

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Beton

Dalam Perkembangan peradaban manusia dalam hal bangunan, mungkin sudah tidak asing bahwa nenek moyang kita yang bisa merekatkan batu” raksasa hanya dengan menggunakan zat putih telur, ketan dan lain”. Alhasil, berdirilah bangunan fenomenal, seperti Candi Borobudur atau Candi Prambanan di Indonesia ataupun jembatan di Cina yang menurut legenda menggunakan ketan sebagai perekat.

Sejarah awal pemakaian beton dimulai pada zaman Romawi, sedangkan perkembangan beton baru dimulai pada abad 19, yaitu Pada tahun 1801, F. Coignet menemukan bahan beton mempunyai kekuatan tarik yang rendah.. Tahun 1824, Aspidin penemu Portland semen.Tahun 1850, J.L. Lambot berhasil membuat perahu kecil dari bahan semen.

Menurut Nugraha (2007), Bangunan beton tertua yang ditemukan adalah dari tahun 6500 sebeum masehi ditepia sungai danube di lepenki Vir, di mantan negara Yugoslavia berupa Lantai yang Berbentuk trapesium tebalnya 25 cm, dibuat dari campuran dibuat dari campuran kapur merah 9 diangkut dari hampir 200 mil ke hulu), pasir dan kerikil lalu ditambahkan air. Beton tersebut kemudian dituangkan dan dipadatkan membentuk lantai. Lantai ini menjadi dasar untuk gubuk dari sebuah desa para pemburu dan pengail dari jaman batu.

Kata *beton* dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata *concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin *concretus* yang berarti *tumbuh bersama* atau *menggabungkan menjadi satu*. Dalam bahasa Jepang digunakan kata *kotau-zai*, yang arti harafiahnya *material-material seperti tulang*; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan. (Nugraha, 2007)

2.2 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membuat masa padat. (SNI 03-2847-2002). Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat.

Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar dengan perbandingan tertentu. Semakin lama campuran tersebut diistirahatkan (dibiarkan), semakin keras beton yang dihasilkan. Agregat halus (pasir) adalah hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Ukurannya < 5 mm. Agregat kasar (kerikil) adalah hasil disintegrasi alami batuan atau batu pecah yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Ukurannya 5-40 mm. (Winoto, 2014)

2.3 Sifat dan Karakteristik yang Dibutuhkan pada perencanaan Beton

Sifat dan karakteristik beton (Mulyono, 2003) :

1. Kuat tekan beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama pada beton. Kekuatan tekan merupakan kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan

luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan akan didukung oleh beton tersebut.

2. Kemudahan Pengerjaan

Kemudahan pengerjaan beton merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan, walaupun suatu struktur beton dirancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi, tetapi jika rancangan tersebut tidak dapat diimplementasikan dilapangan karena sulit untuk dikerjakan maka rancangan tersebut akan percuma.

3. Rangkak dan Susut

Setelah beton mulai mengeras, beton akan mengalami pembebanan, pada beton yang menahan beban akan terbentuk suatu hubungan tegangan dan renggangan yang merupakan fungsi dari waktu pembebanan. Beton menunjukkan sifat elastis murni pada waktu pembebanan singkat, sedangkan pada pembebanan yang tidak singkat beton akan mengalami regangan sesuai dengan lamanya pembebanan.

2.4 Jenis-Jenis Beton (Winoto, 2014)

1. Beton normal

Beton ini biasa digunakan dalam konstruksi. Komposisinya adalah agregat, air, dan semen. Beratnya antara 2200-2500 kg/m³.

2. Beton ringan

Beton jenis ini lebih ringan daripada beton normal. Proses aerasi yang homogen dan terkendali secara komputerisasi menghasilkan beton ringan dengan kuat tekan yang paling tinggi namun paling ringan. Beton ringan umumnya digunakan dalam konstruksi dinding dan lantai.

3. Beton siklop

Beton siklop menggunakan ukuran agregat yang relatif lebih besar. Ukuran agregat tidak boleh melebihi 25 cm. Agregat besar ini tidak lebih dari 20% agregat seluruhnya. Agregat harus bersudut runcing, serta bebas dari kotoran dan minyak. Beton jenis ini banyak digunakan pada konstruksi bendungan dan jembatan sebagai pengisi fondasi sumuran.

