

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Beton Berdasarkan Kelas dan Mutu pada SNI beton juga memiliki klasifikasi penggunaan di setiap mutunya untuk memastikan kualitas serta kesesuaian pada produk, seperti berikut ini:

Mutu beton berdasarkan kuat tekan, dengan memakai benda uji silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. (SNI 03- 2847:2019):

- | | |
|--|-------------------------|
| - Beton non struktural | : f'_c 10 MPa |
| - Beton struktural ringan atau non-permanen | : f'_c = 17 MPa |
| - Untuk balok dan kolom struktural sederhana | : f'_c <u>20</u> MPa |
| - Umum untuk bangunan bertingkat | : f'_c 25-30 MPa |
| - Beton mutu tinggi | : f'_c 40 MPa ke atas |

2.2 Material Penyusun Beton

Dalam bidang konstruksi beton sangat diperlukan contohnya pada pekerjaan non-struktural maupun struktural. Pada SNI 03-6825-2002 didefinisikan dengan bahan campuran air, semen portland, agregat halus, agregat kasar dan dengan komposisi tertentu. Bahan-bahan penyusun beton yaitu:

1. Air

Air berfungsi sebagai katalisator dalam reaksi hidrasi semen, memungkinkan pengikatan dan pengerasan pasta semen. Selain itu, air juga berfungsi sebagai pelumas yang memudahkan pencampuran dan penuangan beton, serta membantu mengisi pori-pori antar agregat. Menurut standar SNI 03-6882-2002, kadar air yang ideal dalam pekerjaan konstruksi harus berada pada rentang 105% - 115% untuk memastikan penyerapan yang optimal oleh komponen konstruksi. Berikut karakteristik air yang baik untuk campuran beton mencakup beberapa aspek penting:

- a. Tidak berisi lendut/lumpur >2 gram/liter
- b. Tidak berisi asam dan garam yang dapat merusak beton >15 liter.
- c. Kandungan klorida tidak melebihi 0,5 gram per liter.
- d. Kandungan sulfat tidak lebih dari 1 gram per liter.

2. Semen Portland

Semen yang digunakan dalam beton harus memenuhi standar SNI 2049-2015 sebagai semen portland. Semen berperan sebagai bahan pengikat agregat kasar dan halus, membentuk pasta saat dicampur dengan air, sehingga menciptakan struktur yang kokoh dan kuat dalam konstruksi. Bahan ini diperoleh melalui proses pembakaran batu gamping atau karbonat bersama material argillaceous yang mengandung alumina, dengan perbandingan tertentu.(Sihombing et al., 2019).

3. Agregat Halus

Penelitian ini menggunakan agregat halus sesuai SNI 03-6820-2002, yang didefinisikan sebagai pasir alam atau pasir buatan dari hasil pemecahan batu dengan ukuran butir hingga 4,76 mm. Fungsi dari pasir yaitu sebagai agregat halus yang mengisi celah-celah antar butiran kerikil dan juga mengisi pori-pori dalam campuran beton. Hal ini membuat beton lebih padat dan kuat.

4. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah bahan konstruksi yang memiliki ukuran butiran lebih besar dari 5 mm, biasanya digunakan dalam campuran beton dan material lainnya. Agregat yang digunakan yaitu di 4,75 mm sesuai dengan SNI 03-2834-2000. Fungsi dari kerikil sendiri dan beton yaitu sebagai agregat kasar yang memberikan kekuatan utama pada beton. Kerikil yang berkualitas baik akan meningkatkan daya tahan dan kekuatan tekan beton.

2.3 Klasifikasi Beton

Beton juga dikelompokkan sesuai dengan penggunaan dan fungsinya. Dengan melakukan klasifikasi, kita dapat lebih mudah memahami dan membedakan antara berbagai jenis beton dan karakteristiknya.

2.3.1 Beton Struktural

Beton struktural adalah jenis beton yang digunakan sebagai elemen struktural bangunan, seperti pondasi, kolom, balok, plat lantai, dan dinding penahan. Beton struktural memiliki peran penting dalam menopang beban bangunan dan menjaga kestabilan struktur. Oleh karena itu, beton struktural harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi untuk memastikan keselamatan dan keamanan bangunan.

