

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah suatu bahan penyusun yang terdiri dari beberapa bahan berupa *portland cement*, agregat halus, agregat kasar, air dan *admixture* atau *additive* (Mulyono, 2019). Dalam bidang konstruksi, beton memiliki peranan yang sangat penting. Kekuatan pada beton dapat menentukan umur bangunan. Selain itu, beton memiliki daya tekan yang baik dan sifatnya yang plastis memungkinkan untuk dicetak sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Beton memiliki beberapa jenis dan fungsi yang berbeda beda berdasarkan kekuatan, mutu, material yang digunakan, dan sifat beton.

Pada penelitian ini, peneliti tidak menggunakan bahan *admixture* dan *additive* sebagai bahan tambah pada campuran beton.

2.2 Beton Normal

Menurut (SNI 7656:2012, 2012) beton normal merupakan beton yang mempunyai berat isi antara $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$. Hal tersebut sudah menyangkut berat agregat kasar dan agregat halus, serta bahan tambahan lainnya.

Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan campuran beton normal dengan F_c' rencana sebesar 15 MPa dikarenakan tidak ada standar kuat tekan untuk uji tarik lentur pada (Badan Standardisasi Nasional, 2011) dan sesuai yang sudah dipaparkan pada latar belakang peneliti ingin mencari alternatif bahan pengganti agregat kasar yang digunakan pada pembangunan rumah tinggal seperti yang diteliti oleh (Fachriza Noor Abdi1, Heri Sutanto1, 2019)

2.3 Agregat Halus

SNI 03 – 6820 – 2002, menjelaskan bahwa agregat halus merupakan agregat besar butir maksimum 4,76 mm yang berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari

pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi. Agregat halus yang memenuhi syarat untuk dipilih menurut standar SK SNI S -04 – 1989 – F adalah sebagai berikut:

1. Harus terdiri dari butir – butir yang tajam dan keras
2. Tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur tidak boleh lebih dari 12 % sedangkan apabila diuji dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5 %.
4. Tidak mengandung zat organik terlalu banyak, diuji dengan percobaan warna menggunakan larutan 3 % NaOH. Warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar / pembanding.
5. Tidak mengandung pasir laut karena dapat mengakibatkan korosi pada tulangan.
6. Mempunyai modulus halus butir antara 1,50 – 3,80 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

Tabel 2 1 Gradasi Saringan Agregat Halus
Sumber : ASTM C33/03

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
9.5	100	100
4.75	95 - 100	97.5
2.36	80 - 100	90
1.18	50 - 85	67.5
0.6	25 - 60	42.5
0.3	5 - 30	17
0.15	0 - 10	5

2.4 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah batuan yang mempunyai ukuran butir lebih dari 4,80 mm. Syarat untuk agregat kasar menurut ASTM C 33/03 antara lain :

1. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

2. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca.
3. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
4. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan ASTM C 33/03 “*Standard Spesification for Concrete Aggregates*”.

Tabel 2 2 Gradasi Saringan Agregat Kasar
Sumber : ASTM C33/03

Diameter Saringan (mm)	Presentase Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25.00	100	100
19.00	90 - 100	95
12.50	-	-
9.50	20 - 55	37.5
4.75	0 - 10	5
2.36	0 - 5	2.5

2.5 Agregat Buatan

Batu kerikil dan pasir adalah sebuah agregat yang sering digunakan untuk bahan pembuatan beton. Agregat dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Menurut (Adhitya, Sagaff, Saloma, & Hanafiah, 2023) pada penelitiannya mengklasifikasikan agregat kasar menjadi dua, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Dimana agregat buatan ini menggunakan limbah sisa produksi, seperti *fly ash*.

Pada proses pembuatan agregat ini akan menggunakan reaksi senyawa kimia Naoh dan Na₂Sio₃, yaitu *alkalie activator* sebagai bahan pengikat dan pengerasan pembentuk agregat.

Pada penelitian ini pembuatan agregat buatan akan menggunakan teori dari agregat buatan seperti yang sudah dituliskan, hanya saja pada proses pelaksanaannya pembuatan agregat ini tidak menggunakan tambahan agregat kasar seperti pembuatan beton geopolimer.

2.6 Material Penyusun Agregat Buatan

Menurut (Hao, 2022) agregat buatan adalah agregat yang memiliki *particel density* kurang dari $2,0 \text{ g/cm}^3$ dan *bulk densit y* kurang dari $1,2 \text{ g/cm}^3$.

