terhadap efektifitas *cathodic protection* beton mutu tinggi”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Korosi merupakan masalah yang sering terjadi pada tulangan baja pada struktur beton bertulang. Bila dibiarkan, beton akan mengalami retak (*crack*) dan menyebabkan kegagalan struktur. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan metode perlindungan *Impressed Current Cathodic Protection* (ICCP) dengan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) *laminata* sebagai anoda sekaligus menambah kekuatan struktur (*dual system*). Korosi awal diberikan, setelah itu CFRP *laminata* ditempelkan pada spesimen beton bertulang menggunakan *epoxy* dengan kadar grafit 10% dan 12,5%. ICCP dengan 2 macam densitas arus (70 mA/m² dan 106 mA/m²) diberikan pada spesimen dengan mutu beton $f_c' 50$ MPa.

Dalam pelaksanaan, dilakukan *half cell potential test* untuk *monitoring* korosi pada spesimen dan pengamatan visual pada tulangan baja dan CFRP *laminat* diakhir pelaksanaan. Terdapat pengaruh yang signifikan terhadap peluang terjadinya korosi pada variasi mutu beton. Beda potensial pada beton mutu tinggi sangat kecil karena beton mutu tinggi memiliki *resistivity* yang tinggi. Perubahan beda potensial yang paling signifikan ditunjukkan pada kadar grafit 12,5% dengan densitas arus 70 mA/m², yaitu sebesar 191,12 mV pada f_c' 50 MPa. Namun meskipun hasil yang didapat memiliki nilai yang positif, perbedaan beda potensial pada grafit 12,5% dan 10% yang menggunakan densitas arus 70 mA/m² tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan densitas arus 10 mA/m².

2.2.2 Anika, F. (2015)

Penelitian oleh Fitri Anika, dkk. Dalam jurnal ilmiah dimensi prartama teknik sipil, Volume PILLAR OF PHYSICS, Vol. 6. Oktober 2015, 57-64, Jurusan Fisika, Universitas Negeri Padang dengan judul “pengaruh variasi penambahan serbuk grafit dalam pasir terhadap konduktivitas listrik beton k-350”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Konduktif beton yang menggunakan serbuk grafit sebagai bahan penghantar belum dioptimalkan dalam penggunaan bahan konstruksi. Oleh karena itu digunakan serbuk grafit sebagai bahan yang ditambahkan pada pasir untuk pembuatan beton yang bersifat konduktif. Sehingga dengan penambahan serbuk grafit pada pasir diharapkan dapat menghasilkan daya hantar listrik pada beton. Hal ini disebabkan

oleh penambahan karbon (C) yang terkandung dalam serbuk grafit mampu menghantarkan listrik melalui pasta semen dan agregat, sehingga meningkatkan daya hantar listrik beton. Telah dilakukan pengujian daya hantar listrik volume beton K-350 dengan variasi penambahan serbuk grafit 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% menggunakan metode uji Four-Point Probe. Hasil pengujian nilai konduktivitas listrik dalam volume beton untuk setiap umur berturut-turut umur 7 hari adalah 0,0229 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0286 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0306 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0358 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0374 ($\Omega.m$)⁻¹. Pada umur 14 hari berturut-turut adalah 0,0132 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0177 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0207 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0250 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0291 ($\Omega.m$)⁻¹. Pada umur 21 hari berturut-turut adalah 0,0099 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0135 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0155 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0164 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0204 ($\Omega.m$)⁻¹. Pada umur 28 hari berturut-turut adalah 0,0074 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0101 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0111 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0121 ($\Omega.m$)⁻¹, 0,0152 ($\Omega.m$)⁻¹. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi serbuk grafit dapat meningkatkan nilai konduktivitas listrik pada volume beton K-350, namun menurun terhadap beton. Hal tersebut disebabkan oleh pengaruh kadar air yang dimiliki beton.

2.2.3 Rompas, G. P. (2013)

Penelitian oleh Gerry Phillip Rompas, dkk. Dalam jurnal ilmiah dimensi prartama teknik sipil, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.2, Januari 2013 (82-89), Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi dengan judul “pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau

terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas” Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Abu ampas tebu (AAT) yang berasal dari PT. PG Tulangpohula Gorontalo merupakan limbah yang memiliki kandungan silikat sebesar 68,5 %. Penelitian terhadap AAT dilakukan sebagai bahan substitusi parsial semen dengan prosentase secara berturut-turut 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% terhadap berat semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh AAT terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas. Penggunaan air untuk campuran beton dalam penelitian ini dibuat sama untuk setiap prosentase AAT. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi prosentase AAT maka semakin rendah workability beton segar. Penggunaan AAT tidak mempengaruhi peningkatan kuat tarik lentur tetapi memberi peningkatan pada modulus elastisitas dan kuat tekan. Modulus elastisitas beton dengan AAT lebih besar dari beton tanpa AAT kecuali pada prosentase 15%. Kuat tekan yang diperoleh melebihi kuat tekan yang direncanakan dan peningkatan terbesar terjadi pada Prosentase 5%. secara keseluruhan AAT dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial semen dalam campuran beton dengan prosentase optimum pada prosentase 5% berdasarkan kekuatan dan workabilitynya.

2.2.4 Rahman, A. (2017)

Penelitian oleh Arief Rahman, dkk. Dalam jurnal ilmiah dimensi prartama teknik sipil, Jurnal Jom Ftennik Vol.4 No.2, oktober 2017, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau dengan judul “Pengaruh pasir pulau bungin kabupaten kuantan

singing pada campuran laston pondasi/asphalt concrete base (AC-base)”
Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Pasir Pulau Bungin merupakan pasir alami yang berasal dari Sungai Batang Kuantan, Kabupaten Kuantan Singingi. Keberadaan pasir di Pulau Bungin membuat kemajuan pembangunan di Kabupaten Kuantan Singingi karena mudah didapat, dan lebih ekonomis tidak perlu membawa material pasir dari daerah lain serta tidak harus melalui proses pemecah batu oleh pemecah batu. Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3, penggunaan pasir alam untuk campuran beton aspal (AC) tidak boleh melebihi 15% dari total berat campuran agregat. Oleh karena itu perlu diketahui efisiensi penggunaan pasir alam pada campuran aspal beton (AC) agar pemanfaatannya optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspal optimum (KAO) dan untuk mengetahui karakteristik Marshall memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3. Variasi agregat halus alami pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, 15 % dan 16% dari berat total campuran agregat. Penambahan pasir alam pada campuran beton aspal dasar beton aspal (AC-Base) menyebabkan nilai aspal optimum (KAO) menurun. Pada campuran aspal beton dasar (AC-Base) kadar pasir 5% kadar 5% kadar aspal optimum (KAO) meningkat 6,20% dan kestabilan terbesar 3341 kg. Tanpa memperhatikan batasan penggunaan pasir alam seperti yang tertuang dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 maka penambahan pasir alam masih dimungkinkan pada aspal alas beton (AC -Base) sampai 16%.

2.2.5 Saifuddin, M. I. (2014)

Penelitian oleh Muhammad Ikhsan Saifuddin, dkk. Dalam jurnal ilmiah dimensi prartama teknik sipil, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.1, November 2014 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian dengan judul “pengaruh penambahan campuran serbuk kayu terhadap kuat tekan beton” Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus Gargulak (2001). Serbuk kayu yang digunakan yaitu serbuk kayu Kulim yang diambil dari sisa penggergajian pabrik pengolahan kayu di daerah Desa Rambah dan Desa Rambah dan Tengah Hilir Kabupaten Rokan Hulu-Riau. Penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebesar sebanyak 0 gr/kubus dan 5 gr/kubus. Jumlah semen yang digunakan adalah 325 kg/m^3 dengan faktor air semen (fas) 0,55 dan berat beton yang diambil 2380 Kg/m^3 . Dari pengujian yang dilakukan terjadi peningkatan kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar $138,90 \text{ Kg/cm}^2$, terjadi peningkatan kuat tekan sebanyak 1,08 % dibanding beton sebelum penambahan serbuk kayu yang mempunyai kuat tekan beton sebesar $127,78 \text{ Kg/cm}^2$.

2.2.6 Hendramawat Aski Safarizki (2020)

Penelitian oleh Hendramawat Aski Safarizki . Dalam jurnal ilmiah Teknosains, Volume 3, No 2 November 2020. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Veteran Bangun Nusantara dengan P-ISSN 2460-9986 E-ISSN: 2476-9436 dengan judul “pengaruh bahan tambah bata dan serat fiber pada self compacting concrete”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana kekuatan beton *Self Compacting Concrete* (SCC) pada umur 1 hari dengan tambahan serbuk batu bata dan limbah fiber sebagai agregat halus dalam campuran beton. Manfaat lain dari penelitian ini adalah mendapatkan informasi terkait manfaat penambahan fiber dalam nilai slump flow beton SCC. Metode yang digunakan dalam pembuatan campuran beton adalah metode *trial mix* dengan dasar campuran beton normal K350. Dibuat 3 benda uji untuk masing-masing komposisi campuran. Penambahan serbuk bata dan limbah fiber pada pembuatan beton SCC dapat meningkatkan flowability dan workability beton SCC ditunjukkan dengan peningkatan nilai slump flow. Penambahan 2,78% serbuk bata serta 0,07% fiber dapat meningkatkan slump flow dari 120 mm menjadi 670 mm. Slump flow akan berkurang 50% pada penambahan limbah fiber dari 0,07% menjadi 0,55%. Kuat tekan beton umur 1 hari dengan penambahan serbuk bata dan limbah fiber juga akan meningkat. Penambahan 2,78% serbuk bata serta 0,07% fiber dapat meningkatkan kuat tekan beton umur 1 hari dari

5,43 MPa menjadi 6,17 MPa. Kuat tekan akan berkurang 11% pada penambahan limbah fiber dari 0,07% menjadi 0,55%.

2.2.7 Sumajouw, A. P. M. M. D.J. , Windah, R. S. (2015)

Penelitian oleh Adrian philip Marthinus Marthin D.J Sumajouw,Reky S.Windah . Dalam jurnal ilmiah Sipil Statik Volume 3, No 11 November 2015(729-736). Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Mando dengan ISSN: 2337-6732 dengan judul “pengaruh penambahan abu terbang Fly Ash terhadap kuat tarik belah beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton menjadi material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur seperti jembatan, jalan raya dan sarana prasarana perkotaan lainnya. Dengan persyaratan yang diperlukan tidak terlalu tinggi, pembuatan beton dapat menggunakan material substitusi parsial semen melalui penggunaan bahan hasil produk sampingan industri (by product material) seperti abu terbang (fly ash). Abu Terbang (fly ash) merupakan produk sampingan hasil pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu terbang (fly ash) terhadap kuat tarik belah beton mutu normal pada kondisi High Volume Fly Ash Concrete. Untuk tipe abu terbang yang digunakan yaitu abu terbang kelas C. Komposisi variasi penambahan abu terbang (fly ash) sebanyak 0%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% dari berat semen. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk silinder dan balok yang diuji pada umur 7, 14 dan 28

hari. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji silinder (diameter 100 mm dan tinggi 200 mm) dan balok (panjang 400mm, lebar 100mm dan tinggi 100mm) sebanyak 120 sampel dan terdiri dari 6 variasi konsentrasi abu terbang pada pengujian 7, 14, 28 hari dan masing-masing variasi sebanyak 20 sampel. Dari hasil pengujian, penambahan persentase abu terbang (fly ash) sebesar 30%, 40%, 50%, 60%, 70% memiliki nilai kuat tarik belah tertinggi pada persentase abu terbang (fly ash) 30% yaitu sebesar 3,21 MPa untuk umur beton 28 hari. Dan nilai kuat tarik belah terendah pada presentase abu terbang (fly ash) 70% yaitu sebesar 0,82 MPa untuk umur beton 7 hari. Penggunaan High Volume Fly Ash (HVFA) Concrete dengan presentase abu terbang (fly ash) 30% pada umur perawatan 28 hari dapat digunakan untuk konstruksi struktural seperti konstruksi bangunan bertingkat dua lantai, ruko, rumah tinggal standar, dan untuk presentase abu terbang (fly ash) 40% -50% pada umur perawatan 28 hari dapat digunakan untuk konstruksi non-struktural seperti pembuatan paving blok, plesteran/mortar dan lain sebagainya.

2.2.8 Rochmah, N. (2016)

Penelitian oleh Nurul Rochmah . Dalam jurnal penelitian LPPM Volume 02, No 01 (52-5) September 2016. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus Surabaya dengan P-ISSN: 2579-7980 E-ISSN : 2502-8308 dengan judul “pengaruh serat ijuk sebagai bahan tambah terhadap kuat tarik belah beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton merupakan material yang kuat menahan kuat tekan. Kuat tarik beton hanya berkisar 9-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo, 1999) dan oleh karena itu sering dalam perencanaan kuat tarik beton dianggap sama dengan nol. Dalam penelitian ini peneliti mencoba mengaplikasikan beton fiber. untuk pembuatan beton yaitu dengan penambahan serat ijuk. Serat Ijuk merupakan serat alami pada bagian pangkal pelepah enau (arenga pinnata), serat ini sangat istimewa dibandingkan dengan serat alami lainnya. Serat hitam yang dihasilkan dari pohon kelapa sawit memiliki banyak keistimewaan yang tahan lama dan tidak mudah terurai, tahan terhadap asam dan air asin, sehingga mencegah penetrasi rayap tanah. Serat serat memiliki kekuatan tarik yang cukup sehingga diharapkan dapat mengurangi keretakan dan beban lebih awal. Dengan penambahan serat fiber ke dalam mortar diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik beton yang optimum, dan beton yang dihasilkan lebih ringan. Data Hasil Penelitian Fiber diperoleh kuat tarik beton pada umur 7 hari didapatkan nilai sebesar 0% persentase sama dengan untuk 67,41 kg / cm², 3% sama dengan 71,85, 5% sama dengan 57,04, 8% sama dengan 70,37, 10% pada 48.89. Kuat tekan beton umur 14 hari diperoleh nilai persentase 0% sebesar 68,15, 3% sebesar 54,81, 5% sebesar 79,26, 8% sebesar 60,00, 10% sebesar 60,74 . Kuat tarik beton umur 28 hari didapatkan nilai persentase 0% sebesar 112,59, 3% sebesar 97,04, 5% sebesar 107,41, 8% sebesar 87,41, 10% sebesar 66, 67. Penurunan kekuatan tarik campuran serat karena semakin banyak serat dalam satuan helai maka akan meningkatkan retakan yang terjadi. Penambahan Ijuk dapat menyebabkan kekuatan tarik meningkat jika dalam persentase kecil.

2.2.9 Megasari, S. W. (2017)

Penelitian oleh Shanti Wahyu Megasari. Dalam jurnal Teknik Sipil Siklus, Volume 03, No 02 ,Oktober 2017. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning dengan judul “pengaruh serat ijuk sebagai bahan tambah terhadap kuat tarik belah beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton ready mix merupakan solusi dalam pengadukan beton dengan kapasitas besar, namun penggunaan beton ready mix di lapangan sering mengalami beberapa

kendala terkait waktu perjalanan ke lokasi yang tidak lancar dan kebutuhan akan mempercepat pengerasan beton setelah dituang. Untuk mengatasi masalah tersebut, kemajuan teknologi beton telah menghasilkan bahan tambah (admixture) yang dapat membantu dalam menjaga kualitas dan kelecakan (workabilty) beton. Salah satu produk keluaran dari PT. Sika Indonesia adalah Sikament-NN. Sikament-NN merupakan superplasticizer untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis pengaruh variasi persentase bahan tambah Sikament-NN terhadap karakteristik kuat tekan beton. Perancangan beton menggunakan metode Department of Environment (DOE) dengan cetakan sampel berbentuk silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Persentase penambahan Sikament-NN sebanyak 0%, 0,3%, 0,8%, 1,3%, 1,8%, 2,3%. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecenderungan (trend) grafik kuat tekan rata-rata mengalami peningkatan dengan penambahan persentase Sikament-NN sebesar 1,3% dan 1,8%.

Persamaan yang dihasilkan dari kuat tekan rata-rata adalah $y = -0,551x^2 + 6,791x + 23,81$. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada penambahan 1,8% Sikament-NN yaitu sebesar 38,65 MPa. Pengujian statistik dengan menggunakan analisis varians (Analysis of Variance - ANOVA) menyatakan bahwa terdapat interaksi atau perlakuan yang sangat nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan Sikament-NN. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan Sikament-NN berpengaruh terhadap peningkatan karakteristik kuat tekan beton.

2.2.10 Rusyandi, K. (2016)

Penelitian oleh Kukun Rusyandi, dkk. Dalam jurnal kontruksi, Volume 10, No 01 ,2012. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Garut dengan ISSN : 2302-7321 dengan judul “Perancangan beton self compacting concrete dengan penambahan Fly Ash dan Structuro”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Penelitian ini berupa eksperimen laboratorium dengan pengujian terhadap material SCC. Self Compacting Concrete merupakan varian beton yang memiliki tingkat derajat pengerjaan (workability) tinggi dan juga memiliki kekuatan awal yang besar, sehingga membutuhkan faktor air semen yang rendah. Pada penelitian ini ingin mengetahui pengaruh penambahan admixture kimia Superplasticizer “Structuro” dan Filler “Fly Ash” terhadap karakteristik SCC. Superplasticizer dicampurkan dengan kadar 0,3 % dengan mengurangi kadar air campuran. Sedangkan untuk Fly Ash sekitar 8% dari volume campuran beton per m³. Metode pengujian SCC dengan Slump-Cone Test pada kondisi segar.

Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3 dan 7 hari. Hasil penelitian, Fly Ash dapat digunakan sebagai Filler dalam pembuatan rancangan beton SCC. Untuk penggunaan Structuro di atas 2,5 % hendaknya dihindari karena tidak efektif terhadap kemampuan mereduksi air sehingga akan menimbulkan efek negative seperti segregation dan bleeding.