2.3.2 Beton Non-Struktural

Beton non-struktural merupakan jenis beton yang difungsikan untuk selain sebagai elemen struktural bangunan, juga dapat untuk pengisi, perata permukaan, atau lapisan pelindung, tanpa menanggung beban struktural utama bangunan. Beton non-struktural digunakan untuk tujuan lain, seperti membuat lantai dasar, jalan, trotoar, atau dekorasi. Beton non-struktural tidak harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi seperti beton struktural, karena tidak menanggung beban struktural yang besar. Namun, untuk memastikan keawetan dan keamanan beton non-struktural masih harus memiliki kualitas yang baik.

2.4 Bahan Substitusi Parsial

Substitusi parsial merupakan suatu teknik yang dilakukan dengan menggantikan sebagian bahan dengan bahan lain, sehingga dapat meningkatkan mutu produk dan nilai jualnya menjadi lebih ekonomis.

2.4.1 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan hasil dari pembakaran sekam padi atau kulit terluar beras. Proses pembakaran limbah sekam padi menjadi abu berperan menghasilkan residu yang mengandung silika (SiO_2) tinggi dan menghilangkan kandungan organik, menjadikan abu sekam padi sebagai bahan yang mempunyai sifat pozzolan alami, yang berpotensi meningkatkan kualitas material konstruksi. Abu sekam padi ini tidak digunakan sebagai perekat seperti semen, namun dalam kondisi yang sangat halus, yang dapat bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal, menghasilkan massa padat stabil yang tidak larut dalam air, sehingga meningkatkan kekuatan dan ketahanan material (Tjokrodinuljo, 1996).

Dengan kandungan Silika (SiO_2) mencapai sekitar 80%, abu sekam padi umumnya digolongkan sebagai pozzolan reaktif. Penelitian oleh (Habeb & Mahmud, 2010) menunjukkan bahwa ukuran butir atau partikel dari abu sekam padi yang tepat dapat diperoleh melalui proses penumbukan, yang berdampak signifikan pada kekuatan dan *workability* beton. Dengan demikian, abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan pengganti parsial semen, mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam dan mendukung praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan. (Kartini, K., Mahmud, H.B., Hamidah, 2010)

2.4.2 Serbuk Kaca

Limbah serbuk kaca adalah partikel halus hasil dari proses penghancuran atau penggilingan limbah kaca pasca-konsumen maupun pasca-industri. Limbah kaca dapat bersumber dari berbagai jenis kaca, seperti botol bekas, kaca jendela, kaca otomotif, dan kaca limbah industri manufaktur, sehingga berpotensi besar untuk dimanfaatkan kembali. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam bata beton pejal dapat meningkatkan kekuatan tekan hingga $73,33 \text{ kg/cm}^2$, terutama pada komposisi dengan 10% serbuk kaca. Namun, peningkatan persentase serbuk kaca di atas 10% dapat menyebabkan penurunan kuat tekan. Dengan demikian, serbuk kaca limbah tidak hanya membantu mengurangi dampak lingkungan dari limbah kaca, tetapi juga dapat meningkatkan kualitas material konstruksi jika digunakan dengan proporsi yang tepat.

2.4 Pengujian Yang Dilakukan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kuat tekan beton dan memastikan bahwa kualitasnya memenuhi standar mutu yang telah ditentukan, yaitu 14,5 MPa, sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 03-1974-2011, sehingga beton yang dihasilkan dapat dijamin memiliki kualitas yang optimal dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

2.5.1 Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh data tentang dampak

penggunaan abu sekam padi dan serbuk kaca sebagai substitusi semen dan agregat halus terhadap kekuatan beton, serta untuk menentukan kapasitas beton menahan beban tekan dan mengidentifikasi proporsi optimal abu sekam padi dan serbuk kaca yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti.

Perhitungan kekuatan tekan beton adalah :

$$f_c' = P/A$$

Keterangan :

f_c' = Kuat Tekan (N/mm²)

P = Gaya tekan maksimum

A = Luas penampang benda uji (mm²)

2.5.2 Uji Daya Serap Air

Uji daya serap beton adalah suatu cara untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat diserap oleh beton. Pengujian ini membantu menentukan kualitas beton dan ketahanannya terhadap lingkungan sekitar. Dengan melakukan uji daya serap, kita dapat mengetahui apakah beton tersebut memenuhi standar kualitas yang diinginkan atau tidak.