4. Beton non pasir/no fines concrete Beton jenis ini dibuat tanpa pasir.

Komposisinya hanya air, semen, dan kerikil saja. Tidak adanya pasir menyebabkan rongga-rongga kerikil tidak terisi sehingga beton menjadi berongga dan berat jenisnya lebih rendah daripada beton biasa. Beton jenis ini digunakan antara lain pada konstruksi kolom dan dinding bangunan, konstruksi dinding penahan tanah, dan perkerasan jalan raya.

5. Beton hampa vacuum concrete

Beton hampa adalah beton yang air sisa reaksinya disedot (dengan cara divakum). Air yang tertinggal hanya air yang dipakai untuk reaksi dengan semen sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.

6. Beton pracetak/prefab concrete

Beton pracetak adalah beton dengan atau tanpa tulangan yang dicetak terlebih dahulu untuk kemudian dirakit dan dipasang pada bangunan.

7. Beton pratekan/prestressed concrete

Beton pratekan adalah beton yang mengalami tegangan internal dengan besar dan distribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban eksternal. Beton pratekan

menggunakan kawat atau kabel baja yang ditarik. Biasa digunakan pada konstruksi busur/melengkung.

8. Beton bertulang/reinforced concrete

Beton bertulang adalah beton yang diberi baja tulangan sesuai dengan ketentuan. Beton jenis ini digunakan pada hampir semua konstruksi yang menggunakan beton seperti kolom dan lantai pada rumah, konstruksi jalan, konstruksi terowongan, konstruksi jembatan, dan sebagainya.

9. Beton massa/mass concrete

Beton massa adalah beton yang diproduksi dalam jumlah besar untuk keperluan konstruksi besar pula seperti jalan dan bendungan. Beberapa faktor yang mempengaruhi beton massa antara lain kondisi cuaca, rasio volume permukaan, tingkat hidrasi, dan temperatur material.

10. Beton Serat

Beton serat adalah beton yang mengandung serat untuk menambah kekuatan struktur. Serat yang digunakan antara lain serat baja, serat sintetis, dan serat alami. Beton serat ini umumnya digunakan dalam konstruksi terowongan dan landasan pesawat.

11. Ferrocement

Ferrocement adalah beton campuran semen portland dan pasir yang dituang ke dalam tulangan berbentuk anyaman kawat baja. Beton jenis ini mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan bersifat daktil. Umumnya digunakan untuk dinding partisi, rangka jendela, genteng, dan pembuatan kapal.

2.4.1 Berdasar berat satuan (SNI 03-2847-2002)

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

SNI tidak menggolongkan beton berat, namun pada umumnya beton dengan berat satuan di atas 2.500 kg/m^3 dikategorikan beton berat, walaupun ada yang menerapkan nilai 3.200 kg/m^3 sebagai batas bawah beton berat. Beton yang berat satuannya berada di antara kategori di atas pada umumnya tidak efektif perbandingan berat sendiri dan kekuatannya, walaupun tidak ada larangan untuk membuat beton dengan berat satuan di antara $1.900 \text{ kg/m}^3 - 2.200 \text{ kg/m}^3$

2.4.2 Berdasarkan kelas dan mutu beton, terdapat tiga jenis beton, (SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92)

1. **Beton kelas I (Rendah)**, yaitu beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I / B0 Setara dengan $F_c 20 \text{ MPa}$.
2. **Beton kelas II (Sedang)**, yaitu beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap

kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas II/ B1 Setara dengan $f_c' = 21 \text{ MPa} - 40 \text{ MPa}$

3. **Beton kelas III (Tinggi)**, yaitu beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinyu. Mutu kelas II/ B1 Setara dengan $f_c' \geq 41 \text{ MPa}$

2.5 Kelebihan Dan Kekurangan Beton

Beton adalah hasil pencampuran semen portland, air, dan agregat (terkadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu.