2.2.11 Mallis, H. (2010)

Penelitian oleh Harun Mallis . Dalam jurnal media litbang sulteng, Volume 03, No 02 ,2010. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako dengan ISSN : 1979-5971 dengan judul “Pengaruh lama pengadukan terhadap faktor kepadatan adukan beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari lamanya pengadukan campuran beton terhadap sifat adukan beton segar. Variabel lama pengadukan terdiri atas tujuh perilaku yaitu 2 menit, 7, 12, 17, 22, 27, dan 32 menit dan hasil pengadukan selanjutnya diuji faktor kepadatan adukan beton menurut periode umur perawatan benda uji. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh lama pengadukan terhadap faktor kepadatan adukan beton turun dari 0,961 menjadi 0,876 atau turun sebesar 8,84 %. Jadi semakin lama beton diaduk, adukan beton segar akan menjadi lebih kental/kaku, kandungan udara semakin bertambah dan sifat workabilitasnya semakin rendah.

2.2.12 Siswadi (2007)

Penelitian oleh Siswadi, dkk. Dalam jurnal Teknik Sipil, Volume 07, No 02(144-151), Pebruari 2007. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan judul “Pengaruh penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat tekan beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Pada setiap proyek konstruksi sering dijumpai pemakaian bekesting kayu untuk membentuk beton bertulang, baik untuk membentuk kolom, balok maupun pelat. Dengan pemakaian bekesting dari kayu, maka seringkali tidak dapat dihindarkan pemotongan kayu di lokasi. Pemotongan kayu untuk bekesting biasanya mengakibatkan bagian bekesting atau bagian sambungan beton menjadi kotor oleh sisa gergajian. Serbuk gergajian hasil pemotongan kayu tersebut tentunya akan mempengaruhi kualitas beton hasil pengecoran. Beton fiber merupakan beton dengan bahan penyusun berupa kerikil, pasir, semen, air serta fiber yang dapat berupa fiber alamiah maupun buatan. Sifat getas dan nilai kuat tarik beton yang rendah dapat diperbaiki dengan menambahkan serat pada beton. Serbuk kayu yang digunakan sebagai bahan serat merupakan jenis kayu Bangkirai berasal dari sisa penggergajian di daerah Yogyakarta. Sisa penggergajian kayu yang digunakan berupa serat dengan ukuran yang relatif kecil (2 sampai dengan 5 mm). Variasi penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebesar 0 kg/m³, 0,5 kg/m³, dan 1 kg/m³. Adukan beton yang digunakan untuk pembuatan silinder beton, direncanakan sedemikian rupa kebutuhan bahan susunnya, sehingga dapat mencapai kuat desak yang direncanakan.

Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,45. Penambahan serat/fiber berupa serbuk kayu sebanyak 0,5 kg/m³ dan 1 kg/m³ ke dalam adukan beton, menurunkan tingkat workability. Hal ini tampak dari nilai slump yang menurun dan nilai VB-Time yang meningkat, meskipun memenuhi syarat bahwa beton masih dalam taraf mudah dikerjakan. Kuat desak tertinggi dicapai oleh beton dengan penambahan serbuk kayu sebesar 1 kg/m³, di mana dicapai nilai kuat desak sebesar 27,100 MPa atau terjadi peningkatan sebesar 3,10 % dibandingkan dengan beton normal, yang memiliki kuat desak 26,293 MPa.

2.2.13 Supriani, F. (2013)

Penelitian oleh Fepi Supriani. Dalam jurnal *Inersia*, Volume 05, No 02(41-49), Oktober 2013. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Bengkulu dengan ISSN : 2086-9045 dengan judul “Pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton akibat penambahan abu cangkang lokan”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Cangkang kerang memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi, jika dipanaskan pada suhu yang terkontrol mengandung kalsium yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen. Salah satu jenis kerang di Kota Bengkulu adalah kerang lokan yang isinya diambil untuk dimakan dan cangkangnya menjadi limbah. Penelitian ini akan memanfaatkan cangkang lokan yang dijadikan abu sebagai bahan tambah campuran beton untuk melihat perkembangan kekuatan beton pada umur awal dan umur setelah 28 hari. Beton rencana menggunakan fas 0,5 dan slump 60-100 cm. Jumlah sampel 140 buah, berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan

tinggi 30 cm. Persentase penambahan abu cangkang lokan yaitu 2,5%, 5%, dan 10% dari berat semen yang akan diuji terhadap kekuatan diumur awal beton dan perkembangan kekuatannya diumur setelah 28 hari yaitu umur pengujian 3, 7, 14, 28, 56 hari, 120 hari (3 bulan) dan 180 hari (6 bulan), hasil yang didapat pada umur awal tidak ada kontribusi peningkatan kuat tekan beton untuk penambahan 2,5% dan 10% abu cangkang lokan, sedangkan umur 3 hari penambahan 5% ACL memberikan nilai kuat tekan beton yang lebih besar dari beton normal. Penambahan 5% ACL dapat meningkatkan kekuatan tekan beton setelah 28 hari, dan mencapai nilai optimum pada usia 180 hari sebesar 49,42 Mpa.

2.2.14 Wahyudi (2017)

Penelitian oleh Wahyudi, dkk. Dalam jurnal *Inersia*, Volume 01, No 01, Maret 2017. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area dengan P-ISSN : 2549-6379 E-ISSN : 2549-6387 dengan judul “Pengaruh pemadatan campuran beton terhadap kuat tekan K 175”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui mutu beton yang terbaik dari berbagai proses pemadatan yang akan di coba dengan nilai FAS yang sama dengan mutu beton K-175. Perbandingan mutu beton K-175 menggunakan bahan-bahan seperti semen, kerikil, pasir dan air. Faktor Air Semen (FAS) yang dipakai 0,60 dan bahan-bahan yang akan digunakan berasal dari Kota Binjai ,provinsi Sumatera Utara. Sehingga dalam aplikasi di lapangan perlu diperhatikan proses pemadatan yang tepat dan memberikan kekuatan tekan yang paling maksimal

terhadap beton. Proses pemadatan yang akan diuji adalah proses pemadatan dengan cara dituang (tanpa pemadatan), proses pemadatan beton dengan cara di rojok dan proses pemadatan beton dengan meja getar. Benda uji pada penelitian ini adalah silinder beton dengan ukuran $\Theta 15\text{cm}$ dimensi 30cm berjumlah 30 sampel .Setelah pengujian dilakukan, didapat perbandingan kuat tekan yang berbeda pada setiap percobaan maka beton yang tanpa pemadatan mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar $9,96\text{N/mm}^2$, beton dengan pemadatan dirojok kuat tekan rata-rata $24,18\text{N/mm}^2$ dan beton dengan pemadatan dengan meja getar kuat tekan rata-rata $21,97\text{N/mm}^2$. pemadatan yang menghasilkan kuat tekan terbaik adalah pemadatan dengan dirojok.

2.2.15 Anggraini, R. (2008)

Penelitian oleh Retno Anggraini. Dalam jurnal Rekaya Sipil, Volume 02, No 03, 2008. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang dengan E-ISSN : 1978-5658 dengan judul “Pengaruh penambahan phyropilit terhadap kuat tekan beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Phyropilit merupakan material dengan kandungan silika yang tinggi. Khususnya phyropilit daerah Malang Selatan kandungan silikanya mencapai 85 %, dengan ukuran butiran dan volume pori yang cukup kecil. Sementara salah satu penentu kekuatan beton adalah kandungan silika, ukuran material pengisi dan kandungan pori yang kecil. Kemungkinan phyropilit untuk dapat digunakan sebagai material tambahan dalam beton perlu diketahui melalui penelitian yang spesifik, yaitu

bagaimana pengaruh penambahan phyropilit terhadap kuat tekan beton. Dengan metode pengujian benda uji dilaboratorium dan melakukan analisa regresi dapat diketahui hubungan yang terjadi antara penambahan phyropilit dengan kuat tekan beton. Pembuatan benda uji dilakukan dengan menambahkan phyropilit dengan variasi 0, 5, 10, 15, dan 20 % dari berat semen yang digunakan dalam campuran beton dengan mutu $f_c' 25$ Mpa. Sementara ukuran butiran phyropilit yang digunakan adalah phyropilit lolos ayakan no.50. Dari hasil pengujian tekan pada benda uji sejumlah 51 sampel berbentuk silinder 15 X 30 cm, dilakukan analisa regresi untuk mengetahui persamaan hubungan antara penambahan phyropilit dengan kuat tekan beton. Dari hasil penelitian terlihat bahwa setiap penambahan variasi phyropilit mulai dari 5, 10, 15, dan 20% terjadi peningkatan kuat tekan dengan besar peningkatan yang bervariasi mulai 5% hingga 42%. Dimana penambahan phyropilit 15% menghasilkan kenaikan kuat tekan terbesar daripada variasi lain yaitu 42%. Dari persamaan regresi yang terbentuk yaitu $-0.00376x^4 + 0.1182x^3 - 0.9676x^2 + 3.3539x + 3E-11$, terlihat bahwa nilai optimum penambahan phyropilit adalah 16,5%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan phyropilit terhadap beton erat hubungannya dengan peningkatan kekuatan tekan beton. Kandungan silica yang tinggi pada phyropilit merupakan penyebab kekuatan beton menjadi meningkat. Selain itu ukuran butiran phyropilit yang cukup kecil mampu menutup pori yang ada pada beton, sehingga meningkatkan kepadatan dan kuat tekan beton. Dengan kondisi ini diharapkan pemanfaatan phyropilit dikembangkan khususnya dibidang teknologi beton sehingga mendukung program pemerintah di sector pertambangan.

2.2.16 Hartantyo, S. D. (2019)

Penelitian oleh Sugeng Dwi Hartantyo, Dwi Kartikasari. Dalam jurnal ICTE, 14, Desember 2018. Dalam jurnal Kontruksia Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan ISBN: 978-602-5649-417 dengan judul “Penggunaan gula bagasse ash sebagai alternatif untuk komposit semen sebagai kualitas k-175 beton”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (admixture) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Dalam agregat terutama agregat halus memiliki sifat-sifat yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton yaitu keras dan kuat, bersih, tahan lama, massa jenis tinggi, butir bulat, distribusi ukuran butir yang cocok. Selain itu, di dalam agregat halus terdapat kandungan senyawa SiO_2 yang memberikan kontribusi dalam proses pengerasan maupun peningkatan kuat tekan pada beton. Salah satu upaya yang akan dilakukan untuk mengetahui korelasi antara besarnya kandungan senyawa SiO_2 dalam agregat halus terhadap peningkatan kuat tekan beton adalah dengan dilakukannya suatu penelitian beton dengan menggunakan 3 kategori pasir yang memiliki kandungan senyawa SiO_2 yang berbeda. Kategori pasir

yang digunakan pada penelitian ini antara lain : pasir mundu ($\text{SiO}_2 > 40\%$), pasir cileungsi (SiO_2 20% - 40%), pasir cianjur ($\text{SiO}_2 < 20\%$). Selain itu, untuk mendapatkan optimalisasi kuat tekan dari beton, diperlukan juga standarisasi kuat tekan karakteristik yaitu K300 ($f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$). Hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton yang dilakukan dengan menggunakan 3 kategori pasir yang berbeda pada umur 7, 14, 21, 28 hari menunjukkan adanya hubungan antara besarnya kandungan senyawa SiO_2 dalam pasir terhadap peningkatan kuat tekan beton. Walaupun demikian, hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan campuran pasir yang mengandung senyawa SiO_2 tidak begitu significant (pengaruhnya sangat kecil).

2.2.17 Hartantyo, S. D. (2016)

Penelitian oleh Sugeng Dwi Hartantyo, Faulidatul Khasanah. Dalam jurnal CIVILLa, Volume 01, No 02, September 2016. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan dengan ISSN : 2503-2399 dengan judul “Building cost analysis of steel construction work using sni method and hspk “ Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Rencana Anggaran Biaya merupakan alat untuk mengendalikan jumlah biaya penyelesaian pekerjaan secara berurutan sesuai yang telah direncanakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui selisih perbandingan harga satuan material, upah dan pekerjaan dan mengetahui mana yang lebih tepat antara penggunaan metode HSPK dan SNI untuk perhitungan rencana anggaran biaya proyek. Pada perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) antara SNI dan HSPK terdapat perbedaan harga

satuan. Penulis mencoba menghitung kembali rencana anggaran biaya proyek pembangunan Pasar Tradisional Blimbing Lamongan metode SNI dan HSPK dari Kementerian Pekerjaan Umum Bidang Cipta Karya sebagai dasar perhitungan pada proyek-proyek pembangunan Pasar Tradisional Blimbing Lamongan. Analisa perbandingan biaya pada pekerjaan konstruksi baja pada proyek pembangunan Pasar Tradisional Blimbing Lamongan didapat jumlah Rencana Anggaran Biaya Metode SNI sebesar Rp. 3.833.857.779,56 dan Metode HSPK sebesar Rp. 3.786.269.875,30. Maka selisih jumlah harga dari Metode SNI dan HSPK adalah Rp. 47.587.904,26. Hal ini terjadi karena faktor-faktor yang menyebabkan selisih harga, antara lain: Harga upah/tenaga yang berbeda serta harga bahan bangunan yang berbeda. Untuk koefisien yang dipakai dalam perhitungan menggunakan SNI dari Kementerian Pekerjaan Umum Bidang Cipta Karya

2.2.18 Damara, B. , Lubis, Z. (2018)

Penelitian oleh Bobby Damara, Zulkifli Lubis. Dalam jurnal CIVILLA, Volume 03, No 01, Maret 2018. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta dengan ISSN : 2503- 2399 dengan judul “Pengaruh penambahan limbah B3 pada kuat beton mutu K-175“ Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Novasi beton berkembang cukup pesat sekarang dari penggunaan kembali dan pengurangan. bahan yang tidak terpakai atau penambahan zat aditif guna meningkatkan mutu beton antara lain penambahan limbah karbida (B3) merupakan upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang dibutuhkan dalam reaksi pozzolan

bila dicampur dengan SiO₂ pada abu layang, reaksi pozzolan adalah a reaksi antara kalsium, silika atau alumina dengan air membentuk massa yang kuat dan kaku mirip dengan proses hidrasi semen. Proses pencampuran limbah karbida sebagai bahan beton dilakukan dengan pengujian laboratorium sesuai dengan data literatur Standar Indonesia SK SNI dan standar luar negeri yaitu ASTM dengan variasi komposisi ampas karbida 5% sebagai pengganti bahan semen dengan target mutu beton K -175. Dari hasil tersebut diperoleh komposisi penambahan ampas campuran ampas karbida 5% dengan kuat tekan rata-rata 249,69 kg / cm². Nilai tersebut lebih besar dari 1,77% dari beton normal 245,36 kg / cm²

2.2.19 Hartantyo, S. D. (2017)

Penelitian oleh Sugeng Dwi Hartantyo, Samsudin. Dalam jurnal TeknikA, Volume 09, No 02, 2017. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan Parepare dengan ISSN : 2085-0859 dengan judul “Studi pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton“. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Sekam padi merupakan limbah dari hasil penggilingan padi mempunyai kandungan silika yang dominan yaitu sebesar 93 % dan hampir sama kandungan silika yang terdapat pada microsilica buatan pabrik. Dengan sifatnya tersebut apabila dicampurkan ke dalam campuran beton akan memperbaiki karakteristik 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 15 cm dengan tinggi 30 cm. Berdasarkan tabel 4.22 di peroleh hasil bahwa terjadi penurunan kekuatan pada setiap penambahan kadar abu sekam padi. Di ketahui kuat tekan beton normal umur 28 hari yaitu 226,47 kg/m² dan kuat tekan terendah terdapat pada penambahan abu sekam padi 12% umur 28 hari yaitu 129,41 kg/m².

2.2.20 Hartantyo, S. D. (2017)

Penelitian oleh Sugeng Dwi Hartantyo, Abdus Salam. Dalam jurnal CVILLA, Volume 02, No 02, Sepetember 2017. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan dengan ISSN : 2503-2399 dengan judul “Pengaruh penambahan serat pelepah pisang pada pembuatan paving block K-175“ Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Pavingblock merupakan salah satu material bangunan yang digunakan sebagai lapisan atas struktur jalanselain aspal atau beton. Saat ini banyak konsumen yang lebih emilih paving blockdibandingkan perkerasan lain seperti beton atau aspal. Upaya untuk meningkatkansifat-sifat yang kurang bagus dibandingkan paving block (misal, kuat tariknya kurang dan getas alam) dapat dilakukan dengan menambahkan serat ke pencampuran. Salah satu serat alami yang digunakan adalah pisang Serat pelepah, penggunaan serat pelepah pisang sebagai material komposit merupakan

langkah yang baik Mengurangi tumpukan kulit pisang yang berserakan di taman dan juga untuk membesarkan nilai ekonomis pisang. Benda uji yang akan dibuat adalah benda uji dengan campuran 1: 3 dengan FAS 0,30 dengan cara pemadatan menggunakan manual / konvensional, pembuatan masing-masing pengujian spesimen 3 buah benda uji normal tanpa aditif dilanjutkan dengan paving block dengan bahan ditambahkan serat pelepah pisang dari 1% - 5% dari berat semen bekas. Hasil dari masing - masing benda uji telah diuji kuat tekannya benda uji normal terhadap benda uji dengan tambahan bahan serat sebanyak 5%. Rata-rata hasil perhitungan kuat tekan benda uji dengan urutan N, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%, yaitu 224,20 kg / cm², 192,73 kg / cm², 119,97 kg / cm², 98,33 kg / cm², 78,67 kg / cm², dan 72,77 kg / cm².