Menurut SNI 03-2834-2000, beton yang baik memiliki daya serap air kurang dari 5%, menandakan beton tersebut relatif tahan terhadap penetrasi air dan lebih tahan lama. Beton dengan daya serap air yang rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik dalam menghadapi kelembaban dan potensi kerusakan akibat air. Oleh karena itu, pengujian ini sangat penting untuk memastikan beton tetap kokoh dalam kondisi lingkungan yang basah. Dengan standar ini, kualitas beton dapat memenuhi persyaratan teknis untuk konstruksi yang lebih awet dan tahan lama.

2.5 Literature Review

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan oleh Anwar (2020). Dapat disimpulkan beberapa hal penting terkait uji kuat tekan dan karakteristik beton dengan substitusi pecahan kaca sebagai bahan pengganti pasir. Hasil pengujian kuat tekan pada beton dengan variasi substitusi pecahan kaca menunjukkan bahwa beton dengan variasi 0% memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 18,62 MPa, dengan penyerapan air rata-rata sebesar 2,63% dan densitas sebesar

1,99%. Sementara itu, beton dengan variasi substitusi 5% pecahan kaca menunjukkan peningkatan kuat tekan rata-rata menjadi 18,98 MPa, dengan penyerapan air rata-rata sebesar 2,39%.

Peningkatan yang lebih signifikan terlihat pada beton dengan variasi substitusi 10% pecahan kaca, di mana kuat tekan rata-rata mencapai 19,78 MPa, penyerapan air rata-rata sebesar 2,10%, dan densitas sebesar 2,04%. Hasil ini menunjukkan bahwa pecahan kaca dapat digunakan sebagai bahan substitusi pasir dalam pembuatan beton 14,5 MPa karena kandungan silika dalam kaca yang berperan sebagai zat pengikat, serupa dengan fungsi semen. Dengan demikian, penggunaan pecahan kaca tidak hanya membantu mengurangi limbah kaca tetapi juga berpotensi meningkatkan kualitas beton.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan oleh Dewi & Renaldi (2024). Diperoleh dari uji kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi justru menurunkan nilai kuat tekan beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton tanpa penambahan abu sekam padi 0% memiliki kuat tekan sebesar 258 kg/cm². Namun, dengan penambahan abu sekam padi sebesar 5,5%, nilai kuat tekan beton menurun menjadi 192 kg/cm². Penurunan lebih lanjut terjadi pada variasi 7,5% dengan kuat tekan sebesar 187 kg/cm², dan yang paling signifikan adalah pada variasi 10% dengan kuat tekan sebesar 168 kg/cm². Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan optimum sebesar 192 kg/cm² dicapai pada campuran dengan 5,5% abu sekam padi setelah 28 hari. Sementara itu, penambahan abu sekam padi melebihi 5,5% justru menyebabkan penurunan kuat tekan yang signifikan, menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dalam jumlah tertentu perlu dikontrol untuk mencapai hasil yang optimal dalam peningkatan kualitas beton.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.

No	Nama Author	Judul	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	(Dewi & Renaldi, 2024)	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan	1. Kuat Tekan Beton • 0% = 25,30 MPa • 5,5% = 18,82 MPa

No	Nama Author	Judul	Hasil
		Beton K-175	• 7,5% = 18,33 MPa • 10% = 16,47 MPa
2.	(Anwar, 2020)	Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Mutu Beton K-175	1. Kuat Tekan Beton • 0% = 18,62 MPa • 5% = 18,98 MPa • 10% = 19,78 MPa 2. Daya Serap Air • 0% = 2,63% • 5% = 2,39% • 10% = 2,21%
3.	(Noerangga et al., 2023)	Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton	1. Kuat Tekan Beton • 0% = 16,89 MPa • 5% = 15,19 MPa • 10% = 8,97 MPa • 15% = 4,47 MPa
4.	(Farhan et al., 2023)	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan Beton	1. Kuat Tekan Beton • 0% = 23,38 MPa • 6% = 25,83 MPa • 8% = 27,42 MPa • 10% = 29,32 MPa • 12% = 27,48 MPa
5.	(Maufida, 2018)	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan	1. Kuat Tekan Beton • 0% = 26,85 MPa • 2,5%+7,5% = 29,81 MPa • 5%+5% = 29,32 MPa • 7,5%+2,5% = 27,89 MPa

No	Nama Author	Judul	Hasil
		Perlakuan Perendaman Air Tawar dan Air Laut	
6.	Candra Hardiyati, Sudarman, Yoga C.V.Tethool	Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal di Kabupaten Manokwari Selatan	1. Kuat Tekan Beton ● 0% = 24,16 MPa ● 5% = 28,03 MPa ● 10% = 29,06 MPa ● 15% = 28,69 MPa
7.	(Devi et al., 2024)	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi dan Limbah Granit Terhadap Kuat Tekan Beton	1. Kuat Tekan Beton ● 0% = 0% = 25,44 MPa ● 5%+5% = 25,82 MPa ● 5%+7,5% = 25,90 MPa ● 5%+10% = 25,99 MPa ● 10%+5% = 26,41 MPa ● 10%+7,5% = 28,07 MPa ● 10%+10% = 26,11 MPa ● 15%+5% = 26,16 MPa ● 15%+7,5% = 25,77 MPa ● 15%+10% = 24,97 MPa
8.	(Prayogi, 2021)	Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi dan Abu Arang Tempurung Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton	1. Kuat Tekan Beton ● 0% = 21,05 MPa ● 5%+10% = 23,68 MPa ● 5%+15% = 22,23 MPa ● 5%+18% = 14,39 MPa ● 10%+10% = 13,34 MPa ● 13%+10% = 23,68 MPa

No	Nama Author	Judul	Hasil
9.	(Suranto et al., 2023)	Pengaruh Penambahan Gula Pasir dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen terhadap Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari, 14 Hari, dan 28 Hari	1. Kuat Tekan Beton ● 0% = 31 MPa ● 10%+0,20%=36,49 MPa
10.	(Afrizal et al., 2019)	Pengaruh Pemanfaatan Abu Pecahan Terumbu Karang dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton	1. Kuat Tekan Beton ● 0% = 36,11 MPa ● 2,5% = 37,13 MPa ● 5% = 37,28 MPa ● 7,5% = 37,73 MPa ● 10% = 36,02 MPa

Penelitian pada penggunaan berbagai limbah, termasuk abu sekam padi, serbuk kaca, abu ampas tebu, abu arang tempurung, dan abu pecahan terumbu karang, sebagai bahan campuran beton. Hasil penelitian umumnya menunjukkan bahwa penggunaan limbah-limbah tersebut dapat mempengaruhi kuat tekan beton baik sebagai substitusi sebagian semen maupun agregat halus. Penggunaan abu sekam padi, misalnya, terbukti dapat meningkatkan kuat tekan beton pada kadar tertentu karena kandungan silika yang tinggi, namun jika digunakan berlebihan justru menurunkan kualitas beton. Demikian pula penelitian yang menggunakan serbuk kaca sebagai pengganti pasir memperlihatkan hasil positif dalam meningkatkan mutu beton K-175, meskipun tetap memerlukan proporsi yang tepat agar tidak menurunkan kelecakan dan homogenitas adukan.

Kombinasi abu sekam padi dengan limbah lain, seperti abu ampas tebu, abu arang tempurung, limbah granit, dan abu pecahan terumbu karang, memiliki efek

yang beragam pada kuat tekan beton, menunjukkan bahwa interaksi antara bahan-bahan tersebut dapat mempengaruhi hasil akhir. Misalnya, penggunaan abu sekam padi bersama abu ampas tebu pada kondisi perendaman air tawar dan air laut memberikan perbedaan hasil ketahanan beton terhadap lingkungan, sedangkan penambahan abu arang tempurung atau limbah granit menunjukkan adanya potensi peningkatan kuat tekan pada umur beton tertentu. Penelitian tentang penambahan gula pasir bersamaan dengan abu sekam padi juga memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kekuatan beton pada umur 3, 14, dan 28 hari, yang menegaskan pentingnya proporsi campuran yang seimbang.

Pemanfaatan limbah seperti abu sekam padi dan bahan alternatif lainnya dapat menjadi solusi material ramah lingkungan dalam produksi beton, membuka peluang untuk menciptakan konstruksi yang lebih berkelanjutan. Namun, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kadar substitusi, metode pencampuran, dan kondisi pengujian. Proporsi yang tepat mampu meningkatkan kuat tekan, daya tahan, serta kualitas beton, sementara penggunaan yang berlebihan dapat menurunkan performa beton. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lanjutan untuk menentukan standar proporsi optimal agar beton yang dihasilkan tidak hanya memiliki kekuatan yang baik, tetapi juga lebih ekonomis dan berkelanjutan.