2.5.1 Kelebihan Beton

Menurut Tjokrodinuljo (2017), bahwa beton dibandingkan dengan bahan bangunan lain memiliki kelebihan antara lain, yaitu :

- a. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya tersedia didekat lokasi pembangunan, kecuali semen portland.
- b. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan kebakaran, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan sehingga biaya perawatan murah.
- c. Kuat tekannya cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.

- d. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran yang sesuai keinginan.

2.5.2 Kekurangan beton

- a. Bahan dasar penyusun beton (agregat halus maupun agregat kasar) bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam pula.
- b. Beton keras mempunyai beberapa kelas kekuatan sesuai dengan bagian bangunan yang dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaannya bermacam-macam pula.
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas/rapuh sehingga mudah retak.

2.6 Bahan-Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton adalah bahan- bahan yang harus dipenuhi saat penyusunan beton.

2.6.1 Semen Portland

Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen merupakan suatu bahan yang mempunyai sifat hidrolis, semen membanu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercaampur dengan air, sememn juga mampu mengisi rongga- rongga antara agregat tersebut. Bambang Sujatmiko, MT (2019).

“Semen portland adalah bahan pengikat organis yang sangat penting dipakai dalam bangunan-bangunan pada masa kini. Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis artinya dapat mengeras dengan adanya air”. (SNI 15-2049-1994).

Semen Portland adalah 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 lain. (SNI 15-2049-2004)

Menurut Bambang sujatmiko (2019), Adanya perbedaan presentase senyawa kimia semen akan menyebabkan perbedaan sifat semen kandungan senyawa yang ada pada semen akan membentuk karakter dan jenis semen.

Dalam (SNI 15-2049-1994). Jenis dan penggunaan dibagi menjadi 5 Jenis Semen:

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.6.2 Agregat Kasar

Menurut Mulyono (2004), agregat kasar adalah batuan yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm).

Agregat kasar seperti kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (SNI -03-2847-2002).

Menurut Standar SK SNI S-04-1989-F. Agregat Kasar (Kerikil) untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Butirannya tajam, kuat dan keras
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%,
 - b. jika dipakal Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm lebih dari 1%. Apabila lebih dari 1% maka kerikil harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.
6. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 6 - 10 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - a. Sisa di atas ayakan 38 mm, harus 0% dari berat.
 - b. Sisa di atas ayakan 4,8 mm, 90 % - 98 % dari berat.

- c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan, maksimum 60% dan minimum 10% dari berat
7. Tidak boleh mengandung garam.

2.6.3 Agregat Halus

Menurut Bambang sujatmiko (2019), Agregat Halus seperti pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI -03-2847-2002).

Menurut Standar SK SNI S-04-1989-F. Agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butirannya Tajam, Kuat Dan Keras
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
 - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
4. Agregat halus tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna arutan pembanding
6. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan

susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat.

2.6.4 Air Dan Bahan Campuran

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan. (sni_03-2847-2002)

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membahasi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya.

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971 (PBI-1971) pada buku Balok dan Pelat Beton Bertulang oleh (Asroni 2010) air yang digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan.

Air tawar yang dapat diminum, tanpa diragukan dapat dipakai. Jika tidak ada air minum maka harus memperhatikan kejernihan air tawar. Apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh dipakai. Selain air dibutuhkan untuk reaksi pengikat, air dipakai pula sebagai perawatan sesudah beton dituang.

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (Standar SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A)

Pertama, Air harus bersih. *Kedua*, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang, yang dapat dilihat secara visual, benda-benda tersuspensi

ini tidak boleh lebih dari 2 gram/liter. *Ketiga*, tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter. *Keempat*, tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram /liter. *Kelima*, tidak mengandung senyawa Sulfat (sebagai SO₃) lebih dari 1gram/liter.

Sedangkan berdasarkan SNI 03-2847-2002 persyaratan air harus memenuhi beberapa syarat seperti:

Pertama, Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan. *Kedua*, Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bekas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan. *Ketiga*, Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton

Beton menjadi keras karena reaksi antara semen dan air. Oleh karena itu, air yang dipakai untuk mencampur kadang-kadang mengubah sifat semen. Air yang digunakan adalah air yang bersih, tidak mengandung minyak, lumpur dan bahan-bahan kimia yang dapat merusak kekuatan beton. Untuk itu diperlukan pemeriksaan terlebih dahulu apakah air itu cocok untuk dipakai sebagai campuran beton atau tidak. Cara berikut ini dipergunakan untuk pemeriksaan tersebut: Waktu set semen dan kekuatan tekan diukur untuk mortar yang dicampur dengan air bersih dan yang dicampur air yang diuji, hasil pengukurannya dibandingkan.

