

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut SNI 03-2847-2002, beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton adalah campuran yang terdiri dari pasir, kerikil atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan mencapai kekuatan rencana f_c' pada usia maksimal 28 hari.

Campuran beton jika dituang dalam cetakan dan dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi disebabkan adanya peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, dan hal ini terjadi selama waktu yang panjang dan mengakibatkan campuran selalu bertambah keras setara dengan umurnya.

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut :

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat,
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan yang disebabkan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.
3. Mempunyai kuat tekan yang tinggi.
4. *Workability* atau pengerjaan mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan.

Meskipun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan sebagai berikut :

1. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan kotoran yang membawa kandungan garam yang dapat merusak beton.
2. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak.
3. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah jika sudah mengeras.
4. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

2.1.2 Klasifikasi Beton

Jika ingin membuat beton dengan mutu baik harus memenuhi persyaratan yang ditentukan. Klasifikasi beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat volume beton, material pembentuknya dan kegunaan dari struktur. Klasifikasi beton dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Beton berat

Beton berat merupakan beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari jenis beton normal atau lebih 2500 kg/m³. Beton ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan benturan, menahan radiasi.

b. Beton normal

Beton normal merupakan beton yang memiliki berat isi 2200 sampai 2500 kg/m³. Beton dengan klasifikasi normal biasanya digunakan untuk pasangan dinding dikarenakan mampu mengurangi beban mati dan sifat penghantar panas pada struktur beton.

c. Beton ringan

Menurut SNI 03-3449-2002 beton ringan merupakan yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan. Beton ini memiliki berat isi 1000 sampai 2000 kg/m³

2.2 Sifat - Sifat Beton

2.2.1 Ketahanan (*Durability*)

Kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Sifat ketahanan beton dapat dibedakan dalam beberapa hal antara lain sebagai berikut:

a. Tahan terhadap pengaruh cuaca

Ketahanan terhadap pengaruh cuaca adalah penting, beton harus tahan terhadap kerusakan-kerusakan yang mungkin akan timbul karena pengembangan dan penyusutan akibat perbedaan temperatur. Untuk mencegah pengaruh kerusakan akibat pengaruh cuaca, maka perlu diperhatikan bahwa beton harus dibuat kedap air dan mempunyai perubahan perbedaan volume kecil, dengan menggunakan 7embali-langkah sebagai berikut:

- Pemilihan agregat yang tepat dan baik
- Perawatan yang sempurna (*curing*)

- Homoginitas campuran beton harus dijaga
- Penggunaan faktor air semen yang rendah
- Penggunaan air seminimal mungkin

b. Tahan terhadap zat kimia

Ketahanan terhadap pengaruh bahan kimia yang meliputi bahan kimia dan lingkungan perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.

c. Tahan terhadap erosi.

2.2.2 Kemudahan (*Workability*)

Ukuran tingkat kemudahan beton segar untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan serta tidak terjadi pemisahan. Sifat ini dipengaruhi oleh perbandingan bahan-bahan dan sifat dari bahan pembentuk beton secara bersama. Menurut Newman dapat didefinisikan dengan 3 sifat :

- Kompaktibilitas : kemudahan beton dipadatkan dan udara dikeluarkan
- Mobilitas : kemudahan beton mengisi acuan dan membungkus tulangan
- Stabilitas : kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan dipadatkan/digetarkan tanpa terjadi segregasi

Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* sebagai berikut:

- Jumlah air yang dipakai dalam campuran beton
- Penambahan semen juga meningkatkan kemudahan pengerjaan, karena pasti diikuti dengan penambahan air agar nilai faktor air semen tetap
- Gradasi campuran pasir dan kerikil

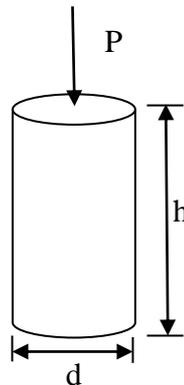
2.3 Karakteristik Beton

2.3.1 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima atau menahan gaya tekan yang besar. Nilai kuat tekan beton semakin meningkat sejalan dengan peningkatan umurnya. Beton memiliki kekuatan maksimum pada usia 28 hari. Semakin tinggi kekuatan struktur yang diinginkan, maka semakin tinggi juga mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Nilai kuat tekan beton ini diperoleh dari pengujian dengan benda uji berbentuk silinder yang umum digunakan. Dimensi standar benda uji yaitu dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Kuat tekan masing-masing sampel ditentukan oleh tegangan tekan ($f'c$) tertinggi yang dicapai sampel berumur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.

Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 03-1974-1990, dengan posisi benda uji silinder dan pemberian beban seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

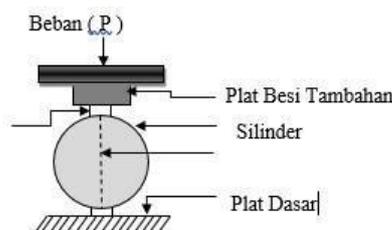
$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- $f'c$ = kuat tekan (Mpa)
- P = beban tekan (N)
- A = luas penampang benda uji (mm²)

2.3.2 Kuat Tarik Belah

Menurut SNI 03-2491-2002, kuat tarik belah benda uji beton berbentuk silinder merupakan nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi kuat geser beton.



Gambar 2.2 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi L D} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- f_t = kuat tarik belah beton (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- L = Panjang silinder (mm)
- d = diameter silinder beton (mm)

2.4 Material Penyusun Beton

2.4.1 Agregat

Agregat merupakan suatu bahan yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen (SNI 03-2847-2002). Agregat sebagai partikel mineral alami yang dapat digunakan untuk pengisi pada campuran beton.

Agregat menyumbang 70-75% dari total volume beton, sehingga mutu agregat akan mempengaruhi kualitas beton. Agregat menurut asalnya dibagi menjadi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah. Dalam hal ini, agregat yang digunakan yaitu agregat alami berupa kerikil, pasir kasar dan pasir halus. Dalam campuran beton, agregat adalah bahan penguat (*stranger*) dan pengisi (*filler*) serta menempati 60-75% dari volume total beton.

2.4.1.1 Agregat Halus

Agregat halus merupakan butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan berasal dari sungai dan gunung. Agregat halus berfungsi untuk mencegah retak dan penyusutan, serta agar adonan berpori-pori sehingga gelembung udara dalam campuran bisa keluar. Menurut SNI 03-2384-2000 gradasi agregat halus diuraikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat yang Lolos Saringan (%)			
	Gradasi Zone I	Gradasi Zone II	Gradasi Zone III	Gradasi Zone IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber: SNI 03-2384-2000)

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat halus memenuhi syarat jika :

1. Agregat halus harus terdiri butiran yang tajam dan keras. Butiran agregat halus harus bersifat kekal yang artinya tidak pecah dan hancur oleh pengaruh cuaca.
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering. Yang diartikan dengan lumpur yaitu bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik yang terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan Abrams-Harder dengan larutan NaOH. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan ini juga dapat dipakai asal kekuatan tekan adukan agregat umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama, tetapi dicuci dengan larutan NaOH 3% yang kemudian dicuci bersih dengan air pada umur yang sama.
4. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan jika diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat
 - Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat
 - Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% sampai 95% berat

2.4.1.2 Agregat Kasar

Agregat kasar (*coarse aggregate*) atau yang biasa disebut kerikil merupakan hasil desintegrasi dari batuan alami berupa batu pecah. Agregat kasar menjadi komponen beton

yang berperan penting. Sama seperti agregat halus, agregat kasar berdasarkan asalnya dibagi menjadi dua yaitu agregat alami dan agregat buatan.

Menurut PBI 71 agregat kasar (*coarse aggregate*) memenuhi syarat jika :

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat kasar harus dicuci
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang bersifat alkali
4. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang besarnya beraneka ragam dan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
 - Sisa di atas ayakan 31,5 mm, beratnya harus 0%
 - Sisa di atas ayakan 4 mm, berkisar 90% sampai 98% berat
 - Selisih antara sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan maksimum 60% dan minimal 10% berat
 - Besar butiran agregat maksimal tidak boleh lebih dari seperlima jarak yang terkecil antara bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal plat atau tigaperempat dari jarak bersih minimal di antara batang tulangan.

2.4.2 Semen

Semen merupakan bahan perekat yang memiliki sifat mengikat bahan yang padat menjadi satu kesatuan yang kuat. Semen dibedakan menjadi 2 jenis yaitu semen non hidrolik dan semen hidrolik. Fungsi utama semen adalah mengikat material seperti kerikil, pasir, batu bata satu sehingga menghasilkan beton yang kuat dan kokoh. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya 10%. Bahan baku dalam pembuatan semen terdiri atas :

1. Silika (SiO_2)
2. Kapur (CaO)
3. Alumunium (Al_2O_3)
4. Fe_2O_3

Semen Portland adalah salah satu semen yang umum digunakan. Semen Portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan terak semen, terdiri dari senyawa kimia kalsium silikat yang bersifat hidrolis (SNI 15-2049-2004). Semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Tipe I

Semen dengan jenis ini (*normal Portland cement*) yang digunakan untuk konstruksi beton, tidak memerlukan sifat khusus

2. Tipe II

Semen ini umum dengan perubahan (*modified portland cement*). Jenis semen ini memiliki panas hidrasi lebih rendah dan panasnya lebih lambat dari semen tipe I. Semen tipe ini digunakan untuk pencegahan pada serangan sulfat dari lingkungan terhadap bangunan beton.

3. Tipe III

Semen dengan waktu pengerasan yang cepat (*high early strength Portland cement*). Semen jenis ini digunakan untuk struktur bangunan yang bekistingnya harus segera dibuka dan yang akan dipakai kembali.

4. Tipe IV

Jenis semen ini dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi yang rendah. Semen ini diminimalkan pada saat pengerasan agar tidak terjadi keretakan.

5. Tipe V

Semen dengan jenis tipe ini digunakan untuk konstruksi bangunan yang membutuhkan daya tahan tinggi terhadap kandungan asam sulfat lebih dari 0,20%.

2.4.3 Air

Air adalah bahan dasar dalam pembuatan beton yang paling murah dan paling penting. Air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan dalam mencampurkan bahan-bahan beton.

Pada pembuatan beton, air dan semen bereaksi dan akan menjadi pasta sebagai pengikat pada agregat. Unsur air memiliki peran penting terhadap kuat tekan beton, jika kelebihan air menyebabkan penurunan pada kuat tekan beton.

Unsur air yang digunakan dalam pembuatan beton, harus memenuhi syarat pada SNI 03-6861.1-2002 :

1. Air harus bersih, tidak terdapat kandungan lumpur, minyak maupun benda lainnya.
2. Tidak mengandung benda yang mengandung partikel padat lebih tidak larut lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak terdapat kandungan garam yang dapat larut, merusak beton seperti asam-asam dan zat organik lebih dari 15 gram/liter.

4. Kandungan Cl (Klorida) < 0,50 gram/liter serta senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃
5. Dibandingkan dengan kekuatan tekan pada adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton tidak lebih dari 10%.

2.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan hasil pembakaran dari limbah sekam padi. Secara tradisional, abu sekam ini biasanya digunakan sebagai bahan pencuci alat-alat dapur dan bahan bakar dalam pembuatan batu bata. Abu sekam padi adalah material tambahan yang bersifat pozzolan. Proses menghasilkan abu sekam padi dengan pembakaran pertama dengan suhu 300°C selama 1 jam untuk mendapatkan arang sekam padi. Arang sekam padi kemudian didinginkan selama 24 jam, setelah itu dibakar pada suhu 300°C selama 2 sampai 3 jam. Setelah menjadi abu sekam, kemudian ditumbuk hingga halus bisa dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Abu Sekam Padi

2.6 Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Cangkang kerang darah merupakan hasil limbah dari para pengepul kerang yang hanya memanfaatkan daging kerangnya saja. Cangkang kerang darah belum dimanfaatkan secara maksimal. Masyarakat sekitar Desa Tambak Cemandi, Sedati-Sidoarjo, hanya mengambil dagingnya saja kemudian cangkang kerangnya dibuang. Pengolahan cangkang kerang untuk penelitian ini dengan melewati proses awal dengan membersihkan cangkang kerang terlebih dahulu hingga bersih. Lalu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Kemudian digiling dengan menggunakan mesin hingga menghasilkan tekstur seperti semen. Cangkang kerang yang sudah digiling hingga halus lolos ayakan nomor 200 kemudian dihaluskan lagi dengan cara ditumbuk, bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang mengandung komposisi kimia seperti yang terkandung dalam bahan semen Portland. Kandungan senyawa kimia pada semen, abu sekam padi dan cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Kimia Semen, Abu Sekam Padi dan Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

No	Senyawa Kimia	Semen	Abu Sekam Padi	Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>)
1	Silika (SiO ₂)	19,23%	94,89%	4,3%
2	Alumina (Al ₂ O ₃)	5,40%	0,41%	8,76%
3	Besi (Fe ₂ O ₃)	3,37%	0,46%	0,766%
4	Kapur (CaO)	64,60%	1,73%	97,7%

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Sarah, Siti Mai (2016) berjudul *Pemanfaatan Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Beton*, menggunakan variasi persentase 0%, 5%, 10%, 20% dari jumlah berat semen dengan perbandingan abu sekam dan serbuk cangkang kerang 30:70. Hasil nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada persentase 10% sebesar 24,93 MPa dan kuat tekan terendah pada persentase 20% sebesar 15,89 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar abu sekam padi dan serbuk cangkang kerang akan semakin memperkecil kuat tekan yang dihasilkan dikarenakan pada campuran abu sekam padi dan

serbuk cangkang kerang tidak dapat menutupi kandungan silika dan kapur yang berkurang pada semen.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hendramawat Aski Safarizki, Marwahyudi dan Wahyu Aji Pamungkas (2021) berjudul *Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal* menggunakan persentase abu sekam padi 8%, 9%, 10%, 11% dan 12% dari berat semen. Benda uji digunakan silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dan dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari. Hasil dari pengujian didapatkan nilai pada variasi abu sekam padi 8% yakni 14,78 MPa, variasi 9% yakni 22,84 MPa, variasi 10% yakni 25,70% dan variasi 11% yakni 21,98 MPa, variasi 12% sebesar 19,06 MPa, dan beton normal (tanpa abu sekam) menghasilkan kuat tekan 22,39 MPa. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu sekam padi dapat mengurangi jumlah kadar semen pada campuran beton untuk mencapai kuat tekan yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Ningsih Wahyu (2021) berjudul *Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Campuran Beton* menggunakan persentase limbah kulit kerang darah 0%, 1%, 3%, 5% dan 7% terhadap berat semen. Benda uji dalam bentuk silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Hasil dari pengujian kuat tekan dengan umur beton 28 hari mengalami kenaikan berturut-turut yaitu 28,309 MPa, 29,818 MPa, 28,780 MPa, 30,290 MPa dan 32,366 MPa. Begitu juga nilai kuat tarik belah belah mengalami kenaikan berturut-turut yaitu 2,595 MPa, 2,925 MPa, 3,067 MPa dan 3,539 MPa dan mengalami penurunan pada varian 7% yaitu 3,397 MPa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat dikatakan efektif karena nilainya selalu meningkat pada tiap varian.

2.8 Kerangka Berpikir Penelitian

Menurut SNI 03-2847-2002, beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan. Semen merupakan bahan perekat yang memiliki sifat mengikat bahan yang padat menjadi satu kesatuan yang kuat.

Abu sekam padi merupakan hasil pembakaran dari limbah sekam padi bersifat pozzolan dengan kandungan senyawa kimia terbesar yaitu silika (SiO_2) 96,34% yang berfungsi sebagai *filler*. Cangkang kerang darah yang digunakan pada penelitian merupakan limbah hasil dari para pengepulis yang hanya memanfaatkan kerangnya saja.

Cangkang kerang mengandung komposisi kimia terbesar yaitu kapur (CaO) sebesar 97,7% berfungsi sebagai pengikat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hendramawat Aski Safarizki, Marwahyudi dan Wahyu Aji Pamungkas (2021) diperoleh hasil bahwa abu sekam padi dapat mengurangi jumlah kadar semen pada campuran beton untuk mencapai kuat tekan yang tinggi. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ningsih Wahyu (2021) dapat disimpulkan bahwa cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) efektif karena nilainya selalu meningkat pada tiap varian.

Berdasarkan uraian di atas maka kerangka berpikir melakukan penelitian yaitu menggunakan abu sekam padi dan cangkang kerang sebagai campuran sebagian semen untuk produksi beton, dengan pengujian yang dilakukan uji kuat tekan dan kuat tarik belah. Hipotesa dirumuskan bahwa beton menggunakan abu sekam padi dan cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) akan mampu menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal.