

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Beton

2.1.1 Pengertian Beton

Beton menurut SNI 03-2847-2002 adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton normal menurut SNI 03-2834-2000 adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton dapat dilihat dari sifat bahan dasar pembuatan beton. Selain itu nilai perbandingan bahan dasar beton, cara pengadukan, pengerjaan, penuangan, pemadatan dan perawatan selama proses pengerasan juga dapat berpengaruh besar terhadap kualitas mutu beton yang dibuat. Beton segar merupakan gabungan antara semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air yang belum mengeras, masih bersifat lunak dan dapat terbentuk dengan mudah. Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan, tidak ada kecenderungan terjadi pemisahan agregat dari adukan (*segregation*) maupun pemisahan air dan semen dari adukan (*bleeding*). Hal ini karena segregasi ataupun bleeding mengakibatkan beton keras yang diperoleh akan berkualitas buruk (Tjokrodinuljo, 2007).

Dalam sebuah konstruksi beton, komposisi dalam campuran beton perlu diperhatikan untuk menentukan kuat tekan yang dihasilkan. Agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan mix design untuk menentukan

jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

2.1.2 Keunggulan Beton

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

1. Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan local, kecuali semen *Portland*.
2. Beton termasuk bahan berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun tergantung keinginan
4. Kuat tekannya yang tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.
5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisi ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan
6. Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.

7. Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.

2.1.3 Kelemahan Beton

Beton memiliki kelemahan menurut Tjokrodinuljo (2007) antara lain sebagai berikut :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan.
2. Beton kerap menyusut dan mengembang karena adanya faktor perubahan suhu.
3. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.
4. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah, karena beton yang sudah kering bersifat kaku dan proses pelaksanaan pekerjaannya membutuhkan ketelitian yang tinggi.
5. Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah di kompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

2.1.4 Sifat-Sifat Beton Segar

Menurut (Mulyono, 2005) beton segar memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. *Segregasi*, kecenderungan agregat kasar untuk memisahkan dari campuran adukan beton, peluang segregasi diperbesar dengan :
campuran yang kurus/kurang semen, pemakaian air yang terlalau

- banyak, semakin besar butir kerikil yang dipakai, campuran yang kasar/ kurang agregat halus.
2. *Bleeding*, kecendrungan beton segar yang baru saja dipadatkan. Hal ini dapat dikurangi dengan cara: memberi lebih banyak semen dalam campuran, menggunakan air sesedikit mungkin, menggunakan pasir lebih banyak, menyesuaikan intensitas dan durasi penggetaran pemadatan sesuai dengan nilai slump campuran
 3. Kemudahan pengerjaan / *Workability*, umumnya dinyatakan dalam besaran nilai slump (cm) dan dipengaruhi oleh: jumlah air yang dipakai, penambahan semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai, pemakaian butir-butir batuan yang bulat.

2.2 Bahan Penyusun Beton

Menurut SNI 03-2847-2002 bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton seperti: semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah atau *admixture*.

2.2.1 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 hidraulis (*hydraulic cements*). Semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidroli 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).

Di dalam Tri Mulyono (2004) juga dijelaskan bahwa semen *Portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, 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. (SNI-15-2049-2004).

Jika bahan semen diuraikan susunan senyawanya secara kimia, akan terlihat jumlah oksida yang membentuk bahan semen itu. Unsur-unsur tersebut kurang lebih seperti berikut :

Tabel 2.1 Komponen Mayor Semen *Portland*

No.	Oksida	Persentase (%)
Batu Kapur (CaO)	Kalsium dioksida	60 - 65
Pasir Silika (SiO ₂)	Silikon dioksida	17 - 25
Tanah Liat (Al ₂ O ₃)	Aluminium dioksida	3 - 8

Tabel 2.1 Lanjutan

Biji Besi (Fe_2O_3)	Besi (III) oksida	0.5 - 6
Magnesia (MgO)	Magnesium oksida	0.5 - 4
Sulfur (SO_3)	Sulfur trioksida	1 - 2

Sumber : SNI 15-2049-2004

Menurut SNI 15-2049-2004 semen *portland* dibedakan menjadi 5 jenis atau tipe yaitu:

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.

2.2.2 Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh masa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar.

Agregat kasar dapat berupa kerikil hasil desintergrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batuan pecah yang dari pecahan batuan dengan besar butir lebih dari 5mm. dalam pembuatan beton kerikil juga harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Butir - butir kasar yang tidak berpori serta bersifat kekal atau tidak mudah rusak akibat dari pengaruh cuaca.
2. Bersifat kekal (tidak mudah hancur dan pecah).
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%.
4. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
5. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.
6. memiliki gradasi yang baik agar beton yang dihasilkan pampat.

Susunan besar butiran agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Susunan Besar Butiran Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)
38,1	95 - 100
19,1	35 - 70
9,52	10 - 30
4,75	0 - 5

Sumber : ASTM, 1991

2.2.3 Agregat Halus

Menurut SNI - 03 - 2847 – 2002, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah

batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. *British Standard* (BS) memberikan syarat gradasi untuk pasir.

Agregat halus merupakan bahan yang digunakan saat pencampuran beton dan agregat halus juga sebagai pengisi yaitu berupa pasir yang memiliki ukuran bervariasi (no. 40 – no. 100 saringan ASTM (SNI T-15-1990-03)). Agregat halus yang dicampurkan dalam beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alam dari batuan-batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Adapun persyaratan dari agregat halus yang dapat digunakan antara lain:

1. Pasir terdiri dari butir-butir tajam dan keras, bersifat kekal atau tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian-bagian yang bias melewati ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpurnya lebih dari 5%. Maka harus dicuci, khususnya pasir untuk bahan pembuatan beton.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, agregat yang tidak memenuhi syarat percobaan bias dipakai apabila kekuatan adukan beton dengan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 5% dari kekuatan adukan beton dengan agregat yang sama tapi di cuci dalam larutan NaOH yang kemudian dicuci dengan air sehingga bersih pada umur yang sama.
4. Gradasi sesuai yang disyaratkan. Gradasi pasir dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Gradasi Standar Agregat Halus

Diameter Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36 (No.8)	80 - 100
1,18 (No.16)	50 - 85
0,6 (No. 30)	25 - 60
0,3 (No.50)	10 - 30
0,15 (No. 100)	02 - 10

Sumber : ASTM C-33

2.2.4 Air

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya (SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung).

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.

Syarat air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton menurut SK SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan perusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organic atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar.

2.2.5 Bahan Tambah

Bahan tambahan dalam pembuatan beton adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan

ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan. Definisi bahan tambahan ini mempunyai arti luas, yaitu meliputi polimer, fiber, mineral yang mana dengan adanya bahan tambahan ini komposisi beton mempunyai sifat yang berbeda dengan beton aslinya atau beton biasa. Tujuan pemakaian Admixture dalam campuran beton adalah untuk meningkatkan:

- a. Penampilan (*Performance*), yaitu dengan adanya bahan tambah dapat memperbaiki penampilan beton itu sendiri.
- b. Mutu (*Quality*) , yaitu dengan adanya bahan tambah dengan kadar tertentu dapat meningkatkan kualitas atau mutu beton.
- c. Keawetan (*Durability*), yaitu dengan adanya bahan tambah dapat menambah keawetan dari beton tersebut.
- d. Kemudahan pekerjaan (*Workability*), yaitu dengan adanya bahan tambah dapat mempermudah pekerjaan yang dilakukan dalam pembuatan beton .

Bahan tambah dalam campuran beton biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Bahan tambahan yang dimaksud menurut SNI 2493-2011 adalah bahan tambah serbuk yang sama sekali atau sangat tidak mudah larut, (yang tidak mengandung garam yang memiliki kecenderungan menyerap air dari udara dan yang dicampurkan dalam jumlah kecil), harus dicampur dengan sebagian semen sebelum dimasukkan ke dalam campuran, untuk menjamin penyebaran yang merata keseluruhan campuran. Terutama, bahan sulit-larut yang digunakan dalam

jumlah melampaui 10% berat semen, seperti pozzolan, harus ditangani dan ditambahkan ke dalam campuran dengan cara yang sama seperti semen.

Bahan tambahan serbuk yang kurang larut tapi memiliki garam yang bersifat menyerap air dapat menyebabkan penggumpalan semen dan harus dicampur dengan pasir. Bahan tambahan yang larut dalam air atau berupa cairan harus ditambahkan ke dalam pengaduk dalam bentuk cair dan dalam air pencampur. Kuantitas cairan yang demikian harus diikutsertakan dalam perhitungan kadar air beton. Bahan tambahan, yang tidak sesuai dengan bentuk terkonsentrasi, seperti kalsium klorida dan bahan tambahan penambah udara atau pemerlambat pengikatan, tidak boleh dicampurkan sebelum ditambahkan ke dalam beton. Waktu, urutan dan metode penambahan beberapa bahan tambahan ke campuran beton dapat berpengaruh penting pada sifat-sifat beton seperti waktu pengikatan dan kadar udara. Metode yang dipilih harus tetap tidak berubah dari campuran ke campuran dan harus menggambarkan pelaksanaan di lapangan yang baik.

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan bahan tambah yang bersifat mineral (*addiktive*). Menurut (SNI 4433-2016) ASTM C 49 dan BS 5075, terdapat 7 jenis bahan tambah kimia, yaitu:

1. Tipe A : *Water-Reducing Admixture*

Bahan tambah yang mengurangi air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Bahan tambah ini bisa disebut *water reducer / plasticizer* dapat digunakan dengan cara-cara sebagai berikut :

- a) Kadar semen tetap, air dikurangi. Cara ini untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau faktor air semen (FAS) yang rendah. Dengan faktor air semen yang rendah akan meningkatkan kuat tekan beton. Dengan penambahan *plasticizer*, walaupun FAS rendah, beton tetap memiliki sifat workabilitas yang baik.
- a) Kadar semen tetap, air tetap. Cara ini untuk memproduksi beton dengan slump yang lebih tinggi. Tingginya nilai slump akan memudahkan penuangan adukan.
- b) Kadar semen dikurangi, faktor air semen tetap. Cara ini dilakukan untuk memperoleh beton dengan penggunaan semen yang lebih sedikit, sehingga mengurangi biaya.

Komposisi dari *plasticizer* diklasifikasikan secara umum menjadi 5 kelas :

- a) Asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam .
- b) Modifikasi dan turunan asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam.
- c) *Hydroxylated carboxylic acids* dan kandungan garamnya.
- d) Modifikasi *hydroxylated carboxylic acids* dan kandungan garamnya.

Berdasarkan prosentase pengurangan jumlah air, *plasticizer/water reducer* dibedakan menjadi 3 macam :

- a) Normal *water reducer* : penggunaan jenis ini mampu mengurangi air antara 5-10%.
- b) *Mid-range water reducer* : penggunaan jenis ini mengurangi antara 10-15%.

c) *High-range water reducer* : jenis ini biasa disebut superplasticizers, mampu mengurangi air antara 20-40%.

2. Tipe B : *Retarder*

Bahan kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini diperlukan apabila dibutuhkan waktu yang cukup lama antara pencampuran / pengadukan beton dengan penuangan adukan. Atau dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh.

3. Tipe C : *Accelerator*

Bahan kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan pengerasan segera. Beberapa macam accelerator, yaitu Calcium chlorida (CaCl_2), Aluminium Chlorida, Natrium Sulfat, dan Aluminium Sulfat.

4. Tipe D : *Water Reducer Retarder (WRR)*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan. Pengaruhnya pada beton adalah Kekuatan Tekan, Setting Time, dimana retarder menghambat setting time beton.

5. Tipe E : *Water Reducer Accelerator*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan. Pengaruhnya pada beton:

1. Kekuatan. Pada saat accelerator mencapai peningkatan kekuatan awal beton, pengaruh kekuatan beton dapat diabaikan. Jika bahan water reducing dicampur accelerator, keuntungan kekuatan jangka

panjang akan didapat berhubungan langsung dengan penurunan rasio air-semen (a/s).

2. *Setting Time*. *Setting time* beton yang mengandung *accelerator* lebih pendek daripada beton biasa yang tidak mengandung *accelerator*. Pengaruh kalsium klorida pada *setting time* lebih besar dari pada kalsium format.
3. *Workability*. Baik kalsium klorida dan kalsium format memberikan sedikit peningkatan dalam workabilitas. Peningkatan yang lebih besar dalam workabilitas dapat diperoleh dengan kombinasi *accelerator* dengan bahan *water reducing*.
4. *Air Entrainment* . Hampir semua *accelerator* tidak mengandung derajat *air entrainment*.
5. *Bleeding* . *Admixture accelerator* tidak mempengaruhi *bleeding*.
6. Panas Hidrasi. *Accelerator* meningkatkan tingkatan panas yang dihasilkan dan memberikan kenaikan temperature yang lebih besar daripada campuran bahan biasa. Total panas hidrasi tidak mempengaruhi.
7. Perubahan Volume. Kalsium klorida meningkatkan creep maupun *drying shrinkage* . Kalsium format meningkatkan *drying shrinkage* tetapi data yang ada menunjukkan ada sedikit pengaruh pada creep .
8. *Durability*. Kalsium klorida mempunyai kemampuan memecahkan *pasivity* alamiah yang diberikan beton dengan menggunakan semen

portland, dengan demikian akan memperbesar korosi pada baja atau logam tertanam.

6. Tipe F : *High Range Water Reducer (Superplasticizer)*

Bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi. *Superplasticizer* adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan *workability* yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

7. Tipe G : *High Range Water Reducer (HRWR)*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan kimia tambahan biasanya dimasukkan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan bahan-bahan utama, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak

terjadi kelebihan dosis, karena dosis yang berlebihan akan bisa mengakibatkan menurunnya kinerja beton bahkan lebih ekstrem lagi bisa menimbulkan kerusakan pada beton.

2.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan banyaknya air kecuali yang terserap agregat, terhadap banyaknya semen dalam adukan beton (Subakti, 1994). Semakin tinggi f.a.s yang digunakan semakin rendah mutu kekuatan beton, tetapi semakin rendah f.a.s yang digunakan tidak dapat dipastikan akan meningkatkan mutu kekuatan beton tersebut. Hal ini dikarenakan semakin rendah f.a.s yang digunakan akan menyulitkan dalam pelaksanaan pemadatan sehingga menyebabkan mutu kekuatan beton menurun. Oleh karena itu, nilai f.a.s minimum yang digunakan adalah sekitar 0.4 – 0.65 (Mulyono, 2005).

2.4 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 120-725 mm

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 2.4 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

2.5 Karakteristik Limbah Bubut

Limbah bubut kerajinan industri besi merupakan limbah padat yang berasal dari pembentukan barang logam. Berdasarkan lampiran 2 Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999, limbah yang berasal dari kegiatan bubut dan pengampelasan ditetapkan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dari sumber spesifik, yaitu limbah sisa proses suatu industri. Kadar maksimum besi (Fe) yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan sekitar 5 mg/L (SNI 06-6989.49-2005).

Limbah tersebut apabila tidak ada penanganan dan langsung dibuang akan menyebabkan pencemaran lingkungan (Sunardi, 2015). Menurut Yohanes (2010) jika limbah tersebut tidak didukung dengan penegakan hukum maka akan terjadi kerusakan lingkungan yang semakin parah. Untuk itu, perlu penanganan atau pengolahan limbah bubut besi. Menurut (Khoiroh, 2013) komposisi kimia limbah bubut besi terdiri dari Fe, Eu, Rb, Mn, Ca, Cr dan lain sebagainya seperti disajikan

dalam Tabel 2.1. Hasil analisis kandungan logam pada limbah bubuk besi dengan metode XRF menunjukkan bahwa limbah bubuk mempunyai kandungan logam utama yaitu Fe sebesar 97, 11 %.

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Limbah Bubuk Besi

Kandungan Limbah Bubuk Besi	Jumlah (%)
Besi (Fe)	97.11
Europium (Eu)	0.67
Rubidium (Rb)	0.65
Mangan (Mn)	0.54
Kalsium(Ca)	0.30
Kromium (Cr)	0.26
Fosfor (P)	0.2
Renium (Re)	0.2
Tembaga (Cu)	0.13
Skandium (Sc)	0.052
Nikel (Ni)	0.037
Lantanum (La)	0.03
Ytterbium (Yb)	0.03
Seng (Zn)	0.03

Sumber : (Khoiroh, 2013)

2.6 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

2.7 Perencanaan Campuran (*mix design*)

Tujuan utama 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

2.8 Penelitian Terdahulu

2.8.1 Penelitian dengan judul “studi eksperimental penambahan limbah bubuk sebagai bahan substitusi parsial agregat halus terhadap kuat tekan beton”

Dari jurnal penelitian Puja Nifta Hadi dan Agustinus Agus Setiawan. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Widyakala Volume 6, No. 1 Maret 2019, Page 77-83, ISSN 2337-7313, e-ISSN 2597-8624 dari Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan, Indonesia. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah mesin bubut terhadap kuat tekan beton. Limbah mesin bubut ditambahkan secara parsial untuk menggantikan agregat halus, di mana limbah mesin bubut yang digunakan adalah yang tertahan pada saringan nomor 200. Sampel pada penelitian ini berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Campuran beton yang diberikan bahan parsial serpihan aluminium bervariasi mulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase parsial limbah mesin bubut, kuat tekan beton juga cenderung menurun. Penambahan limbah mesin bubut ini dapat menurunkan kuat tekan beton hingga 64,21%.

2.8.2 Penelitian dengan judul “penambahan serat limbah bubuk besi terhadap kuat tarik dan kuat lentur beton normal”

Dari jurnal penelitian Bayu Pratama, dkk. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah JOS-MRK Volume 1, Nomor 1, Juni 2020, Page 16-23 dari Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut :

Kekuatan tekan dominan dalam beton, tetapi kekuatan tarik dan lentur adalah sebaliknya. Sebuah inovasi dilakukan untuk memperkuat yang terakhir dengan menambahkan limbah serat besi bilah. Tujuan dari tesis ini adalah untuk meneliti efek penambahan limbah serat besi lathed untuk mengetahui kekuatan tekan, tarik, dan kuat lentur; dan modulus elastis. Dengan mengacu pada standar SNI dan ASTM, beberapa percobaan dilakukan melalui 12 spesimen untuk tekan, 12 spesimen untuk tarik, dan 12 spesimen untuk tes modulus elastis menggunakan Ø15 x 30cm beton silinder dan 4 spesimen 10 x 10 x 100 cm masing-masing beton segi empat. Persentase serupa dari penambahan limbah besi terdiri dari 4 jenis masing-masing terdiri dari spesimen masing-masing 0%, 5%, 7,5%, 10% limbah besi.

Efeknya adalah sebagai berikut: 6 cm; 5.5 cm; 5 cm; 4 cm nilai penurunan pada 0%; 5%; 7,5%; dan 10% penambahan serat besi masing-masing: 32,7 MPa kekuatan tekan terbesar; 11,16 MPa kekuatan tarik terbesar; 25128 MPa modulus elastis terbesar; dan 5,12 MPa kekuatan lentur terbesar, beton serat lebih murah Rp.74.273,00 dari beton normal di Rp1.390.000 / m³.

2.8.3 Penelitian dengan judul “pemanfaatan limbah bubuk besi pada beton serat ditinjau dari kuat tekan dan kuat lentur”

Dari jurnal penelitian Qomariah, dkk. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Vol. 13, No. 2 (Agustus), Halaman 93 – 101, P-ISSN: 1978-1784 || E-ISSN: 2714-8815 dari Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut:

Praktik pembubutan baja mahasiswa Politeknik Negeri Malang menghasilkan limbah serat baja yang melimpah. Dalam penelitian ini serat baja digunakan untuk menggantikan agregat kasar pada campuran beton fiber. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur fiber beton yang dilakukan di Laboratorium Material Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang, dan untuk memperkirakan biayanya. Data yang dibutuhkan adalah hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus, serta pemotongan fisik limbah pembubutan baja. Beton mix design mengacu pada SNI 03-2834-2000. Pengujian kuat tekan menggunakan 54 benda uji silinder berukuran $\varnothing 15 \times 30$ cm dengan variasi substitusi 0%, 5%, dan 10%. Pengujian dilakukan pada beton umur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian kuat lentur menggunakan 6 buah benda uji balok berukuran 15 x 15 x 60 cm dengan variasi substitusi 0%, 5%, dan 10%. Pengujian dilakukan pada beton 28 hari. Hasil uji kuat tekan 39,01 Mpa pada variasi 0%; Kuat tekan 24,54 Mpa pada variasi 5%; Kuat tekan 21,80 Mpa pada variasi 10%; dalam kekuatan lentur 3,87 Mpa pada substitusi 0%; Kekuatan lentur 4,27 Mpa pada substitusi 5%; Kekuatan lentur 4,07 Mpa pada substitusi 10%. Hasil pengujian kuat lentur terbesar

terjadi pada variasi 5%; sebesar Rp.940.276 / m³ pada variasi 0% dan pada Rp.938.719 / m³ pada variasi 5% atau menurun 0,2%.

2.8.4 Penelitian dengan judul “pengaruh penambahan limbah bubuk besi terhadap kuat tekan beton”

Dari jurnal penelitian Julianto. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Tahun 2016. Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Internasional Batam. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Konstruksi bangunan beton yang semakin banyak digunakan merupakan efek dari peningkatan pembangunan. Contoh dari produk beton ialah pondasi, bangunan gedung dan rumah, pekerjaan jalan, dan jembatan. beton juga memiliki kelemahan, diantaranya kuat tariknya yang rendah dan bersifat getas (brittle). Sifat getas beton memungkinkan terjadinya keruntuhan mendadak akibat beban batas yang berlebih, misalnya gempa. Jenis serat yang umum digunakan adalah serat baja yang murah dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengamati perilaku kinerja beton serat yang dibuat dari serat berbahan limbah bubuk logam besi.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan 32 benda uji. Kadar serat dalam campuran beton yaitu 10 kg/m³, 20 kg/m³ dan 30 kg/m³. Benda uji kuat tekan menggunakan kubus dengan ukuran tinggi 15 cm dan panjang 15 cm, proses perawatan beton selama 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat limbah bubuk besi sebagai campuran beton mengakibatkan kenaikan pada kadar campuran 20 kg/m³. Sedangkan pada kadar 3kg/m³ mengalami penurunan yang cukup signifikan.

2.8.5 Penelitian dengan judul “perbandingan kuat tekan dan kuat lentur beton serat limbah bubuk besi terhadap beton serat fabrikasi *“the strength and flexural strength comparation between fiber reinforced containing waste metal fibers and fabrication steel fibers”*

Dari jurnal penelitian Arum Dwicahyani. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Tahun 2012. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Kelemahan beton yaitu bersifat getas. Sifat getas beton memungkinkan terjadinya keruntuhan mendadak. Sifat getas beton dikurangi dengan menggunakan *microreinforcement* seperti beton serat. Jenis serat yang umum digunakan adalah serat baja yang harganya mahal. Serat dari limbah industri bubuk besi serat dari limbah industri bubuk besi untuk mendapatkan serat yang murah dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengamati perilaku kinerja beton serat yang dibuat dari serat berbahan limbah bubuk logam besi dengan serat fabrikasi RC-80/60-BN.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan 42 benda uji. Kadar serat dalam campuran beton yaitu 20 kg/m^3 , 30 kg/m^3 dan 40 kg/m^3 . Benda uji kuat tekan menggunakan silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji kuat lentur beton menggunakan prisma dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 50 cm. Proses perawatan beton selama 28 hari.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan serat limbah bubuk besi sebagai pengganti serat fabrikasi mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan

maksimal sebesar 32,23 % dan kenaikan kuat lentur maksimal 9,99 %. Beton serat fabrikasi mengalami peningkatan kuat tekan mencapai 30.17 % dan kuat lentur mencapai 28,47%. Namun serat fabrikasi kadar 30 kg/m³ mengalami penurunan kuat tekan. Penambahan serat fabrikasi maupun limbah bubut besi menyebabkan beton memiliki nilai kuat lentur ekuivalen. Nilai lentur dan kuat lentur ekuivalen cenderung mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar serat.

2.8.6 Penelitian dengan judul “kajian pengaruh penambahan serat bambu ori terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton”

Dari jurnal penelitian Mudji Suhardiman, Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Teknik Vol. 1, No. 2 / Oktober 2011, ISSN 2088 - 3676 , Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Penambahan serat pada admixture beton terbukti mampu meningkatkan mutu beton. Telah banyak penelitian tentang beton fiber telah dilakukan dengan menggunakan banyak material fiber. Bambu memiliki peluang yang besar untuk dijadikan bahan fiber pada campuran beton, karena sifatnya yang khas. Harga Bambu Ori juga biasanya lebih murah dibandingkan dengan jenis Bambu lainnya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental beton fiber yang menggunakan serat Bambu Ori. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan serat Bambu Ori terhadap kekuatan beton.

Penelitian ini menggunakan pencampuran normal beton dengan tambahan serat yang terbuat dari bambu Ori. Memiliki ketebalan 0,5 mm, lebar 0,5 - 1 mm, dan panjang 2 cm. Variasi jumlah serat adalah 1%, 1,5% dan 2% dari total berat

semen. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik dilakukan dengan silinder standar, umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase serat maka semakin rendah viskositas bahan campuran. Penambahan serat sebesar 1%, 1,5%, dan 2% memberikan peningkatan kuat tekan beton sebesar 17,85%, 16,45% dan 3,14%, serta kuat tarik beton 4,85%, 30,58% dan 19,42%.

2.8.7 Penelitian dengan judul “analisa perbandingan kuat tekan beton yang menggunakan campuran serbuk aluminium dan plastik pada beton”

Dari jurnal penelitian Birawan Sulistiyono. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah UNS-F. Teknik Jur. Teknik Sipil-I1113022-2016, Universitas Sebelas Maret. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut :

Penelitian dilakukan dengan penelitian eksperimental laboratorium. Dalam penelitian ini menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk uji kuat desak dan modulus elastisitas dengan masing-masing kadar penambahan abu vulkanik sebesar 0 % dan 20 % dan serat aluminium sebesar 0 %, 0,5 %, 1 % dan 1,5 %. Proses pengujian meliputi uji bahan, uji kuat desak, dan uji modulus elastisitas.

Hasil pengujian beton yaitu sebagai berikut dimana nilai kuat desak beton normal dengan bahan tambah serat almunium dan abu vulkanik pada penelitian ini mencapai nilai tertinggi pada kadar serat almunium 1% dan abu vulkanik 20% dengan dengan kuat desak sebesar 23,44 MPa atau bertambah sebesar 12,90 % dibanding kuat desak beton normal. Kemudian untuk pengujian modulus elastisitas

mencapai nilai tertinggi pada kadar serat aluminium 1% dan abu vulkanik 20% dengan modulus elastisitas sebesar 22869,26 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan sebesar 7,08 % terhadap beton normal.

2.8.8 Penelitian dengan judul “pengaruh penambahan campuran serbuk kayu terhadap kuat tekan beton”

Dari jurnal penelitian Muhammad Ikhsan Saifuddin, dkk. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Vol. 1 No. 1 (2013), Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pasir Pengaraian. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Pada serbuk kayu terdapat kadarselulosa 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/m³ dengan faktor air semen (fas) 0,55 dan berat beton yang diambil 2380 Kg/m³.

Dari pengujian yang dilakukan terjadi peningkatan kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar 138,90 Kg/cm², terjadi peningkatan kuat tekan sebanyak 1,08 % dibanding beton sebelum penambahan serbuk kayu yang mempunyai kuat tekan beton sebesar 127,78 Kg/cm².

2.8.9 Penelitian dengan judul “kajian penggunaan limbah plastik sebagai campuran agregat beton”

Dari jurnal penelitian Anung Suwarno dan Sudarmono. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Vol. 20, No. 1 (2015), ISSN : 0853-8727, e-ISSN : 2527-4333 dari Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut:

Makalah ini memaparkan kajian tentang penggunaan limbah kantong plastik sebagai campuran agregat halus dalam produksi beton 1 pc: 2 Psr: 3 Split, variasi campuran plastik yang ditambahkan dengan ortar 0, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, dan 5%. Setiap variasi diuji kuat tekan dan kuat tarik campuran. Dengan metode ini selanjutnya dapat ditentukan penambahan plastik yang paling optimal untuk digunakan sebagai campuran beton. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa penambahan plastik 5% meningkatkan kuat tarik beton kurang lebih 50% dibandingkan dengan tanpa penambahan plastik, sebaliknya dengan penambahan plastik yang sama menurunkan kuat tekan sebesar 47%. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa penambahan plastik akan meningkatkan kekuatan tariknya sehingga struktur bagian dalam serat tidak akan terjadi retakan tarik, dengan

penambahan kantong plastik bekas mengurangi massa jenis beton, sehingga konstruksi lebih ringan.

2.8.10 Penelitian dengan judul “analisis penggunaan pasir pantai sampur sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton”

Dari jurnal penelitian Ahmad Dumyati dan Donny Fransiskus Manalu. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Fropil Vol. 3, Nomor 1 Januari-Juni 2015 dari Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bangka Belitung. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Penelitian tentang pemanfaatan pasir pantai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton ini dilatarbelakangi oleh ketersediaan pasir pantai di alam dalam jumlah yang sangat besar. Pasir pantai yang digunakan berasal dari daerah Pantai Sampur, kota Pangkalpinang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan ketika menggunakan beberapa perlakuan terhadap pasir pantai Sampur. Perlakuan yang digunakan terhadap pasir Pantai Sampur adalah : tanpa perlakuan, disiram, dan dicuci. Kuat tekan beton direncanakan 17,5 MPa. Sampel berbentuk silinder dan berjumlah 24 buah. Penelitian ini juga menggunakan beton normal dari pasir yang berbeda sebagai kontrol, yaitu pasir daerah Padang Baru Kabupaten Bangka Tengah. Campuran beton dengan pasir Padang Baru (beton normal) menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 28,68 MPa. Sedangkan kuat tekan beton rata-rata pada pasir pantai Sampur tanpa perlakuan sebesar 16,36 MPa, dengan perlakuan disiram sebesar 17,52 MPa dan dengan perlakuan dicuci sebesar 22,14 Mpa. Kuat tekan beton terbesar pasir Pantai Sampur terletak pada perlakuan dicuci yaitu sebesar 22,14 Mpa.

2.8.11 Penelitian dengan judul “pengaruh penambahan limbah B3 pada kuat beton mutu K-175”

Dari jurnal penelitian Bobby Damara dan Zulkifli Lubis. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal CIVILLA Vol 3, No 1 Maret 2018, ISSN No. 2503 -2399 dari Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut:

Inovasi 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 249,69kg / cm². Nilai tersebut lebih besar dari 1,77% dari beton normal 245,36 kg / cm²

2.8.12 Penelitian dengan judul “pengaruh penambahan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton”

Dari jurnal penelitian Adytia Eko Sutrisno dan Dwi Kartikasari. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal CIVILLA Vol 2, No. 2 September 2017, ISSN

No. 2503 - 2399 dari Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan.

Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut:

Semen merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan beton. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan semen adalah batu kapur, pasir silika, tanah liat dan pasir besi. Semen merupakan bahan yang terbuat dari bahan yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, sehingga persediaan bahan baku semen di alam semakin sedikit. Penambangan bahan baku semen secara terus menerus berdampak pada kerusakan alam. Hal tersebut mendorong ditemukannya material alternatif sebagai bahan tambahan untuk pembuatan beton. Metode analisis data diawali dengan investigasi material semen, agregat kasar, agregat halus dan abu jerami padi. Beton ditambahkan abu jerami padi dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15%. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran \varnothing 15 cm x 30 cm dan kuat tekan rencana 14,5 MPa. Setelah melalui masa perlakuan selama 7 hari, nilai kuat tekan kemudian dikorelasikan dengan umur 28 hari Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan didapatkan adanya penurunan kekuatan pada setiap penambahan kadar abu jerami padi. Penggunaan abu jerami padi pada campuran beton dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15%. Berat semen berdampak pada penurunan nilai kekuatan beton. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 28 hari adalah 18.440 Mpa, 15.366 Mpa, 13.948 Mpa, dan 12.530 Mpa.

2.8.13 Penelitian dengan judul “pengaruh penambahan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton”

Dari jurnal penelitian Richo Dwi Saputra dan Rasio Hepiyanto. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal CIVILLA Vol 2, No. 2 September 2017, ISSN No. 2503 - 2399 dari Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut:

Beton merupakan campuran dari bahan pembentuk beton yaitu: agregat halus, agregat kasar, semen, dan air. Setiap konstruksi beton selalu dapat menunjukkan fungsinya yaitu kekuatan dan daya tahan selama umur yang direncanakan. Oleh karena itu dalam penelitian ini perawatan beton diketahui dapat meningkatkan beton tetapi juga perlu mengetahui berapa lama perawatan beton yang baik Hanya membutuhkan air dari kehilangan air yang dialami. Maka dari itu penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses curing menggunakan air laut limbah PDAM terhadap kekuatan beton tekan. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan 3 jenis air yaitu air PDAM, air laut, air limbah. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Setiap sampel dibuat 3 spesimen dengan umur 7 hari. Nilai kuat tekan pada air PDAM, air laut, air limbah berturut-turut umur 7 hari adalah 13.522 MPa, 8.759 MPa, 10.296 MPa. Nilai kuat tekan air PDAM 7 hari mengalami peningkatan dibandingkan nilai kuat tekan air laut dan air limbah, sedangkan nilai kuat tekan air laut mengalami penurunan dibandingkan dengan kenaikan air limbah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi adalah air PDAM pada umur 7 hari.

2.8.14 Penelitian dengan judul “uji kualitas beton K-250 menggunakan limbah genteng dan bubuk silika untuk campuran semen dan pasir sungai”

Dari jurnal penelitian Romadhon dan Suwarno. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal CIVILLa Vol 2, No. 2 September 2019, ISSN No. 2503 - 2399 dari Jurusan Teknik Sipil, *Kadiri University*. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton merupakan salah satu unsur penyusun bangunan paling vital mulai dari kolom, bata, paving hingga jalan terbuat dari beton sehingga penggunaan beton cenderung tinggi. Beton sering digunakan sebagai bahan penyangga utama pada suatu bangunan maka diperlukan kualitas yang baik, namun hal tersebut tidak disertai dengan kualitas bahan yang kian menurun, maka diperlukan inovasi penambahan bahan baru yang setidaknya dapat mengurangi kebutuhan bahan utama pembuat beton, salah satunya pemanfaatan limbah genteng dan limbah batu silika.

Hasil dari pengujian uji kuat tekan beton dengan penambahan serbuk genteng terhadap semen dan penambahan pasir silika terhadap pasir sungai mendapatkan kuat tekan paling tinggi dihasilkan oleh beton dengan penambahan masing masing 10% pada sampel 2 yang mencapai K-258. Dari hasil rata-rata kuat tekan beton dengan campuran masing masing 10% mencapai nilai K-251 yang berarti cukup mencapai target yaitu K-250.

Hasil dari pengujian daya serap beton terhadap air dengan campuran beton dengan bubuk limbah genteng dan pasir silika adalah, daya serap tertinggi di

hasilkan oleh beton sampel 3 dengan campuran masing masing sebanyak 20% dengan nilai 0,187 liter setelah perendaman selama 24 jam.

Dari rata-rata keduanya memiliki nilai yang berbeda yaitu 0,113 liter untuk beton dengan campuran 10% dan 0,133 liter untuk beton dengan campuran 20%.

2.8.15 Penelitian dengan judul “kuat tekan beton F_c' 21,7 mpa menggunakan water reducing and high range admixtures”

Dari jurnal penelitian Agata Iwan Candra, dkk. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal CIVILLa Vol 5, No. 1 Maret 2020, ISSN No. 2503 - 2399 dari Jurusan Teknik Sipil, *Kadiri University*. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan absrak penelitian sebagai berikut :

Beton terdiri dari campuran semen, agregat, air dan bahan tambah. Bahan tambah beton (*admixture*) memiliki peran penting dalam pembuatan beton karena mampu mengubah sifat beton agar sesuai dengan kebutuhan. Water reducing and high range admixtures merupakan salah satu bahan tambah beton yang mampu mengurangi penggunaan air dan menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan *water reducing and high range admixtures (Master Ease)* dengan mutu awal f_c' 21,7 Mpa terhadap penggunaan air dan kuat tekan beton. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dan kajian teori berdasarkan penelitian terdahulu. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm. Variasi presentase penambahan admixture yaitu 1.5% dan 3% dari berat semen yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penambahan Master Ease

prosentase 1.5% mampu mengurangi penggunaan air sebanyak 19% (0.27liter), dan dengan penambahan tersebut didapat kuat tekan tertinggi sebesar 31.41 Mpa.

2.8.16 Penelitian dengan judul “penambahan serbuk limbah batu kumbang pada campuran beton”

Dari jurnal penelitian M. Rifki Andri Saputro dan Rasio Hepiyanto. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal CIVILLA Vol 3, No. 1 Maret 2018, ISSN No. 2503 - 2399 dari Jurusan Teknik Sipil, Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dan diminati karena merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Pemanfaatan limbah serbuk bata putih pada campuran beton sangat bermanfaat ditinjau dari aspek berwawasan lingkungan dapat mengurangi pencemaran debu pada daerah tempat pembuatan bata putih. Selain itu penggunaan serbuk bata putih dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena debu merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap. Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan beton dan serbuk limbah bata putih sebagai bahan penambah semen dengan komposisi 5% dan 10%. Nilai kuat tekan beton tertinggi diperoleh dari komposisi campuran penambahan limbah bata putih 5% mencapai nilai 18,20 Mpa pada umur 28 hari. Sedangkan komposisi campuran 10% menurunkan panjang tekan beton sebesar 16,07%.

2.8.17 Penelitian dengan judul “analisa perbandingan kuat tekan beton yang menggunakan campuran serbuk aluminium dan plastik pada beton”

Dari jurnal penelitian Delwyn Kiweicien. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Tahun 2017, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Internasional Batam. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan akan produk konstruksi seperti bangunan rumah tinggal ataupun jasa pun juga ikut meningkat. Beton merupakan salah satu komponen utama dalam konstruksi. Campuran beton diantaranya menggunakan semen, air, agregat. Pada penelitian ini menggantikan sebagian agregat dengan bahan tertentu yaitu serbuk aluminium dan plastik PET. Penambahan serbuk aluminium dan plastik PET bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan pada beton dan juga untuk pemanfaatan terhadap limbah.

Berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata yang diperoleh dari 3 (tiga) buah sampel uji yang menggunakan campuran serbuk aluminium dan plastik PET (Poly Ethylene Therephthalate) dengan prosentase 5% diperoleh sebesar 201.03 Kg/m² dan 242.65 Kg/m² pada 28hari. Dimana beton yang menggunakan campuran plastik PET memiliki kuat tekan yang lebih unggul dibandingkan beton yang menggunakan campuran aluminium.

2.8.18 Penelitian dengan judul “prediksi kuat tekan beton berbahan campuran fly ash dengan perawatan uap menggunakan metode kematangan”

Dari jurnal penelitian Candra Irawan, dkk. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1 (Sept. 2012) ISSN : 2301-9271, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Penambahan *fly ash* dan penggunaan steam curing membuat produksi beton lebih ekonomis, baik dari segi waktu maupun biaya. Selain ekonomis, kualitas beton juga harus dikontrol, salah satunya adalah kuat tekan. Di Indonesia prediksi kuat tekan beton diatur PBI 1971. Peraturan ini hanya dapat digunakan untuk prediksi kekuatan beton normal, sehingga tidaklah akurat jika peraturan ini kita gunakan untuk memprediksi kuat tekan beton berbahan campuran *fly ash* yang dirawat dengan steam curing. Sebagai solusinya Day (2006) mengusulkan prediksi menggunakan metode kematangan (*maturity method*).

Penelitian ini mencoba memprediksi kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 hari berdasarkan data kuat tekan dan faktor waktu-suhu umur umur dasar 1 dan 2 hari. Benda uji beton yang digunakan berbentuk silinder 15 x 30 cm, berbahan campuran *fly ash* tipe F dan dirawat dengan perawatan uap (*steam curing*).

Dari hasil penelitian ini diketahui nilai error antara kuat tekan prediksi dengan kuat tekan aktual kurang dari 5% untuk umur 7 dan 28 hari untuk semua benda uji, sedangkan untuk umur 14 hari untuk benda uji 2 memberikan error di atas 5%, namun kurang dari 10%. Secara ilmu statistik dapat dikatakan kuat tekan prediksi sama dengan

kuat tekan aktualnya. Hal ini dibuktikan dengan nilai t hitung berada di daerah penerimaan.

2.8.19 Penelitian dengan judul “kajian kuat tekan beton menggunakan pasir quarry malanu kampung dengan campuran serat aluminium dan logam”

Dari jurnal penelitian Wennie Mandela, dkk. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Rancang Bangun, Volume 04, Nomor 1 (2018), Halaman Artikel (7-11), Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton merupakan suatu campuran homogeny yang terdiri dari agregat halus (pasir/abu batu) dan agregat kasar (kerikil/ batu pecah) dan bahan pengikat pasta yaitu semen+air, dengan perbandingan tertentu, dan dapat pula ditambahkan pula dengan campuran lainnya apabila dianggap perlu. Beton diminati karena mempunyai sifat-sifat fisik dan karakter tertentu, dapat bervariasi sesuai dengan perubahan proporsi komponen material penyusunnya. Inovasi teknologi beton selalau dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis, penambahan serat pada campuran beton memperlihatkan beberapa keuntungan potensial. Dalam penelitian ini serat yang digunakan adalah serat aluminium dan logam dan agregat dari PT. PII Kota Sorong dan Quarry Malanu Kampung Jln F Kalasuat Kota Sorong Metode yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental dengan cara membuat benda uji di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Kota Sorong. Hasil yang diperoleh,

hasil yang diperoleh, penambahan serat aluminium dan logam pada campuran beton normal mengalami penurunan kekuatan beton dibandingkan serat aluminium dan logam. Semakin besar kadar penambahan serat aluminium dan logam yang diberikan maka kekuatan beton tersebut akan semakin menurun. Kuat tekan rata-rata hari ke 28 untuk beton normal 33.781 Mpa, pada serat aluminium dan logam 2% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 60.895% dan serat aluminium dan logam 4% mengalami penurunan 60.339%.

2.8.20 Penelitian dengan judul “pengaruh penambahan serpihan aluminium sebagai bahan parsial semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton”

Dari jurnal penelitian Monica Reigita Y., Agustinus Agus S. Dalam penelitian yang terbit dalam jurnal ilmiah Widyakala, Volume 5, No. 1 Maret 2018, ISSN 2337-7313, e-ISSN 2597-8624. Mendapatkan hasil sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari beton dengan serpihan aluminium sebagai bahan parsial semen. Sifat mekanik beton yang dijadikan parameter adalah kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Sampel pada penelitian ini berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Campuran beton yang diberikan bahan parsial serpihan aluminium bervariasi mulai dari 0%, 5%, 7.5% dan 10%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase serpihan aluminium, maka berat jenis benda uji semakin menurun, tetapi belum termasuk kategori beton ringan. Sedangkan pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton juga menurun.

2.9 Posisi Penelitian

Penelitian yang dilakukan sekarang dengan penelitian terdahulu hampir sama, sedangkan ini menggunakan beton non struktural $f'c$ 16,90 Mpa. Penelitian ini prosentase penambahan limbah bubuk diambil dari jumlah agregat halus. Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan beton $f'c$ 16,90 Mpa. Sampel pada penelitian ini berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Campuran beton yang diberikan bahan parsial tambahan limbah bubuk sebanyak 1.5%, 3% dan 5%. Selain itu untuk mengetahui kuat tekan selama 28 hari. Penelitian ini juga membandingkan berat jenis beton dan nilai slump pada beton dengan campuran normal dan beton yang dicampur limbah bubuk.