Sedangkan air laut hanya dapat dipakai untuk beton yang tidak mempergunakan baja tulangan karena mengandung garam yang dapat menyebabkan baja berkarat.

2.7 Tempurung Kelapa

Kurniawan (2017) Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Keberadaannya banyak terdapat di sekitar kita, dan pemanfaatannya kebanyakan hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar. Menurut (Soroushian dan Bayasi, 1987) serta menurut (Tjokrodimuljo, 1996), bahwa gelas/kaca bisa dijadikan material serat pada adukan beton. Secara visual baik kaca maupun tempurung kelapa apabila dilebur performanya tidak jauh berbeda, yaitu berbentuk serpihan yang keras. Sehingga karakteristiknyapun diperkirakan sama. Maka secara logika tempurung kelapa jika dijadikan material serat pengaruhnya akan sama atau bahkan lebih tinggi daripada kaca. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Kekuatan dan keuletan tempurung kelapa lebih tinggi daripada kaca (kaca lebih getas daripada tempurung kelapa). Kekuatan dan keuletan yang tinggi umumnya mengakibatkan modulus elastisitas tinggi, sehingga akan menghasilkan beton dengan modulus elastisitas tinggi pula.
2. Akibat sisa-sisa sabut kelapa tekstur permukaan tempurung kelapa lebih kasar daripada kaca, sehingga ikatannya dengan pasta semen akan lebih kuat.

Tempurung kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa endokrap, bersifat keras, dan di selimuti oleh sabut kelapa biasanya tempurung kelapa di gunakan sebagai bahan kerajinan, bahan bakar, dan briket. Pada bagian pangkal tempurung kelapa terdapat 3 titik lubang tumbuh (*ovule*) yang menunjukkan

bahwa bakal buah asalnya berlubang 3 dan yang tumbuh biasanya 1 buah saja. Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, mengandung lignin, pentosa, dan selulosa. Tempurung kelapa dalam penggunaan biasanya digunakan sebagai bahan pokok pembuatan arang dan arang aktif. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6.500 – 7.600 Kkal/g. Untuk proses pengujian nilai kalor pada tempurung kelapa yaitu dengan menggunakan alat bomb calorimeter, selain memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, tempurung kelapa juga cukup baik untuk bahan arang aktif (Triono, 2006).

2.8 Hasil Penelitian Terdahulu

(Emi, 2019) Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan Penggunaan Pasir Besi Terhadap Kuat Tarik Belah Beton dengan Variasi campuran tempurung kelapa digunakan sebagai substitusi agregat kasar sebesar 0%, 5%, dan 10% dengan mutu beton yang direncanakan adalah 20 MPa. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm x 300 mm sebanyak 20 buah. Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal pada umur 28 hari (BN) sebesar 3,08 Mpa. Nilai kuat tarik belah beton pasir besi (BPB) 100% sebesar 2,97 MPa. Nilai kuat tarik belah beton pasir besi 100% dengan variasi tempurung kelapa terhadap campuran beton mengalami penurunan sebanding dengan penambahan kadar tempurung kelapa. Nilai kuat tarik belah dengan variasi tempurung kelapa masih dapat dikategorikan dalam beton struktural.

