

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Peninjauan kembali penelitian yang serupa ialah hal yang perlu dilakukan untuk menjadikan referensi terhadap penelitian yang akan dijalankan. Penelitian yang membahas mengenai pengembangan untuk menggunakan agregat lokal sebagai komponen pembentuk beton. Penelitian oleh Yudiawati, dkk (2017) yang berjudul “*Material Agregat Lokal Pilihan Untuk Pembuatan Beton Mutu Tinggi*” menggunakan agregat lokal dari Pelaihari, Banjarmasin, dan Palangkaraya dengan komposisi beton berkekuatan 50 MPa membuahkan hasil yang memuaskan. Hasil uji tekan pada umur 28 hari mencapai 58,34 kg/cm².

Rusdianur dan Prasetya (2018) pada penelitiannya yang berjudul “*Kajian Pemanfaatan Agregat Lokal Kalimantan Timur Sebagai Material Konstruksi*” dengan memanfaatkan agregat lokal Kalimantan Timur, penggunaan agregat halus berasal dari Sei Mahakam, agregat kasar menggunakan batu gunung sempaja dan menggunakan air PDAM, campuran ini kemudian membuahkan hasil beton yang berkualitas hingga 25 MPa.

Selanjutnya penelitian yang berjudul “*Kuat Tekan Dengan Rasio Volume 1:2:3 Menggunakan Agregat di Kalimantan Timur (Senoni, Long Iram, Batu Besaung, Penajam, dan Sambera) Berdasarkan SNI 03-2834-2000*” (Fachriza Noor Abdi., 2019). Dalam penelitian tersebut menggunakan pasir Mahakam sebagai agregat halus sedangkan agregat kasar menggunakan batu dari 5 daerah di Kalimantan Timur yaitu Senoni, Long Iram, Batu Besaung, Penajam, dan Sambera. Beton yang dibuat dengan agregat Senoni, agregat Long Iram, dan agregat Batu Besaung mempunyai nilai kuat tekan masing-masing sebesar 25,19 MPa, 22,34 MPa, dan 21,14 MPa, lebih tinggi dari beton yang terbuat dari penajam dan sambera. Temuan ini menunjukkan kelayakan penggunaan agregat yang baik di daerah Senoni, Long Iram, dan Batu Besaung untuk menghasilkan beton mutu K-225.

Burhanuddin (2021) melakukan penelitian tentang “*Analisa Kandungan Sungai Mahakam Kota Samarinda Sebagai Air Pencampur Beton*”. Material

agregat kasar dan halus dari Palu digunakan pada penelitian ini. Nilai kuat tekan beton memakai air sungai mahakam tidak terjadi penurunan yang signifikan dengan beton pembanding yang menggunakan air PDAM. Diperoleh nilai kuat tekan 17,11 MPa. \

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Irfan Prasetya dan Wiku A. Krasna (2020) berjudul “*Kajian Pemanfaatan Agregat Lokal Kalimantan Selatan sebagai Material Perancangan Beton Normal*”. Pasir Awang Bangkal digunakan sebagai bahan agregat halus yang juga menggunakan batu split Katunun, batu split Martadah, dan batu split gunung Awang Bangkal sebagai agregat. penggunaan air menggunakan air sungai maluka dan awang bangkal provinsi Kalimantan Selatan. Nilai kuat tekan mendapatkan hasil di atas nilai yang ingin dicapai yaitu hingga 36,13 MPa.

2.2 Beton

Menurut SNI 09-2487-2002 beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar serta air, dengan memakai atau tanpa memakai bahan tambahan yang mengeraskan massa padat. Mudrock dan Brook, (1986), menjelaskan bahwasanya beton merupakan bahan bangunan dan bahan konstruksi yang sifatnya dapat dipahami terlebih dahulu secara lebih menyeluruh dengan mengadakan penelitian yang teliti dan melakukan analisis mendalam terhadap bahan yang akan digunakan.

2.2.1 Sifat – Sifat Beton

Kualitas bahan, fungsinya, dan pemeliharaannya, semua bergantung pada sifat-sifat beton. Kualitas beton dan waktu pengerasan dipengaruhi oleh sifat-sifat semen. Sementara kekuatan beton dipengaruhi oleh gradasi pada agregat kasar. Sedangkan gradasi agregat halus mempengaruhi proses pengerjaannya. Kemampuan beton untuk mengeras dan menjadi kuat tergantung pada jenis dan jumlah air yang digunakan (Murdock dan Brook, 2003). Agar bisa digunakan untuk tujuan yang dimaksudkan, beton harus memiliki kualitas tertentu. Ketika beton digunakan, kualitasnya sering terlihat secara relatif. Salah satunya ialah tahan lama (*durability*), yang mengacu pada memiliki sifat yang tahan terhadap korosi atau degradasi oleh keadaan lingkungan, dampak cuaca, pengaruh kimia, dan ketahanan terhadap erosi.

2.3 Material pembentuk beton

Berbagai bahan pembentuk berinteraksi secara mekanis dan kimia untuk menghasilkan beton (Nawy,1990). Agar dapat mengetahui karakteristik masing masing komponen diperlukan pengetahuan tentang perilaku keseluruhan dari bahan-bahan pemebentuk beton. Campuran agregat kasar dan halus dalam bahan pembuatan beton diikat bersama dengan semen dan air sehingga menghasilkan massa padat.

2.3.1 Semen Portland

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen mempunyai fungsi sebagai bahan pengikat, semen berupa bubuk halus dan mempunyai sifat kohesif dan adhesif. Untuk mengisi ruang udara yang berada di antara butiran agregat dan mengikatnya secara simultan menjadi massa padat ialah fungsi utama semen.

2.3.2 Agregat

Untuk membuat elemen padat tunggal, agregat merupakan butiran bahan alami yang ditambahkan pada campuran mortar atau beton sebagai pengisi. Faktor penentu utama beton dalam hal besarnya ialah agregatnya. Hingga 70-75 persen dari total volume beton yang berisi agregat. Jenis batuan yang digunakan mempengaruhi kekuatan agregat. Agregat harus dinilai agar seluruh massa beton mempunyai fungsi sebagai objek yang homogen, lengkap, dan padat. Agregat perlu bergradasi, menggunakan butiran agregat yang lebih kecil untuk mengisi celah yang ditinggalkan oleh butir agregat yang lebih besar (Nawy,1990). Agregat terdiri dari dua macam yakni:

A. Agregat Halus

Berlandaskan SNI 03-6820-2002, agregat yang mempunyai butir maksimum 5,0 mm atau lolos saringan no.4 – 200 adalah agregat halus. Peranan agregat halus ialah sebagai bahan pengisi yang membentuk mortar untuk mengikat agregat kasar. Jika agregat halus mengandung lebih dari 5% lumpur, maka perlu dicuci terlebih dahulu. Terdapat 4 zona yang diketahui dari uji gradasi, zona tersebut untuk menentukan ukuran agregat halus (pasir). Zona uji gradasi ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Halus, SNI 03-2834-2000

Presentase Lolos				
Lubang Ayakan (mm)	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 - 100	90 - 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 - 100	85 - 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 - 90	75 - 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 - 59	60 - 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 - 10	0 - 15

Sumber : SNI 03-2843-2000

Keterangan:

Daerah I : Pasir kasar, Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus, Daerah IV : Pasir halus

B. Agregat Kasar

Butiran batu pecah dengan ukuran kurang dari 5 mm disebut sebagai agregat kasar (*coarse aggregate*). Kerikil dari disintegrasi batuan alami ialah nama lain dari agregat kasar. Berbutir keras, bersifat kekal, dan tidak mengandung lebih dari 1% lumpur, puing-puing organik, atau zat yang reaktif terhadap alkali adalah persyaratan untuk agregat kasar. Gradasi agregat yang baik diperlukan untuk membuat beton terbaik, dengan ukuran partikel dibagi menjadi tiga kelompok. Batas gradasi yang ditampilkan pada Tabel 2.2 digunakan untuk mengidentifikasi kelompok gradasi agregat kasar.

Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Kasar, SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95 – 100	100	-
19	35 – 70	95 – 100	100
9,6	10 – 40	30 – 60	10 – 85
4,8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

Sumber : SNI 03-2843-2000

2.3.3 Air

Dalam proses pembuatan beton, air memiliki peranan penting. Pasta pengikat agregat dibuat dengan menggabungkan dan mengaduk agregat dengan semen, serta bertindak sebagai pemicu hidrasi merupakan fungsi dari air. Air yang mengandung minyak, asam alkali, garam, atau zat lain yang dapat membahayakan beton atau tulangan tidak boleh diterapkan pada campuran beton (SNI 03-2847-2002). Penggunaan air harus mematuhi pedoman yang ditetapkan dan tidak mengandung lumpur.

2.3.4 Tawas

Penelitian sebelumnya Abinhot sitohang (2007), menunjukkan bahwa tawas dapat mempercepat reaksi hidrasi semen, hal ini dikarenakan kandungan Al_2O_3 pada tawas. Masyarakat umum akrab dengan senyawa tawas yang digunakan untuk memurnikan air. Kemampuan tawas dalam air untuk menghubungkan koloid yang melayang menjadi massa yang substansial memudahkan sebagian besar untuk mengendap. Pada penelitian ini tawas digunakan sebagai bahan campur air untuk beton.

2.4 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material dilakukan guna memeriksa kelayakan agregat yang akan digunakan untuk memproduksi beton benar-benar dapat digunakan dan apakah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Tahapan-tahapan pemeriksaan material dilakukan sesuai ketentuan Standar Nasional Indonesia.

2.4.1 Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pemeriksaan berat jenis dilaksanakan guna melihat apakah nilai serapan agregat dan nilai berat jenis sesuai dengan standar spesifikasi SNI. Prosedur SNI 03-1968-1990 digunakan untuk memeriksa berat jenis agregat kasar ialah :

- a. Sampel benda uji direndam dengan air bersih \pm 16 jam, lalu benda uji ditiriskan.
- b. Kemudian keringkan benda uji dengan kain hingga benda uji dalam keadaan kering permukaan, timbang berat benda uji.
- c. Kemudian meletakkan timbangan digital diatas alat pengujian lalu atur ke angka 0.
- d. Letakkan ember yang telah terisi air dibawah alat pengujian.

- e. Kaitkan keranjang yang ada pada alat pengujian ke bawah timbangan digital.
- f. Masukkan benda uji ke dalam keranjang dalam keadaan keranjang tergantung, catat berat keranjang beserta benda uji.
- g. Kemudian tarik tuas alat pengujian sampai keranjang yang berisi benda uji tenggelam sepenuhnya.
- h. Catat berat yang dihasilkan dari keranjang berisi benda uji yang tenggelam di air.
- i. Lakukan percobaan sebanyak 2 kali kemudian dapat hasil rata-rata.
- j. Rumus berikut ialah penghitungan berat jenis dan serapan air agregat kasar:

- Berat jenis kering

$$\frac{B_k}{(B_j - B_a)} \quad (2.1)$$

- Berat jenis kering permukaan

$$\frac{B_j}{(B_j - B_a)} \quad (2.3)$$

- Berat jenis semu (*apparent*)

$$\frac{B_k}{(B_k - B_a)} \quad (2.4)$$

- Penyerapan (*absorption*)

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana : B_j = Berat SSD

B_a = Berat dalam air

B_k = Berat benda uji kering oven

2.4.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

Pemeriksaan dilaksanakan sesuai ketentuan SNI 03-1968-1990, pemeriksaan dilakukan guna mengetahui gradasi pada agregat kasar yang akan digunakan. Pemeriksaan dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- a. Mempersiapkan alat-alat pengujian serta sampel benda uji ke dalam wadah.
- b. Agregat yang akan diuji, dicuci terlebih dahulu sampai air cucian agregat jernih.

- c. Benda uji dikeringkan dengan oven dengan suhu (110 ± 5) °C selama 24 jam. Setelah dikeringkan selama 24 jam benda uji dikeluarkan dari oven, lalu timbang dan lakukan pencatatan benda uji.
- d. Kemudian susun saringan mulai dari saringan paling besar dengan susunan dari atas ke bawah, dengan urutan ukuran saringan 76.0, 38.1, 19.0, 9.5, 4.75 mm.
- e. Selanjutnya seperangkat saringan diletakkan pada perangkat *vibrator filter* atau (*Sieve Shaker*) kemudian dilengkapi dengan satu set saringan selanjutnya letakkan sampel agregat pada saringan yang telah siap. Kunci saringan, kemudian nyalakan mesin penggetar saringan.
- f. Masukkan agregat yang tertahan tiap saringan melalui timbangan dan catat beratnya.

2.4.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Sesuai pedoman dalam SNI 03-4142-1996, pemeriksaan tingkat lumpur dilakukan guna memastikan jumlah lumpur yang ada dalam agregat kasar. Pemeriksaan dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut:

- a. Siapkan sebuah wadah digunakan untuk menampung benda uji, lalu dikeringkan pada oven selama 24 jam sebelum ditimbang (W_1).
- b. Objek uji yang telah ditimbang dan dibersihkan dengan air, kemudian oven digunakan untuk mengeringkan benda uji lalu benda uji diukur (W_2).

Perhitungan kadar lumpur sebagai berikut :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} 100\% \quad (2.6)$$

Dimana : W_1 = Berat benda uji sebelum cuci

W_2 = Berat benda uji sesudah cuci

2.4.4 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Sesuai pedoman dalam SNI 03-2417-1991, pemeriksaan ketahanan aus pada agregat kasar dilaksanakan seperti di bawah ini:

- a. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang telah ditimbang, kemudian mencuci agregat dan di oven selama 24 jam.
- b. Memasukkan objek uji kedalam mesin *Los Angeles* dengan penggunaan bola baja sejumlah 11 buah.
- c. Menyalakan mesin dan set untuk 500 kali putaran.

- d. Setelah putaran selesai, sampel dikeluarkan dari mesin *Los Angeles* kemudian melakukan penyaringan benda uji menggunakan saringan No.12.
- e. Agregat uji yang tertahan pada saringan dilakukan pencucian, selanjutnya dikeringkan dalam oven, dan kemudian ditimbang.
- f. Perhitungan uji keausan agregat :

$$\text{Nilai keausan } Los Angeles = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (2.7)$$

Dimana : W1 = Berat sampel semula (gram)

W2 = Berat sampel tertahan (gram)

2.4.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan nilai berat jenis dilaksanakan sesuai dengan ketentuan SNI 03-1968-1990. Dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- a. Timbang benda uji untuk menentukan beratnya, kemudian keringkan pada oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sampai berat benda uji tetap konstan.
- b. Objek uji kemudian dibiarkan berdiri pada suhu kamar dan terendam air selama sekitar 24 jam. Setelah proses perendaman selesai, air rendaman dikeringkan, mencegah hilangnya butiran apa pun. Selain itu, agregat dikeringkan di udara.
- c. Setelah permukaan kering, objek uji ditempatkan di dalam piknometer dan diisi dengan air suling sampai mengisi 90% ruang di dalamnya. Setelah itu, piknometer diguncang sampai tidak ada gelembung udara yang tersisa.
- d. Piknometer terendam air yang biasanya bersuhu 25°C .
- e. Objek uji kemudian ditempatkan di dalam piknometer, dan air ditimbang dengan akurasi 0,1 gram.
- f. Piknometer berisi air jenuh ditimbang dan diukur.
- g. Perhitungan :

- Berat jenis kering

$$\frac{A}{(B + S - C)} \quad (2.8)$$

- Berat jenis kering permukaan

$$\frac{S}{(B + S - C)} \quad (2.9)$$

- Berat jenis semu (*Apparrent*)

$$\frac{A}{(B + A - C)} \quad (2.10)$$

- Penyerapan

$$\frac{(S - A)}{A} \times 100\% \quad (2.11)$$

- Dimana : A = Berat sampel kering oven (gram)

B = Berat piknometer yang berisi air (gram)

C = Berat piknometer + benda uji + air (gram)

S = Berat benda uji pada kondisi SSD (gram)

2.4.6 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Pemeriksaan dilaksanakan sesuai dengan ketentuan SNI 03-1968-1990, pemeriksaan dilakukan guna mengetahui agregat halus pada penelitian ini apakah masuk kedalam batas zona yang telah ditetapkan. Pemeriksaan pada percobaan analisis saringan agregat halus dengan langkah-langkah berikut :

- a. Masukkan pasir kedalam wadah.
- b. Cuci dahulu agregat uji di bawah air mengalir untuk menyiapkannya. Cuci agregat uji sampai air cucian jernih.
- c. Keringkan benda uji pada oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
- d. Agregat uji harus dikeluarkan dari oven setelah 24 jam, ditimbang, dan berat total objek uji harus diperhatikan.
- e. Memasukkan benda uji kedalam saringan dengan menggunakan sendok material.
- f. Kemudian susun saringan mulai dari saringan paling besar dengan susunan dari atas ke bawah, dengan urutan ukuran saringan 9.52, 4.75, 2.36, 1.18 , 0.6, 0.3, 0.15 mm.
- g. Selanjutnya mengayak benda uji memakai mesin penggetar (*Shieve Shaker*).
- h. Setiap agregat saringan yang dipertahankan harus ditimbang dan dicatat.

2.4.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Sesuai pedoman dalam SNI 03-4142-1996, pemeriksaan dilakukan guna mengevaluasi jumlah lumpur yang ada dalam agregat halus, pemeriksaan dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- a. Sediakan objek uji agregat halus kondisi kering , kemudian masukkan benda uji kedalam oven pengering.
- b. Kemudian tambahkan air pada pasir secukupnya, selanjutnya saring objek uji kedalam ayakan no. 200. Cuci benda uji sampai air cucian benda uji tampak jernih.
- c. Gunakan semua benda uji yang tertahan saringan no. 200 kemudian keringkan objek uji kedalam oven selama ± 24 jam.
- d. Selanjutnya dinginkan benda uji.
- e. Kemudian timbang berat benda uji yang sudah didinginkan.
- f. Perhitungan kadar lumpur pasir :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} 100\% \quad (2.12)$$

Dimana : W_1 = Berat benda uji sebelum cuci

W_2 = Berat benda uji sesudah cuci

2.5 Mix Design Beton

Menetapkan rasio atau proporsi komponen pembentuk beton adalah tujuan dari desain campuran beton (*mix design*). Perencanaan campuran beton diterapkan guna menetapkan rasio pencampuran komponen yang dipakai pada pembentukan beton. SNI 03-2834-2000 adalah acuan yang digunakan untuk merencanakan campuran beton pada penelitian ini.

2.6 Perawatan beton

Proses perawatan beton harus dimulai segera setelah campuran beton ditempatkan ke dalam cetakan silinder dan berlanjut sampai beton dipastikan telah mengeras dan menjadi kokoh. Perawatan beton, sering dikenal sebagai curing, ialah proses mengawetkan beton dalam keadaan lembab atau basah selama beberapa hari untuk mencegah penyusutan dan penguapan dini. Agar beton dapat mengembangkan kekuatannya dengan tepat, serta agar strukturnya kencang, tahan lama, tahan aus, dan memiliki stabilitas dimensi tinggi, pemeliharaan beton dilakukan (Mulyono, T., 2003). Langkah-langkah pelaksanaan perawatan beton dilaksanakan sesuai SNI 03-4810-1998, sebagai berikut :

- a. Menyiapkan bahan dan peralatan perendaman benda uji yaitu bak perendam dan air bersih.

- b. Setelah benda uji kering, benda uji dikeluarkan dari cetakan untuk dilakukan perendaman.
- c. Kemudian memasukan benda uji kedalam bak perendaman, pastikan semua benda uji terendam lalu tutup permukaan bak perendam dengan papan penutup.
- d. Setelah diangkat dari bak perendaman, benda uji dikeringkan dijemur dibawah matahari.
- e. Setelah benda uji dipastikan kering, dilakukan Tes uji kuat tekan beton dengan alat *Machine Compression Testing*.

2.7 Pengujian Kuat tekan Beton

Pengujian kuat tekan adalah keadaan dimana jumlah beban per satuan luas yang ketika diterapkan pada objek uji beton dengan gaya tekan tertentu yang kemudian menyebabkan objek uji mengalami kehancuran. Kekuatan tekan suatu material didefinisikan sebagai beban per satuan luas di mana benda uji beton akan hancur di bawah gaya tekan tertentu. Kekuatan tekan dihitung menggunakan satuan MPa (N/mm^2) berdasarkan pembebanan unaksial benda uji beton dengan silinder yang memiliki diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Gambar ilustrasi pengujian kuat tekan disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pengujian Kuat Tekan

Langkah–langkah Pengujian kuat tekan sesuai dengan ketentuan SNI 1974:(2011)

- a. Menempatkan objek uji pada perangkat (mesin tekan).
- b. Tekan aktivasi mesin dengan augmentasi beban yang sedang berlangsung.
- c. Catat beban terbesar yang terjadi setelah item uji diperiksa.
- d. Perhitungan kuat tekan beton dengan rumus :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.13)$$

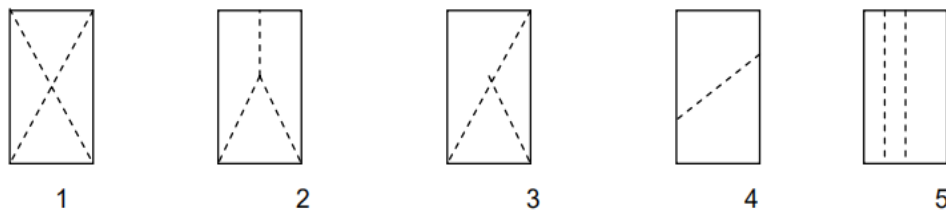
Dimana: f'_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.8 Tipe Kehancuran Beton Silinder

Pada benda uji beton silinder, ada lima jenis bentuk penghancuran (SNI, 1974:2011). Gambar 2.2 mengilustrasikan jenis penghancuran berbentuk silinder beton.



Gambar 2.2 Tipe Kehancuran Beton Silinder

Dimana :

- 1) Tipe kehancuran dengan bentuk kerucut (*cone*).
- 2) Tipe kehancuran dengan bentuk kerucut dan belah (*cone and split*).
- 3) Tipe kehancuran dengan bentuk geser kerucut (*cone and shear*).
- 4) Tipe kehancuran dengan bentuk geser (*shear*).
- 5) Tipe kehancuran dengan bentuk sejajar sumbu tegak (*kolumnar*).