Agregat buatan ini terbuat dari bahan sisa limbah yang proses terbuatnya dengan cara dibakar dengan temperatur tinggi sehingga menghasilkan sebuah sisa hasil produksi yang bisa dikategorikan sebagai limbah. Contoh limbah yang dimaksud seperti, *fly ash*, *slag*, dan limbah hasil pembuatan material obat.

2.2.1 Abu Terbang (Fly Ash)

Material utama untuk pembentukan geopolymer yang memiliki ikatan aluminosilikate yang kaya akan Silikon (Si) dan aluminium (Al). ini bisa berarti material alam seperti kaolin, dan lampung dimana formula empirisnya mengandung Si, Al, dan Oksigen (Adhitya, Sagaff, Saloma, & Hanafiah, 2023), atau material buatan seperti *fly ash*, *silica fume* dan *slag*.

Tabel 2 3 Hasil Uji XRF Fly Ash

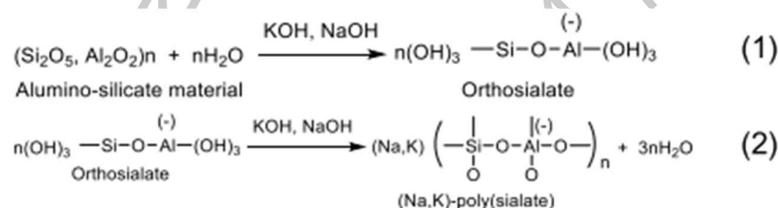
KOMPOSISI DZAT	PERSENTASE DZAT
Al ₂ O ₃	26.30%
CaO	6.70%
Cl	0.10%
Eu ₂ O ₃	0.10%
Fe ₂ O ₃	11.60%
Gd ₂ O ₃	0.10%
K ₂ O	1.10%
MgO	3.70%
MnO	0.10%
Na ₂ O	2.20%
P ₂ O ₅	0.50%
SiO ₂	44.80%
SO ₃	0.90%
SrO	0.20%
Tb ₄ O ₇	0.30%
TiO ₂	1.10%
V ₂ O ₅	0.10%
ZrO ₂	0.10%

Berdasarkan tabel di atas, kandungan *fly ash* yang digunakan zat yang paling banyak terkandung adalah SiO₂ (Silikon Dioksida), Al₂O₃ (Aluminium Oksida), dan Fe₂O₃.

Namun, diantara material buatan yang juga merupakan limbah, *fly ash* dan slag merupakan material yang paling potensial sebagai bahan dasar campuran geopolimer. Abu terbang (*fly ash*) sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silikat yang dikandung oleh abu terbang (*fly ash*) akan bereaksi secara kimia dengan sodium hidroksida dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

2.2.2 Alkali Aktivator

- Aktivator merupakan zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. Dalam penelitian ini, aktivator yang digunakan adalah unsur alkali yang terhidrasi yaitu Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃). Sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur Al dan Si, sedangkan sodium silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat polimerisasi. Menurut (Abdullah, 2021) jenis alkali aktivator yang sering digunakan dan mudah di dapatkan adalah larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan larutan Natrium Silikat (Na₂SiO₃). Modulus aktivator merupakan perbandingan massa SiO₂ dan Na₂O pada larutan alkali aktivator.



Gambar 2. 1 Reaksi Kimia yang Terjadi pada Proses Polimerisasi
 Sumber : (Purbasari et al., 2018)

Pada Gambar 2.1 persamaan 1 adalah proses polikondensasi oleh alkali, atau proses tercampurnya *waterglass* (natrium silikat) dan *fly ash* (alumina).

Reaksi ini menghasilkan senyawa berupa $Si - O - Al^+ - (OH)_3$ (*orthosilicate*).

Sedangkan pada persamaan 2 adalah proses senyawa *orthosilicate* yang bereaksi dengan air, proses tersebut adalah proses pengerasan pada senyawa *alkalie activator* (Purbasari et al., 2018).

(Saputro & Rangkuti, 2018) pada penelitiannya untuk melarutkan senyawa dengan molaritas menggunakan rumus :

$$M = \frac{\text{massa solid}}{Mr} \times \frac{1000}{V.\text{air}} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

- M = Molaritas (Mol/L)
- Massa Solid = Massa terlarut (gr)
- Mr = Massa relatif senyawa
- V. air = Volume air (L)

2.7 Kuat lentur Beton

Kuat lentur beton merupakan kemampuan benda uji (balok) untuk menahan gaya tegak lurus, pada dua per letakkan yang diberikan kepadanya sampai benda uji patah. Kuat lentur tersebut dinyatakan dengan satuan *Mega Pascal (MPa)* persatuan luas (Nasional, 2011).

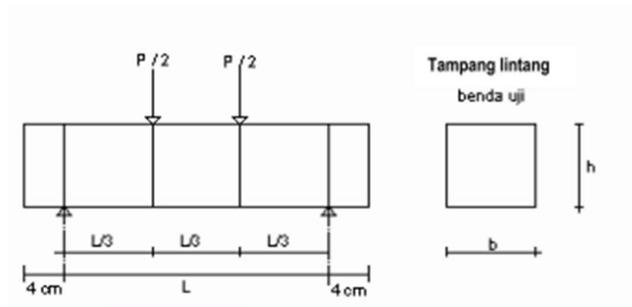
a. $\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \dots \dots \dots (2.2)$

b. $\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots \dots \dots (2.3)$

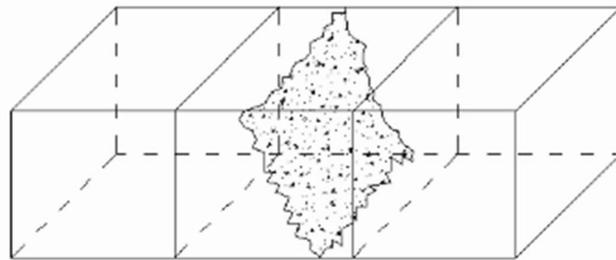
Keterangan:

- σ = Kuat Lentur Benda Uji (N/mm^2)
- P = Beban Maksimum (N)
- b = Lebar Tampang Lintang Patah Arah Horizontal (mm^2)
- h = Lebar Tampang Lintang Patah Arah Vertikal (mm^2)
- L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm^2)

- a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm) (mm^2)



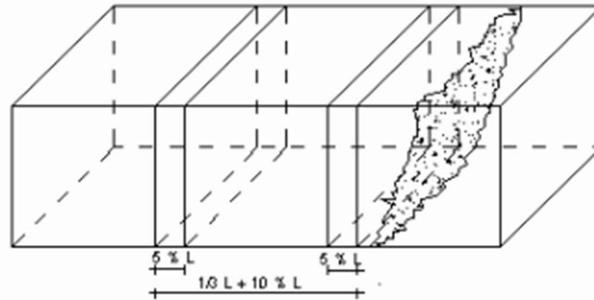
Gambar 2 1 Peletakan Benda Uji, Uji Tes Kuat Lentur
Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011)



Gambar 2 2 Patah pada 1/3 Bagian Bentang Tengah (Rumus 1)
Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011)



Gambar 2 3 Patah di Luar 1/3 Bagian Bentang Tengah dan Garis Patah <5% dari Bentang (Rumus 2)
Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011)



Gambar 2 4 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada >5% dari Bentang (Rumus 2)
Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011)

2.7.1 Konversi Kuat Lentur Beton

Penggunaan konversi pada pengujian beton, seperti kuat lentur bertujuan untuk memprediksi kemampuan beton terhadap umur. Hal tersebut dilakukan agar pengoptimalan desain pada pembuatan beton. Pada penelitian ini akan menggunakan dua rumus konversi, yaitu berdasarkan PBI : 1971 dan jurnal dari artikel *A study of factors affecting the flexural tensile strength of concrete* oleh Mohd. Ahmed, Javed Mallick, dan Mohd. Abul Hasan, yang dipublikasikan dalam *Journal of King Saud University – Engineering Sciences* (2016, Volume 28, halaman 147-156).

$$\text{MOR}(t) = \left[1 + \log_{10} \left(\frac{t}{0.0767} \right) - 0.0156 \log_{10} \left(\frac{t}{0.0767} \right)^2 \times \text{MOR}_{28d} \right] \quad (2.4)$$

dimana :

MOR (t)	=	Kuat lentur t hari
t	=	Hari
MOR _{28d}	=	Kuat lentur pada 28 hari

2.8 Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan suatu beban. Berdasarkan SNI-03-1974-1990 rumus kuat tekan adalah :

$$F'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana :

- F'c = Kuat Tekan (MPa)
- A = Luas Area Penampang (mm^2)
- P = Beban Maksimum (N)
- C = Berat Benda Uji dalam Air (gram)