(Putri 2018) Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa (Aatk) Terhadap Durabilitas Perkerasan Asphalt Concrete –Wearing Course Dari penelitian yang sudah dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa persen sisa

stabilitas Marshall campuran beton aspal AC-WC dengan bahan tambah AATK dengan kadar campuran 10% dan campuran tanpa AATK masih memenuhi syarat sesuai dengan standar yang telah ditetapkan Spesifikasi Umum 2010 revisi 3 yaitu sebesar 90 % sampai waktu perendaman ± 48 jam. Jadi AATK yang lolos saringan No. 200 dapat digunakan sebagai bahan tambah karena dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran beton aspal sampai waktu perendaman selama 96 jam dan nilai durabilitas campuran beton aspal dengan bahan tambah abu arang tempurung kelapa 10 % lebih tinggi dari pada nilai durabilitas bahan standar

(1012018 04Pengaruh Penambahan Arang Batok Terhadap Kuat Tekan Mortar, 2002) Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Paving Block, Paving block tanpa penambahan abu tempurung kelapa mempunyai kuat tekan sesuai rencana yaitu mutu D SNI-03-0691-1996 dengan nilai rata-rata 101 kg/cm² . Pada penambahan persentase abu tempurung kelapa 5 % nilai kuat tekannya meningkat dengan nilai kuat tekan rata-rata 113 kg/cm² . Penambahan 10 % abu tempurung kelapa nilai kuat tekan rata-ratanya 108 kg/cm² . Penambahan 15 % abu tempurung kelapa kuat tekannya menurun dengan nilai rata-rata 86 kg/cm² . Penambahan 20 % abu tempurung kelapa nilai kuat tekan rata-rata 81 kg/cm² , paving block pada penambahan 20 % abu tempurung kelapa tidak dapat digunakan karena tidak mencapai syarat kuat tekan mutu D SNI-03-0691-1996. Berdasarkan hasil penelitian ini maka abu tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan paving block pada persentase campuran sekitar $\pm 8\%$ dan terjadi penurunan kuat tekan di atas campuran 8%.

(Cipto et al., 2019) Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Normal Dengan hasil penelitian didapatkan bahwa penambahan tempurung kelapa sebesar 2,5% dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton sebesar 7,7% dari beton normal. Sedangkan pada kuat tarik belah beton penambahan tempurung kelapa belum mempengaruhi kuat tarik hingga umur pengujian 28 hari, setelah umur beton 56 hari penambahan tempurung kelapa dengan kadar 2,5% dapat meningkatkan nilai kuat Tarik belah sebesar 0,08 MPa atau 1,7 % dari beton normal.

(1012018 04Pengaruh Penambahan Arang Batok Terhadap Kuat Tekan Mortar, 2002) Pengaruh Penambahan Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar dengan Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh penggunaan arang batok kelapa sebagai bahan tambah semen terhadap kuat tekan mortar adalah Nilai kuat tekan mortar variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% secara berturut adalah 25,11 MPa, 25,65 MPa, 26,07 MPa, 27,00 MPa, 26,40 MPa, dan 25,98 MPa. Persentase peningkatan kuat tekan mortar tertinggi terjadi pada variasi 7,5 % sebesar 7,51%. Kuat tekan mortar meningkat dengan penambahan arang batok kelapa dibandingkan dengan tanpa penambahan arang batok kelapa (0%)

(Kurniawan et al., 2017) Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa Pada Beton Pada penelitian ini campuran tempurung kelapa yang digunakan dapat menurunkan berat beton. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh banyaknya volume tempurung kelapa dalam campuran beton. Dimana semakin besar volume batok kelapa maka kuat tekan nya akan semakin menurun. Nilai kuat tekan dengan volume batok kelapa 0 %, 2.5%, 5 %, 7.5 % dan 10 % pada umur 14 hari berturut-

turut adalah 28 MPa, 15 MPa, 11 MPa, 12 MPa dan 11 MPa. Penurunan kuat tekan pada beton dengan campuran batok kelapa sangat signifikan hampir 50 %, hal ini dapat dilihat pada hasil tes kuat tekan dimana terjadi penurunan kuat tekan dari beton normal yang mencapai 28 Mpa, 2.5 % yang turun menjadi 15 MPa, 5 % menjadi 11 MPa, sedangkan untuk 7.5 % dan 10 % masing-masing menjadi 12 MPa dan 11 MPa.

(Akbar et al., 2014) Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100 Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton tertinggi pada beton yang menggunakan campuran tempurung kelapa 5% yaitu sebesar 16,5 Ton atau 73,33 Kg/Cm² dengan proyeksi kuat tekan umur 28 hari sebesar 112,82 Kg/Cm² sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada beton yang menggunakan campuran 15% yaitu 4,5 Ton atau 20 Kg/Cm² dengan proyeksi kuat tekan umur 28 hari sebesar 30,77 Kg/Cm² . Penambahan tempurung kelapa terhadap campuran beton meningkatkan kuat tekan beton untuk penambahan 5% tempurung kelapa dari berat agregat kasar.

(Siregar & ., 2016) Pengaruh Penggunaan Tempurung Kelapa Sebagai Penambah Agregat Kasar Mutu Beton F[']c 17 Mpa Terhadap Kuat Tekan Beton Adapun variasi tempurung kelapa yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, dan 30%. Sehingga hasil kuat tekan beton yang di peroleh dari variasi tersebut adalah 54,72 ton , 28,75 ton , 28,59 ton dan 22,969 ton.

(Suparlan et al., 2017) Studi Pengaruh Penggunaan Variasi Filler Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Abu Terbang Batubara Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapisan Pondasi Atas (Ac-Base) dengan hasil Durabilitas campuran dinyatakan dengan nilai stabilitas sisa. Nilai durabilitas meningkat

seiring meningkatnya kadar filler abu terbang batu bara yang digunakan berturut 2%, 4%, 6%, 1957, 15%, 1987, 96%, 1964, 27%. Untuk rentang kadar filler 4% abu terbang batu bara meningkatkan nilai durabilitas, yang mengindikasikan adanya ketahanan campuran terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas atau nilai keawetan yang cukup baik. Namun untuk filler arang tempurung kelapa tidak terjadi peningkatan nilai durabilitasnya sehingga perkerasan campuran beraspal berpotensi untuk menjadi lebih kaku dan getas karena arang tempurung kelapa mengandung hidrokarbon sehingga kurang maksimal terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas. Dari ketiga variasi kadar filler abu terbang batu bara dan arang tempurung kelapa yang digunakan, kadar filler 4% untuk abu terbang batu bara dan 4% untuk arang tempurung kelapa menjadi kadar filler yang optimum / ideal sebagai bahan pengisi dalam campuran beton aspal dengan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6%.

(Nur et al., 2017) Pemanfaatan Serbuk Arang Batok Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Abu Batu Untuk Meningkatkan Kinerja Karakteristik Beton Aspal (Ac-Wc) dengan hasil Penggunaan serbuk arang batok kelapa sebagai bahan tambah berpengaruh terhadap kinerja beton aspal. Penambahan serbuk arang batok kelapa yang berlebihan cenderung mengalami penurunan nilai stabilitas. Nilai stabilitas serbuk arang batok kelapa pada kadar bahan tambah adalah 1038.12kg, nilai stabilitas yang tertinggi. Presentase bahan tambah serbuk arang batok kelapa terhadap berat total campuran adalah 1.83% = 21.99 gram. Penggunaan arang batok kelapa memberi pengaruh yang jelek terhadap kinerja beton aspal. presentase bahan tambah serbuk arang batok kelapa

terhadap berat total campuran yang meningkatkan kinerja beton aspal adalah $0.61\% - 2.44\% = 7.33 - 29.32$ gram.

(Putri et al., 2020) Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu & Arang Batok Kelapa Terhadap Stabilisasi Daya Dukung Tanah Pada penelitian tanah lempung yang diuji ini berasal dari Dusun Jampi Desa Ngentrong Kec.Karangan Kab.Trenggalek – provinsi Jawa Timur, metode campuran abu ampas tebu dan arang batok kelapa terdiri dari 4 variasi, masing-masing menggunakan kadar campuran yang berbeda yaitu 0%,7%, 10%, dan 15%, Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Hasil uji penelitian menunjukkan bahwa penambahan campuran abu ampas tebu dan arang batok kelapa berpengaruh terhadap stabilitas tanah. Pada presentase 15% menghasilkan batas cair 39%, batas plastis 28,38 %, indeks plastis 10,62%, penambahan tersebut mampu memperbaiki sifat tanah, mengingat bahwa struktur tanah asli memiliki tingkat keplastisan yang lebih tinggi.

(N. A. Affandy & Bukhori, 2019) Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton pengaruh campuran abu serat kelapa untuk beton mutu K 100 mempengaruhi kuat tekan dari beton itu sendiri dari data yang telah dilakukan penelitian abu serabut kelapa mengalami kenaikan secara signifikan, beton normal K 100 kuat tekan yang diperoleh 13,964 Mpa, beton campuran abu serabut Kelapa 0,25 % mencapai 20,217 Mpa, beton campuran abu serabut 0,50% mencapai 20,173 Mpa. Yang tinggi beton campuran abu serabut kelapa 0,75 % dapat mencapai kuat tekan 20,041 MPa. Dari sini dapat ditarik kesimpulan bahwa abu serabut kelapa bisa dijadikan untuk bahan tambah semen pada beton mutu K 100.

(Sutrisno & Kartikasari, 2017) Pengaruh Penambahan Abu Jerami Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Berdasarkan hasil dari data pada bab sebelumnya, penggunaan abu jerami padi pada campuran beton dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 28 hari yaitu 18.440 Mpa, 15.366 Mpa, 13.948 Mpa, dan 12.530 Mpa.

(Sucahyo et al., 2020) Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Campuran Paving Block (Ditinjau Dari Kuat Tekan dan Resapan Air) Paving block K-175 mengalami peningkatan serapan air dengan penambahan arang tempurung kelapa pada campuran paving block dengan prosentase arang kelapa sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat pasir yang digunakan kesemuanya mengalami peningkatan penyerapan air dari rata-rata sebesar, 3,13 pada kode benda uji normal, 4,52 pada kode benda uji 5%, 6,23 pada kode benda uji 10%, 8,33 pada kode benda uji 15%, 9,09 pada kode benda uji 20%.

(Tri Cahyono & Rahma Dhana, 2019) Alternatif Penggunaan Serateceng Gondok (*Eichhornia Crossifesa*) Sebagai Bahan Tambah Padacampuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tekannya dari hasil penelitian tersebut Ketika campuran beton tersebut diberi tambahan serat enceng gondok pada variasi 1% dengan umur 28 hari sebesar 60,66 kg/cm² telah mengalami penurunan dan menurun kembali pada variasi 3% dengan umur 28 hari sebesar 55,27 kg/cm² tetapi mengalami kenaikan pada variasi 5% dengan umur 28 hari sebesar 57,97 kg/cm². dapat disimpulkan bahwa serat eceng gondok dapat di pakai dalam campuran beton dan dibutuhkan penelitian lebih dalam lagi untuk mengujinya.

(Hepiyanto & Firdaus, 2019) Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K – 200 Kuat tekan kedua desain campuran mengalami peningkatan nilai kuat tekanya melebihi beton normal standar yang telah ditetapkan yaitu 16,9 Mpa. Seiring dengan kenaikan persentase substitusi abu bonggol jagung pada beton akan meningkatkan kuat tekan pada beton. Nilai beton 28 hari beton normal (19,96 Mpa) 203,24 (kg/cm²) sedangkan dengan substitusi abu bonggol jagung 4% (33,04 Mpa) 336,80 (kg/cm²), 8% (30,79 Mpa) 313,57 (kg/cm²), 12% (28,20 Mpa) 287,44 (kg/cm²). Maka dapat di simpulkan seluruh varian melebihi target yang di inginkan nilai optimum dari substitusi abu bonggol jagung terdapat pada varian 4% yaitu 33,04 Mpa, 336,80 (kg/cm²).

(Kariri & Affandy, 2018) Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Pelepah Pisang Pada Beton Mutu K-200 menjelaskan bahwa perancangan pembuatan beton dengan menggunakan serat pelepah pisang kelapa yang telah dilakukan penelitian di Laboratorium Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan adalah adanya pengaruh campuran serat pelepah pisang untuk beton mutu K-200 memengaruhi kuat tekan dari beton itu sendiri dari data yang telah dilakukan penelitian serat pelepah pisang mengalami kenaikan secara signifikan, beton normal K-200 kuat tekan yang diperoleh 19,52 MPa, beton campuran serat pelepah pisang 0,5 % mencapai 17,84 MPa, beton campuran serat pelepah pisang 1,0 % mencapai 17,59 Mpa, yang paling tinggi beton serat pelepah pisang 1,5 % dapat mencapai kuat tekan 17,35 MPa. Jadi beton dengan campuran 0.5% memiliki kuat tekan paling tinggi setelah dirata-rata dari campuran 1% dan 1.5%.

(N. Affandy & Lubis, 2018) Pengaruh Penambahan Serat Alami Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton Berkualitas Rendah menggunakan campuran serat eceng gondok varian 2%,4%,6%,8% yang dicampur dalam komposisi beton dapat di tarik kesimpulan Berdasarkan data dan analisa dari hasil pengujian di laboratorium, bahwa seratalami eceng gondok tidak dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam mix design beton. Dikarenakan dengan penambahan serat eceng gondok akan mengakibatkan Memperlambat waktu ikat awal beton. Semakin besar prosentase penggunaan serat maka semakin lama waktu ikat awal yang terjadi. sehingga workability (kemudahan dalam pembuatan) beton segar semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian uji kuat tekan yang telah dilakukan, beton campuran normal mencapai target kuat tekan rencana pada umur 28 hari. Kuat tekan tertinggi pada campuran serat eceng gondok 2%, yakni dengan kuat tekan 7,54 MPa, sedangkan kuat tekan minimum terdapat pada serat 8%, yakni 3,63 MPa. Dari data demikian dapat dikatakan bahwa semakin banyak penambahan serat eceng gondok yang digunakan sebagai bahan tambah mix design beton, nilai kuat tekan beton akan semakin menurun jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran serat.

(Studi et al., 2018) Pengaruh Penambahan Serat Eceng Gondok Pada Kuat Tekan Paving Block K-200 mendapat hasil Paving block K-200 mengalami penurunan kuat tekan dengan bertambahnya campuran serat eceng gondok, prosentase penurunan terendah pada campuran 0,2 sebesar 55,69% dan penurunan tertinggi pada campuran 0,8 dengan prosentase penurunan sebesar 82,39%. Nilai kuat tekan masing – masing benda uji adalah; Normal sebesar 209,53 kg/cm², 2% sebesar 92,86 kg/cm², 4% sebesar 84,53 kg/cm², 6% sebesar 58,33 kg/cm², dan

8% sebesar 36,90 kg/cm². Hubungan regresi non linier terlihat di $R^2 = 1$ pada polinomial orde 4. Paving block dengan kode benda. Uji Normal tergolong dalam mutu paving block B dengan kuat tekan 209,53 kg/cm² (17,03 Mpa), sedangkan untuk paving block dengan tambahan serat eceng gondok tidak tergolong dalam mutu standar kuat tekan paving block karena nilai kuat tekannya dibawah standar mutu kuat tekan paving block (SNI 03-0691-1996).

(Saputro & Hepiyanto, 2018) Penambahan Serbuk Limbah Batu Kumpang Pada Campuran Beton medapat hasil Pada persentase penambahan serbuk limbah batu kumpang sebesar 5% kuat tekan mengalami kenaikan paling optimum. Sedangkan pada penambahan serbuk limbah batu kumpang sebesar 10% kuat tekan menjadi menurun. Hal ini terjadi karena pengikatan semen menjadi berkurang akibat terlalu banyak penambahan serbuk limbah batu kumpang dan bahan tambah memiliki ketentuan optimum untuk dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan rata-rata tertinggi terdapat pada prosentase penambahan 5% serbuk limbah batu kumpang sebesar 18,20 Mpa pada umur 28 hari, dengan kuat tekan rencana sebesar f_c' 14,53 Mpa. Dari penelitian yang dilakukan penambahan serbuk limbah batu kumpang dengan persentase 5% bisa digunakan untuk beton non-struktural, sedangkan dengan penambahan 10% tidak disarankan untuk digunakan dalam beton struktural maupun non struktural.

2.9 Posisi Penelitian

Pada Penelitian ini hampir sama dengan penelitian terdahulu yang menggunakan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah. hanya saja pada penelitian ini mengarah pada kuat tekan beton struktural K 250 dengan varian tambahan sebesar 3%, 5% dan 7%, dengan harapan mampu membuat beton dengan kualitas baik tetapi dengan biaya yang cukup rendah, serta menjadikan limbah Tempurung berkurang sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar.