

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Beton

Beton merupakan komposisi campuran material komposit yang terbentuk dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air, ada atau tanpa campuran zat adiktif dan sudah mengeras. Menurut (Ir. I gede Putu Joni, MT, 2017), Beton memiliki sifat antara lain *workability*, *segregation*, *bleeding*, *modulus elastisitas*, *shrinkage*, *durability* dan *strength* yakni:

1. Keleccakan (*Workability*)

Workability merupakan sifat yang dimiliki oleh bahan campuran beton yang berfungsi memudahkan pencampuran, pengangkutan, pengecoran, pemadatan, dan finishing, Atau dapat diartikan *workability* merupakan kemudahan beton untuk dikerjakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan beton.

2. Pemisahan agregat kasar (*Segregation*)

Merupakan peristiwa dimana butiran semen menurun pada campuran beton segar atau terpisah dari campuran karena metode penuangan dan pemadatan yang tidak tepat.

- a. Gradasi pada butiran agregat tidak baik.
- b. Kurangnya proporsi campuran semen.
- c. Proporsi pencampuran air yang berlebihan.

3. *Bleeding*

Merupakan suatu sifat beton, yaitu sebuah fenomena di mana air dipisahkan / dikeluarkan dari campuran beton segar yang baru dikompresi. Air yang naik ke permukaan beton membentuk saluran yang naik cukup cepat untuk membawa semen dan pasir halus.

Faktor yang menyebabkan bleeding antara lain:

- a. Gradasi pada butiran agregat tidak baik.
- b. Proporsi pencampuran air yang berlebihan.

4. *Modulus Elastisitas*

Modulus elastisitas beton adalah rasio antara *compressive* dan regangan pada beton, yang umumnya ditentukan oleh kekuatan beton yang berkisar antara 25-50%. Modulus elastisitas pada beton merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan beton yang biasanya ditentukan pada 25-50 % dari kekuatan beton.

5. Susut (*Shrinkage*)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

Susut pada beton dapat dibagi menjadi dua antara lain:

a. Susut pengeringan

Terbentuk pada saat beton sudah mencapai *setting time*.

b. Susut plastis

Terbentuk pada saat beton segar dituangkan dalam cetakan beton.

6. Keawetan (*Durability*)

Keawetan pada beton adalah kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan sampai waktu yang direncanakan tanpa adanya perubahan fisik. Pada keawetan perlu diperhatikan dalam pembatasan nilai rasio air dan semen, berat semen dan penyesuaian air terhadap lingkungan.

7. Kekuatan Beton (*Strength*)

Kekuatan beton merupakan kemampuan yang dimiliki saat diberi gaya tekan per satuan luas yang menyebabkan beton hancur apabila beban sudah mencapai beban maksimum, umumnya kekuatan beton diwakilkan menggunakan pengujian kuat tekan beton. Adapun hal yang dapat mengurangi kekuatan beton antara lain:

a. Rasio air dan semen.

b. Densitas.

c. Umur beton.

d. Proporsi campuran dan

e. Sifat agregat.

Adapun kelebihan maupun kekurangan yang dimiliki beton apabila dilakukan perbandingan dengan bahan penyusun bangunan lain, yaitu (Hakas Prayuda dan As'at Pujiyanto, 2013):

Kelebihan beton:

1. Beton segar dengan mudah dapat diangkut atau dituangkan ke bentuk serta ukuran yang diinginkan. Bahan cetakan juga dapat digunakan kembali, menjadikannya murah secara ekonomis.
2. Harga relatif murah, sebab tersedianya bahan bangunan yang digunakan berada dekat dengan lokasi konstruksi, kecuali semen *Portland* merupakan di daerah tertentu yang pasir atau kerikilnya acapkali sulit didapat, harga beton bisa jadi cukup mahal.
3. Kualitas kuat tekan yang cukup tinggi, apabila digabungkan pada baja tulangan dengan kuat tarik yang lebih tinggi maka lebih efisien bila digunakan untuk struktur yang berat. Berikut adalah kelebihan maupun kekurangan penggunaan beton pada konstruksi, yaitu:
4. Beton bertulang sering digunakan sebagai pondasi, kolom, balok, dinding, jalan, lapangan terbang, gedung, waduk, pelabuhan, bendungan, dan jembatan. Dapat dikatakan bahwa beton dan baja memiliki koefisien muai yang hampir sama.

Beton juga memiliki kelemahan yaitu:

1. Jika beton mengalami perubahan suhu yang signifikan, maka beton akan mengalami susut dan mengembang.
2. Beton sukar untuk benar-benar kedap air, oleh sebab itu air akan selalu meresap, dan air asin akan merusak beton.
3. Beton memiliki kekuatan tarik yang rendah dan rawan retak, itulah sebabnya batang baja sering digunakan.

Bahan tambah yang di campur pada adukan beton harus memiliki peranan penting yang mencakup percepatan perkerasan beton, memperlambat waktu ikat semen, penambahan adukan encer, pengurangan keretakan pada beton, mengurangi sifat daktilitas, meminimalisir suhu panas saat hidrasi dan menambah keawetan maupun kekedepannya (Rahamudin et al., 2016).

Beton normal merupakan beton dengan ukuran berat isi antara 2200-2500 kg/m³. (SNI 7656:2012).

Mengganti material beton dengan limbah mensyaratkan beton tetap berkualitas tinggi dan menghasilkan beton basah yang mudah digunakan, yang diharapkan dapat mendukung pada segi ekonomi yang relatif murah dan berkualitas tinggi. Secara umum komposisi kandungan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Unsur-Unsur Pada Beton

Bahan Penyusun	Komposisi (%)
Batu split + Pasir	60% - 80%
Semen	7% - 15%
Udara	1% - 8%
Air	14% - 21%

Sumber: Buku Catatan Kuliah Teknologi Bahan, ITB

2.2. Beton Serat

Beton berserat merupakan material komposit dengan bahan penyusun semen, air, agregat halus, agregat kasar dan ditambahkan dengan material serat dalam proporsi tertentu.” Beton serat dapat menahan kuat tekan dan mampu menahan tegangan tarik. Penambahan serat baja pada campuran beton akan mengurangi kemampuan kerja dan mempersulit pemisahan. Beton serat dengan kandungan bahan berserat dapat meningkatkan integritas strukturnya. Beton serat berisi serat diskrit pendek yang didistribusikan secara seragam dan dapat berorientasi secara acak (Mudji Suhardiman, 2012).

Perbandingan beton berserat dan beton bebas serat, beton berserat memiliki keunggulan dibandingkan dengan beton bebas serat secara sifat strukturnya, antara lain keuletan, ketahanan benturan, kekuatan tarik dan lentur, umur kelelahan dan kekuatan benturan, susut dan ketahanan abrasi. Resistensi (ketahanan abrasi) (Mudji Suhardiman, 2012).

Orientasi serat, geometri serat, distribusi serat, dan konsentrasi serat mempengaruhi nilai karakteristik beton serat. Rasio serat ditentukan oleh rasio pembentukan beton serat. Perhitungan panjang serat dan diameter ekuivalen serat menentukan rasio penggunaan serat untuk mengukur kelangsingan dari serat yang akan di campurkan pada beton serat. Variasi rasio serat yang digunakan pada beton berserat

mempunyai variasi antara 40-1000. Bertambah diameter maka semakin panjang serat yang digunakan, hal tersebut menyebabkan terjadi penggumpalan serat pada saat pengadukan yang menggunakan *concrete mixer*, terjadinya penggumpalan serat membuat pengerjaan beton bertambah sulit. (Fennil Buana, 2016)

Sifat mekanik beton dan mortar yang diperkuat dengan potongan serat baja yang didistribusikan secara acak diselidiki untuk memahami mekanisme perkuatan serat. Volume, panjang, orientasi dan jenis serat yang berbeda digunakan. Serat dibandingkan dengan tulangan konvensional dalam bentuk lentur, testi dan kompresi. Telah diamati bahwa efek penguatan yang signifikan dari serat diperoleh setelah retakan dimulai dalam matriks, seperti halnya tulangan tarik dan tulangan konvensional. Resistensi serat pasca retak sangat dipengaruhi oleh panjang, orientasi, dan hubungan tegangan-regangannya. Jarak tulangan memiliki pengaruh yang kecil terhadap perambatan retak adalah sekitar 1 in. Aksi perkuatan serat diprediksi secara analitik dengan menggunakan pendekatan material komposit berdasarkan sifat dari masing-masing komponen (Nastain dan Maryoto, 2010)

Permasalahan yang kerap timbul dalam perihal pemakaiannya beton yaitu sifatnya yang getas. Sifat beton yang getas kerap jadi permasalahan pada mutu beton. Bila daktilitas beton rendah, maka kuat tekan beton akan semakin tinggi, maka penambahan serat baja diharapkan dapat memberi solusi akan hal tersebut. Serat baja dapat menyerap energi yang lebih besar dan dapat meningkatkan sifat daktilitas pada beton (Putra, 2006).

2.3. Semen Portland

Semen adalah campuran reaktif, bila bersentuhan dengan air maka dapat menjadi pasta semen. Komposisi semen terdiri dari jenis campuran yang berbeda dan bervariasi dengan jenis yang berbeda. Semen secara umum dapat terbagi dalam 2 kategori yaitu semen hidrolik dan semen non hidrolik (SNI 2049:2015).

Mortar semen dibentuk dengan campuran air, agregat halus dan semen. Ketika agregat kasar (kerikil) ditambahkan, maka terbentuklah bahan campuran yang disebut beton. Pada campuran beton yang dapat diklasifikasikan sebagai kelompok

aktif berupa semen dan air, di sisi lain pasir dan kerikil diklasifikasikan sebagai kelompok pasif yang memiliki fungsi untuk sebagai pengisi (Lasino et al, 2012).

2.3.1. Jenis Semen *Portland*

Menurut SNI 2049:2015, Semen *Portland* terbagi menjadi 5 macam yaitu:

- Tipe 1: Dirancang untuk digunakan pada pembangunan konstruksi umum dan tidak membutuhkan persyaratan khusus untuk jenis lainnya.
- Tipe 2: Dirancang untuk digunakan pada bangunan yang tidak memiliki daya tahan terhadap pada sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Tipe 3: Dirancang untuk dipakai pada bangunan dengan syarat rencana kekuatan awal yang lebih tinggi.
- Tipe 4: Dirancang untuk dipakai pada bangunan dengan kebutuhan hidrasi rendah.
- Tipe 5: Dirancang untuk digunakan pada pembangunan konstruksi di bawah kondisi yang sangat tahan sulfat.

2.3.2. Bahan Penyusun Semen

Bahan-bahan pembentuk semen yang dipanaskan dengan volume suhu tinggi yang terbentuk menjadi zat seperti batu serta digiling menjadi bubuk halus yang biasa kita anggap sebagai semen. Komposisi tersebut dapat dilihat pada Tabel.2.2.

Tabel 2.2. Susunan Oksida pada Semen Portland

Oksida	Komposisi (%)
Kapur (CaO)	63
Silika (SiO ₂)	22
Alumina (Al ₂ O ₃)	7
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	1 – 2

Sumber: SNI.2049:2015

2.4. Agregat

Agregat merupakan bahan granular, seperti pasir, kerikil atau batu pecah, yang dapat digunakan dengan pasta semen yang dapat digunakan untuk membuat beton atau mortar hidrolik. Agregat ini cocok sebagai pengisi campuran beton, yang ditetapkan sekitar 70% dari volume beton. (Helwiyah Zain, 2017)

Agregat pada campuran beton bergradasi butiran yang baik dan terdiri dari butiran yang berbeda untuk mencapai adhesi antar butir dan mengurangi konsumsi semen. Pengukuran ukuran butir agregat dilakukan dengan bantuan alat yakni ayakan dengan ukuran lubang yang diberikan. (Helwiyah Zain, 2017)

Pada campuran beton, agregat kasar maupun halus berfungsi untuk menjadi bagian bahan pengisi pada volume campuran beton, sehingga mutu agregat sangat berpengaruh pada kualitas beton.

Fungsionalitas dalam beton digunakan untuk:

1. Meminimalisir penggunaan semen *Portland*.
2. Memberikan hasil kuat tekan yang besar pada beton.
3. Memanipulasi sifat yang dibutuhkan pada beton.

Banyaknya batuan pecah yang digunakan pada campuran beton dapat mengurangi biaya pembuatan campuran beton, akan tetapi tetap harus memperhitungkan pasta semen yang digunakan sebagai zat perekat pada celah-celah beton.

2.4.1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah hasil penguraian batuan alam menyerupai fragmen batuan yang diperoleh dari industri batuan pecah, dengan ukuran agregat berkisar antara 5 - 40 mm. Agregat kasar juga disebut batuan pecah, split maupun kerikil (SNI 7656:2012)

Agregat ialah butir-butir mineral alam yang bertujuan “sebagai bahan pengisi pada campuran beton normal yang mengisi sekitar 78% dari volume total beton normal (Sukirman, Silvia 1999).

Menurut SNI 7656:2012, syarat gradasi agregat kasar yakni sebagai berikut:

Tabel 2.3. Volume Agregat kasar per m³ beton

Ukuran Maksimum (mm)	"Volume Agregat Kasar Kering Pada Volume Beton Dengan Modulus Kehalusan Dari Agregat Halus"			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber: SNI 7656:2012

2.4.2. Agregat Halus

Agregat halus secara fundamental berasal dari partikel pasir alami yang yang didapatkan dari tanah melalui proses penambangan. Agregat halus terdiri dari pasir alam atau partikel batu pecah yang berukuran atau lebih kecil. Produk ini sering disebut sebagai 1/4" minus karena mengacu pada ukuran, atau gradasi, dari agregat khusus ini (Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971)

Syarat-syarat agregat halus:

1. Agregat halus berbentuk butir tajam dan keras. Agregat halus bersifat permanen, yang dimaksudkan tidak mudah rusak atau dihancurkan oleh cuaca seperti hujan maupun terik matahari.
2. Kandungan lumpur $\leq 5\%$ (ditentukan oleh berat kering). Jika kandungan lumpur $> 5\%$, agregat harus dicuci. Bagian yang dapat melewati saringan berukuran 0,063 mm dapat di sebut lumpur.
3. Lembaga pemeriksaan mengisyaratkan bahwa "pasir laut tidak bisa digunakan sebagai agregat halus pada campuran beton, kecuali sudah diatur mengenai hal tersebut oleh lembaga yang bersangkutan."

2.4.3. Gradasi Campuran Beton Normal

Gradasi saringan dapat mengetahui "agregat kasar maupun agregat halus" yang dianjurkan pada campuran beton normal:

Tabel 2.4. Gradasi Kerikil

Ukuran Ayakan (mm)	Pemisah Ukuran			
	Persentase (%) Agregat Yang Saringan Di Masing-Masing Ayakan			
	4,75-19 mm	19-37,5 mm	37,5-75 mm	75-150 mm
177				100
150				90-100
100			100	25-55
75			90-100	0-10
50		100	20-55	0-5
37,5		90-100	0-10	
25	100	20-55	0-5	
19	90-100	0-10		
9,5	20-55	0-5		
4,75	0-10			
2,36	0-5			

Sumber: SNI 7656:2012

2.4.4. Gradasi Agregat Kasar *Combination*

Gradasi atau susunan butir adalah “distribusi dari ukuran agregat.” Distribusi ini memiliki variasi tiga perbedaan yaitu “seragam (*uniform grade*), gradasi menerus (*continous grade*) dan gradasi sela (*gap grade*.” Untuk diketahuinya gradasi tersebut perlunya pengujian menggunakan analisis saringan yang telah sesuai standard dari SNI-ASTM-C136-2012 dan. Gradasi seragam (*uniform grade*) adalah “gradasi yang terdiri dari ukuran agregat yang hampir sama sehingga akan membentuk grafik gradasi seragam dengan ciri garis vertikal yang mendominasi porsi gradasi agregat pada satu ukuran atau range/batas fraksi tertentu.” Gradasi menerus (*continous grade*) adalah “gradasi yang semua ukuran agregatnya ada dan terdistribusi dengan baik.” Gradasi sela (*gap grade*) adalah “salah satu atau lebih dari ukuran butir atau fraksi pada satu set ayakan tidak ada, maka grafik gradasi akan menunjukkan garis horizontal dalam grafiknya” (Mulyati, Sentosa Budi Alluhri, 2016).

2.5. Air dan Udara

2.5.1. Air

Air dibutuhkan untuk hidrasi, tetapi air yang sama menempati ruang yang menciptakan pori-pori. Pori-pori tersebut kemudian terisi dengan air yang menyebabkan berbagai mekanisme kerusakan, dan ketahanan beton terhadap

bentuk serangan ini bergantung pada kadar air awal. Kekuatan, porositas, permeabilitas, penyusutan, dan kemampuan kerja bergantung pada air. Proporsi campuran harus memperhitungkan berbagai dampak air pada kinerja beton, diikuti dengan pengendalian dan pengawetan air yang efektif. Akhirnya, air adalah elemen penting di sebagian besar mekanisme yang menurunkan sifat beton dari waktu ke waktu.

Pada pemakaian air sebagai campuran beton, air harus memenuhi syarat (PBI 1971):

Tabel 2.5 . Spesifikasi Air

<i>Kandungan</i>	<i>Kadar</i>
<i>Senyawa sulfat</i>	$\leq 1 \text{ gr/liter}$
<i>Klorida</i>	$\leq 0,5 \text{ gr/liter}$
<i>Lumpur atau benda-benda lainnya</i>	$\leq 2 \text{ gr/liter.}$

Sumber: AR Nasution, 2016

2.5.2. Udara

Pada proses penguapan udara dari campuran beton secara perlahan-lahan, mengakibatkan terdapat rongga pada beton keras yang dihasilkan. Rongga tersebut dapat mempermudah pengerjaan pada beton, mengurangi *bleeding*, *segregasi* dan meminimalisir jumlah agregat halus dalam campuran beton. Beton ini memiliki kandungan udara maksimum sebesar 9% dari mortar dalam beton.

2.6. Serat Baja Ban Bekas

Kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh pengelolaan limbah ban yang tidak tepat, meningkat selama beberapa tahun terakhir dan menciptakan masalah yang relevan untuk diselesaikan. Di bidang teknik sipil memungkinkan untuk memanfaatkan kembali serat baja dan limbah ban. Khususnya beton yang diperoleh dengan menambahkan serat baja daur ulang menunjukkan perbaikan mekanis yang baik dari matriks getas, sebagai akibatnya beton tersebut tampaknya menjadi kandidat yang menjanjikan untuk aplikasi struktural dan non-struktural (Salain, 2008 dalam Jaya 2010).

Kinerja RFRC (*Recycled Fiber Reinforced Concrete*) pasca retak dievaluasi dengan tes sarana pada elemen lentur dan pelat. Efektivitas serat daur ulang dievaluasi dibandingkan dengan data eksperimen yang diperoleh untuk spesimen yang

direalisasikan dengan IFRC (*Industrial Fiber Reinforced Concrete*). Semua jenis campuran beton yang segar dan mengeras diperkirakan secara eksperimental. Perilaku RFRC pasca retak, yang diperoleh dengan uji lentur, sebanding dengan ISFRC. Spesimen RFRC menunjukkan daya serap energi yang baik dan kekuatan sisa yang baik setelah retak (Rahamudin et al., 2016):

Berdasarkan jurnal (Fauzan et al, 2018) melakukan pengujian serat baja yang diekstraksi dari limbah ban lalu ditambahkan ke dalam campuran dari berat total beton. Dari hasil pengujian dengan penambahan serat baja ban bekas terhadap berat total campuran beton pada variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. didapatkan hasil:

Tabel 2.6 . Hasil Pengujian Penambahan Serat Baja Terhadap Berat Total Campuran Beton

Uraian	Variasi	Hasil Kekuatan Tarik
Kandungan Serat Baja	0 %	3,55 MPa
	0,5 %	3,88 MPa
	1%	4,7 MPa
	1,5%	4,98 MPa
	2%	5,81 MPa

Pada uraian diatas, menunjukkan bahwa serat yang terbuat dari kawat baja ban bekas dapat meningkatkan kinerja beton agar lebih maksimal. Prosedur pemberian serat baja dilakukan dengan menambahkan serat pada beton, serat tersebut disebarkan secara menyeluruh pada adukan beton secara sembarang. Serat baja mampu mencegah keretakan beton secara dini, baik keadaan panas hidrasi, penyusutan, maupun pembebanan (Fauzan et al, 2018).

2.7. Abu Sekam Padi

Dalam penelitian (M.U Dabai et al, 2012), telah melakukan penelitian terkait variasi abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen, dikarenakan setelah dilakukan analisis terhadap abu sekam padi, ditemukan bahwa silika yang tinggi 68,12% dinilai sangat baik dalam peningkatan kemampuan kerja, tetapi saat penggantian kadar 40% terhadap semen terjadi penurunan kuat tekan dikarenakan kurangnya kalsium oksida dan alumina yang kurang terhadap abu sekam padi yang digunakan.

Abu sekam adalah super pozzolan yang digunakan dalam konstruksi bangunan dan memberikan beberapa perbaikan pada sifat beton, serta mengurangi polutan lingkungan. Uji kuat tekan dan *workability* menunjukkan bahwa menggunakan PCC dengan kapasitas produksi hingga 30% tanpa mengurangi kemampuan kerja dan kekuatan sekam padi. Menurut uji kekuatan belah, dapat dikatakan bahwa kekuatan tarik sangat meningkat dengan penambahan sekam padi. Kekuatan substitusi sekam padi sedikit meningkat, dari 10% menjadi 30%. Beton abu sekam padi memiliki kualitas yang baik, cocok untuk ketahanan beton struktural jangka pendek dan jangka panjang. (Sinulingga, 2014).

Kandungan silika yang ada pada abu sekam padi memiliki presentase 93% (Hidayat, 2011). Sekam padi merupakan penutup gabah yang sangat keras yang dipisahkan dari bulir padi selama proses penggilingan. Sekam padi merupakan limbah yang banyak tersedia di semua negara penghasil beras, dan mengandung sekitar 30%-50% karbon organik. Dalam proses penggilingan biasa, sekam dihilangkan dari butiran mentah untuk memperlihatkan beras merah utuh yang setelah penggilingan lebih lanjut untuk menghilangkan lapisan dedak akan menghasilkan beras putih. Produksi beras dunia saat ini diperkirakan 700 juta ton. Sekam padi merupakan sekitar 20% dari berat beras dan komposisinya adalah sebagai berikut: selulosa (50%), lignin (25%-30%), silika (15%-20%), dan kelembapan (10%-15%). Kepadatan curah sekam padi rendah dan terletak pada kisaran 90–150 kg / m³ (Triyulia Ningsih et al, 2012).

Sekam Padi dibakar selama kurang lebih 48 jam di udara terbuka dan proses pembakaran tidak terkendali. Temperatur berada pada kisaran 400- 6000C. Abu yang terkumpul diayak dengan ayakan standar BS ukuran 75µm dan berwarna abu-abu. *Batching* dilakukan berdasarkan volume pada persentase penggantian 10, 20 dan 30% dari semen (Drs. Djaka Suhirkam,S.T., M.T. Ir. A. Latif, MT, 2013).

Dari uraian diatas disebutkan penambahan abu sekam padi pada campuran beton normal diperkirakan bisa menambahkan kekuatan tekan beton normal karena abu sekam padi berperan sebagai bahan pengikat, dikarenakan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Bakri (2008) Jurnal Perennial 5(1): 9-14, menunjukkan bahwa

abu sekam padi yang mengandung silika diatas 30% dapat diaplikasikan menjadi bahan pengganti sebagian semen.

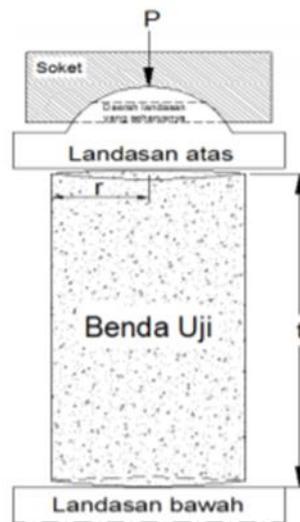
Tabel 2.7. Unsur Abu Sekam Padi

Oksida	Komposisi (%)
SiO ₂ (% berat)	72,28 %
Al ₂ O ₃	0.37 %
Fe ₂ O ₃	0.32 %
CaO	0.65 %
Hilang Pijar	21,43 %

Sumber: Gastaldini et al, 2007

2.8. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanah atau batuan untuk menahan gaya yang dikenakan padanya atau tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu sampel pada kondisi pembebanan tertentu. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, untuk mengontrol mutu beton yang dicapai. (Philipus Betaubun and Hairulla, 2018)



Gambar 2.1. Mekanisme Pengujian Kuat Tekan

Menurut (SNI 1974-2011), Pengujian kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (3.2)$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Keterangan:

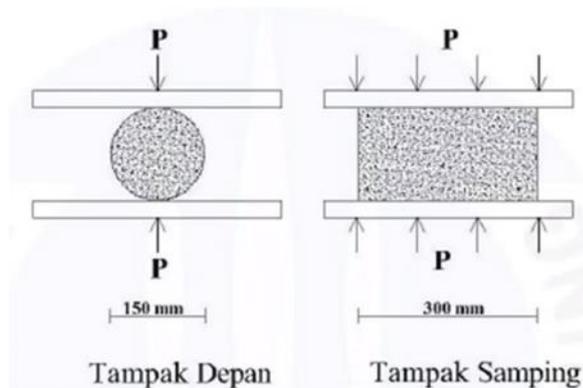
f'_c = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

2.9. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik merupakan salah satu sifat dasar dan penting dari beton. Beton biasanya tidak dapat menahan tegangan langsung karena kekuatannya yang rendah dan sifatnya yang getas. Namun, penentuan kekuatan tarik beton diperlukan untuk menentukan beban di mana sampel beton dapat retak. Retak adalah bentuk kegagalan tegangan. Uji belah adalah uji tidak langsung yang terkenal yang digunakan untuk menentukan kekuatan tarik beton yang kadang-kadang disebut sebagai kekuatan tarik belah beton. Kekuatan tarik sekitar 1/8 sampai 1/12 dari kekuatan tekan. (Priyo Andreo, Stefanus Januar, Rr. M. I. Retno Susilorini, David Widiyanto, 2018)



Gambar 2.2. Mekanisme Pengujian Kuat Tarik Belah

Menurut (SNI 2491-2002), Pengujian kuat tarik belah dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{ct} = \frac{(2 \times P)}{(\pi \times L \times D)} \quad (3.1)$$

$$F_{ct} = \frac{(2 \times P)}{(\pi \times L \times D)}$$

Keterangan:

F_{ct} = Kuat tarik belah (Mpa)

P = Beban uji maksimum (beban belah atau hancur) (n)

L = Panjang (mm)

D = Diameter (mm)

π = Phi